



Európska
komisia

SPRÁVA JRC - VEDA PRE POLITIKU

Referenčný dokument o najlepších dostupných technikách (BAT) pri výrobe buničiny, papiera a lepenky

*Smernica o priemyselných
emisiách 2010/75/EÚ
(integrovaná prevencia
a kontrola znečisťovania
životného prostredia)*

Michael Suhr, Gabriele Klein, Ioanna Kourti,
Miguel Rodrigo Gonzalo, Germán Giner
Santonja, Serge Roudier, Luis Delgado Sancho

2015



Spoločné
výskumné
centrum

Správa EUR 27235 EN

Upozornenie:

odborná korektúra prekladu nebola vykonaná

Európska komisia

Spoločné výskumné centrum (JRC)

Inštitút pre perspektívne technologické štúdie

Kontaktné údaje

Európsky orgán pre IPPC

Adresa: Joint Research Centre, Edificio Expo c/ Inca Garcilaso 3, E-41092 Seville, Španielsko

E-mail: JRC-IPTS-EIPPCB@ec.europa.eu

Tel.: +34 95 4488

284 Fax: +34 95 4488

426

<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu>

<https://ec.europa.eu/jrc/en/institutes/ipts>

Právne upozornenie

Podľa rozhodnutia Komisie z 12. decembra 2011 o opakovanom použití dokumentov Komisie (2011/833/EÚ) sa tento dokument BREF môže opakovane použiť bezplatne, s výnimkou častí chránených právami tretích strán, ktoré sa môžu nachádzať v dokumente (napr. obrázky, tabuľky, údaje, písomný materiál). Na ďalšie použitie týchto častí sa vyžadujú osobitné práva od ich príslušných vlastníkov. Európska komisia nezodpovedá za žiadne dôsledky vyplývajúce z opätovného použitia tejto publikácie. Pri každom ďalšom použití je potrebné uviesť tento dokument ako zdroj a použiť ho bez narušenia pôvodného významu alebo posolstva.

Všetky obrázky © Európska únia 2015, okrem: Fotografie na titulnej strane od ľavého horného po pravý dolný roh: 1. © Fotolia.com - Inzyx; 2. © Fotolia.com - Moreno Soppelsa; 3. © Fotolia.com - EyeMark; 4. © Fotolia.com - itrija; 5. © Fotolia.com - Moreno Soppelsa; 6. © Fotolia.com - mikit; 7. © Fotolia.com - hxdyl.

JRC95678 EUR

27235 SK

ISBN 978-92-79-48167-3 (PDF)

ISSN 1831-9424 (online)

doi:10.2791/370629

Luxembursko: Úrad pre publikácie Európskej únie,

2015 © Európska únia, 2015

Reprodukcia je povolená pod podmienkou uvedenia zdroja.

Zhrnutie

Referenčný dokument BREF s názvom „Výroba buničiny, papiera a lepenky“ je súčasťou série dokumentov, v ktorých sa prezentujú výsledky výmeny informácií medzi členskými štátmi EÚ, príslušnými priemyselnými odvetvami, environmentálnymi mimovládami organizáciami a Komisiou s cieľom vypracovať, preskúmať a v prípade potreby aktualizovať referenčné dokumenty o BAT, ako sa vyžaduje v článku 13 ods. 1 smernice 2010/75/EÚ o priemyselných emisiách. Tento dokument vydala Európska komisia v súlade s článkom 13 ods. 6 uvedenej smernice. Tento dokument BREF pre výrobu buničiny, papiera a lepenky sa vzťahuje na priemyselné činnosti opísané v kapitolách 6.1 písm. a) a 6.1 písm. b) prílohy I k smernici 2010/75/EÚ, t. j. na integrovanú a neintegrovanú výrobu v priemyselných zariadeniach:

- (a) buničiny z dreva alebo iných vláknových materiálov;
- (b) papiera alebo lepenky s výrobnou kapacitou presahujúcou 20 ton za deň.

Tento dokument sa vzťahuje najmä na tieto postupy a činnosti:

- výroba chemickej buničiny:
 - (a) sulfátovým procesom (sulfátová buničina)
 - (b) sulfitovým procesom (sulfitová buničina)
- výroba mechanických a chemicko-mechanických vlákien
- úprava zberového papiera s odfarbovaním a bez neho
- výroba papiera a nadväzujúce postupy
- všetky regeneračné kotly a pece na pálenie vápna prevádzkované v celulózkach a papierňach.

Dôležitými otázkami pri vykonávaní smernice 2010/75/EÚ v celulózovom, papierenskom a lepenkovom priemysle sú emisie oxidov dusíka, oxidov síry, prachu, celkovej redukovanej síry a amoniaku do ovzdušia; emisie organického uhlíka, suspendovaných látok, dusíka, fosforu a absorbovateľných organicky viazaných halogénov do vody. Dokument BREF obsahuje deväť kapitol. Kapitoly 1 a 2 poskytujú všeobecné informácie o priemysle buničiny, papiera/lepenky a lepenky a o bežných priemyselných procesoch a technikách uplatňovaných v tomto odvetví. Kapitoly 3, 4, 5, 6 a 7 tvoria oddiely o týchto konkrétnych odvetviach: procesom výroby sulfátovej buničiny, procesom výroby sulfitovej buničiny, mechanickou a chemickou výrobou buničiny, úprave zberového papiera s odfarbovaním a bez neho a výrobou papiera a súvisiacimi procesmi. Päť kapitol pre každý sektor obsahuje informácie a údaje o používaných procesoch a technikách, o vplyve zariadení na životné prostredie, pokiaľ ide o skutočné emisie, spotrebu surovín, vody a energie a tvorbu odpadu, o technikách na prevenciu alebo zníženie vplyvu zariadení na životné prostredie a o nových technikách. Kapitola 8 obsahuje závery o BAT podľa článku 3 ods. 12 uvedenej smernice pre priemysel výroby buničiny, papiera a lepenky. Kapitola 9 je venovaná záverečným poznámkam a odporúčaniam pre budúcu prácu v tomto sektore.

Najlepšie dostupné techniky
(BAT) Referenčný dokument pre
výrobu buničiny, papiera
a lepenky

Smernica 2010/75/EÚ o integrovanej prevencii
a znížení emisií životného prostredia

Autori:

Michael Suhr
Gabriele Klein
Ioanna Kourti
Miguel Rodrigo Gonzalo
Germán Giner Santonja
Serge Roudier
Luis Delgado Sancho

2015

PodĎakovanie

Túto správu vypracoval Európsky úrad pre integrovanú prevenciu a kontrolu znečisťovania (EIPPCB) pri Spoločnom výskumnom centre Európskej komisie - Inštitúte pre perspektívne technologické štúdie (IPTS) pod vedením Serge Roudiera (riaditeľ EIPPCB) a Luisa Delgada Sancha (vedúci Oddelenia pre udržateľnú výrobu a spotrebu).

Autormi dokumentu BREF sú Michael Suhr, Gabriele Klein, Ioanna Kourti, Miguel Rodrigo Gonzalo a Germán Giner Santonja. Michael Parth sa podieľal na obnovení činnosti technickej pracovnej skupiny a inicioval revíziu dokumentu BREF.

Táto správa o projekte bola vypracovaná v rámci prebiehajúceho vykonávania smernice o priemyselných emisiách (2010/75/EÚ) a je výsledkom výmeny informácií podľa článku 13 uvedenej smernice.

Hlavnými zdrojmi informácií pre túto správu boli:

- v rámci priemyslu - Konfederácia európskeho papierenského priemyslu (CEPI);
- v rámci environmentálnych mimovládnych organizácií - Európska environmentálna kancelária (EEB);
- v rámci krajín EÚ - Rakúsko, Dánsko, Fínsko, Francúzsko, Nemecko, Taliansko, Holandsko, Poľsko, Portugalsko, Španielsko, Švédsko a Spojené kráľovstvo;
- v krajinách mimo EÚ - Nórsko.

Celý tím EIPPCB zabezpečil príspevky a vzájomné revízie.

Tento dokument je jedným z viacerých plánovaných dokumentov uvedených nižšie (v čase písania tohto dokumentu neboli pripravené návrhy všetkých dokumentov):

Referenčný dokument o najlepších dostupných technikách	Kód
Keramický priemysel	CER
Bežná úprava odpadových vôd a odpadových plynov. Systémy riadenia v chemickom priemysle	CWW
Emisie zo skladovania	EFS
Energetická efektívnosť	ENE
Spracovanie železných kovov	FMP
Potravinársky, nápojový a mliekarenský priemysel	FDM
Priemyselné chladiace systémy	ICS
Intenzívny chov hydiny a ošípaných	IRPP
Výroba železa a ocele	IS
Veľké spaľovacie zariadenia	LCP
Výroba anorganických chemikálií vo veľkom - amoniak, kyseliny a priemyselné hnojivá	LVIC-AAF
Výroba anorganických chemikálií vo veľkom - pevné látky a iné látky	LVIC-S
Výroba organických chemikálií vo veľkom	LVOC
Nakladanie s hlušinou z úpravy a ťažby pri banskej činnosti	MTWR
Výroba skla	GLS
Výroba špeciálnych organických chemikálií	OFC
Spracovanie neželezných kovov	NFM
Výroba cementu, vápna a oxidu horečnatého	CLM
Výroba chlóru a alkalických hydroxidov	CAK
Výroba polymérov	POL
<i>Výroba buničiny, papiera a lepenky</i>	<i>PP</i>
Výroba špeciálnych anorganických chemikálií	SIC
Rafinérie minerálnych olejov a plynov	REF
Bitúanky a priemyselné odvetvia spracúvajúce ich vedľajšie produkty	SA
Kovárne a zlievarne	SF
Povrchové úpravy kovov a plastov	STM
Povrchové úpravy používajúce organické rozpúšťadlá	STS
Kožiarsky priemysel	TAN
Textilný priemysel	TXT
Spaľovanie odpadov	WI
Spracovanie odpadov	WT
Chemická ochrana dreva a výrobkov z dreva	WPC
Výroba dosiek na báze dreva	WBP
Referenčný dokument	
Hospodárska únosnosť a medzizložkové vplyvy	ECM
Všeobecné zásady monitorovania	MON

Elektronické verzie návrhov a hotových dokumentov sú verejne dostupné a je možné si ich stiahnuť na stránke <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/>.

PREDSLOV

1. Stav tohto dokumentu

Pokiaľ nie je uvedené inak, odkazy na „smernicu“ v tomto dokumente sa vzťahujú na smernicu Európskeho parlamentu a Rady 2010/75/EÚ o priemyselných emisiách (integrovaná prevencia a kontrola znečisťovania životného prostredia) (prepracované znenie).

Pôvodný referenčný dokument (BREF) o najlepších dostupných technikách (BAT) pri výrobe buničiny, papiera a lepenky prijala Európska komisia v roku 2001. Tento dokument je výsledkom revízie dokumentu BREF. Revízia sa začala v apríli 2006.

Tento referenčný dokument o BAT pri výrobe buničiny, papiera a lepenky je súčasťou série dokumentov, ktoré predstavujú výsledky výmeny informácií medzi členskými štátmi EÚ, príslušnými priemyselnými odvetviami, environmentálnymi mimovládnyimi organizáciami a Komisiou s cieľom vypracovať, preskúmať a v prípade potreby aktualizovať referenčné dokumenty o BAT, ako sa vyžaduje v článku 13 ods. 1 smernice. Tento dokument vydala Európska komisia v súlade s článkom 13 ods. 6 uvedenej smernice.

Ako sa uvádza v článku 13 ods. 5 smernice, vykonávacie rozhodnutie Komisie 2014/687/EÚ o záveroch o BAT uvedených v kapitole 8 bolo prijaté 26. septembra 2014 a následne uverejnené 30. septembra 2014.¹

2. Účastníci výmeny informácií

V súlade s článkom 13 ods. 3 smernice Komisia zriadila fórum na podporu výmeny informácií, ktoré pozostáva zo zástupcov členských štátov, príslušných priemyselných odvetví a mimovládnych organizácií podporujúcich ochranu životného prostredia (rozhodnutie Komisie zo 16. mája 2011, ktorým sa zriaďuje fórum na výmenu informácií podľa článku 13 smernice 2010/75/EÚ o priemyselných emisiách (2011/C 146/03), Ú. v. EÚ C 146, 17. 05. 2011, s. 3).

Členovia fóra vymenovali odborníkov do technickej pracovnej skupiny (TPS), ktorá bola predovšetkým zdrojom informácií pre vypracovanie tohto dokumentu. Prácu tejto pracovnej skupiny viedol Európsky úrad pre IPPC (súčasť Spoločného výskumného centra Komisie).

3. Štruktúra a obsah tohto dokumentu

Kapitola 1, oddiely 2.1 až 2.8 kapitoly 2 a prvé oddiely kapitol 3 až 7 poskytujú všeobecné informácie o výrobe buničiny, papiera a lepenky a priemyselných procesoch používaných v tomto odvetví.

Druhé oddiely kapitol 3 až 7 a oddiel 2.6.2 obsahujú údaje a informácie o environmentálnych vlastnostiach zariadení v tomto sektore, ktoré boli v prevádzke v čase úpravy tohto dokumentu, pokiaľ ide o súčasné typické emisie, spotrebu a charakter surovín, spotrebu vody, spotrebu energie a produkciu odpadu.

V oddieloch 2.9 a v tretích oddieloch kapitol 3 až 7 sú podrobnejšie opísané techniky prevencie alebo, ak prevencia nie je možná, techniky na zníženie vplyvu zariadení v tomto sektore na životné prostredie, ktoré sa zohľadnili pri určovaní BAT. Tieto informácie zahŕňajú (ak je to uplatniteľné) úroveň vplyvu zariadenia na životné prostredie (napr. množstvo emisií a spotreby), ktorú možno použitím techník dosiahnuť, s tým spojené monitorovanie a náklady, ako aj otázky vzájomných účinkov súvisiacich s týmito uvedenými technikami.

¹ Ú. v. EÚ L 284, 30.9.2014, s. 76.

V kapitole 8 sú uvedené závery o BAT, ako sú vymedzené v článku 3 ods. 12 smernice.

Štvrté oddiely kapitol 3 až 7 obsahujú informácie o „nových technikách“, ako sú definované v článku 3 ods. 14 smernice.

Záverečné poznámky a odporúčania pre budúcu prácu sú uvedené v kapitole 9.

4. Zdroje informácií a odvodenie BAT

Tento dokument vychádza z informácií získaných z mnohých zdrojov, najmä prostredníctvom technickej pracovnej skupiny (TPS) zriadenej špeciálne na výmenu informácií podľa článku 13 smernice. Informácie zozbieral, porovnal a vyhodnotil Európsky úrad pre IPKZ (časť Spoločného výskumného centra Komisie), ktorý okrem toho viedol aj prácu pri určovaní BAT a stanovil zásady technickej odbornosti, transparentnosti a nestrannosti. Prácu TPS a všetkých ostatných prispievateľov si veľmi ceníme.

Určenie záverov o BAT bolo uskutočnené prostredníctvom iteračného procesu, ktorý obsahoval tieto kroky:

- identifikácia kľúčových environmentálnych problémov v odvetví (napr. emisie do vody, najmä organické znečistenie, celkové nerozpustené látky atď.; emisie do ovzdušia z regeneračných kotlov, vápenných pecí alebo zariadení na výrobu pary a energie, obťažovanie zápachom a hlukom);
- skúmanie techník, ktoré slúžia na riešenie týchto kľúčových problémov v rámci BAT;
- určenie najlepších úrovní environmentálneho správania na základe údajov dostupných v Európskej únii a na celom svete;
- preskúmanie podmienok, za ktorých došlo k dosiahnutiu takého výkonu, t. j. náklady a účinky medzi jednotlivými zložkami a predovšetkým dôvody, ktoré podporili zavedenie uvedených techník;
- výber najlepších dostupných techník (BAT), súvisiace úrovne emisií (a iné ukazovatele environmentálneho správania zariadení) a následné monitorovanie pre sektor v súlade s článkom 3 ods. 10 a prílohou III smernice.

Vo všetkých týchto krokoch a v spôsobe, akým sú tu informácie prezentované, zohrávajú kľúčovú úlohu odborné znalosti Európskeho orgánu IPPC a technickej pracovnej skupiny (TPS).

Ak boli k dispozícii ekonomické údaje, boli uvedené spolu s jednotlivými technikami uvedenými v kapitolách 3, 4, 5, 6 a 7. Tieto údaje poskytujú približnú predstavu o rozsahu nákladov a prínosov. Skutočné náklady a prínosy súvisiace s využitím konkrétnej techniky môžu do značnej miery závisieť od konkrétnej situácie v príslušnom závode, ktorú nie je možné v tomto dokumente úplne posúdiť. Keďže chýbajú údaje o nákladoch, závery o ekonomickej životaschopnosti tejto výroby sa vyvodzujú z pozorovaní existujúcich prevádzok.

5. Revízia referenčných dokumentov o BAT (BREF)

BAT je dynamický koncept, a preto je revízia dokumentov BREF nepretržitým procesom. Môžu sa napríklad objaviť nové opatrenia a techniky, veda a technológie sa neustále vyvíjajú a v priemyselných odvetviach sa úspešne zavádzajú nové alebo vznikajúce procesy. Tento dokument sa bude pravidelne revidovať a v prípade potreby sa bude aktualizovať tak, aby zahŕňal tieto zmeny a ich dôsledky pre BAT.

6. Kontaktné údaje

Všetky pripomienky a návrhy je potrebné zaslať Európskej kancelárii IPPC Inštitútu pre perspektívne technologické štúdie na adresu:

European Commission
Institute for Prospective Technological Studies
European IPPC Bureau
Edificio Expo
c/ Inca Garcilaso, 3
E-41092 Seville, Spain
Teléfono: +34 95 4488 284
Fax: +34 95 4488 426
E-mail: JRC-IPTS-EIPPCB@ec.europa.eu
Internet: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu>

Referenčný dokument o najlepších dostupných technikách výroby buničiny, papiera a lepenky	
PREDSLOV	9
ROZSAH	18
1 VŠEOBECNÉ INFORMÁCIE	20
1.1. Spotreba papiera v Európe	20
Prehľad výroby buničiny, papiera a lepenky	23
Európsky priemysel celulózy a papiera	26
Európsky papierenský priemysel	32
Klasifikácia celulózky a papierní na účely tohto dokumentu	37
Ekonomika a zamestnanosť v celulózovo-papierenskom priemysle EÚ	39
Predovšetkým environmentálne problémy výroby buničiny a papiera	43
2 SPOLOČNÉ POSTUPY A TECHNIKY PRE CELÝ SEKTOR CELULÓZY A PAPIERA/LEPENKY	52
Integrované alebo viacproduktové celulózky a papierne	53
Vymedzenie neintegrovaných, integrovaných a viacproduktových závodov	53
Navrhovaný prístup k odhadu emisií pre integrované chemické závody na výrobu celulózky alebo viacproduktové prevádzky	55
Navrhovaná metóda posudzovania emisií pre konkrétne vypúšťanie odpadových vôd	56
Merania (Monitorovanie)	58
Všeobecné aspekty merania (Monitorovanie) emisií v celulózkach a závodoch na výrobu papiera	58
Úprava údajov o emisiách v celulózkach a závodoch na výrobu papiera	61
Príjem, skladovanie a manipulácia s vláknitými materiálmi a chemikáliami	82
Úprava dreva	82
Skladovanie chemikálií a chemických prísad a manipulácia s nimi	84
Zásobovanie vodou pre procesy a chladenie	91
Upravenie surovej vody	91
Chladiace systémy a použitie chladiacej vody	92
Spotreba energie v celulózkach a závodoch na výrobu papiera	95
Otázky, ktoré treba zvážiť pri čítaní nahlásených údajov o spotrebe energie	96
Príklady celkovej spotreby energie v procesoch celulózky a papierní	98
Význam procesných jednotiek pre celkovú spotrebu energie v procese	101
Spotreba energie na podporné činnosti	102
Výroba pary a elektrickej energie v celulózkach a papierňach	104
Použitie spaľovacie postupy a techniky	104
Konvenčné emisie do ovzdušia z výroby pary a elektriny	112
čistiarne	118
Prehľad zvyškov z výroby a tuhého odpadu	122
Všeobecné techniky, ktoré treba zvážiť pri určení BAT spoločných pre všetky celulózky a papierne	124
Systémy environmentálneho riadenia (EMS)	124
Skladovanie a manipulácia so surovinami	127

Optimalizácia hospodárenia s vodou	138
Modelové hodnotenie optimalizačných opatrení pre vodné okruhy	141
Analýzy energetickej efektívnosti, energetický manažment a energetické audity.....	144
Zníženie spotreby energie uplatniteľné na všetky alebo väčšinu druhov zariadení.....	147
Znižovanie emisií do ovzdušia z kotlov na zmiešané palivá a biomasu a pomocných kotlov	160
Predchádzanie vzniku, minimalizácia, recyklácia a úprava zvyškov z procesov - minimalizácia tuhého odpadu ukladaného na skládky	174
Zníženie emisií z používania komplexotvorných (chelačných) činidiel v bieliacich technológiách na báze peroxidu vodíka.....	181
Zabezpečenie bezproblémovej prevádzky a minimalizácia náhodných únikov	187
Zníženie zaťaženia spôsobeného znečistením odpadových vôd	188
Prevenca rizík znečistenia počas vyradovania z prevádzky	201
Zníženie hluku	205
Znižovanie emisií zápachu.....	208
Všeobecné trendy v výrobe buničiny a papiera	212
3 PROCES VÝROBY SULFÁTOVEJ BUNIČINY	214
Použité postupy a techniky	215
Priame príjem a skladovanie dreva	216
odkôrňovanie.....	Error! Bookmark not defined.
Výroba a triedenie štiepok	216
Dávkovanie a delignifikácia	216
Premývanie a triedenie	218
Delignifikácia kyslíkom	219
bielením	220
Triedenie bielených látok	222
Sušenie	222
Vedľajšie produkty výroby sulfátovej buničiny	223
Systém regenerácie chemikálií a energie.....	223
Príprava bieliacich chemikálií na mieste	226
Súčasná úroveň spotreby a emisií	231
Prehľad vstupov/výstupov pre výrobu sulfátovej buničiny	231
Hodnoty spotreby a emisií z prevádzkových jednotiek	232
Techniky zvažované pri určení BAT	272
Význam druhov dreva pri určení BAT pre sulfátové celulózy	272
Suché odkôrňovanie	274
Modifikované varenie pred bielením.....	274
Uzavreté triedenie hnej hmoty (suspénzia nebielenej buničiny)	277
Delignifikácia kyslíkom pred bielením.....	278
Moderné bielenie ECF.....	280
Bielením TCF.....	284
Čiastočná recirkulácia úžitkovej vody v bieliarni	287

	Účinná kontrola (Monitorovanie) únikov a ich premývanie pomocou vhodného systému na regeneračnú rekuperáciu	290
	Efektívne premývanie hnedej látky (suspenzia nebielenej buničiny)	292
	Oddeľovanie znečistenej vody a jej opätovné použitie v procese	293
	Použitím správne dimenzovaných vyrovnávacích nádrží na skladovanie koncentrovaných alebo horúcich technologických kvapalín	296
	Aeróbna biologická úprava odpadových vôd	297
	Terciárna úprava odpadových vôd – chemické zrážanie	304
	Zberné systémy pre silne a slabo koncentrované zapáchajúce plyny	306
	Regulácia silne a slabo koncentrovaných neskondenzovateľných plynov s vysokou operatívnosťou 313	
	Znižovanie emisií prachu z kotla na regeneračný výluh	340
	Znižovanie emisií prachu pri pálení vápna	Error! Bookmark not defined.
	Nahradenie fosílnych palív používaných pri pálení v vápenkách	363
	Znižovanie emisií z kotlov na kôru alebo kotlov druhov	366
	Integrovaná koncepcia nakladania s odpadom	366
	Opatrenia na zhušťovanie energetickej efektívnosti	368
	Techniky znižovania hluku	374
	Nové BAT	375
	Zhustiť výrobu elektrickej energie a produktov z biomasy a Použitie prebytočného tepla	375
	Splyňovanie čierneho výluhu	377
	Selektívne znižovanie chloridov a draslíka Použitím upravenia prachu ESP (čistenie)	378
	Čiastočná autokaustifikácia boritanov	379
	Odstránenie komplexotvorných (chelačných) činidiel mierne alkalickou biologickou úpravou alebo ich regeneráciou Použitím tzv. obličiek	382
	Zvýšené zatvorenie systému v kombinácii s použitím "obličiek"	384
4	PROCES VÝROBY SULFITOVEJ BUNIČINY	387
	Použité procesy a techniky	388
	Systém regenerácie chemikálií a energie	401
	Súčasná úroveň spotreby a emisií	407
	Techniky zvažované pri určení BAT	438
	odkôrňovanie	440
	Nové BAT	504
5	VÝROBA MECHANICKÝCH A CHEMIKÁLIE-MECHANICKÝCH VLÁKIEN	505
	Použité postupy a techniky	507
	Súčasná úroveň spotreby a emisií	517
	Techniky zvažované pri určení BAT	540
	Nové BAT	564
6	Úprava ZBEROVÉHO PAPIERA	567
	Použité postupy a techniky	568
	Triedenie, manipulácia a skladovanie odpadového papiera	568
	Hlavné postupy	569

Príklady systémov na úpravu zberového papiera	572
Súčasná úroveň spotreby a emisií v závodoch na základe úpravy zberového papiera	579
Prehľad vstupov a výstupov výroby papiera z recyklovaných vlákien (RCF)	579
Hodnoty spotreby a emisií z prevádzkových jednotiek	582
Techniky zvažované pri určení BAT	613
Správne riadenie pri manipulácii a skladovaní odpadového papiera	614
Oddelenie zátok a chladiacej vody od kontaminovanej prevádzkovej vody a recirkulácie vody	616
Optimalizované hospodárenie s vodou, oddelenie a usporiadanie systémov, prietoky a vnútorná úprava vody	618
Biologická úprava technologickej vody v oddieli pre uzavreté vodné okruhy	622
Znižovanie vápnika z prevádzkovej vody	625
Inštalácia vyrovnávacej nádrže a primárnej úpravy odpadových vôd	627
Anaeróbna biologická predčistenie odpadových vôd	627
Aeróbna biologická úprava odpadových vôd	634
Kombinácia ozonizácie a biofiltrácie	639
Príklady techník úspory energie	644
Úprava vody bielej vody	653
Prevenencia a znižovanie biofilmov využitím metód, ktoré zabezpečujú minimalizáciu emisií biocídov	655
Úprava a spracovanie (odvodnenie) výluhov a kalov na mieste	657
Ekologické použitie a odstránenie odpadu	660
Nové BAT	675
7 VÝROBA PAPIERA A SÚVISIACE POSTUPY	676
Používané postupy a techniky	677
Príprava látok	677
Papierenský stroj	678
Vodné okruhy a recyklácia vlákien	680
Náhradný systém	Error! Bookmark not defined.
Plazenie (voliteľná možnosť)	683
Maľovanie (možnosť)	684
Farby na papieri (možnosť)	685
Dávkovanie chemikálií	686
Kalandrovanie (možnosť)	686
Prevíjanie/rezanie/posielanie	687
Príklady neintegrovaných papierní v Európe	687
Súčasná spotreba a úroveň emisií papierní	695
Prehľad vstupov a výstupov výroby papiera a lepenky	695
Spotreba a úroveň emisií	699
Techniky zvažované pri určení BAT	735
Hospodárenie s vodou a minimalizácia spotreby vody pri rôznych druhoch papiera	736
Ako sa vyrovnáť s možnými nevýhodami zatvorenia vodovodných prípojk	738

	Vnútná úprava vody bielej vody využitím membránovej filtrácie a recirkuláciou upravenej prevádzkovej vody.....	741
	Efektívny systém regenerácie a likvidácie vlákien a výplní.....	746
	Regenerácia náterových zmesí/recyklácia pigmentov.....	748
	Predbežné čistenie odpadových vôd obsahujúcich zmesi farieb	753
	Optimalizovaný návrh a dizajn nádrží a kadí.....	754
	Merania a automatizácia	756
	Použitie chemikálií	758
	Inštalácia vyrovnávacej nádrže a primárnej úpravy odpadových vôd	758
	Aeróbna biologická Čistiareň odpadových vôd.....	759
	Terciárna úprava odpadových vôd - chemické zrážanie	765
	Odvodnenie a zahusťovanie kalu pred konečným odstránením alebo spaľovaním	767
	Prevenencia, Použitie, recyklácia a úprava zvyškov z procesov.....	769
	Úspora energie pri výrobe papiera	769
	Opatrenia na zníženie hluku	781
	Nové BAT	787
	Minimálne vypúšťanie odpadových vôd z papierní - optimalizácia vodných systémov a pokročilé technológie čistenia odpadových vôd	789
	Výroba papiera s vysokou konzistenciou (účinná úprava vody)	791
	Rekuperácia tepla pomocou tepelných čerpadiel	793
	Nástroje na celkovú integráciu papierní	794
8	ZÁVERY O NAJLEPŠÍCH DOSTUPNÝCH TECHNIKÁCH (BAT) PRI VÝROBE BUNIČINY, PAPIERA A LEPENKY	796
	Rozsah použitia.....	796
	Všeobecné poznámky.....	796
	Úrovně emisií súvisiace s najlepšimi dostupnými technikami (BAT).....	797
	Obdobie spriemerovania pre emisie do vody	797
	Referenčné podmienky pre emisie do ovzdušia.....	797
	Obdobie spriemerovania pre emisie do ovzdušia	798
	Vymedzenia	Error! Bookmark not defined.
	Skratky	799
	Všeobecné závery o najlepších dostupných technikách (BAT) pre odvetvie výroby buničiny a papiera	801
	Systém environmentálneho riadenia	801
	Materiálové hospodárstvo a dobré hospodárenie.....	802
	Nakladanie s vodou a odpadovými vodami.....	803
	Spotreba energie a energetická efektívnosť	804
	Emisie zápachajúcich látok	805
	Monitorovanie kľúčových prevádzkových parametrov a emisií do vody a ovzdušia	806
	Nakladanie s odpadom	808
	Závery o najlepších dostupných technikách (BAT) pre sulfátové (kraft) rozvlákňovanie	811
	Odpadová voda a emisie do vody	811

Emisie do ovzdušia	812
Tvorba odpadov	818
Energetická spotreba a efektívnosť	818
Závery o BAT pre sulfitové rozvlákňovanie	819
Odpadová voda a emisie do vody	819
Emisie do ovzdušia	821
Energetická spotreba a efektívnosť	823
Závery o BAT týkajúce sa mechanického a chemicko-mechanického rozvlákňovania	824
Odpadová voda a emisie do vody	824
Energetická spotreba a efektívnosť	825
Závery o BAT týkajúce sa spracovania papiera na recykláciu	826
Materiálové hospodárstvo	826
Odpadová voda a emisie do vody	826
Energetická spotreba a efektívnosť	828
Závery o BAT týkajúcich sa výroby papiera a súvisiacich postupov	829
Odpadová voda a emisie do vody	829
Emisie do ovzdušia	831
Tvorba odpadov	831
Energetická spotreba a efektívnosť	832
Opis výroby	833
Opis techník prevencie a riadenia emisií do ovzdušia	833
Opis techník na zníženie spotreby použitej čerstvej vody/odpadovej vody a zaťaženia životného prostredia v odpadovej vode	835
Opis techník predchádzania vzniku odpadu a nakladania s ním	840
9 ZÁVEREČNÉ POZNÁMKY A ODPORÚČANIA PRE BUDÚCU PRÁCU	841
10 PRÍLOHY	844
Príloha I: Stanovenie špecifických emisií pre vypúšťanie odpadových vôd z integrovaných chemických závodov na výrobu buničiny alebo viacproduktových závodov	844
Kolísanie emisií priebehu rôznych porovnávacích období	848
Dôvody kolísania emisií a protiopatrenia	851
SLOVNÍK POJMOV A SKRATIEK	854
II Jednotky a konverzné faktory	855
III Chemické prvky	856
IV Chemické vzorce bežne používané v tomto dokumente	856
V Skratky a vymedzenia	857
LITERATÚRA	870

ROZSAH

Tento dokument BREF sa zaoberá činnosťami uvedenými v kapitolách 6.1 písm. a) a 6.1 písm. b) prílohy I k smernici 2010/75/EÚ, t. j. integrovanou a neintegrovanou výrobou v priemyselných prevádzkach:

- a) buničina z dreva alebo iných vláknitých materiálov;
- b) papier alebo lepenka s výrobnou kapacitou viac ako 20 ton denne.

Tento dokument sa vzťahuje najmä na tieto postupy a činnosti:

- chemická buničina:
 - proces výroby sulfátovej buničiny
 - proces výroby sulfitovej buničiny
- výroba mechanických a chemických vlákien
- úprava zberového papiera s a bez odstraňovania tlačiarenskej černe (zosvetľovanie)
- výroba papiera a súvisiace postupy
- všetky regeneračné kotle a vápenné pece prevádzkované v celulózkach a závodoch na výrobu papiera

Tento dokument sa vzťahuje na spaľovacie zariadenia na výrobu pary a elektrickej energie s menovitým tepelným príkonom od 5 MW_t do 50 MW_t. Zahnuté sú všetky regeneračné kotly bez zníženia kapacity a vápenné pece v celulózkach a závodoch na výrobu papiera.

Tento dokument sa nezaoberá tými činnosťami:

- výroba buničiny z nedrevnej vláknitej suroviny (napr. rastlinnej buničiny),
- stacionárne spaľovacie motory;
- spaľovacie zariadenia iné ako regeneračné kotly s menovitým tepelným príkonom menším ako 5 MW_t;
- sušičky s vnútornými horákmi pre papierenské stroje a lakovacie zariadenia.

Ďalšie referenčné dokumenty, ktoré sa týkajú sektorov uvedených v tomto dokumente, sú tieto:

Referenčný dokument	Predmet
Priemyselné chladiace systémy (ICS)	Priemyselné chladiace systémy, napr. chladiace veže, doskové výmenníky tepla
Hospodárska únosnosť a medzizložkové vplyvy (ECM)	Hospodárska únosnosť a medzizložkové vplyvy techník
Emisie zo skladovania (EFS)	Emisie z nádrží, potrubí a uskladnených chemikálií
Energetická efektívnosť (ENE)	Všeobecná energetická efektívnosť
Veľké spaľovacie zariadenia (LCP)	Výroba pary a elektriny v celulózkach a papierňach pomocou spaľovacích zariadení s menovitým tepelným príkonom ≥ 50 MW _t
Všeobecné zásady monitorovania (MON)	Monitorovanie emisií
Spaľovanie odpadov (WI)	Spaľovanie a spoluspaľovanie odpadov na mieste
Úprava odpadov (WT)	Príprava odpadov ako palív

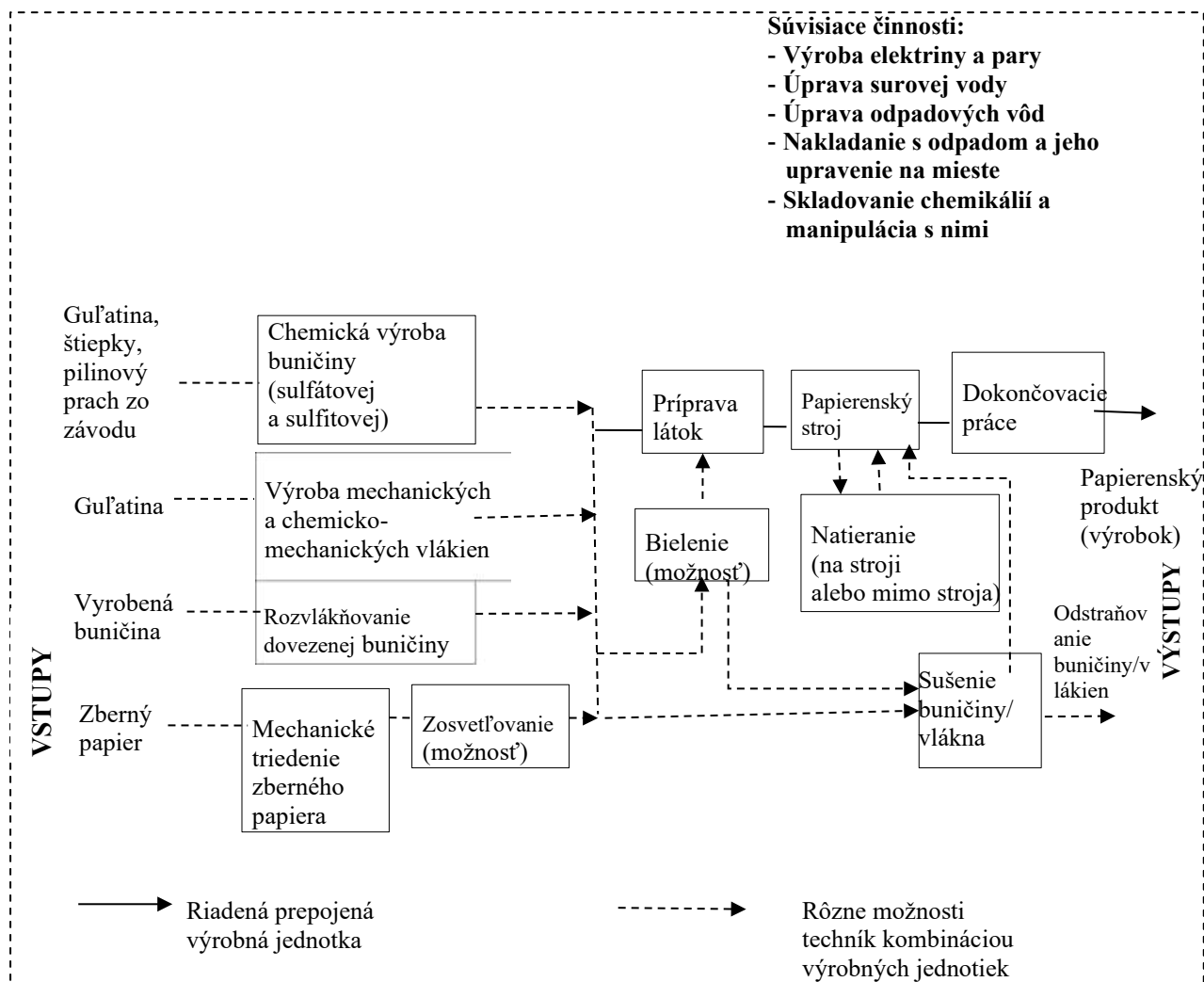
Rozsah pôsobnosti tohto dokumentu BREF zahŕňa témy, ktoré sa týkajú len bezpečnosti na pracovisku alebo bezpečnosti výrobkov, pretože na ne sa smernica nevzťahuje. Zohľadňujú sa len vtedy, ak majú vplyv na otázku, ktoré patria do obsahu smernice.

Papierne môže jednoducho spracovávať buničinu vyrobenú inde alebo môže byť integrovaná s výrobou buničiny na tom istom mieste. To znamená, že činnosti spojené s rozvlákňovaním a úpravou papiera a činnosti potrebné na výrobu papiera môžu prebiehať oddelene alebo v kombinácii na tom istom mieste. Celulózky a papierne pracujú neintegrovaným alebo integrovaným spôsobom. Výroba mechanických

vlákien a úprava sekundárnych vlákien je zvyčajne integrovanou časťou výroby papiera/lepenky, ale v súčasnosti sa stáva aj samostatnou činnosťou.

Tento dokument sa zaoberá procesmi potrebnými na výrobu buničiny a papiera v integrovaných celulózkach a papierňach, ako aj v neintegrovaných celulózkach (komerčná buničina) a neintegrovaných celulózkach, ktoré na výrobu papiera používajú nakupovanú buničinu.

Hlavné operácie zahrnuté v tomto dokumente sú znázornené na obrázku týchto:



Tento dokument nezahŕňa prípravné procesy, napr. úprava v lesníctve, výroba prevádzkových chemikálií mimo lokality a preprava materiálu, ani činnosti následné, napr. úprava papiera a tlač. Tie však majú vplyv na kvalitu zberového papiera a na postupy prípravy použitých papierových výrobkov.

Existujú aj rôzne environmentálne relevantné procesy a pracovné operácie, ktoré sa neaplikujú pri konkrétnej výrobe celulózy a papiera, a preto sú v tomto dokumente spomenuté len stručne. Zahŕňajú:

- skladovanie chemikálií a manipulácia s nimi
- úprava surovej vody
- chladiace a vákuové systémy
- merania (monitorovanie) emisií.

Výroba buničiny z nedrevnej vláknitej suroviny (napr. rastlinnej buničiny) tu nie je zahrnutá, pretože je príliš špecifická. Tieto zariadenia sa musia posudzovať v prípadoch individuálne.

1. VŠEOBECNÉ INFORMÁCIE

1.1. Spotreba papiera v Európe

V rozvinutých spoločnostiach je použitie veľkého množstva výrobkov z papiera a lepenky každodennou realitou pre väčšinu ľudí. Papier, ako ho poznáme, existuje už viac ako dvetisíc rokov a úspešne konkuruje moderným elektronickým informačným médiám, moderným plastom a kompozitným obalovým materiálom. V tabuľke 1.1 sú uvedené predovšetkým funkčné použitia papiera a lepenky.

Tabuľka 1.1: Funkčné využitie papiera a lepenky

Funkčné použitie	Typické druhy	Typické konečné produkty	Trendy a poznámky
Ukladanie, zhromažďovanie a distribúcia informácií	- Novinový papier - Natieraný a nenatieraný magazínový papier (papier SC a LWC) - Natieraný a nenatieraný bezdrevný papier na výrobky určené na tlač a písanie	- Noviny - Časopisy - Knihy - Počítačová tlač - Xerografické kópie - Letáky - Ilustrácia	- Častejšie využitie viacfarebnej tlače a kopírovania - Vyššia miera používania zberového papiera ako suroviny - Vyššia miera používania prísad
Na balenie na prepravu, distribúciu a ochranu	- Obalový papier z vlnitej lepenky - Vreckový papier - Vlnitý papier (lepenka) - Skladací lepenka - Kartón na balenie nápojov - Baliaci papier	- Tašky - Boxy - Baliace papiere - Prepravné debny - Skrinky s vnútornými priehradkami	- Vyššia miera využitia v distribúcii potravín a tekutín alebo nápojov - Rastúci dopyt po papierových obaloch v dôsledku online nakupovania - Celkové zvýšenie recyklácie obalových materiálov - Zvýšené využitie kompozitných materiálov
Hygienické použitie: - starostlivosť o telo - čistota - prevencia chorôb	Tenké papiere/hygienický program: - suchý krep - mokrý krep	- Toaletný papier - Kuchynské utierky - Odličovacie obrúsky - Obrúsky - Uteráky na ruky - Nemocničné papierové oblečenie - Tampóny	- S rastúcou životnou úrovňou sa zvyšuje spotreba - Koniec papierového reťazca, t. j. všeobecne nerecyklovateľný - Využitie primárnych vlákien na konečné (vrcholové) výrobky
Široká škála používania pre špeciálny papier	- Úradný papier - Filtročný papier - Ohňovzdorné druhy papiera	- Bankovky - Známky - Vzduchové filtre - Kávové filtre - Papier na pečenie	Rozsiahlejší počet nových aplikácií

Zdroj: [1, Finnish BAT Report 1997], upravené EIPPCB.

Medzi ďalšie trendy, ktoré neboli spomenuté vyššie, patria: mnohé výrobky kombinujúce čoraz viac funkcií, ako napríklad potlač na obaloch a utierakoch; niektoré druhy obalov so zníženou hmotnosťou, ktoré spĺňajú požiadavky zákazníkov (ľahké obaly alebo vlnitá lepenka); snahy o zlepšenie recyklovateľnosti papiera, napríklad existujú celé pracovné skupiny zamerané na atramenty (tlačiarenské farby) a iné materiály používané pri tlači alebo úprave papiera, ktoré môžu mať negatívny vplyv na recyklovateľnosť papiera.

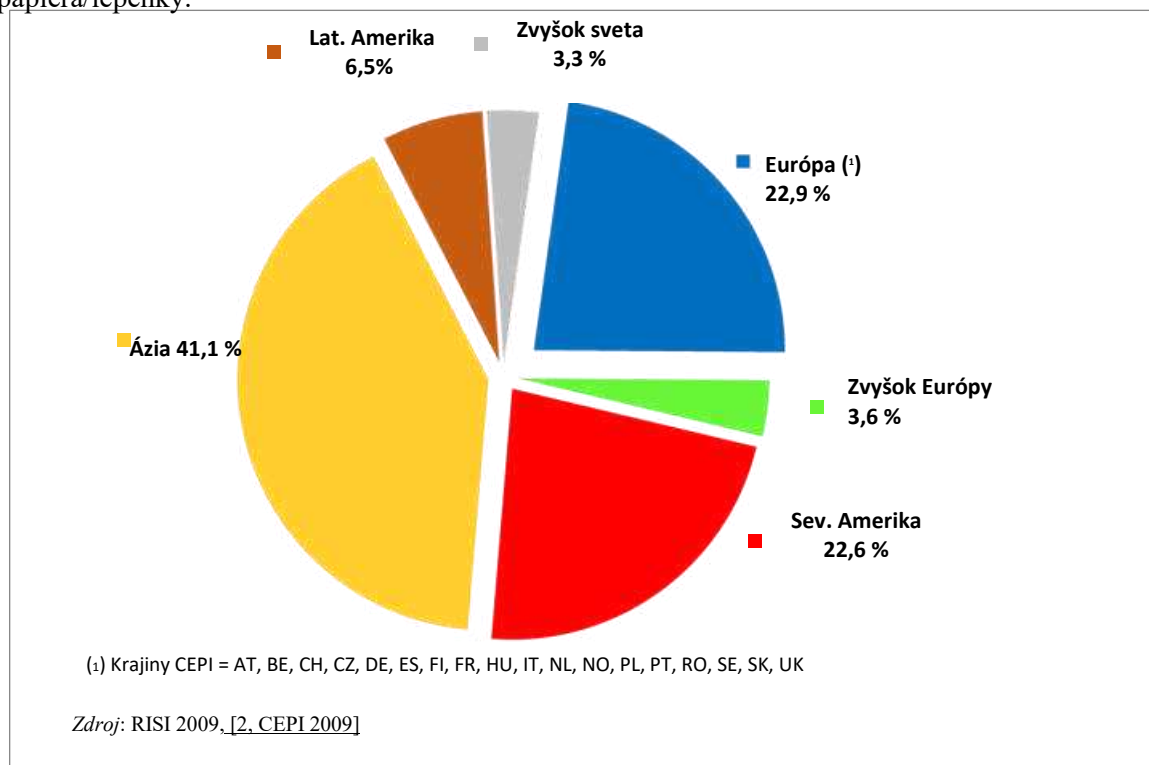
Spotreba papiera a lepenky úzko súvisí so životnou úrovňou a hospodárskou situáciou používateľov a z dlhodobého hľadiska existuje silná korelácia medzi nárastom spotreby týchto výrobkov a rastom hrubého národného produktu (HNP).

V tabuľke 1.2 je uvedená spotreba papiera na obyvateľa a celková spotreba papiera v jednotlivých krajinách (vypočítané hodnoty).

Tabuľka 1.2: Spotreba papiera na obyvateľa a podľa krajín v roku 2008

Členské štáty EÚ	Spotreba ⁽¹⁾ na osobu (kg)		Spotreba ⁽¹⁾ podľa krajín (10 ³ t)		Obyvateľstvo (10 ⁶)	
	1995	2008	1995	2008	1995	2008
Rakúsko	185	257	1 468	2 140	7,9	8,3
Belgicko	256	346	2 589	3 691	10,1	10,7
Bulharsko	30	49	249	376	8,4	7,6
Cyprus	NA	137	NA	108	0,6	0,8
Česká republika	67	149	693	1 549	10,3	10,4
Dánsko	217	225	1 134	1 234	5,2	5,5
Estónsko	35	109	50	146	1,4	1,3
Fínsko	256	291	1 303	1 540	5,1	5,3
Francúzsko	162	179	9 629	11 462	59,3	64,0
Nemecko	206	286	16 815	23 525	81,5	82,2
Grécko	85	107	902	1 199	10,6	11,2
Maďarsko	49	90	508	906	10,3	10,0
Írsko	99	113	357	496	3,6	4,4
Taliano	160	187	9 108	11 126	56,8	59,6
Lotyšsko	28	83	71	188	2,5	2,3
Litva	20	61	74	206	3,6	3,4
Luxembursko	NA	NA	NA	245	0,4	0,5
Malta	70	88	26	36	0,4	0,4
Holandsko	202	246	3 121	4 040	15,4	16,4
Poľsko	40	115	1 551	4 364	38,6	38,1
Portugalsko	80	108	803	1 147	10,0	10,6
Rumunsko	15	31	345	663	22,7	21,5
Slovensko	61	93	325	503	5,4	5,4
Slovinsko	121	171	240	344	2,0	2,0
Španielsko	131	160	5 151	7 267	39,3	45,3
Švédsko	208	228	1 831	2 089	8,8	9,2
Spojené kráľovstvo	197	186	11 398	11 401	57,9	61,2
Krajiny mimo EÚ						
Nórsko	174	168	758	794	4,3	4,7
Švajčiarsko	218	218	1 528	1 656	7,0	7,6
USA	332	266	87 409	87 687	263	307
Čína	22	59	26 499	79 130	1 205	1 339
Indonézia	14	25	2 641	5 916	189	240
Japonsko	239	242	30 018	30 694	126	127
Brazília	35	45	5 433	8 871	155	199
Egypt	9	21	606	1 751	67	83
Celkový svet	49	58	276 231	391 325	5 637	6 772
⁽¹⁾ Spotreba = výroba + dovoz - vývoz Poznámka: Ak nie sú k dispozícii údaje, uvádza sa NA. Zdroj: RISI 2009, [2, CEPI 2009].						

V roku 2008 bola ročná priemerná svetová spotreba na osobu 58 kg a celková spotreba predstavovala približne 391,3 milióna ton papiera/lepenky. Rozdelenie spotreby papiera v hlavných svetových regiónoch je znázornené na obrázku 1.1 (údaje pre „Európu“ sú uvedené pre 18 krajín CEPI a „Zvyšok Európy“ je uvedený samostatne). Európa spotrebuje približne štvrtinu svetovej spotreby papiera/lepenky.



Obrázok 1.1: Spotreba papiera podľa regiónov v roku 2007

1.2. Prehľad výroby buničiny, papiera a lepenky

Celulózovo-papierenský priemysel poskytuje základný produkt - papier - viac ako 5 miliardam ľudí na celom svete. Pôvodne bola výroba papiera pomalý a pracný proces. V súčasnosti sa rozvlákňovanie a výroba papiera vykonáva na drahých technických zariadeniach a na najmodernejších a vysokorýchlostných papierenských strojoch, ktoré vyrábajú papier rýchlosťou až 2 000 m/min a v pásach, ktorých šírka môže presiahnuť osem metrov.

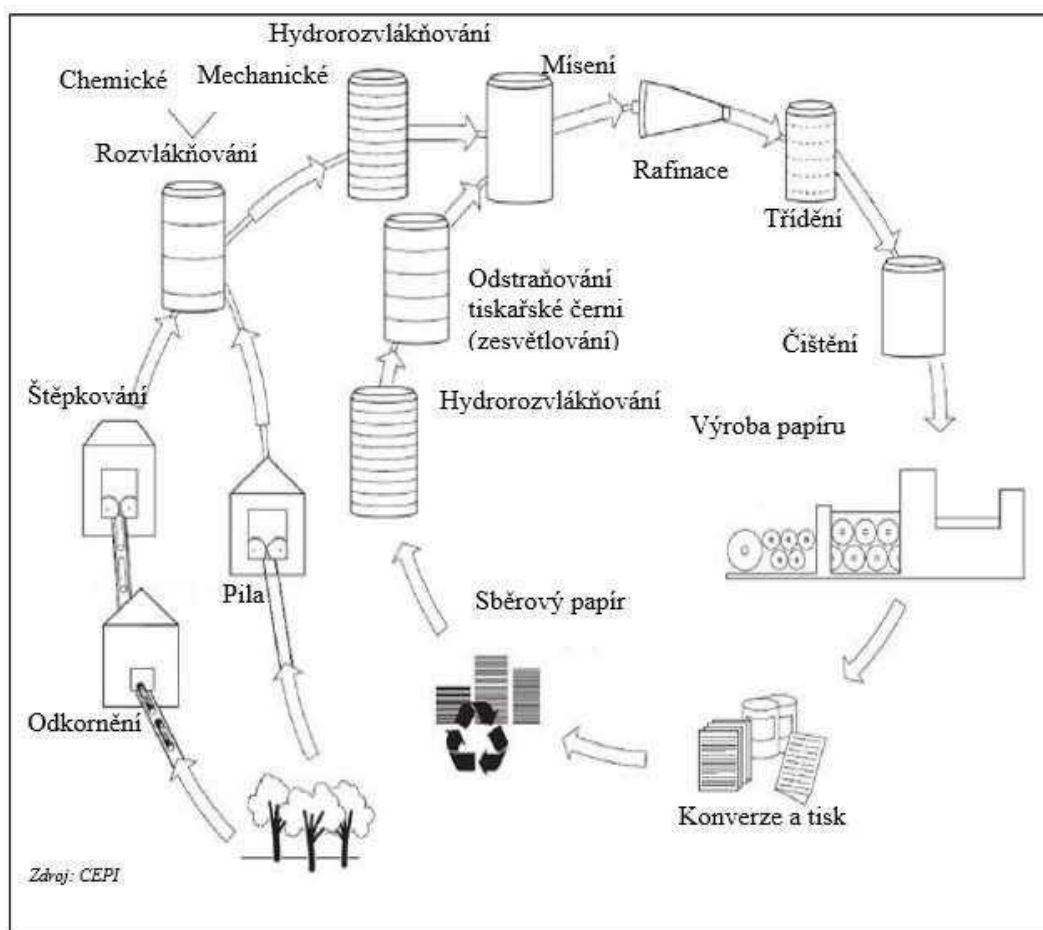
Papier je v podstate list (pás) vyrobený z vlákien buničiny s množstvom pridaných zložiek, ktoré v prípade potreby ovplyvňujú kvalitu listu a jeho vhodnosť na zamýšľané konečné použitie.

Termíny papier a lepenka (kat. 6.1 písm. b) prílohy I k smernici 2010/75/EÚ o priemyselných emisiách sa zvyčajne používa na označenie hmotnosti vyrobeného pásu (gramáže), pričom papier má približne 160 - 220 g/m² a ťažšie listy (pásky) sa považujú za lepenku. Gramáž, od ktorej sa papier nazýva lepenka, sa však v jednotlivých krajinách mierne líši.

Jednotný zoznam druhov papiera a lepenky [3, CEPI 2007] neuvádza gramáž, ale definuje pojem kartón ako papier alebo lepenku používanú predovšetkým na výrobu obalov z pevných kartónových materiálov. Kartóny sú viacvrstvové, zvyčajne pozostávajú z troch alebo viacerých vrstiev. Kartónová lepenka sa niekedy nazýva aj pevná lepenka, skladačková lepenka, škatuľová lepenka alebo lepenka na odvoz, ale aj surová lepenka na povrchovú úpravu.

Oficiálna definícia normy ISO 4046 (2002) „Papier, lepenka, vlákna a príbuzné názvoslovie“ je väčšinou v súlade s vymedzením zoznamu CEPI: Všeobecne sa pojem „papier“ môže použiť na označenie papiera aj lepenky. Základný rozdiel medzi papierom a lepenkou je zvyčajne v hrúbke alebo gramáži, hoci v niektorých prípadoch je rozdiel založený na vlastnostiach alebo konečnom použití. Napríklad niektoré materiály s vyššou hmotnosťou, ako sú niektoré druhy lepenky a vlnitých výrobkov, sa všeobecne označujú ako „lepenka“, zatiaľ čo iné materiály s vyššou hmotnosťou, ako sú niektoré druhy absorpčného papiera, plsteného papiera a maliarskeho papiera, sa všeobecne označujú ako „papier“.

Buničina na výrobu papiera sa môže vyrábať z pôvodných vlákien chemikáliami alebo mechanickými prostriedkami, alebo sa môže vyrábať opätovným rozvlákňovaním recyklovaného papiera (RCF). V Európe je predovšetkým drevo hlavnou surovinou - recyklovaný papier (zberový papier) predstavuje približne 50 % spotreby vlákien, ale v niekoľkých prípadoch je možné použiť aj slamu, konope, trávku, bavlnu a iné materiály na báze celulózy. Obr. 1.2 uvádza informácie týkajúce sa procesu rozvlákňovania a výroby papiera/lepenky.



Obrázok 1.2: Proces výroby papiera/lepenky

V procese výroby papiera/lepenky sa polená najprv podávajú na odkôrňovanie a potom sa nasekajú na malé triesky. Potom sa pridá voda a za prítomnosti tepla sa drevo mechanicky alebo chemicky rozdelí na jednotlivé vlákna (buničina). Po hrubom a jemnom triedení a niekedy aj rafinácii sa vlákna ďalej riedia vodou. Táto suspenzia buničiny sa potom nastrieka na ploché sito, ktoré veľmi rýchlo prechádza cez papierenský stroj. Po odtečení vody sa vlákna spoja. Pásky papiera/lepenky sa stláčajú medzi valcami, ktoré vytlačujú ďalšiu vodu, stláčajú materiál a vytvárajú hladký povrch. Vyhrievané valce potom papier vysušia a suchý papier sa rozreže na menšie valce a niekedy aj na pásky.

Presné zloženie dreva sa líši podľa druhov, ale najdôležitejšími zložkami sú celulóza, hemicelulóza a lignín. Drevo prirodzene obsahuje približne 50 % vody a pevné zložky sa zvyčajne skladajú z približne 45 % celulózy, 25 % hemicelulózy, 25 % lignínu a 5 % iných organických a anorganických materiálov. Pri chemickom rozvlákňovaní sa na rozpustenie lignínu a uvoľnenie vlákien používajú chemikálie.

Lignín a mnohé iné organické látky sa tak dostávajú do roztoku, z ktorého sa potom získavajú chemikálie a látky obsiahnuté v ligníne a iných organických látkach. Rozsah tejto regenerácie závisí od použitej chemickej bázy a konfigurácie procesu. V mechanických rozvlákňovacích procesoch sa na oddelenie vlákien používajú mechanické strihové sily a väčšina lignínu zostáva spolu s vláknami, hoci v prípadoch sa rozpustí časť organických látok.

Buničiny vyrobené rôznymi spôsobmi majú rôzne vlastnosti, ktoré ju robia vhodnou pre konkrétne výrobky. Väčšina buničiny sa vyrába na účely následnej výroby papiera alebo lepenky. Niektoré sú určené na iné účely, napr. na hrubé drevovláknité dosky alebo textilné výrobky z rozpustnej celulózy (pozri kap. 4.1.1.3).

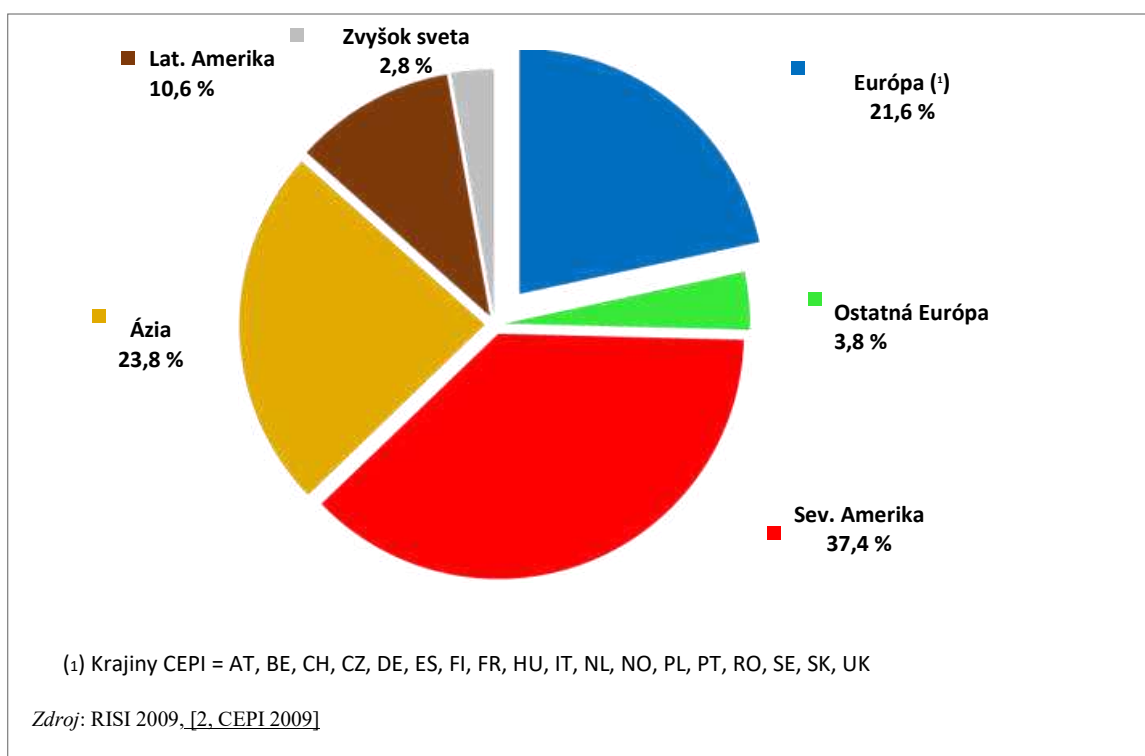
V Európe pochádza viac ako 50 % vlákien z papierenského priemyslu zo zberového papiera. Papier vyrobený zo zberového papiera ako zdroja buničiny zahŕňa určité čistenie od nečistôt (prímesí) z predchádzajúceho použitia, ktoré môže zahŕňať napríklad zosvetľovanie (odfarbenie) v závislosti od kvality recyklovaného materiálu a požiadaviek na konečný výrobok v procese recyklácie. Vlákna slúžia na použitie viackrát - v závislosti od kvality recyklovaného materiálu a účelu konečného výrobku.

Plnivá, farby a iné nevlákenné látky môžu tvoriť až 45 % hmotnosti výrobku z papiera. Základnými krokmi sú zber a triedenie, ktoré do veľkej miery určujú kvalitu vyzbieraného papiera. Separovaný zber prispieva k vysokej úrovni recyklácie.

V európskom papierenskom priemysle sa vyrába mnoho rôznych druhov papiera. Z dôvodov vhodného uplatňovania koncepcie BAT ich možno rozdeliť do rôznych skupín (pozri kap. 1.5).

1.3. Európsky priemysel celulózy a papiera

Európa zohráva dôležitú úlohu v celosvetovom papierenskom priemysle. Ako ukazuje obrázok 1.3 (údaje za „Európu“ boli poskytnuté len za 18 krajín CEPI), Európa je druhým najväčším výrobcom a tretím najväčším spotrebiteľom papiera a lepenky, pričom na prvom mieste je Severná Amerika a Ázia je veľmi blízko Európy. Jej úloha vo výrobe buničiny je veľmi významná - ročná produkcia drevnej buničiny v Európe je približne 41,8 milióna ton a táto produkcia predstavuje približne 22 % celkovej svetovej produkcie buničiny (192,4 milióna ton).



Obrázok 1.3: Výroba buničiny podľa regiónov v roku 2008

Väčšina vlákninového dreva (guľatiny a štiepky) používaného v Európe na výrobu celulózy pochádza z domácich zdrojov: v roku 2008 pochádzalo 79 %, t. j. 88,1 milióna ton vlákninového dreva z domácich zdrojov a zvyšných 21 %, t. j. 23,6 milióna ton, doviezli európske celulóžky, ktoré použili celkovo 111,7 milióna ton vlákninového dreva (Zdroj: Eurostat, CEPI).

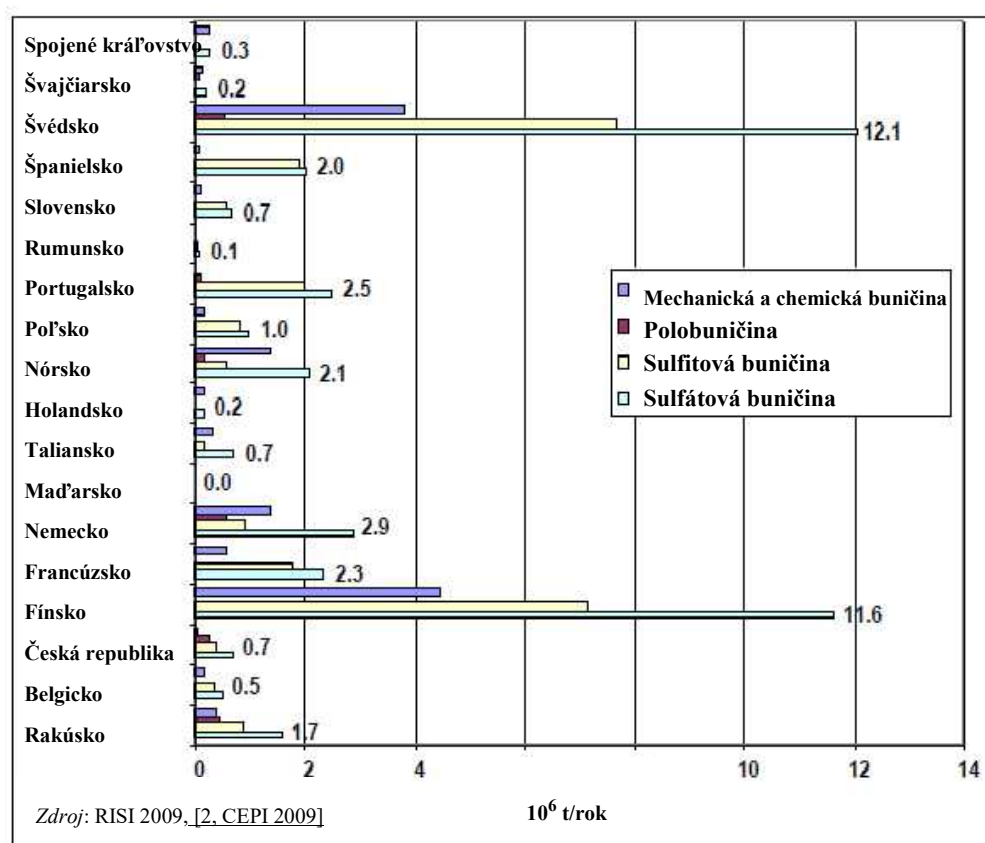
Buničinu dodávajú komerční výrobcovia buničiny a spoločnosti, ktoré väčšinu svojej produkcie buničiny využívajú vo vlastnej integrovanej výrobe papiera a na voľnom trhu predávajú len prebytok. V Európe sa komerčná buničina vyrába veľmi často vo Fínsku, Švédsku, Francúzsku, Portugalsku, Španielsku, Rakúsku, Nemecku a Poľsku. V rámci komerčnej buničiny prevláda bielená sulfátová buničina, ktorá tvorí viac ako tri štvrtiny celej komerčnej produkcie (3/4 z 13,3 milióna ton buničiny). Z toho sa na voľný trh dodalo len 1 milión ton sulfitovej buničiny (vrátane rozpúšťacej buničiny a špeciálnej buničiny na chemické použitie) a 0,9 milióna ton mechanickej (drevná buničina, TMP) a chemickej buničiny.

Fínsko a Švédsko sú hlavnými výrobcami ihličnatej a listnatej buničiny a Španielsko a Portugalsko tiež dodávajú na trh značné množstvá listnatej buničiny. Viac ako 50 % kraftovej a NSSC buničiny vyrobenej v Európe sa používa v integrovanej výrobe celulózy a papiera/lepenky. V tabuľke 1.3 je uvedená celková produkcia hlavných typov buničiny vyrábaných v Európe a podiel integrovanej výroby a komerčnej buničiny v rámci každého typu (údaje za rok 2008).

Tabuľka 1.3: Celková výroba hlavných druhov buničiny vyrobenej v roku 2008 v Európe (krajiny CEPI) a podiel integrovanej výroby alebo výroby na predaj buničiny

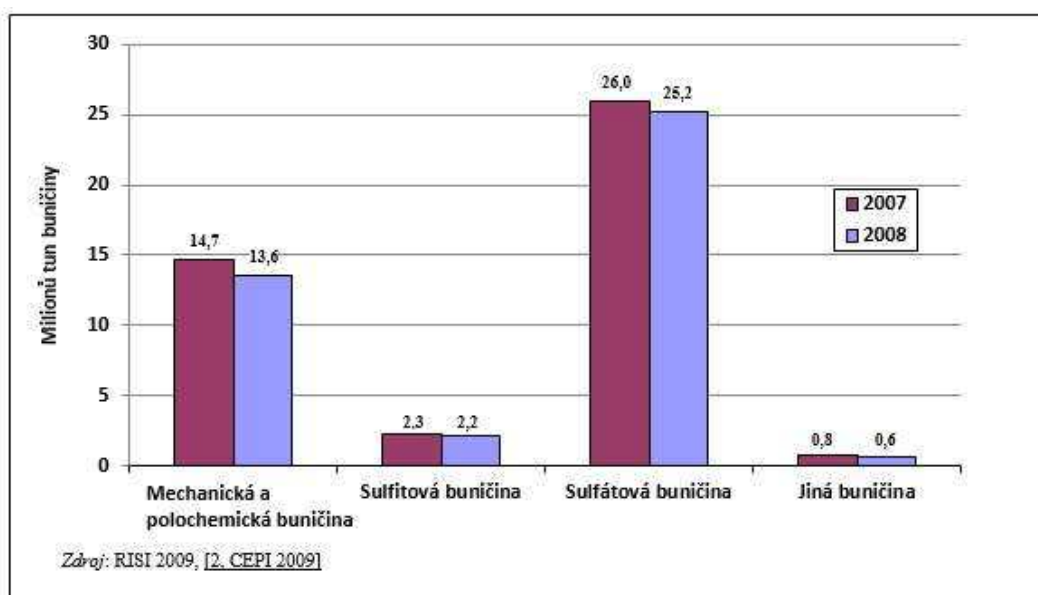
Druhy buničiny	Celková výroba (10 ⁶ t)	Integrovaná (10 ⁶ t/rok)	Integrovaná (%)	Komerčná buničina (10 ⁶ t/rok)	Komerčná buničina (%)
Mechanická a chemická polobuničina	13,6	12,17	93,6 %	0,87	6,4 %
• sulfitová	2,2	1,07	53,5 %	1,02	46,5 %
• sulfátová	25,2	13,76	54,6 %	11,4	45,4 %
Chemická buničina celkovo	27,4	14,93	54,5 %	12,47	45,5 %
Celková buničina na výrobu papiera	40,9	27,61	67,5 %	13,3	32,5 %
Ostatné buničiny	0,6	0,55	92,2 %	0,05	7,8 %
Buničina celkovo	41,6	28,21	67,8 %	13,4	32,2 %

V roku 2008 Fínsko a Švédsko vyrobili približne 23,7 milióna ton buničiny ročne (spolu 57 % z celkovej výroby 41,9 milióna ton), zatiaľ čo Portugalsko, Španielsko, Rakúsko, Nemecko, Nórsko a Francúzsko spolu vyrobili približne 13,8 milióna ton (33 % z celkovej výroby). Štyri najväčšie trhy s buničinou sú Taliansko, Nemecko, Francúzsko a Spojené kráľovstvo. Na obrázku 1.4 je znázornená celková výroba buničiny v Európe v roku 2008 pre tri hlavné druhy. Uvedená je aj celková produkcia buničiny v jednotlivých krajinách. Zaokrúhlené údaje uvedené v oddieloch 1.4 a 1.5 pokrývajú viac ako 95 % výroby v Európe.



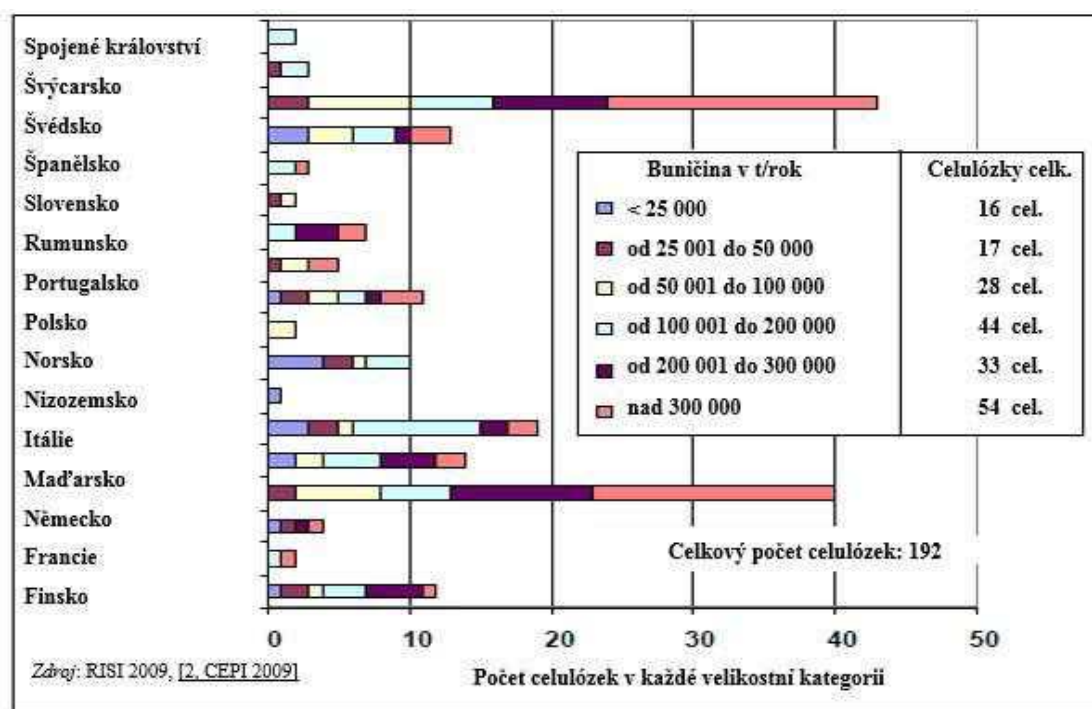
Obrázok 1.4: Celková výroba buničiny podľa druhov v Európe v roku 2008 (krajiny CEPI)

Hlavnými druhmi drevnej buničiny pre papierenský priemysel v roku 2008 v Európe boli sulfátová buničina (60 % celkovej výroby buničiny), za ktorou nasledovala mechanická a chemická polobuničina (32 % celkovej výroby buničiny) a sulfitová buničina (5 % celkovej výroby buničiny). Obr. 1.5 uvádza údaje o výrobe buničiny v Európe v rokoch 2007 a 2008 pre predovšetkým hlavné druhy buničiny.



Obrázok 1.5: Výroba buničiny podľa druhov v Európe (krajiny CEPI)

Na obrázku 1.6 je znázornené geografické rozloženie celulózy v Európe. Celkový počet mlynov zahŕňa všetky mlyny vrátane tých, ktoré nie sú uvedené v stĺpcovom grafe.

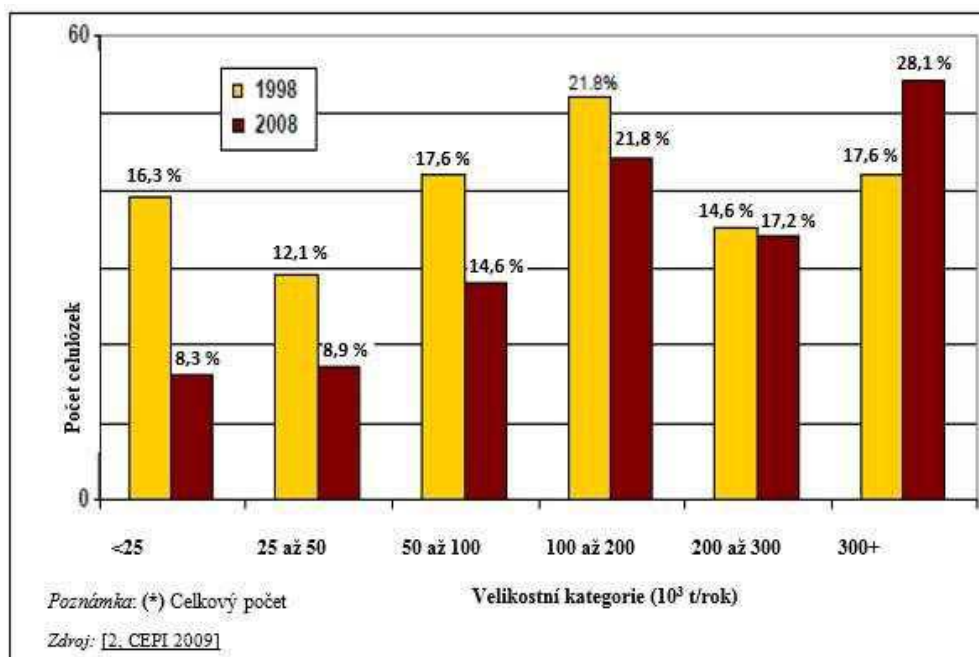


Obrázok 1.6: Geografické a veľkostné rozdelenie celulózy v Európe

Celkový počet celulózy (všetkých druhov) v Európe je 192. Z hľadiska jednotlivých druhov sa väčšina výroby sulfátov (celkovo 77 celulózy) nachádza vo Švédsku (21) a Fínsku (17), pričom sa im vyrovnávajú Španielsko (9), Francúzsko (8), Portugalsko (6), Poľsko (3) a Rakúsko (3). Väčšina výroby sulfitových látok (celkovo 16 celulózy) sa nachádza vo Švédsku (4), Nemecku (4) a Rakúsku (3), pričom jednotlivé celulózy sú v piatich ďalších krajinách.

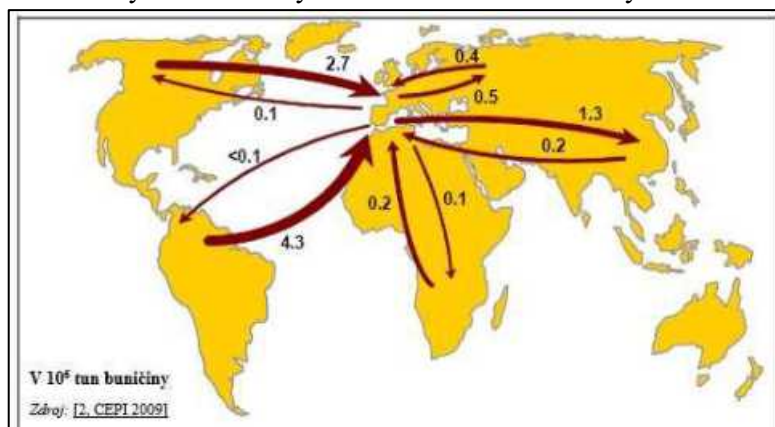
V Európe je 72 závodov na výrobu mechanických vláken. Nachádzajú sa najmä vo Fínsku (20), Nemecku (14), Švédsku (9), Nórsku (7), Francúzsku (6), Taliansku (4) a Rakúsku (4). Švédsko (7), Fínsko (3), Taliansko (2) a Holandsko (2) sú hlavnými výrobcami chemických polotovarov (celkovo 18 závodov) a v niektorých prípadoch majú krajiny po jednej papieri.

Švédsko a Fínsko majú väčšinu veľkých lisovní s kapacitou viac ako 300 000 ton ročne a len niekoľko menších lisovní s kapacitou menej ako 25 000 ton ročne. Na obrázku 1.7 je znázornený počet celulózek podľa objemu v rokoch 1998 a 2008 (poznámka: údaje za prípadné krajiny odhaduje CEPI). Počas týchto desiatich rokov sa ročný nárast výroby buničiny pohyboval v priemere na úrovni 1,4 %, ale počet celulózy znižoval z 249 na 192. Zároveň sa priemerná kapacita lisovní v Európe zvýšila zo 165 100 ton ročne v roku 1998 na 239 000 ton v roku 2008.



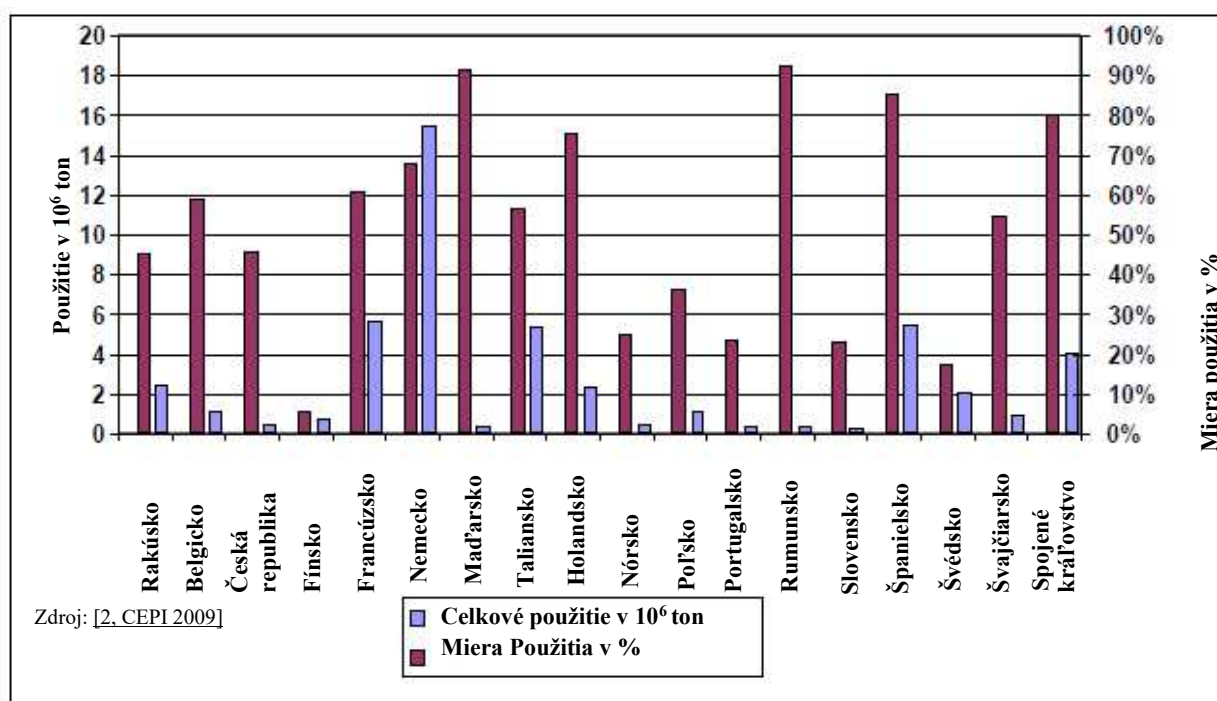
Obrázok 1.7: Počet celulózek podľa objemu v Európe v rokoch 1998 a 2008 (európske krajiny CEPI)

Na obrázku 1.8 sú znázornené toky vývozu a dovozu buničiny mimo Európskej únie z hľadiska medzinárodného obchodu. V roku 2008 sa vyviezlo približne 2,1 milióna ton buničiny a doviezlo 7,8 milióna ton, t. j. Európa mala s ostatnými regiónmi záporné saldo obchodu s touto komoditou vo výške 5,7 milióna ton buničiny. Hlavným vývozným regiónom bola Ázia a najdôležitejšími oblasťami, z ktorých sa dovážala buničina, boli Severná a Južná Amerika. V rokoch 2000 až 2008 sa zaznamenal trend mierneho nárastu vývozu buničiny a zníženia dovozu buničiny.



Obrázok 1.8: Obchod s buničinou do a z európskych krajín CEPI v roku 2008

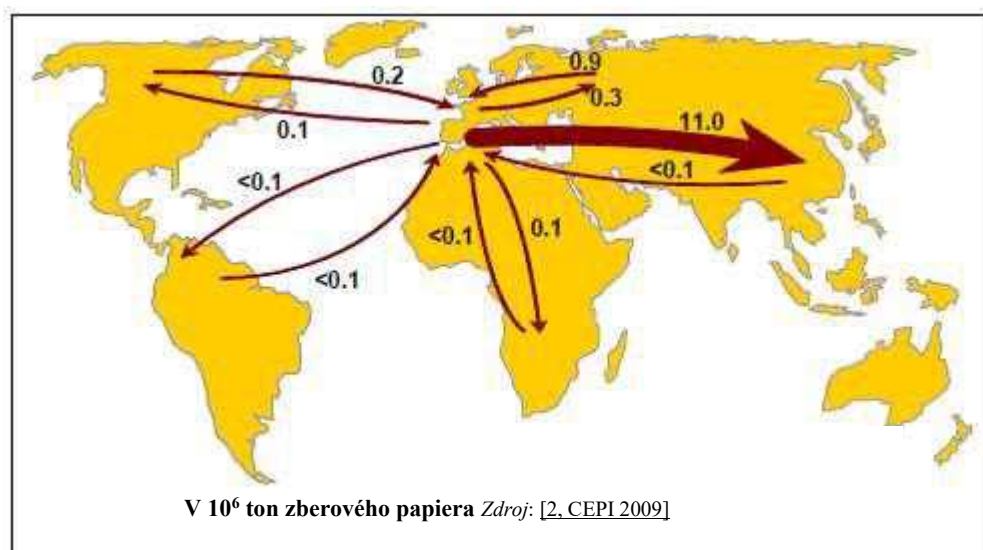
Okrem primárnych vlákien európsky papierenský priemysel v roku 2008 použil 48,6 milióna ton zberového papiera, čo je rovnaké množstvo ako celková spotreba primárnej buničiny (48,5 milióna ton ročne). Tieto údaje zahŕňajú región CEPI; príspevok deviatich krajín EÚ, ktoré nie sú v CEPI, je obmedzený: 1,3 milióna ton zberového papiera, t. j. 2,7 % celkovej sumy v CEPI (Zdroj: RISI). Miera zhodnotenia recyklovaných vlákien (celkový podiel zhodnoteného papiera na celkovej výrobe papiera a lepenky) je vysoká v krajinách s vysokou hustotou obyvateľstva a vysokou spotrebou papiera na obyvateľa, ako napríklad v Maďarsku, Nemecku, Francúzsku, Španielsku, Holandsku, Taliansku alebo Spojenom kráľovstve, ako je znázornené na obrázku 1.9. Na účely zosvetľovania sa používajú približne dve tretiny zberného papiera - bez odfarbovania (30 miliónov ton) a približne jedna tretina (18 miliónov ton) sa používa na výrobu zosvetleného papiera - papier s odstraňovanými tlačiarenskými farbami, ako je novinový papier, iné grafické a hygienické papiere.



Obrázok 1.9: Použitie zberového papiera v 18 krajinách CEPI v roku 2008

V roku 2008 bola ročná priemerná miera zhodnotenia zberového papiera v krajinách CEPI 49,1 %. Táto miera sa líši v závislosti od rôznych druhov papiera a lepenky, napr. v prípade novinového papiera je miera použitia zberového papiera 91,0 %, v prípade grafických papierov iných ako novinový papier (vyššia kvalita) 10,3 %, v prípade škatuľových materiálov 91,2 %, v prípade lepenky 40,7 % a v prípade papiera pre domácnosť a hygienického papiera 50,1 %. [2, CEPI 2009].

Od roku 2000 sa dopyt po zberovom papieri zvýšil, najmä na ázijskom trhu. V roku 2008 sa do Ázie vyviezlo 11,0 miliónov ton zberového papiera (7,9 miliónov ton do Číny, čo je štvornásobok za posledných 10 rokov), ktorá je predovšetkým dovozným trhom pre zberový papier. Na obrázku 1.10 sú znázornené obchodné toky zberového papiera do Európy a z Európy v roku 2008.

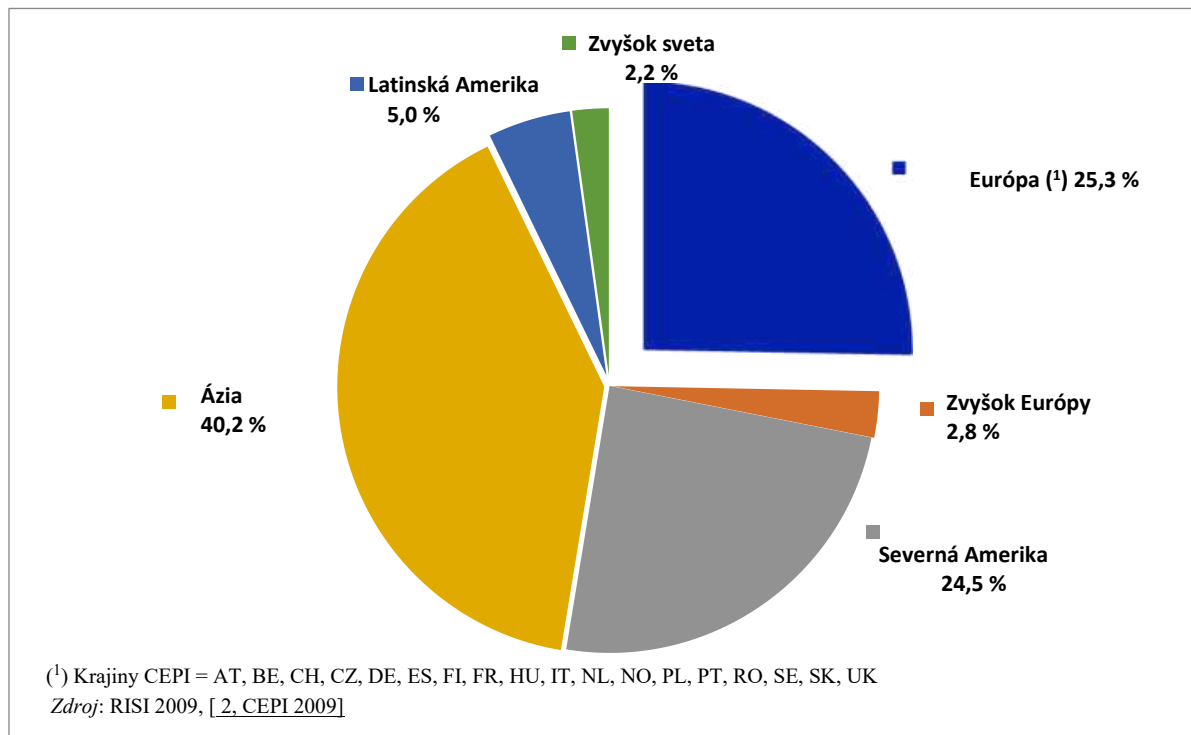


Obrázok 1.10: Obchodné toky zberového papiera z Európy a do Európy v roku 2008

Zberový papier sa stal celosvetovou komoditou a v budúcnosti môže dôjsť k jeho nedostatku, čo môže viesť k vyšším cenám tohto dôležitého zdroja vlákniny.

1.4. Európsky papierenský priemysel

V roku 2008 predstavovala celosvetová výroba papiera a lepenky 390,9 milióna ton. [2, CEPI 2009]. Hlavnými výrobcami boli Ázia, Severná Amerika a Európa (údaje za „Európu“ boli použité len za 18 krajín združených v CEPI). Na obrázku 1.11 je znázornená výroba papiera podľa regiónov v celosvetovom kontexte v roku 2008.

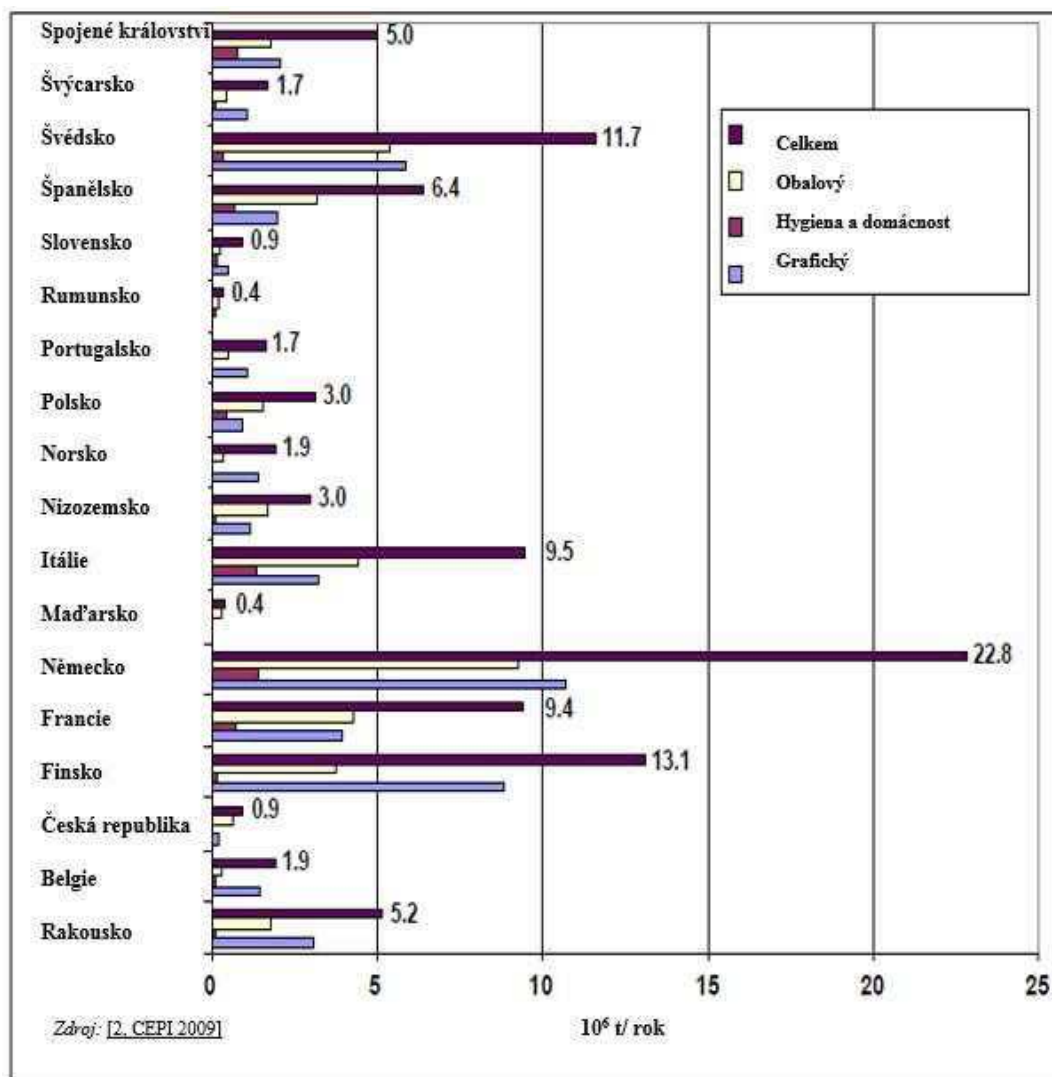


Obrázok 1.11: Výroba papiera podľa regiónov v celosvetovom kontexte v roku 2008

Celková výroba papiera a lepenky v EÚ-27 v roku 2008 predstavovala 98,9 milióna ton. Od polovice 90. rokov minulého storočia sa výroba európskeho papierenského priemyslu zvyšovala v priemere o 2 - 3 % ročne.

V roku 2008 tvoril grafický papier 48,0 % celkovej výroby papiera. Najväčšie skupiny v rámci tohto druhu (všetky približne 10 miliónov ton ročne) sú papier, natieraný mechanický grafický papier a nenatieraný a natieraný bezdrevný grafický papier. Obalový papier tvoril 40,7 %, výrobky pre domácnosť a hygienické výrobky 6,8 % a ostatné papierové výrobky 4,5 %. Zo 47,5 milióna ton vyrobeného grafického papiera (oblasť CEPI) bola menej ako polovica natieraná (19,5 milióna t/rok).

Kapitola 1.3 ukazuje, že výroba papiera je v Európe rozšírenejšia ako výroba buničiny. Na obrázku 1.12 sa rozlišuje medzi grafickými papiermi (novinový papier, nenatieraný mechanický papier, nenatieraný bezdrevný papier, natieraný mechanický papier a bezdrevný papier), hygienickými papiermi a papiermi pre domácnosť (toaletný papier a iné hygienické papiere) a obalovými papiermi (škatuľové materiály, lepenky, obalový papier do 150 g/m² a inými papiermi určenými predovšetkým na balenie).



Obrázok 1.12: Prehľad rozšírenia papierenského priemyslu v Európe v 18 krajinách CEPI (2008)

V Európe krajiny, ktoré v roku 2008 vyrábajú najviac papiera a lepenky, zahŕňajú Nemecko (22,8 %), Fínsko (13,1 %), Švédsko (11,7 %), Taliansko (9,5 %), Francúzsko (9,4 %), Španielsko (6,4 %), Rakúsko (5,2 %) a Spojené kráľovstvo (5,0 %).

Z hľadiska hlavných druhov boli predovšetkým najvýznamnejšími výrobcami grafických papierov Nemecko (22,5 %), Fínsko (18,6 %), Švédsko (12,3 %), Francúzsko (8,3 %), Taliansko (6,8 %), Rakúsko (6,5 %) a Spojené kráľovstvo (4,3 %).

V rámci uvedených tried sa výroba novinového papiera tradične sústreďuje vo Fínsku a Švédsku. Zvýšené využitie recyklovaných vlákien mnohými európskymi výrobcami spôsobilo presun tohto priemyselného odvetvia do hlavných spotrebiteľských centier, ako je Nemecko, Francúzsko, Spojené kráľovstvo a Španielsko. Vzhľadom na charakter papiera na noviny ako komodity majú výrobné zariadenia zvyčajne pomerne veľkú kapacitu strojov (v priemere približne 300 000 t/rok na jeden stroj).

Tlačové a písacie papiere s obsahom dreva sa vyrábajú najmä vo Fínsku a Nemecku, ktoré spolu predstavujú približne 60 % celkovej výroby. Papier na báze dreva dodávajú veľkokapacitné integrované papierne (v priemere 250 000 t/rok na jeden stroj, ale možno nájsť aj väčšie alebo menšie papierne a zariadenia).

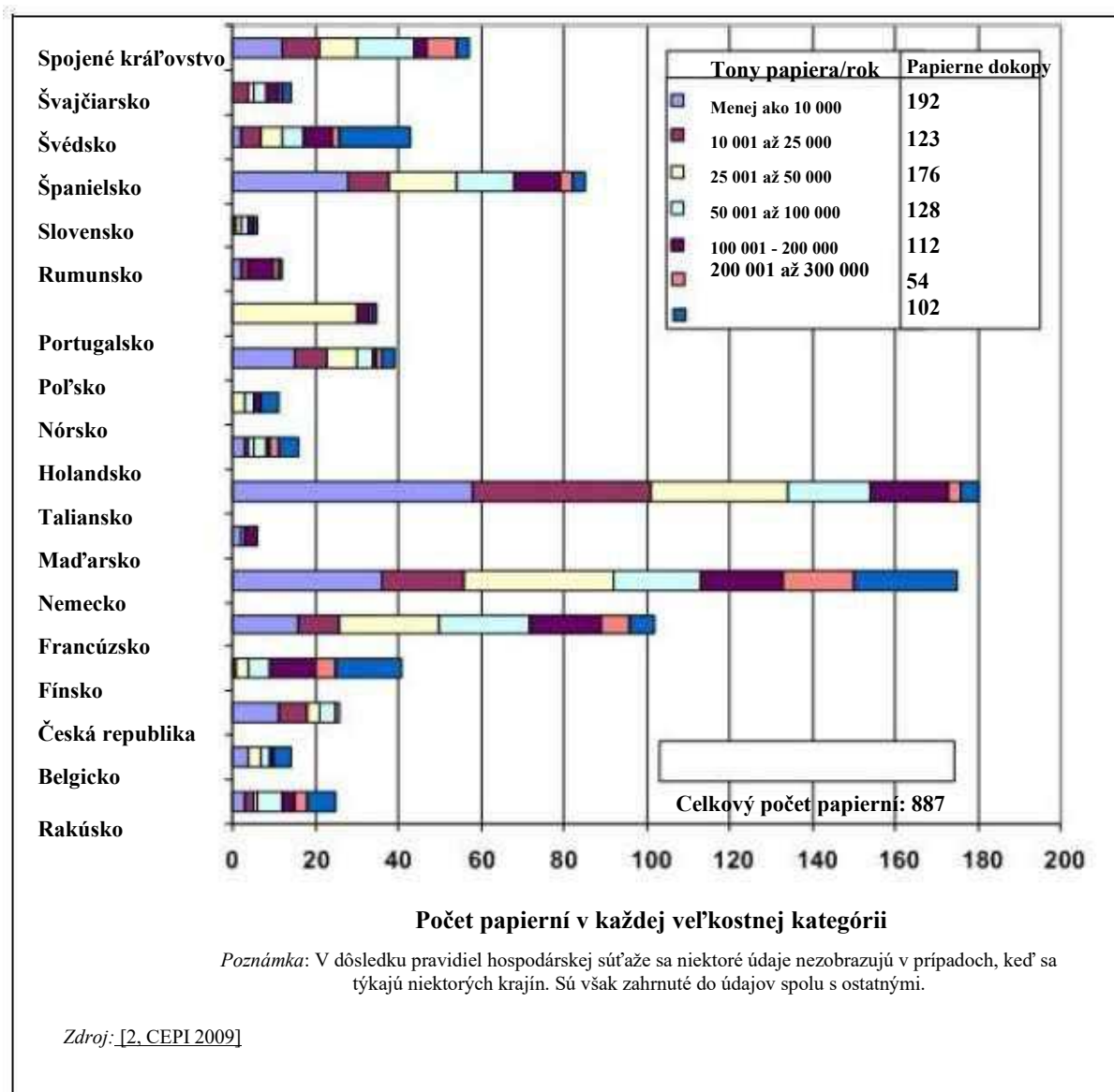
Nemecko, Francúzsko, Fínsko, Taliansko, Švédsko a Rakúsko sú vedúcimi krajinami vo výrobe bezdreveného tlačiarenského a písacieho papiera, pričom významné množstvo papiera sa vyrába aj vo väčšine ostatných európskych krajín. Väčšinu trhu tvorí malý počet koncentrovaných výrobcov (v priemere 150 000 t/rok na jeden stroj, ale sú možné aj väčšie alebo menšie papierne a stroje).

Hlavnými výrobcami škatuľových materiálov sú Nemecko, Francúzsko, Španielsko, Taliansko a Švédsko. Predstavujú približne 60 % celkovej výroby. Výroba na báze recyklovaných vlákien rastie rýchlejšie ako výroba na báze primárnych vlákien. Typická kapacita papierenského stroja je 200 000 - 400 000 t/rok.

Ako surovina na výrobu lepenky sa používa tak recyklované, ako aj pôvodné vlákno. Triedy na báze recyklovaných vlákien dodáva najmä Nemecko, Taliansko, Holandsko a Francúzsko, zatiaľ čo výroba lepenky a nápojových kartónov sa sústreďuje v Škandinávii. Výrobná kapacita pozostáva z relatívne malých papierní a strojov a ročná priemerná kapacita strojov je 33 000 t/rok, s výnimkou papierní vo Fínsku a Švédsku, ktoré majú ročnú priemernú kapacitu strojov 100 000 - 150 000 t/rok.

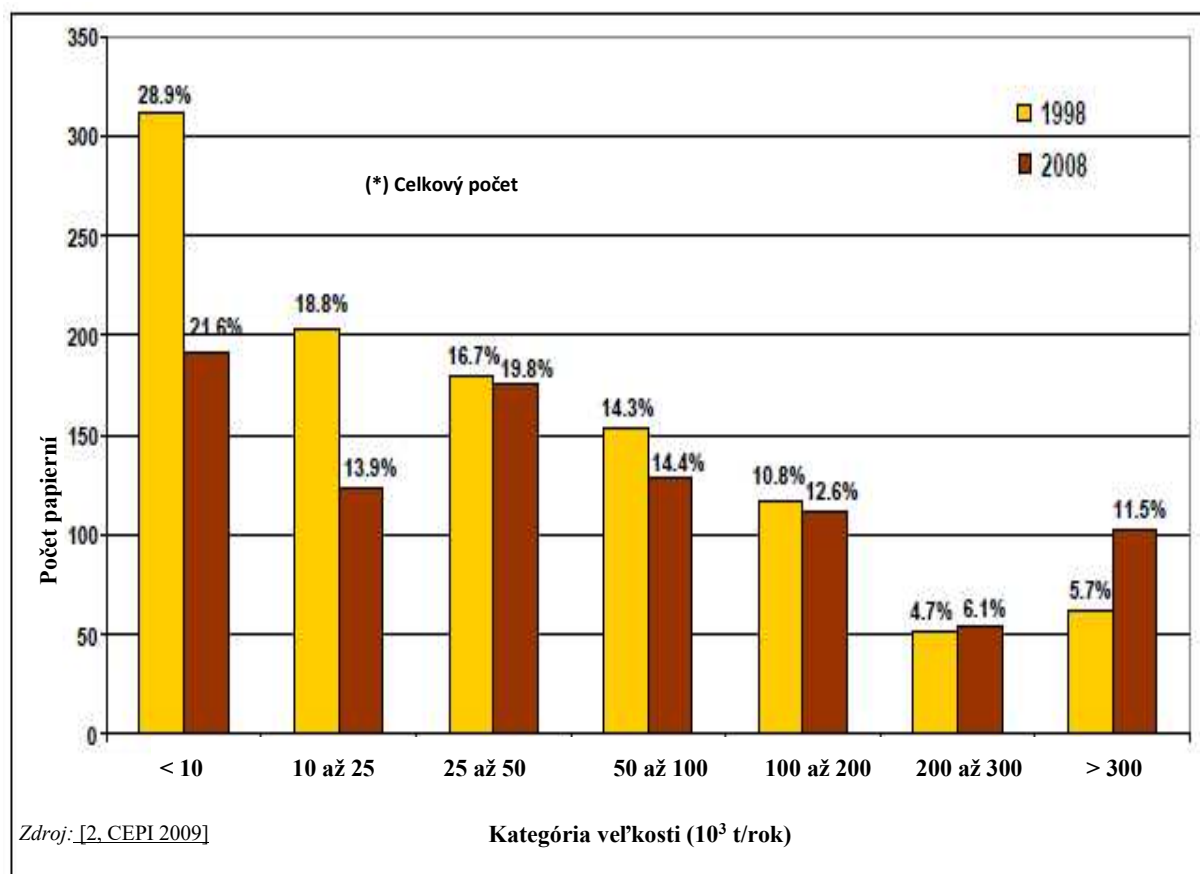
Výroba papiera je sústredená v piatich krajinách - Nemecko, Taliansko, Spojené kráľovstvo, Francúzsko a Španielsko produkujú viac ako 75 % papiera v Európe. Hoci hygienický papier sa vyrába celkovo vo viac ako 60 papierňi, dominujú štyria európski výrobcovia, ktorí spolu vyrábajú viac ako 40 % a dve americké spoločnosti, ktoré spolu vyrábajú 20 % celkovej výroby. Stále existuje mnoho malých spoločností, ktoré vyrábajú 10 000 ton ročne alebo menej; ide o súkromné alebo rodinné prevádzky. Priemer veľkosti stroja je relatívne malý, približne 30 000 - 60 000 t/rok.

Na obrázku 1.13 je znázornený počet papierní v rôznych veľkostných kategóriách v Európe v roku 2008.



Obrázok 1.13: Počet papierní podľa objemu v Európe v roku 2008

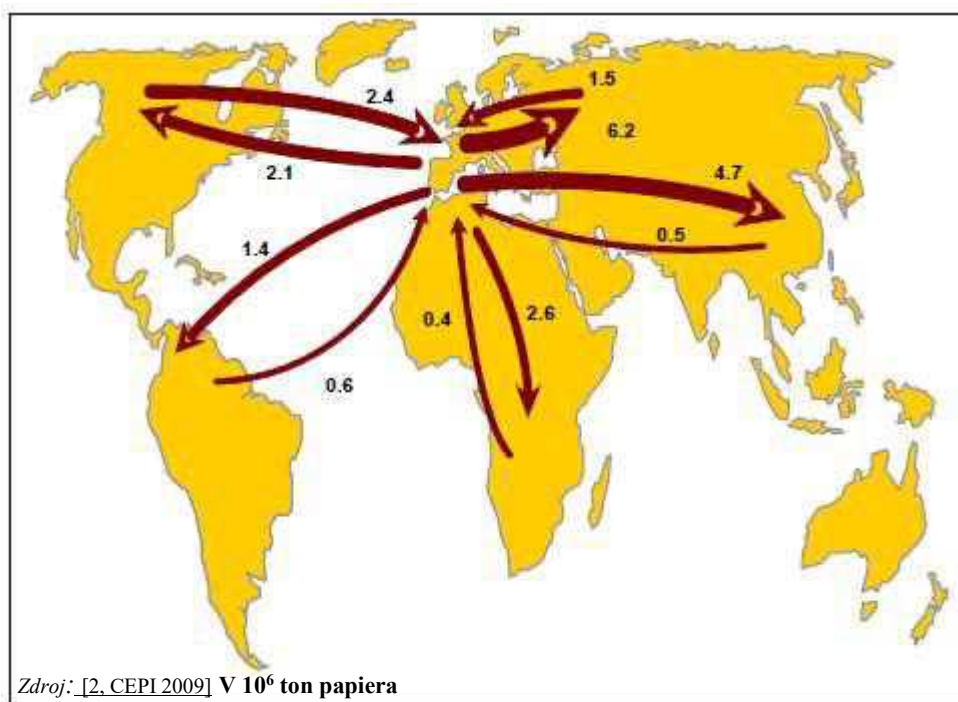
V roku 2008 bol celkový počet papierní v Európe 887, pričom väčšina z nich sa nachádzala v Taliansku, Nemecku, Francúzsku, Španielsku a Spojenom kráľovstve, ktoré majú spolu 599 papierní. Celkovo 102 veľmi veľkých papierní patrí do kategórie nad 300 000 ton ročne a 192 papierní patrí do kategórie malých s kapacitou menej ako 10 000 ton ročne. V porovnaní s výrobou buničiny je v prevádzke pomerne vysoký počet malých a stredných zariadení na výrobu papiera: 491 papierní s výrobnou kapacitou menšou ako 50 000 ton/rok, čo je veľmi málo papierní. Prejavuje sa trend zatvárania menších papierní a budovania väčších výrobných zariadení. Obrázok 1.14 potvrdzuje tento trend za posledných desať rokov. V roku 2008 bola ročná priemerná vypočítaná kapacita papierenského stroja približne 123 000 t/rok.



Obrázok 1.14: Počet papierní podľa objemu v krajinách CEPI v rokoch 1998 a 2008

Približne jednu tretinu celulózy vyrobenej v Európe tvorí komerčná celulóza, t. j. dve tretiny závodov zahŕňajú integrovanú výrobu celulózy a papiera. Mechanické druhy papiera, ako sú novinový papier, SC a LWC, sú zvyčajne integrované s mechanickou buničinou a často používajú len malé množstvo chemickej buničiny. Úroveň integrácie je obzvlášť vysoká pri výrobe zo zberného papiera; takmer všetky papierne spracovávajúce zberný papier zahŕňajú spracovanie zberného papiera a v niektorých prípadoch pridávajú určité množstvo nakupovanej buničiny. Výroba bezdrevného papiera v Európe je však založená najmä na nakupovanej buničine, t. j. má vysoký podiel neintegrovanej papierenskej priemyslu, zatiaľ čo v severných krajinách boli papierne v mnohých prípadoch postavené vedľa celulózk.

V roku 2008 predstavovali celkové dodávky do iných európskych krajín 45,0 milióna ton, zatiaľ čo dovoz v rámci Európy dosiahol 45,3 milióna ton. Pokiaľ ide o medzinárodný obchod, z grafu 1.15 vyplýva, že vývoz do krajín mimo Európy predstavoval 17,0 mil. ton, zatiaľ čo dovoz z krajín mimo EÚ sa vyskytol v objeme 5,4 mil. ton. Od roku 2000 sa prejavuje trend zvyšovania vývozu papiera a vo väčšine regiónov znižuje sa dovoz papiera.



Obrázok 1.15: Obchod s papierom z Európy a do Európy v roku 2008 (95 % výrobkov európskych krajín CEPI)

1.5. Klasifikácia celulózky a papierní na účely tohto dokumentu

Často vysoký stupeň integrácie procesov v celulózovom a papierenskom priemysle znamená, že prístup k celulózkam a papierňam musí byť spojený nielen s opisom jednotkových výrobných procesov alebo liniek, ale aj s opisom celého závodu. Napríklad, aby sa znížil objem odpadových vôd, voda sa zvyčajne recirkuluje z papierne do celulózky, čo niekedy sťažuje jasné rozlíšenie medzi týmito dvoma zariadeniami.

Takisto by sa malo zohľadniť, že rôzne zariadenia a procesy (napr. bielenie) vykonávané s vláknami pre podobné výrobky môžu viesť k rôznym emisiám. Papierové výrobky, ktoré sa zdajú byť podobné (napr. grafický papier), sa môžu vyrábať rôznymi procesmi a technikami, ktoré zahŕňajú rôzne úrovne spotreby a emisií.

Napríklad novinový papier sa môže vyrábať z brúsnej drevnej buničiny (SGW), lisovanej drevnej buničiny (PGW), termomechanickej drevnej buničiny (TMP), zušľachtenej mechanickej buničiny (RMP), chemicko-termomechanickej buničiny (CTMP), sulfitovej buničiny, bielennej sulfátovej buničiny z mäkkého dreva (BOD) alebo odfarbenej buničiny (DIP). Na počiatkové emisné zaťaženie bude mať vplyv aj svetlosť, ktorá sa má dosiahnuť v buničine (rozsah bielenia). Preto by sa pri posudzovaní úrovne spotreby a emisií mal prístup zameraný na výrobu (v tomto prípade papier) doplniť prístupom zameraným na procesy. Predovšetkým sa majú zohľadniť hlavné procesy zodpovedné za rôzne úrovne emisií (napr. rozsah oxidačného bielenia mechanických vlákien) a mali by sa posúdiť aj súvisiace opatrenia na zníženie emisií.

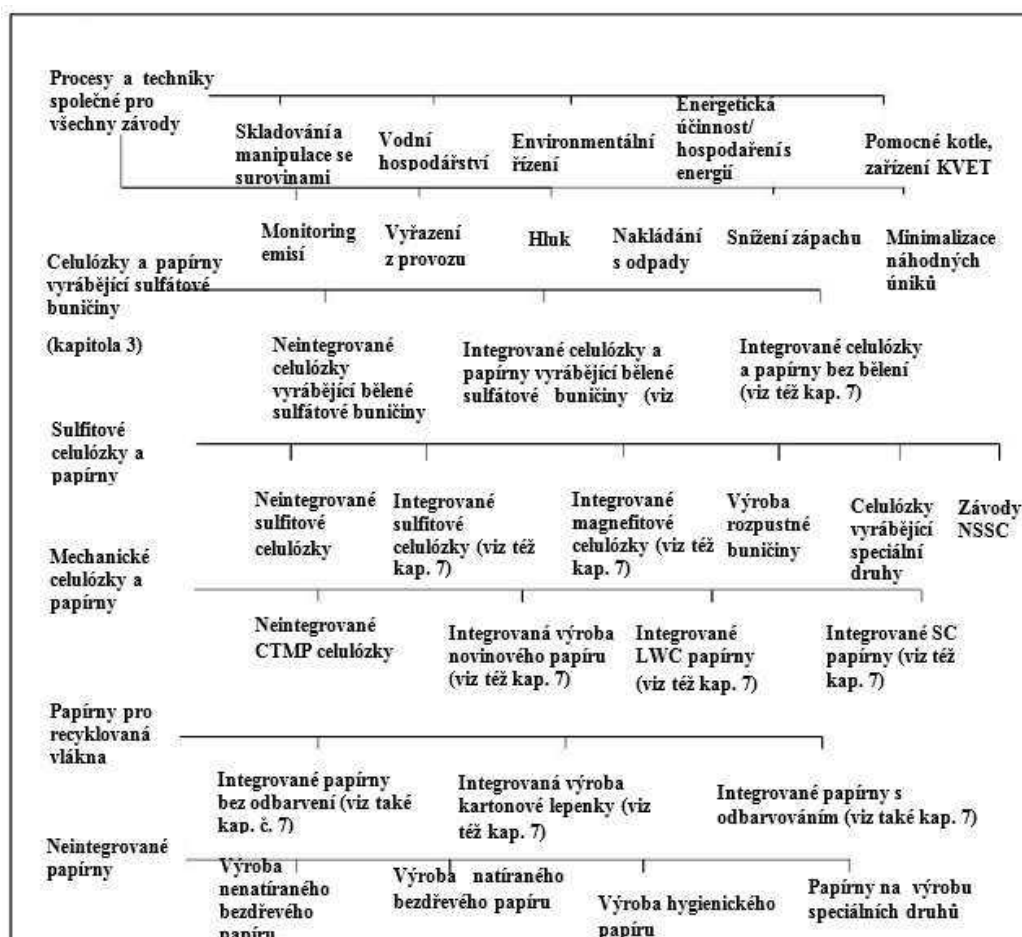
Ďalším príkladom, ktorý ukazuje, že odhad emisií z celulózok a papierní by mal byť založený na kombinácii techník orientovaných na výrobok a na procesy, je výroba hygienického papiera. Pri výrobe hygienického papiera sa tiež objavuje trend používať na výrobu vlákniny zmes surovín (napr. zmes rôznych druhov primárnych - panenských a sekundárnych druhotných vlákien). Výber konkrétneho vláknového zloženia má rôzne dôvody, napríklad náklady na vláknové materiály, logistické aspekty, požiadavky zákazníkov na kvalitu výroby papiera/lepenky. Existujú papierne na výrobu hygienického papiera (väčšinou toaletného papiera) s použitím sekundárnych vlákien/zberného papiera od 10 % do 100 %. Vyššia časť zberového papiera je zvyčajne do určitej miery súvisiaca s vyšším zaťažením vypúšťanými organickými látkami. Napokon, niekoľko celulózok a papierní je konglomerátom viacproduktových závodov (pozri kap. 2.1), preto je niekedy ťažké presne určiť celkové množstvo vypustené pre konkrétny vyrábaný výrobok z buničiny alebo papiera, ak sa neberú do úvahy konkrétne postupy.

Pri posudzovaní celulózky a papierní z environmentálneho hľadiska s cieľom určiť ich emisie by sa mal uplatňovať kombinovaný prístup:

- posúdenie celkovej celulózky alebo papierne
- s prihliadnutím na jednotlivé výrobky a druhy vyrábaných výrobkov.

Na základe tohto prístupu sa v tomto dokumente v kap. 3 až 7 opisujú najdôležitejšie druhy vyrábaných produktov a procesy používané pri výrobe buničiny, papiera a lepenky, a to samostatne pre päť hlavných druhov týchto závodov. Hlavné druhy výroby buničiny a papiera sa priamo delia na podkategórie. Štruktúra európskeho celulózovo-papierenského priemyslu a usporiadanie tohto dokumentu sú uvedené na obrázku 1.16.

Procesy a techniky v celulózovo-papierenskom priemysle, ktoré sú spoločné pre všetky/veľkú väčšinu celulózok bez závislosti na druhoch vyrábanej celulózy alebo papiera, sú opísané v kap. 2.



Obrázok 1.16: Klasifikácia európskych celulózok a papierní v tomto dokumente vrátane príslušných kapitol

Rozlišuje sa týchto päť hlavných skupín celulózok a papierní:

- celulózky sulfátovej buničiny (kap. 3)
- sulfátové celulózky (kap. 4)
- mechanické a chemické celulózky a papierne (kap. 5)
- papierne na úpravu zberového papiera (kap. 6)
- neintegrovane papierne vrátane papierní na výrobu špeciálnych druhov papiera (kap. 7). Táto časť zahŕňa aj časť výroby papiera v integrovaných závodoch na výrobu sulfátovej buničiny, sulfátovej buničiny, CTMP a CMP.

Najdôležitejšie druhy celulózok a papierní v rámci všetkých uvedených skupín sú tiež znázornené na obrázku 1.16. Vzhľadom na rôznorodosť surovín a procesov používaných pri výrobe buničiny a papiera však táto štruktúra nikdy nepokryje všetky prípady, napr. viacproduktové celulózky môžu na tom istom mieste prevádzkovať rôzne linky na výrobu buničiny (pozri kap. 2.1), a teda sa jednoznačne nezaradujú do jednej z uvedených skupín.

Väčšina čitateľov nemusí študovať celý dokument, ale len tie kapitoly alebo časti kapitol, ktoré sú priamo relevantné pre druhy závodov. Napríklad celulózkami vyrábajúcimi komerčnú sulfátovú buničinu sa zaoberá len kapitola 3; integrované celulózky a papier vyrábajúce sulfátovú buničinu by sa mali uvádzať v kap. 3 a 7 (prevádzka výroby papiera a súvisiacich činností); príslušné informácie o integrovaných zberniciach papiera sú uvedené v kap. 6 a 7.

Buničina z iných ako drevných vlákien tvorí len malú časť výroby (oblasť CEPI): 0,6 milióna ton/rok; AT, HU, IT, PT, ESP) a je príliš špecifická na to, aby bola podrobne opísaná v tomto dokumente. Tieto buničiny preto nie sú zahrnuté v tomto dokumente. V ich prípadoch by sa BAT a BAT-AEL mali určovať individuálne.

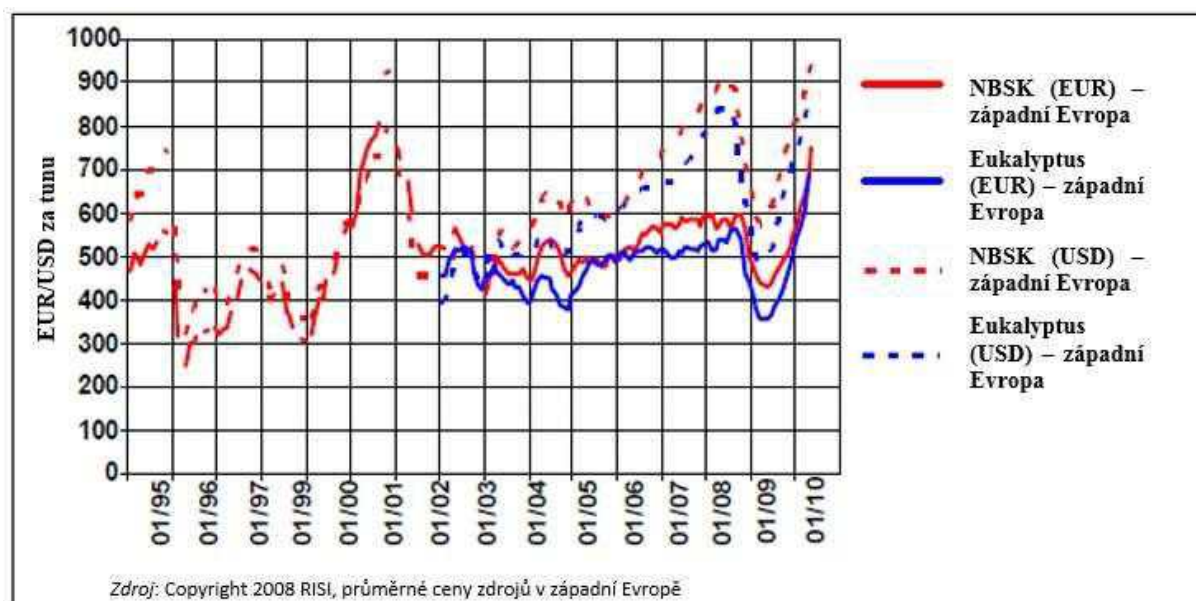
1.6. Ekonomika a zamestnanosť v celulózo-papierenskom priemysle EÚ

Celulózo-papierenský priemysel je kapitálovo náročné odvetvie, čo sa odráža v tom, že dlhodobé aj variabilné investičné plány zahŕňajú zvýšenie cezhraničnej integrácie. Od polovice 90. rokov 20. storočia investovalo toto odvetvie v priemere 6 - 8 % celkového predaja do zlepšenia kapacity a do vývoja strojov a iných hmotných aktív s cieľom dosiahnuť vyššiu kvalitu surovín a energetickú účinnosť, ale aj priamo zlepšiť environmentálne vlastnosti závodov. V porovnaní s inými regiónmi sa zvýšila aj produktivita.

Celulózo-papierenský priemysel prešiel procesmi konsolidácie a globalizácie, ktoré ešte nedosiahli stabilnejší stav. Procesy koncentrácie znižujú počet spoločností. V dôsledku uvedených zmien sa výrazne mení štruktúra priemyselných odvetví. V rokoch 1991 až 2008 sa výroba buničiny zvýšila z 34,0 na 41,9 milióna ton, zatiaľ čo počet celulózok sa v tom istom období znížil z 295 na 193. V prípade výroby papiera bol trend podobný: v rokoch 1991 až 2008 sa výroba zvýšila zo 65,9 milióna ton na 98,9 milióna ton, zatiaľ čo počet papierní sa znížil z 1 292 na 887. Priemer veľkosti papierní sa v tom istom období zvýšil z 57 300 na 122 800 ton ročne [2, CEPI 2009]. Mnohé spoločnosti sa rozrástli vďaka investíciám a zvýšeniu kapacity, ale aj vďaka konsolidácii alebo zatvoreniu veľkého počtu malých zastaraných papierní a závodov na výrobu lepenky. Európsky papierenský priemysel tak tvorí relatívne malý počet veľmi veľkých nadnárodných skupín na jednej strane a veľký počet malých papierní na strane druhej. Veľké množstvo relatívne malých závodov viedlo k rozvoju stratégií zameraných na výroby.

Od začiatku 90. rokov sa vlastnícka štruktúra výrazne zmenila. Typickým znakom tohto vývoja bola úroveň koncentrácie výrobcov do väčších spoločností a spájanie papierní a zámorských výrobcov buničiny do väčších spoločností. Spoločnosti z USA, Južnej Afriky alebo Indonézie sa začlenili do európskych výrobcov papiera a lepenky alebo s nimi nadviazali užšie obchodné vzťahy. Podobne sa prejavujú trendy regionálnej a miestnej integrácie v prípadoch niektorých krajín, napríklad vo Švédsku a Fínsku. To odráža globálny charakter súčasného podnikania v oblasti papiera a buničiny. Okrem hlavných trhov v USA, Európe a Japonsku sa významným hráčom na trhu stala Ázia, najmä Čína. Čína bola v roku 2011 po EÚ-27 najväčším svetovým výrobcom papiera (98,9 milióna ton) a USA v roku 2008 vyprodukovali 79,8 milióna ton. Trhy juhovýchodnej Ázie budú pravdepodobne rásť a budú mať vedúce postavenie v celosvetovej spotrebe papiera/lepenky. Južná Amerika, a najmä Brazília, sa tiež stala lídrom v komerčnej výrobe buničiny. Medzinárodný obchod s papierom a celulózou (buničina, zberový papier) bude pravdepodobne aj naďalej charakteristický pre tento sektor, ktorý bude rásť predovšetkým vo všetkých hlavných výrobných oblastiach. Najrýchlejší rast zaznamenaná obchod s papierom a lepenkou, keďže krajiny s prebytkom vlákna uprednostňujú úpravu pred vývozom.

Pre celulózo-papierenský priemysel sú typické extrémne výkyvy cien, napr. výkyvy cien komerčnej sulfátovej buničiny sú dôsledkom hospodárskych cyklov a vývoja hrubého domáceho produktu (HDP), ale aj špekulácií so surovinami a výmennými kurzami mien. Nerovnováha medzi ponukou a dopytom má tiež vplyv na kolísanie cien v závislosti od druhov a príslušného trhu (napr. nadmerná kapacita a súčasné dočasné zvýšenie a zníženie dopytu súvisiace s riadením zásob). Pokiaľ ide o druhy papiera/lepenky, všeobecným trendom je, že reálne ceny dlhodobo klesajú. Kolísanie cien nie je rovnaké pre všetky výrobky z celulózy a papiera. Čím bližšie je spoločnosť k maloobchodnému trhu a konečnému spotrebiteľovi, tým je menšie kolísanie cien jej výrobkov. Napríklad cena buničiny je oveľa variabilnejšia ako cena hygienického papiera. Čím menšie sú transakcie a čím vyššia je výška dopytu zákazníkov, tým menšia je tendencia k fluktuácii. Obrázok 1.17 (Copyright: RISI) ukazuje typické cenové výkyvy komerčnej buničiny na svetovom trhu pre takzvanú NBSK (Nordic Bleached Softwood Kraft) buničinu a pre buničinu z eukalyptu - t. j. dva druhy buničiny, ktoré sa používajú ako referenčné na svetovom trhu.



Obrázok 1.17: Typické cenové výkyvy komerčnej buničiny

Aj ceny zberového papiera prešli za posledné tri roky dramatickým vývojom, pokiaľ ide o výkyvy. So zberovým papierom sa obchoduje na celom svete a Čína má obrovský vplyv na dostupnosť a ceny.

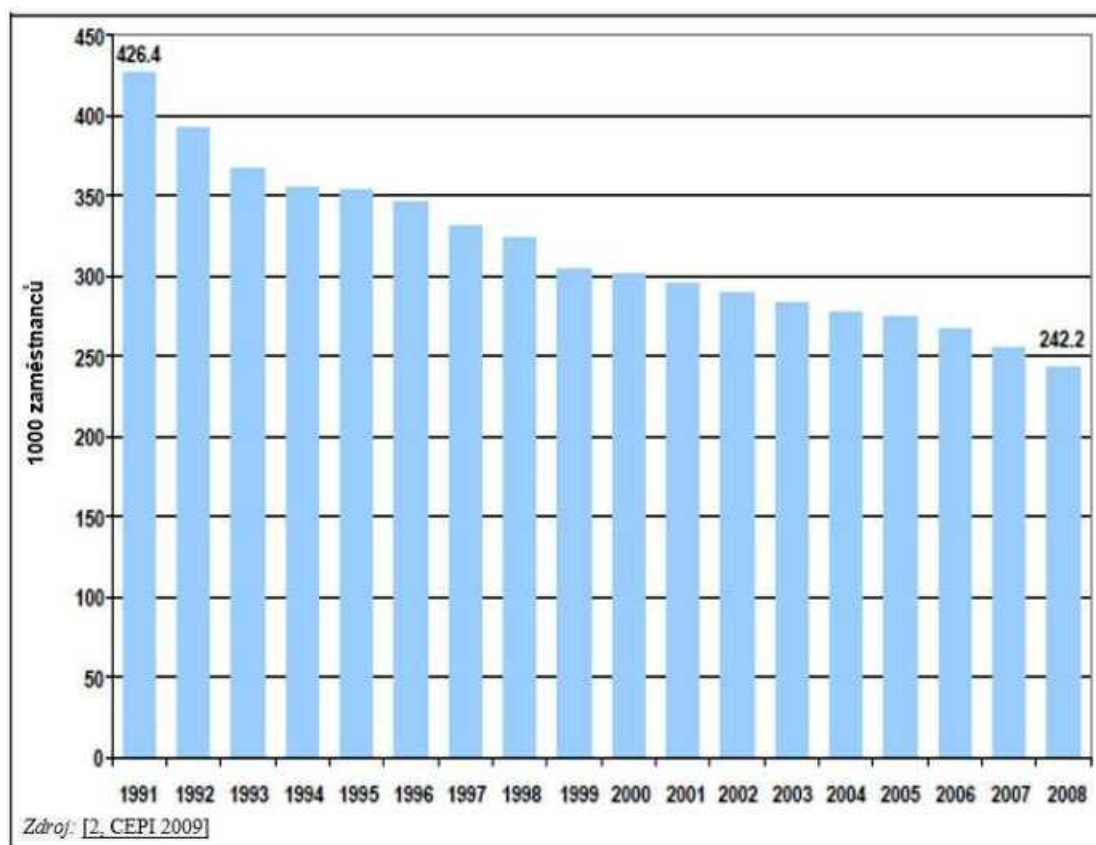
Od roku 2007 zostala cena dreva v Európe pevná a následne sa zvýšila, najmä v prípade borovice a brezy. Výkyvy boli spôsobené konkurenciou v oblasti dreva používaného na výrobu energie, ktorá je podporovaná verejnými dotáciami na výrobu energie z obnoviteľných zdrojov, najmä na báze biomasy. Výkyvy v cenách dreva ešte zhoršilo prudké zvýšenie cla, ktoré Rusko zaviedlo na vyvážené drevo a ktoré sa zvýšilo z 1,5 EUR v roku 2006 na 15 EUR v roku 2008. Toto opatrenie malo priamy vplyv na Fínsko, ale viedlo aj k menšiemu nárastu cien dreva vo zvyšku Európy.

Výroba buničiny a papiera je energeticky náročné odvetvie. V priemere 21 % prevádzkových nákladov pochádza zo spotreby paliva a elektrickej energie. [4, CEPI 2009], a preto má zlepšenie efektívnosti výrobného procesu prínos pre konkurencieschopnosť aj environmentálne aspekty. Vyššie ceny elektriny a plynu a zvýšené povedomie o udržateľnosti zamerali v posledných rokoch pozornosť priemyslu na energetickú účinnosť. Európsky papierenský priemysel výrazne ovplyvnil nárast cien energie.

Celkový dopyt po papieri a lepenke má všeobecne stúpajúcu tendenciu, pričom celosvetová spotreba papiera vzrástla z 30 miliónov ton v roku 1946 na 214 miliónov ton v roku 1987. Tempo rastu sa od roku 1987 mierne znižuje a v roku 1996 bola celosvetová spotreba papiera približne 280 miliónov ton. V rokoch 1991 až 2008 rástla spotreba papiera/lepenky v Európe v priemere o 2,1 % ročne. V roku 2008 bola svetová spotreba vyššia ako 391,3 milióna ton. Nástup finančnej a hospodárskej krízy na konci roka 2008 tento trend náhle zastavil a začal pokles spotreby papiera vo väčšine druhov.

Dominantnými výrobcami buničiny sú priemyselné krajiny severnej pologule, t. j. USA, Kanada, Švédsko, Japonsko a Fínsko, ale výroba buničiny sa rýchlo rozvíja aj v Južnej Amerike, napr. v Brazílii a Čile. V Európe sa najmä Fínsko a Švédsko vo veľkej miere spoliehajú na príjmy z vývozu buničiny a papiera. Je to spôsobené vysoko „lokálnym“ charakterom uvedených výrobkov, t. j. na podporu výroby je potrebné len veľmi malé množstvo dovozu. V dôsledku finančnej krízy, ktorá sa následne prejavila po celosvetovej recesii, klesla svetová výroba buničiny v roku 2008 o 1,4 % a rovnaký trend bol zaznamenaný aj v Európe, ale výraznejšie (- 4,6 %). Komerčná výroba buničiny v Európe klesla o 0,1 %.

V roku 2008 dosiahol tento sektor obrat 78,3 miliardy eur a poskytol priame pracovné miesta 243 300 ľuďom v Európe. [2, CEPI 2009] a ešte veľmi veľa ľudí v nepriamom zamestnaní. Aritmeticky jedna zamestnaná osoba vyprodukuje približne 172 ton buničiny a 407 ton papiera ročne (použijú sa len približné údaje založené na hrubých predpokladoch, keďže nie sú priamo k dispozícii údaje osobitne pre buničinu a papier). To robí papierenský priemysel finančne veľmi náročným odvetvím s vysokou produktivitou práce. Produktivita práce je približne 0,50 hotovej metrickej tony na hodinu na zamestnanca, čo európsky papierenský priemysel radí na druhé miesto po Japonsku. [4, CEPI 2009]. Na obrázku 1.18 je znázornený vývoj zamestnanosti v odvetví výroby buničiny, papiera a výrobkov z papiera v Európe (krajiny CEPI) od roku 1990. Tento pokles čiastočne vysvetľuje trend zadávania určitých úloh, ako je údržba a logistika, externým dodávateľom.

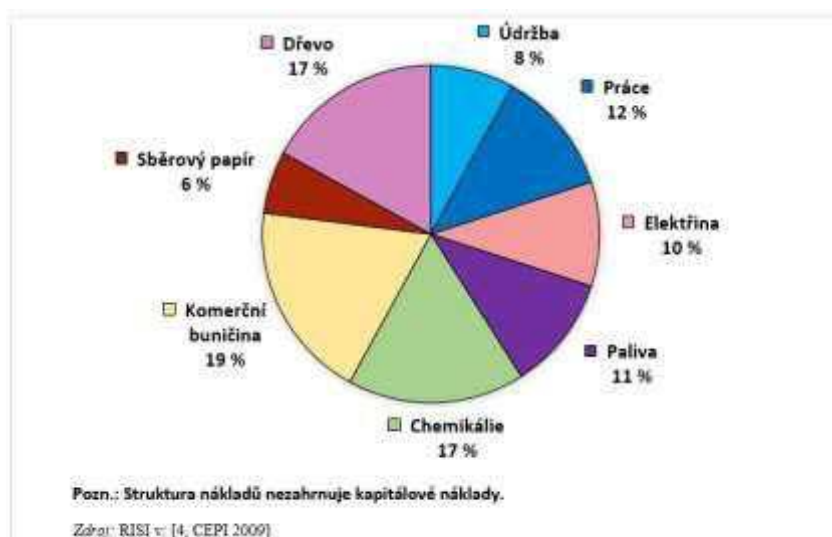


Obrázok 1.18: Celkový vývoj zamestnanosti v Európe (krajiny CEPI) 1991-2008

Konkurencieschopnosť odvetvia celulózy a papiera je úzko spojená s globálnymi trendmi, ktoré ovplyvňujú ekonomiky, ako sú Rusko, Čína, India a iné ázijské regióny. Tieto krajiny výrazne investovali do nových kapacít a zohrávajú rozsiahlejšiu úlohu pri formovaní ponuky a dopytu po surovinách. Platí to najmä pre Čínu, ktorá za posledných päť rokov vytvorila približne polovicu celkovej novej kapacity. Konkurencieschopnosť ovplyvňujú aj výmenné kurzy mien a výkyvy sadzieb za prepravu, ako aj otvorenosť trhu (európske trhy sú úplne otvorené, na rozdiel od väčšiny rozvíjajúcich sa trhov, ktoré majú tarifné a netarifné prekážky).

Európsky papierenský priemysel je jedným z vedúcich technologických odvetví, ktoré si napriek vysokým výrobným nákladom udržalo konkurencieschopnosť s ostatnými regiónmi sveta. Rastúce náklady na výrobu a suroviny a rozvoj papierenského priemyslu v niektorých prípadoch Ázie a Latinskej Ameriky však spôsobujú európskemu celulózo-papierenskému priemyslu značné problémy.

Na obrázku 1.19 je znázornená štruktúra priemerných výrobných nákladov v európskom celulózo-papierenskom priemysle v roku 2009. Výrobné náklady obsahujú určitý materiál potrebný na výrobu nekonvertovaných výrobkov pripravených na expedíciu. Kapitálové náklady a náklady na dopravu nie sú zahrnuté.



Obrázok 1.19: Štruktúra prevádzkových nákladov v európskom celulózo-papierenskom priemysle v roku 2009

V Európe je v prevádzke pomerne veľký počet malých a stredných zariadení na výrobu papiera (viac ako 50 % z celkového počtu zariadení). Tieto prevádzky často čelia rôznym výzvam, pokiaľ ide o konkurencieschopnosť s väčšími prevádzkami. Často pôsobia na malých trhoch, niekedy vyplňajú medzery na trhu a majú rôzne úrovne vystavenia medzinárodnej konkurencii. Rozšírenie trhového trhu s konkrétnym druhom výrobku je často viac lokálne alebo obmedzené na veľmi špecifických zákazníkov v porovnaní s väčšími závodmi, ktoré vyrábajú jednotlivé druhy vo veľkom. Menšie papierne sú vystavené javu nazývanému „úspory z rozsahu“ (zníženie priemerných jednotkových nákladov vyplývajúce zo zvýšenej výroby, ktoré sa realizuje prostredníctvom prevádzkovej efektívnosti a iných opatrení na zníženie nákladov).

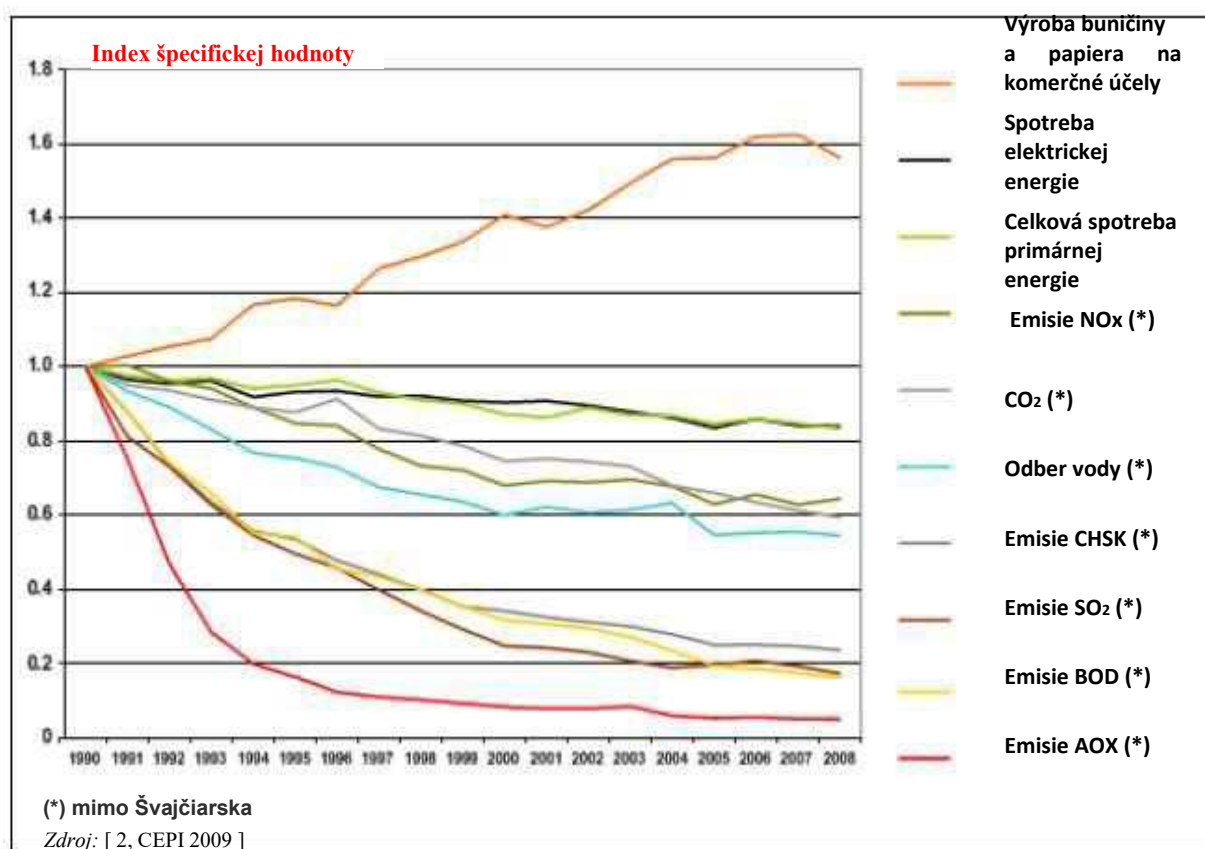
Medzi významné výhody súvisiace s väčším objemom prevádzok patria kúpna sila na získanie surovín a zariadení za zvýhodnenú cenu, optimalizácia dopravy, väčšia špecializácia manažmentu a zamestnancov (vysoký stupeň znalostí a špecializácie v oblasti prevádzky zariadení) potrebných na realizáciu výrobných procesov a lepšia marketingová kapacita. Ďalším faktorom, ktorý by mohol priniesť určité výhody na základe rozsahu výroby, je štruktúra potrebná na riadenie procesov: väčšie závody možno riadiť pomocou oveľa sofistikovanejších a produktívnejších zariadení (keďže ich vyššie náklady možno ľahšie amortizovať) a vyžadujú si menej zamestnancov. Preto sa s rastúcou výrobnou kapacitou zvyšuje aj možnosť použitia špecializovaného riadenia. Veľkosť závodu by mohla ovplyvniť „ziskovosť“ a „efektívnosť“ papierne v dôsledku technologických úspor z rozsahu, čo znamená, že s nárastom výroby dochádza k reálnym úsporám zdrojov [7, taliansky TPS 2007]. To dáva väčším spoločnostiam v papierenskom sektore možnosť lepšie riadiť náklady s cieľom dosiahnuť konkurencieschopné ceny a vyššiu ziskovosť, čo by im mohlo umožniť lepšie sa pripraviť na ďalšie investície do nových technológií. Význam úspor z rozsahu v papierňach vyplýva z technológií prevádzky. Papierenský priemysel je v skutočnosti typickým kapitálovo náročným odvetvím, v ktorom je pomer medzi kapitálom a prácou na jednotku výrobku veľmi vysoký a technológia hrá dôležitú úlohu. Konsolidácia výrobných procesov má tendenciu zvýhodňovať veľké závody, ale aj tie prevádzky, ktoré integrujú výrobu buničiny s výrobou papiera/lepenky. Ďalším faktorom, ktorý by mohol priniesť určité výhody na základe rozsahu výroby, je možnosť väčších závodov prilákať kvalifikovanejších pracovníkov.

V závodoch na výrobu papiera je silná tendencia k zlučovaniu spoločností, čo spôsobuje ekonomické ťažkosti slabším závodmi, pozri napríklad sektor obalového papiera. Fúzie sú menej dôležité tam, kde existuje možnosť zaviesť inú kvalitu a kde malé závody môžu ľahšie dosiahnuť podiel na trhu. V záujme zvýšenia konkurencieschopnosti sa menšie závody často snažia poskytovať svojim zákazníkom špecifickejšie výrobky a väčšiu flexibilitu, čo v mnohých prípadoch vedie k vysoko špecializovanej výrobe.

1.7. Hlavné environmentálne problémy výroby buničiny a papiera

Celkový vývoj spotreby a úrovni emisií od roku 1990

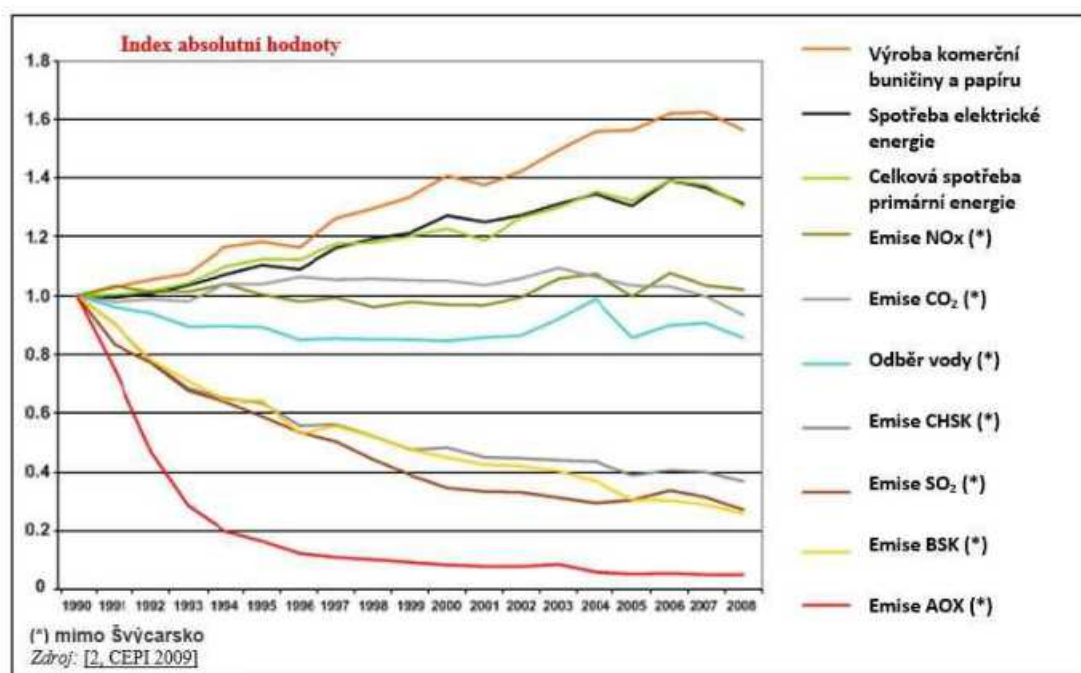
Celulóзовý a papierenský priemysel sa v minulosti považoval za významného spotrebiteľa prírodných zdrojov (dreva), energie (fosílnych palív, ale s významným podielom „bioenergie“, elektrickej energie) a vody a predovšetkým prispieva k vypúšťaniu znečisťujúcich látok a emisií do životného prostredia. Technologické zmeny, použitie systémov environmentálneho a energetického manažérstva, zvýšená recyklácia papiera, zamestnávajúce vysoko vzdelaných a špecializovaných zamestnancov, investície do environmentálnych opatrení a neustále zlepšovanie znamenali približne od roku 1980 postupné znižovanie environmentálnej stopy a zníženie emisií o 80 - 90 % alebo viac na konkrétnej báze (na tonu výrobku). Na obrázkoch 1.20 a 1.21 je znázornený vzťah medzi výrobou celulózy a výrobou papiera/lepenky a úrovňami emisií.



Obrázok 1.20: Vývoj mernej spotreby a emisií (kg znečisťujúcich látok/tona výrobku) v európskom celulóзовo-papierenskom priemysle od roku 1990 do roku 2008

Index hodnôt konkrétnych pre jednotlivé produkty (pozri obrázok 1.20) ukazuje, že spotreba energie a emisie na tonu komerčnej celulózy a papiera klesajú, zatiaľ čo výroba papiera a celulózy sa od roku 1990 zvýšila o 60 %. Špecifická spotreba elektrickej energie a celková spotreba primárnej energie klesali pomalšie ako emisie.

Index absolútnych hodnôt zobrazený na obrázku 1.21 má trochu iný trend. Ukazuje, ako sa v rokoch 1990 až 2008 v absolútnom vyjadrení zmenila úroveň výroby, emisií a spotreby buničiny a papiera v európskych celulóзовkách a závodoch na výrobu buničiny a papiera. Spotreba primárnej energie a elektrickej energie rastie podobným tempom ako nárast výroby (zdroj neuvádza, či sú do týchto hodnôt zahrnuté emisie CO₂, NO_x SO₂ z výroby nakúpenej elektriny); emisie do vody a emisie SO₂ do ovzdušia sa znižujú napriek trvalému rastu výroby; emisie NO_x a CO₂ do ovzdušia a odber vody zostali napriek tomu, že sa výroba zvyšuje, približne stabilné.



Obrázok 1.21: Vývoj absolútnej spotreby a emisií v európskom celulózo-papierenskom priemysle od roku 1990 do roku 2008

Obrázok 1.22 ukazuje letecký pohľad na pomerne veľký integrovaný závod, v ktorom sa vyrába sulfátová buničina, ktorej časť sa prečerpáva do susednej papierne (mechanická buničina). Činnosti zahŕňajú výrobu energie a úpravu odpadových vôd. Na obrázku je rozšírenie väčšieho závodu a bežný vzhľad moderných zariadení.



Obrázok 1.22: Letecký pohľad na integrovaný závod na výrobu sulfátovej buničiny, mechanickej buničiny a papiera s kotolňou a čističkou odpadových vôd

Napriek významnému zlepšeniu v oblasti životného prostredia, ktoré sa dosiahlo od roku 1990, je potrebné dosiahnuť ďalší pokrok, aby sa zabezpečilo, že každá časť výrobného procesu bude šetrná k životnému prostrediu. Súčasné environmentálne problémy v papierenskej a buničinovej výrobe možno zhrnúť priamo takto.

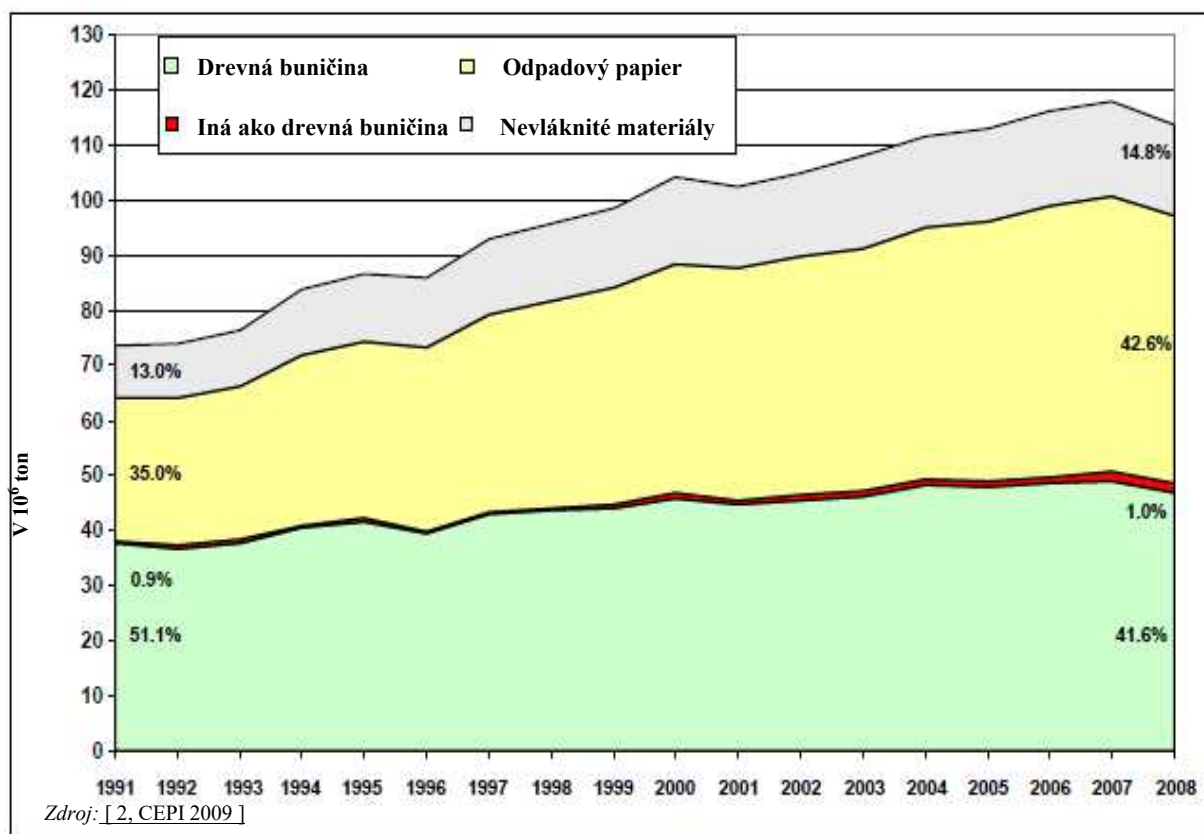
Dodávky vlákňitého (celulózového) dreva, primárnych vlákien, sekundárnych vlákien a nevlákňitých materiálov

Suroviny používané v európskom papierenskom priemysle zahŕňajú buničinu, zberový papier, nevlákňité materiály (napr. plnivá, farby a chemické prísady) a v obmedzenej miere iné vlákňité materiály (napr. bavlnu, ľan, kôru, konope, jutu, slamu a handry). Papierenský priemysel využíva predovšetkým drevo ako hlavnú surovinu, ktoré je založené na obnoviteľnom zdroji. Vo väčšine európskych krajín sa certifikácia udržateľného lesného hospodárstva stala dôležitým nástrojom na zabezpečenie toho, aby drevo používané na výrobu pochádzalo zo zodpovedne obhospodarovateľných lesov, v ktorých sa rovnako zohľadňujú hospodárske, environmentálne a sociálne vplyvy. Environmentálne organizácie vytvorili prvý certifikačný systém pod názvom Forest Stewardship Council (FSC). Nasledovalo niekoľko ďalších systémov. Druhým najrozšírenejším systémom je dnes Program PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification). Hoci certifikácia bola pôvodne vytvorená na boj proti odlesňovaniu v tropických oblastiach, väčšina certifikovaných lesov sa nachádza na severnej pologuli, z čoho takmer 100 miliónov m³ sa nachádza v Európe. Celkovo je certifikovaných 10 % (približne 380 miliónov hektárov) svetových lesov. Certifikácia spracovateľského reťazca umožňuje sledovať suroviny v celom reťazci od lesa až po konečný výrobok, čo umožňuje výrobcovi označiť výrobok ako certifikovaný. Okrem rastúceho dopytu po certifikovanom tovare zo strany účastníkov trhu (napr. vydavateľov, tlačiarň) to bol aj určitý politický vývoj, ktorý viedol vlády k tomu, aby sa čoraz viac zapájali do certifikácie, napr. prostredníctvom FLEGT (EÚ prijala od roku 2004 akčný plán na boj proti nezákonnej ťažbe dreva s názvom „Presadzovanie práva, správa a obchod v lesnom hospodárstve“) a ekologického verejného obstarávania.

Rastúca konkurencia medzi drevom na výrobu bioenergie a drevom pre papierenský priemysel predstavuje novú výzvu z hľadiska dlhodobej dostupnosti a nákladov.

Po spotrebe lesných výrobkov väčšina z nich začína nový život ako cenná druhotná surovina alebo biopalivo. V roku 2008 predstavoval zberový papier 42,7 % všetkých použitých surovín a 50 % použitých vlákien. Odpadový papier predstavuje dôležitý dodatočný zdroj vlákien na výrobu výrobkov z papiera. Znižuje množstvo papiera v prúde odpadu, čím sa znižuje aj tlak na kapacitu skládok a emisie skleníkových plynov z rozkladu papiera na skládkach. Mnohé európske krajiny oficiálne prijali vlastné ciele v oblasti zberu papiera a vyvinuli značné úsilie na zvýšenie povedomia verejnosti o systémoch zberu papiera a ich prínosoch pre spoločnosť a prostredie.

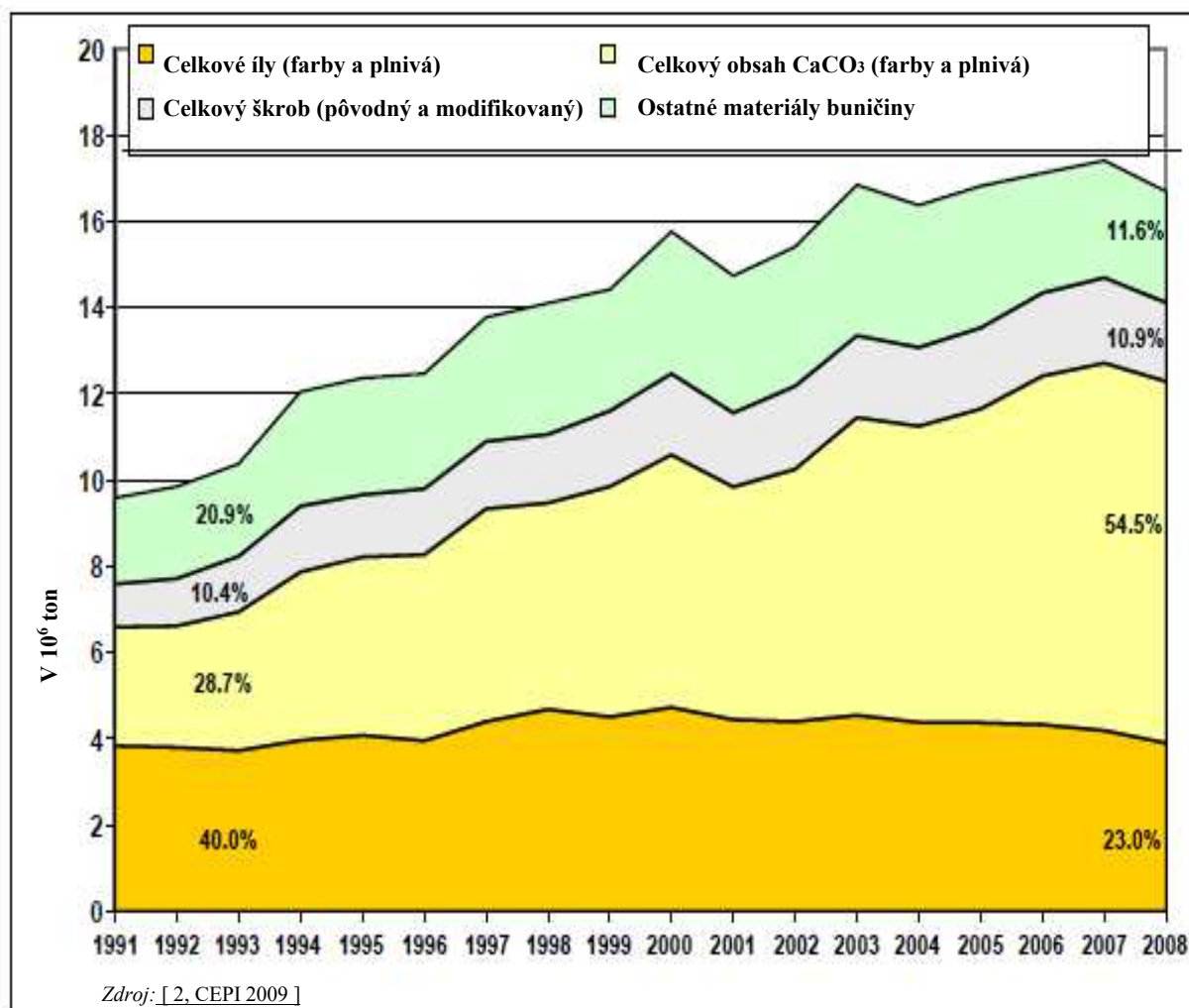
Vývoj spotreby surovín pre papierne v rokoch 1991 až 2008 je znázornený na obrázku 1.23. Európsky papierenský priemysel použil v roku 2008 na recykláciu 48,6 milióna ton papiera, čo je o 2,6 % menej ako v predchádzajúcom roku. Od roku 1991 sa spotreba papiera na recykláciu zvýšila o 89 % (približne 23 miliónov ton).



Obrázok 1.23: Spotreba surovín v papierňach v krajinách CEPI 1991-2008

V roku 2011 sa v Európe použilo takmer rovnaké množstvo buničiny a zberového papiera. Recyklácia sa v nasledujúcich rokoch môže pomaly zvyšovať, keďže úprava zberového papiera v Európe dosiahla veľmi pokročilú úroveň. V niektorých členských štátoch je možné dosiahnuť pokrok v oblasti zberu a recyklácie. Ekologický dizajn, recyklácia, triedenie a zber sú všeobecne oblasti, v ktorých je možné dosiahnuť rozsiahly pokrok.

Nevláknité materiály, ktoré sa v papierňach používajú v väčšom množstve, zahŕňajú kaolín, uhličitan vápenatý, škrob a iné nevláknité materiály (chemické prísady). Európsky papierenský priemysel použil v roku 2008 16,7 milióna ton uvedených surovín, čo predstavuje 14,7 % surovín používaných v tomto odvetví. Na obrázku 1.24 je znázornená spotreba nevláknitých materiálov v krajinách CEPI v rokoch 1991 až 2008. Výrazný nárast využitia uhličitanu vápenatého si vyžaduje pozornosť, pretože tento trend vedie k vyššiemu obsahu CaCO_3 v prevádzkových vodách papierní spracovávajúcich zberový papier (pozri kap. 6.3.5).

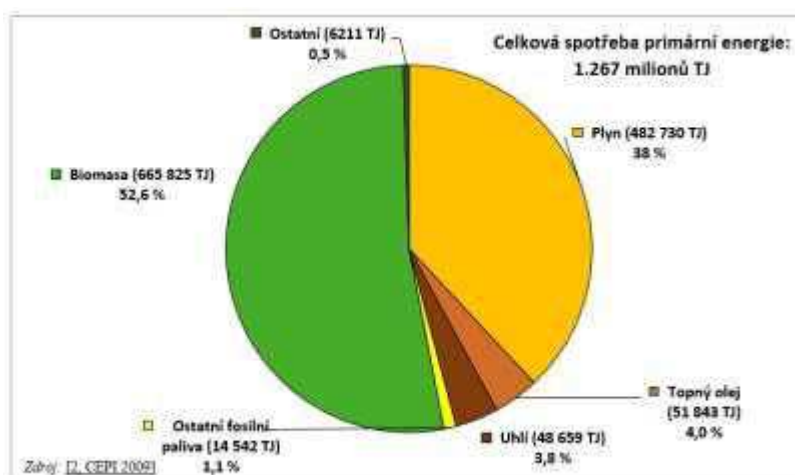


Obrázok 1.24: Spotreba nevláknitých materiálov v krajinách CEPI 1991-2008

Plnivá, farby a škrob často dodáva niekoľko veľkých výrobcov chemikálií. Pokiaľ ide o škrob, výrobcovia v Európe používajú kukuricu, pšenicu alebo zemiaky. Kaolín a uhličitan vápenatý sú minerály, ktoré sa ťažia po celom svete, a uhličitan vápenatý sa čiastočne tvorí zrážaním ($\text{CaO} + \text{CO}_2$).

Využitie palív a energie, emisie CO_2 a zmena klímy

Celulózovo-papierenský priemysel je energeticky veľmi náročné odvetvie. Existuje široká škála výrobkov z buničiny a papiera a všetky majú iné energetické požiadavky. Na výrobu 1 tony papiera je priemerne potrebných približne 11,5 GJ primárnej energie v závislosti od použitých surovín a vlákninového zloženia, druhu a kvality vyrábaného papiera a použitých metód. Energia potrebná na výrobu papiera je porovnateľná s inými energeticky náročnými výrobkami, napríklad s cementom alebo oceľou. Na druhej strane, najdôležitejším prírodným zdrojom na výrobu papiera je biomasa, predovšetkým drevo ako hlavný zdroj vlákniny, ktorého použitie sa považuje z hľadiska emisií CO_2 za neutrálne. Dnešný celulózovo-papierenský priemysel je najväčším používateľom a výrobcom energie z obnoviteľných zdrojov a vo veľkej miere sa spolieha na biopalivá: približne 50 % všetkej primárnej energie sa získava z biomasy. Na obrázku 1.25 sú znázornené podiely zdrojov energie na spotrebe primárnej energie v európskom celulózovo-papierenskom priemysle v roku 2008. Biomasa tvorí 52,5 %.



Obrázok 1.25: Podiel spotreby primárnej energie v európskom celulózo-papierenskom priemysle v roku 2008

Energetická účinnosť a znižovanie spotreby fosílnych palív sú pre toto odvetvie dôležitými otázkami a majú dôsledky pre konkurencieschopnosť a environmentálne aspekty. Mnohé európske krajiny pripravujú programy energetickej účinnosti pre tento sektor. Celkový dopyt po prevádzkovej energii je však stále vysoký.

Ďalším kľúčovým aspektom vplyvu tohto odvetvia na životné prostredie je samotná výroba elektriny a tepla. Celulózo-papierenský priemysel je jedným z najväčších spotrebiteľov kombinovanej výroby tepla a elektrickej energie (KVET), ktorá umožňuje závodom ušetriť približne 30 % energie v porovnaní s konvenčnými technológiami, čím prispieva k zníženiu emisií skleníkových plynov. V roku 2007 sa 95,79 % celkovej vlastnej výroby elektrickej energie v európskych celulózkach a papierňach vyrobilo prostredníctvom kombinovanej výroby elektriny a tepla, čo predstavuje približne 50 919 GWh. V tabuľke 1.4 je uvedená spotreba elektrickej energie v krajinách CEPI v rokoch 2005 až 2007 a percentuálny podiel elektrickej energie vyrobenej prostredníctvom kombinovanej výroby v porovnaní s celkovou vlastnou výrobou elektrickej energie.

Tabuľka 1.4: Spotreba elektrickej energie v krajinách CEPI 2005-2007

Spotreba elektrickej energie	2005	2006	2007
Vlastná výroba elektriny (GWh)	49 591	50 873	53 157
- Množstvo elektrickej energie vyrobenej prostredníctvom KVET (%)	95,55	95,96	95,79
Nakúpená energia (GWh)	74 926	79 194	76 980
Predaná energia (GWh)	- 8 557	- 8 893	- 9 105
Celková spotreba elektrickej energie (GWh)	115 838	121 192	120 742
Poznámka: CEPI celkovo: AT, BE, CH, CZ, DE, ESP, FI, FR, IT, NL, NO, PL, PT, SE, SK, UK, okrem HU. Zdroj: [2, CEPI 2009], [4, CEPI 2009]			

Priame emisie európskeho celulózo-papierenského priemyslu predstavujú približne 37 miliónov ton CO₂ ročne, čo predstavuje 2 % emisií EU ETS (Európsky systém obchodovania s emisiami) a menej ako 1 % celkových emisií EÚ (údaje z roku 2008), zdroj:: EU Community Independent Transaction Log (CITL)). Približne 900 zariadení je súčasťou systému EU ETS a len približne 260 zariadení nie je [2, CEPI 2009]. Emisie CO₂ sú spôsobené najmä spaľovacími procesmi: výrobou elektrickej energie a tepla potrebného na tieto postupy. Priame emisie sú spôsobené nakúpenou elektrickou energiou (približne 62 % celkovej spotreby elektrickej energie).

Smernica Európskeho parlamentu a Rady ESP 2009/29/ES z 23. apríla 2009, ktorou sa mení a dopĺňa smernica 2003/87/ES s cieľom zlepšiť a rozšíriť systém obchodovania s emisnými kvótami skleníkových plynov v Spoločenstve (smernica o EÚ ETS), obsahuje niekoľko vykonávacích opatrení, ktoré má Komisia prijať po predchádzajúcom súhlase členských štátov. Komisia identifikovala sektory

vystavené značnému riziku „úniku uhlíka“ (t. j. riziko konkurenčného a obchodného znevýhodnenia z dôvodu dodatočných nákladov spôsobených nadmernými nákladmi na získavanie emisií CO₂). Na základe konzultácií bol celulózovo-papierenský priemysel zaradený do zoznamu energeticky náročných odvetví s rizikom „úniku uhlíka“ (buničina má intenzitu obchodu viac ako 30 % a papier viac ako 10 % a emisie CO₂ viac ako 5 %).

Použitie vody

Voda je jedným z hlavných prvkov pri výrobe papiera. Od začiatku až dodnes je dôležitým zdrojom pre papierenský priemysel, ktorý urobil veľký pokrok v čistení a znižovaní množstva vody používanej v papierenskom priemysle. V rámci vývoja v celulózkach a závodoch na výrobu papiera došlo k určitému vývoju smerom k uzavretiu vodných systémov. A v regiónoch s nedostatkom vodných zdrojov alebo suchým podnebí bude na zachovanie kapitálovo náročných výrobných závodov potrebné ďalšie zníženie spotreby vody na tonu výrobku. Tieto lokality pravdepodobne ako prvé vyvinú nové techniky a metódy riadenia zamerané na ochranu vody. Ďalšími dôvodmi rozvoja techník využívajúcich menej vody sú pravdepodobne regionálne náklady na surovú vodu a odpadovú vodu. V bežných celulózkach a závodoch na výrobu papiera však nie je tendencia klásť veľký dôraz na uzatváranie vodných systémov kvôli častým technickým nedostatkom, ako sú vodný kameň, zvýšená korózia, hromadenie solí alebo neprocesných prvkov v technologickej vode atď. V súčasnosti nie sú v nepretržitej prevádzke žiadne sulfátové celulózky, ktoré by úplne recyklovali odpadovú vodu z bieliarne. Jeden závod na výrobu celulózy CTMP, sodíkové bieliace zariadenie sulfitovej celulózky a niekoľko výrobcov vlnitého a krycieho papiera používajúcich recyklované vlákno (Testliner) dosiahli nulové vypúšťanie odpadových vôd.

Z hľadiska integrácie je cieľom snaha o čo najmenšie emisie a vplyv celulózok a papierní, čo znamená koncepciu so širším okruhom problémov a výziev, pričom sa realizuje minimalizácia spotreby zdrojov (voda, energia, vlákna, chemické prísady) a emisií, minimalizujú sa vzájomné vplyvy, zohľadňujú sa ekonomické aspekty a pracovné prostredie. Vo viacerých závodoch možno pozorovať zvýšený podiel recirkulácie vyčistenej technologickej vody v dôsledku zavedenia moderných systémov čistenia odpadových vôd integrovaných do výroby. Použitie vody by sa však nemalo posudzovať oddelene od ostatných hlavných prvkov výroby, ktorými sú energia, vlákna a chemické prísady a správne fungovanie všetkých technických zariadení. Spotreba energie, používanie chemikálií, prevádzkový čas papierenského stroja a kvalita výrobku úzko súvisia s množstvom vody použitej na tonu papiera alebo buničiny a mali by sa posudzovať integrovaným spôsobom.

Emisie do vody

Obavy verejnosti z používania chlóru v prevádzkach na bielenie/bieliaci program v súvislosti s možnými rizikami pre životné prostredie spôsobili od roku 1990 dramatické zníženie používania molekulárneho chlóru ako bieliacej chemikálie. Environmentálne orgány v mnohých krajinách stanovili prísne limity na vypúšťanie chlórovaných organických látok (meraných ako AOX) do vodného prostredia. Znižovanie AOX sa dosiahlo kombináciou viacerých techník: v západnej Európe sa používanie molekulárneho chlóru úplne nahradilo oxidom chloričitým a použitie bezchlórových bieliacich látok, ako je molekulárny kyslík, peroxid vodíka, ozón alebo kyselina peroctová.

Výrazné zníženie obsahu chloridov v odpadovej vode umožnilo uzavrieť systém prevádzky a recirkulovať odpadovú vodu z bieliaceho zariadenia späť do systému na regeneráciu chemikálií v prevádzke. Zníženie obsahu chlórovaných aj nechlórovaných organických látok v odpadových vodách z celulózky sa dosiahlo najmä prostredníctvom opatrení v procesoch, ako sú: zvýšená delignifikácia pred bielením pomocou modifikovaného dávkovacieho zariadenia, ďalšie kyslíkové stupne, systém zberu výluhov, účinná technika prania, ako aj odstraňovanie a opätovné použitie kondenzátov. Ďalším faktorom, ktorý znižuje emisie AOX a nechlórovaných toxických organických zlúčenín do prijímajúcich vôd, bola inštalácia rôznych typov externých čistiarní.

Emisie do vody sa riešili a časom sa podstatne zlepšili. Vzhľadom na relatívne veľké množstvo vody na odtoku, najmä vo väčších celulózkach, bude znižovanie zostávajúceho zaťaženia zle biologicky rozložiteľnými organickými látkami vrátane niektorých chemických prísad, ako sú chelačné (komplexotvorné) činidlá (EDTA, DTPA), emisie živín (dusíka a fosforu), ktoré spôsobujú eutrofizáciu prijímajúcich vôd, a vypúšťanie suspendovaných pevných látok aj v budúcnosti predstavovať výzvu pre celulózovo-papierenský priemysel.

Emisie do ovzdušia

Chemické celulózky v minulosti vypúšťali značné emisie síry (acidifikácia), ale v posledných rokoch emisie síry do ovzdušia znižuje významný pokrok v prevádzkovej technológii. Regeneračné kotly a vápenné pece sú stále významným zdrojom látok znečisťujúcich ovzdušie, ako sú prach, NO_x, SO₂, CO a v niektorých prípadoch aj H₂S.

V dôsledku potreby tepla a energie väčšina celulózok a papierní prevádzkuje vlastné kotolne, pomocné kotly, parné jednotky alebo kombinovanú výrobu tepla a elektrickej energie. Tieto zariadenia výrazne prispievajú k celkovým priemyselným emisiám napriek vysokej účinnosti pálenia a účinnému čisteniu plynu. Kľúčové emisie do ovzdušia spojené s pálením palív na výrobu energie (NO_x, SO₂, prach) zostanú pre toto odvetvie problémom, keďže cieľom smernice Európskeho parlamentu a Rady ESP o národných emisných stropoch pre určité látky znečisťujúce ovzdušie (smernica NEC) je znížiť emisie znečisťujúcich látok spôsobujúcich acidifikáciu a eutrofizáciu, ako aj zabrániť tvorbe ozónu. Zámer priblížiť sa k dlhodobým cieľom neprekračovať kritické úrovne a záťaž a účinne chrániť všetkých ľudí pred známymi zdravotnými rizikami vyplývajúcimi zo znečistenia ovzdušia si bude vyžadovať aj určité dodatočné úsilie zo strany mnohých zariadení, ktoré ešte majú potenciál na zlepšenie.

Tuhý odpad

Mnohé spoločnosti sa rozhodli zaviesť integrované plány odpadového hospodárstva, ktorých cieľom je minimalizácia množstva odpadu ukladaného na skládky a priamo zvýšiť podiel odpadu, ktorý sa opätovne využíva alebo recykluje (vrátane energetického zhodnocovania). Medzi ciele odpadového hospodárstva v sektore celulózy a papiera patrí použitie odpadu ako obnoviteľných palív, látok na zúrodňovanie pôdy alebo surovín pre iné priemyselné odvetvia alebo jeho premena na výrobky s pridanou hodnotou pre iných používateľov. Nové koncepcie v tomto sektore slúžia na čo najlepšie použitie a energetické využitie väčšiny odpadu vznikajúceho na mieste, možné je použitie popola na recykláciu, napr. v stavebných alebo cementárenských závodoch, alebo použitie popola na stabilizáciu pôdy. Všeobecným cieľom je minimalizácia množstva odpadu ukladaného na skládky. Cieľom uvedených riešení je dosiahnuť zníženie množstva odpadu, zhodnocovanie zdrojov a energetickú efektívnosť za prijateľnú cenu.

Zápach a hluk

Na miestnej úrovni sa očakáva, že obťažovanie zápachom a hlukom z papierní alebo celulózok bude aj v budúcnosti prioritou environmentálnych opatrení v tomto sektore.

Doprava

Doprava je pre európsky priemysel kľúčovou otázkou, najmä vzhľadom na úzko súvisiace otázky energie, zmeny klímy, využitie fosílnych palív, hluku a ďalších problémov súvisiacich s dopravou. Doprava je dôležitou časťou tohto odvetvia, pre ktorého suroviny sa zvyčajne nachádzajú v značnej vzdialenosti od koncových trhov.

Cestná doprava zostáva predovšetkým druhom dopravy pri distribúcii celulózy a papiera v Európe a vzhľadom na súčasný dopyt na trhu to tak bude pravdepodobne aj naďalej. Alternatívy, ako je železnica, sú často nedostatočné z hľadiska nákladov a služieb. Ak je to možné a uskutočniteľné, môže byť preprava nákladovo efektívnou a environmentálnou alternatívou. Spoločnosti často používajú siete založené na železničnej, cestnej a vodnej doprave. Možno je očakávať, že politiky na zmiernenie zmeny klímy prostredníctvom internalizácie externých nákladov a začlenenia dopravy do systému obchodovania s emisiami priamo zvýšia úsilie o náklady súvisiace s prepravou surovín a hotových výrobkov.

2. SPOLOČNÉ POSTUPY A TECHNIKY PRE CELÝ SEKTOR CELULÓZY A PAPIERA

Ako čítať túto kapitolu

Niektoré procesy a postupy v celulózo-papierenskom priemysle sú spoločné pre väčšinu závodov bez ohľadu na druh vyrábanej buničiny alebo papiera. Tieto sú opísané v tejto kapitole. Tieto procesy/prevádzky môžu zohrávať len podpornú úlohu pre hlavnú výrobu buničiny a papiera alebo môžu prispievať k vplyvu prevádzky papierne na životné prostredie a ovplyvňovať najlepšie dostupné techniky spojené s procesom, ktoré sú podrobnejšie opísané v kapitole 8. Krížové odkazy smerujú čitateľa k podrobnejším aspektom, ktoré sú opísané v oddieloch o jednotlivých procesoch.

Kapitola sa začína diskusiou o všeobecnej koncepcii prístupu k emisiám v integrovaných celulózkach a papierňach alebo vo viacproduktových fabrikách (pozri kap. 2.1).

Ďalej sú uvedené informácie a údaje o všeobecných postupoch používaných v tomto sektore (od kap. 2.2). Ide o horizontálne témy alebo činnosti, ktoré neuplatňujú jednu konkrétnu prevádzku v oblasti buničiny a papiera. Cieľom tejto kapitoly je sledovať toky hlavných surovín vstupujúcich do celulóžky alebo papierní, ktoré sa premieňajú na výrobky z celulózy a papiera (zdroje vlákien, chemické prísady, voda, energia), a opísať všeobecné techniky, ktoré možno zväžiť v kontexte integrovanej prevencie a zníženia znečistenia.

Kapitola o bežných procesoch a technikách je štruktúrovaná podobne ako ostatné kapitoly o procesoch (3 až 7) v tomto dokumente: začína opisom používaných techník a uvádza ich vplyv na životné prostredie (pozri kap. 2.2 až 2.8).

Úrovně spotreby a emisií sú tu uvedené len pre dva prípady: (a) úrovne spotreby energie v súvislosti s využívaním energie sú uvedené (kap. 2.5.2 a 2.5.4), ak sa to považuje za potrebné na pochopenie všeobecných aspektov; b) pre výrobu pary a energie v celulózkach a závodoch na výrobu papiera sa tu uvádza spotreba a úrovne emisií (kap. 2.6.2) a uplatňuje sa rovnaký prístup ako v prípade špecifických postupov v kapitolách 3 až 7.

Potom sú od kapitoly 2.9 opísané všeobecné procesy, ktoré sa zvažujú pri určení BAT. A takisto techniky z kapitoly 2, ktoré sa považujú za BAT pre toto odvetvie ako celok, sú zhrnuté v kap. 8.1 „Najlepšie dostupné techniky BAT“. Tieto najlepšie dostupné techniky sú vhodné na zníženie celkových emisií, a preto ovplyvnia environmentálne vplyvy celulóžok a papierní.

Na získanie úplného prehľadu o BAT pre konkrétne zariadenie by sa kapitola 2 mala čítať spolu s príslušnými kapitolami 3 až 7, ktoré sa vzťahujú na príslušné celulóžky a papierne.

2.1. Integrované alebo viacproduktové celulózky a papierne

V tejto kapitole o integrovaných celulózkach a viacproduktových celulózkach sa vysvetľujú osobitné vlastnosti, ktoré treba zohľadniť pri integrovanej výrobe celulózy a papiera, a čitateľovi tohto dokumentu sa odporúča, ako postupovať pri odhade emisií z integrovanej celulózky, ktorá vyrába rôzne druhy buničiny a papiera na tej istej lokalite.

Pre rôzne oblasti výroby buničiny a papiera sa v kap. 8 opisujú BAT súvisiace s výrobkom a procesom. BAT-AEL pre chemické rozvlákňovanie a tiež pre výrobu papiera sú opísané v kap. 8 pre neintegrované prevádzky. V praxi však veľmi často existujú integrované a dokonca viacproduktové prevádzky. V takýchto prípadoch je možné zvoliť vhodný prístup k odhadu emisií, ktorý zahŕňa kombináciu príspevkov z jednotlivých príslušných procesov (rozvlákňovanie a výroba papiera). Takýto prístup, ktorý navrhuje zmiešaný výpočet pre vypúšťanie odpadových vôd, je uvedený v kap. 2.1.2. Tento prístup si vyžaduje vymedzenie podmienok pre neintegrované, integrované a viacproduktové prevádzky.

2.1.1. Vymedzenie neintegrovaných, integrovaných a viacproduktových závodov

Neintegrované závody

Neintegrovaný závod znamená buď:

- celulózku, ktorá sa zaoberá výrobou trhovej buničiny a nemá prevádzku papierenských strojov. Trhová buničina je buničina vyrábaná a zvyčajne sušená v jednom závode a určená na predaj výrobcom papiera v iných závodoch alebo
- papierenň, ktorá sa zaoberá úpravou buničiny vyrobenej inde a zabezpečuje výrobu papiera.

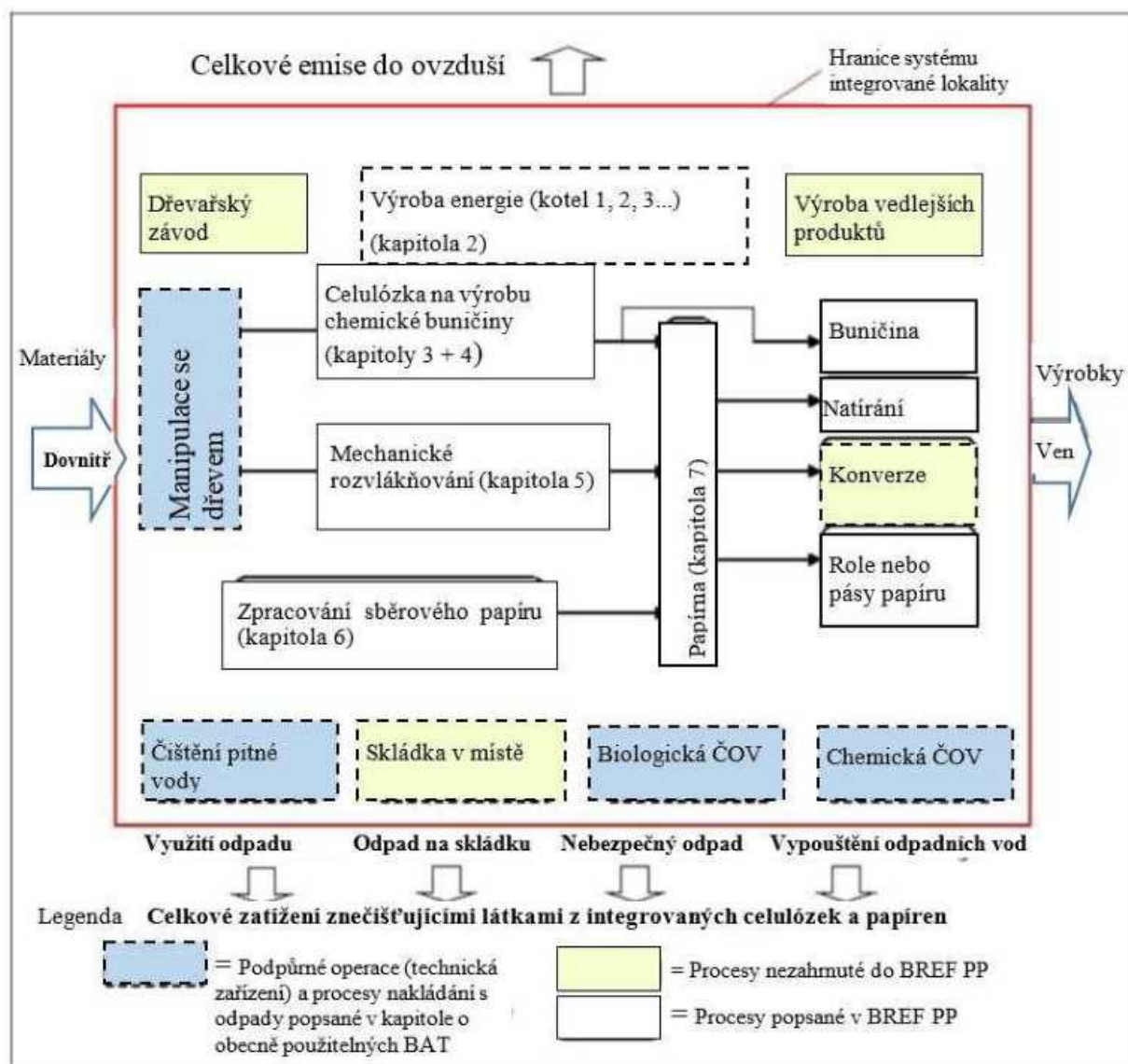
Integrované závody

Integrovaná výroba znamená, že buničina a papier sa vyrábajú v tom istom závode. Pred výrobou papiera sa buničina nesuší. Integrované prevádzky však môžu použiť aj sušenú buničinu získanú inde. Stupeň integrácie sa môže líšiť od bežného integrovaného závodu na výrobu celulózy a papiera až po viacproduktové integrované závody. Existujú najmä tieto druhy integrovaných zariadení:

- chemické celulózky (na výrobu sulfátovej alebo sulfitovej buničiny) s výrobou papiera;
- mechanické rozvlákňovanie s výrobou papiera;
- prevádzky na úpravu zberového papiera a výrobu papiera;
- kombinácia mechanického rozvlákňovania a úpravy zberového papiera spolu s výrobou papiera;
- iné techniky, napr. chemická buničina a zberový papier sa používajú na rovnakom mieste na výrobu jedného výrobku. V niektorých závodoch je možné okrem toho vyrábať aj určité množstvo mechanickej buničiny;
- viacproduktové prevádzky.

Viacproduktové prevádzky

Pod pojmom „viacproduktový závod“ sa rozumie výrobný závod, v ktorom sa vyrába široká škála výrobkov na báze dreva (rezivo, chemická buničina, mechanická buničina alebo buničina z úpravy zberového papiera, rôzne druhy papiera a lepenky a vedľajšie produkty z dreva). Schéma takéhoto viacproduktového závodu a predovšetkým hlavných procesov a možností kombinácií je uvedená na obrázku 2.1. Na tomto obrázku je tiež znázornené, kde sú procesy v tomto dokumente opísané.



Obrázok 2.1: Prehľad rôznych procesov vo viacproduktovom závode a miest, ktoré sú opísané v tomto dokumente

Viacproduktové celulózky slúžia na prevádzku rôznych liniek na rozvlákňovanie a slúžia na výrobu druhov papiera z kombinácie rôznych techník. Existujú viacproduktové prevádzky s výrobou papiera a bez nej. Závod vyrábajúci napr. sulfátovú buničinu a CTMP, ale nie papier, je takisto viacproduktový závod, ale nie integrovaný závod.

V prípade komplexných integrovaných celulózek a papierní, ako je väčšina viacproduktových závodov, existujú zásadné rozdiely medzi tvorbou emisií do ovzdušia z bodových zdrojov a vypúšťaním odpadových vôd.

Plynné emisie z bodových zdrojov sú emisie vypúšťané z vybraných procesov priamo do ovzdušia (po prechode cez zariadenie na čistenie vzduchu, ak je k dispozícii) a je možné ich priradiť ku konkrétnemu zdroju emisií. Nebodové zdroje, ako sú silné a slabé plyny zo celulózek, sa zbierajú z rôznych miest v závode a zvyčajne sa spaľujú, čím sa menia na bodový zdroj. Okrem toho sa nahromadené zápachajúce plyny uvoľňujú ako rozptýlené emisie.

Odpadové vody z rôznych integrovaných výrobných procesov sa zvyčajne zmiešavajú a čistia spolu v biologickej čistiarni odpadových vôd. Vo veľkých integrovaných zariadeniach, ktoré využívajú rôzne výrobné linky/stroje, je kolísanie emisií zariadenia v čase menšie ako v menších zariadeniach a možno dosiahnuť plynulejšiu prevádzku biologickej čistiarne odpadových vôd (kolísanie emisií v priebehu

rôznych období je opísané v kap. 10.2.1). Zvyčajne sa meria len na výstupe. Za čistiarnou nie je možné rozlíšiť prietoky vypúšťané z jednotlivých procesov do životného prostredia.

V prípadoch niektorých integrovaných zariadení je možné zohľadniť ďalšie zaťaženie znečisťujúcimi látkami, ktoré však nemajú ďalší rozsiahly vplyv: (i) v niektorých závodoch sa prevádzkujú zariadenia na výrobu vyzrážaného uhličitanu vápenatého (PCC), ktoré vyrábajú vyzrážaný uhličitan vápenatý používaný pri výrobe haseného vápna a papiera/lepenky s obsahom oxidu uhličitého. Odpadová voda obsahujúca tuhé látky zo zariadenia PCC sa vypúšťa do vodovodného systému integrovaného zariadenia, čo vedie k zvýšeniu počiatočných emisií NL privádzaných do čistiarne odpadových vôd; (ii) výluh a kondenzačná voda zo sušenia dreva na pilách sa môžu vypúšťať do integrovanej čistiarne odpadových vôd. Zaťaženie týchto vôd kyslíkom a živinami je však menšie; (iii) konverzia vedľajších produktov z výroby sulfátovej buničiny, napríklad ďalšia úprava terpentínu a talového oleja v konverzných závodoch nachádzajúcich sa v rámci integrovanej lokality. Odpadové vody z uvedených spoločností, často so zahraničným vlastníkom (napr. Arizona Chemicals Oy pre závod Stora Enso Oulu, Forchem Oy pre závod UPM/Botnia Rauma), sa vypúšťajú do integrovaných čistiarn odpadových vôd.

Množstvo emisií do ovzdušia a odpadu je možné rozdeliť podľa zdrojov znečisťujúcich látok. Emisie z pomocných kotlov, regeneračných kotlov alebo pecí na pálenie vápna je možné priradiť k príslušnej technickej jednotke. Vo viacproduktových zariadeniach je však možné, aby do regeneračného kotla bolo privádzané palivo z rôznych procesov, ako je sulfátový proces, linka na výrobu vlákien NSSC alebo iné procesy. To sa uplatňuje aj pre zložky odpadu súvisiace s jednotlivými procesmi. BAT-5 pre jednotlivé technické jednotky/postupy sú uvedené v kapitole 8 tohto dokumentu.

2.1.2. Navrhovaný prístup k odhadu emisií pre integrované chemické celulózky alebo viacproduktové prevádzky

Ako bolo uvedené vyššie, v integrovaných alebo viacproduktových závodoch sa odpadové vody z rôznych výrobných úsekov čistia spoločne. V dôsledku toho je ťažké odhadnúť emisie pre integrované alebo viacproduktové čistiarne odpadových vôd.

Technické opisy základných výrobných operácií v integrovaných alebo viacproduktových závodoch je možné nájsť v zodpovedajúcich oddieloch tohto dokumentu, napr. podporné operácie (zariadenia), procesy a techniky spoločné pre všetky závody v kap. 2, chemické rozvlákňovanie v kap. 3 a 4, rôzne druhy mechanického rozvlákňovania v kap. 5, úprava odpadového papiera v kap. 6 a výroba papiera v kap. 7.

V prípade integrovaných zariadení s mechanickým rozvlákňovaním a úpravou zberného papiera nemusí byť oddelenie potrebné, pretože mechanické rozvlákňovanie a úprava zberového papiera sa takmer výlučne prevádzkujú integrovaným spôsobom.

Z praktických dôvodov zahŕňa opis procesov, techník, BAT a BAT-AEL v prípade týchto dvoch druhov rozvlákňovania (mechanické rozvlákňovanie a úprava zberového papiera) mechanické rozvlákňovanie/úpravu zberového papiera aj výrobu papiera (podrobný opis procesov a techník výroby papiera je uvedený v kap. 7). Ak však závod vyrába komerčné mechanické vlákno alebo komerčnú odfarbenú buničinu (DIP), uplatňujú sa naň rovnaké úrovne emisií súvisiace s využitím BAT ako pri integrovanej prevádzke. Je to preto, že znečistenie vznikajúce v priebehu výroby papiera, prípadne v priebehu sušenia buničiny, sa výrazne nelíši.

Pre parametre, ako je spotreba pitnej vody, prietok odpadovej vody, špecifické emisné zaťaženie (napr. kg CHSK/ADt), celková spotreba tepla a elektrickej energie v procese, celková spotreba tepla a elektrickej energie v procese, hodnoty špecifických emisií/spotreby pre integrované chemické celulózky alebo viacproduktové závody je možné vypočítať pomocou priamo uvedenej metódy pre špecifické vypúšťanie odpadových vôd. Neuplatňuje sa to pre konvenčné integrované celulózky a papierne na báze RCF a mechanické celulózky a papierne, ktoré nie sú viacproduktové.

Na výpočet emisného zaťaženia integrovaného zariadenia s viacerými výrobkami sa použije rovnica 1 v kap. 2.1.3. Ak však integrovaný závod s viacerými výrobkami prevádzkuje procesy, ktoré nie sú zahrnuté v tomto dokumente (napr. pily, pozri obrázok 2.1), ale ktoré ovplyvňujú celkové emisné zaťaženie (napr. zaťaženie odpadovými vodami z pily, konverzia vedľajších produktov, výroba PCC), tieto emisie sa musia zohľadniť pri odhade emisií pre celý závod.

Odhad možno overiť nepretržitými alebo pravidelnými (jednorazovými) meraniami emisií do ovzdušia a vody, vážením jednotlivých zložiek odpadu a v prípade spotreby zdrojov a energie priamymi údajmi o výrobe v závode.

2.1.3. Navrhovaná metóda posudzovania emisií pre konkrétne vypúšťanie odpadových vôd

Ako už bolo uvedené, odpadové vody z integrovaných výrobných procesov sú zvyčajne zmiešané a údaje o emisiách po čistení sa zvyčajne merajú len v jednom bode na odtoku. Ak chceme zohľadniť individuálny príspevok rozvlákňovania a výroby papiera/lepenky k nameranému celkovému znečisteniu, navrhujeme zjednodušenie, ktoré poskytuje dostatočne presné výsledky. Navrhovaná metóda odhadu je založená na princípe aditívnych podielov priameho vypúšťania z jednotlivých sektorov/prevádzok integrovanej celulózky a papierne. Táto metóda odhadu sa neuplatňuje na spoločné celulózky na báze RCF a mechanické celulózky a papierne (t. j. tie, ktoré nie sú viacproduktovými celulózkami). Dôvodom je, že neboli poskytnuté žiadne údaje o týchto závodoch na výrobu buničiny (DIP, komerčná mechanická buničina) a že v Európe je v prevádzke len niekoľko závodov tohto typu. Ich zaťaženie znečistením je možné priblížiť použitím spotreby a emisií na tonu výrobku vyrobeného v integrovaných závodoch.

Zaťaženie konkrétnou znečisťujúcou látkou (znečisťujúca látka P, napr. chemická spotreba kyslíka) z integrovanej chemickej celulózky alebo viacproduktového závodu je možné vypočítať pomocou rovnice 1:

$$\text{Rovnica 1: } \text{Load}_P = \text{LOAD}_{P_1} \times \text{PROD}_1 + \text{LOAD}_{P_2} \times \text{PROD}_2 + \text{LOAD}_{P_n} \times \text{PROD}_n$$

kde

Load_P:	Celkové emisné zaťaženie znečisťujúcou látkou P (napr. chemická spotreba kyslíka) z integrovanej chemickej celulózky alebo závodu na výrobu viacerých produktov. Toto zaťaženie by sa malo vyjadriť za rovnaké referenčné obdobie ako zodpovedajúca čistá výroba (PROD). Jednotkou je kg znečisťujúcej látky/deň pre priemerné denné hodnoty alebo kg znečisťujúcej látky pre ročné priemery.
LOAD_{P(1,... n)}:	Hodnoty emisií znečisťujúcich látok (P) pre rôzne druhy výroby celulózy a papiera.
PROD_(1,... n):	Zodpovedajúca čistá výroba (napr. ADt/deň alebo ADt/rok) každého druhu buničiny alebo papiera vyrábaného v integrovanom závode, určená pre rovnaké referenčné obdobie ako zaťaženie.

Výsledkom rovnice 1 pre integrovanú chemickú celulózku a papiereň alebo viacproduktový závod je celkové emisné zaťaženie (napr. kg CHSK/deň) látok P (napr. CHSK) za zvolené obdobie (deň, mesiac alebo rok).

Pri použití rovnice 1 na posúdenie celkového zaťaženia integrovaného zariadenia treba mať na pamäti, že tieto vypočítané hodnoty nezohľadňujú všetky charakteristiky integrovaných procesov, a preto sú len orientačné. V integrovaných závodoch by sa toto hodnotenie malo vykonávať podľa procesov (rozvlákňovanie, výroba papiera atď.) opísaných v tomto dokumente.

Rovnaké odhady možno vykonať pre zodpovedajúce prietoky (m³/ADt) predovšetkým hlavných príslušných výrobných procesov s cieľom určiť celkový súvisiaci prietok (napr. m³/deň) z integrovaného alebo viacproduktového závodu (podľa rovnice 2):

Rovnica 2: $\Sigma flow = (flow1 \times PROD_1 + flow2 \times PROD_2 + flown \times PROD_n)$

Skratky použité v rovnici 2 majú podobný význam ako skratky pre zaťaženie v rovnici 1, ale zaťaženie je nahradené prietokom. V rôznych prípadoch je možné zväžiť ďalšie dodatočné zdroje emisií a opatrenia na prevenciu a zníženie emisií.

Všetky spoľahlivé metódy odhadu by mali zohľadňovať vlastnosti rôznych prúdov odpadových vôd, ich biologickú rozložiteľnosť, typ a účinnosť metódy znižovania v čistiarni odpadových vôd a údaje o výrobe. V mnohých prípadoch však samotný proces čistenia určuje konečné emisie viac ako vlastnosti prichádzajúcej odpadovej vody, čím sa znižuje význam odhadovaného rozdelenia emisného zaťaženia. Pridelovanie sa tak môže zjednodušiť využitím transparentných predpokladov alebo posúdením účinnosti znižovania znečistenia priamo u daného systému čistenia odpadových vôd.

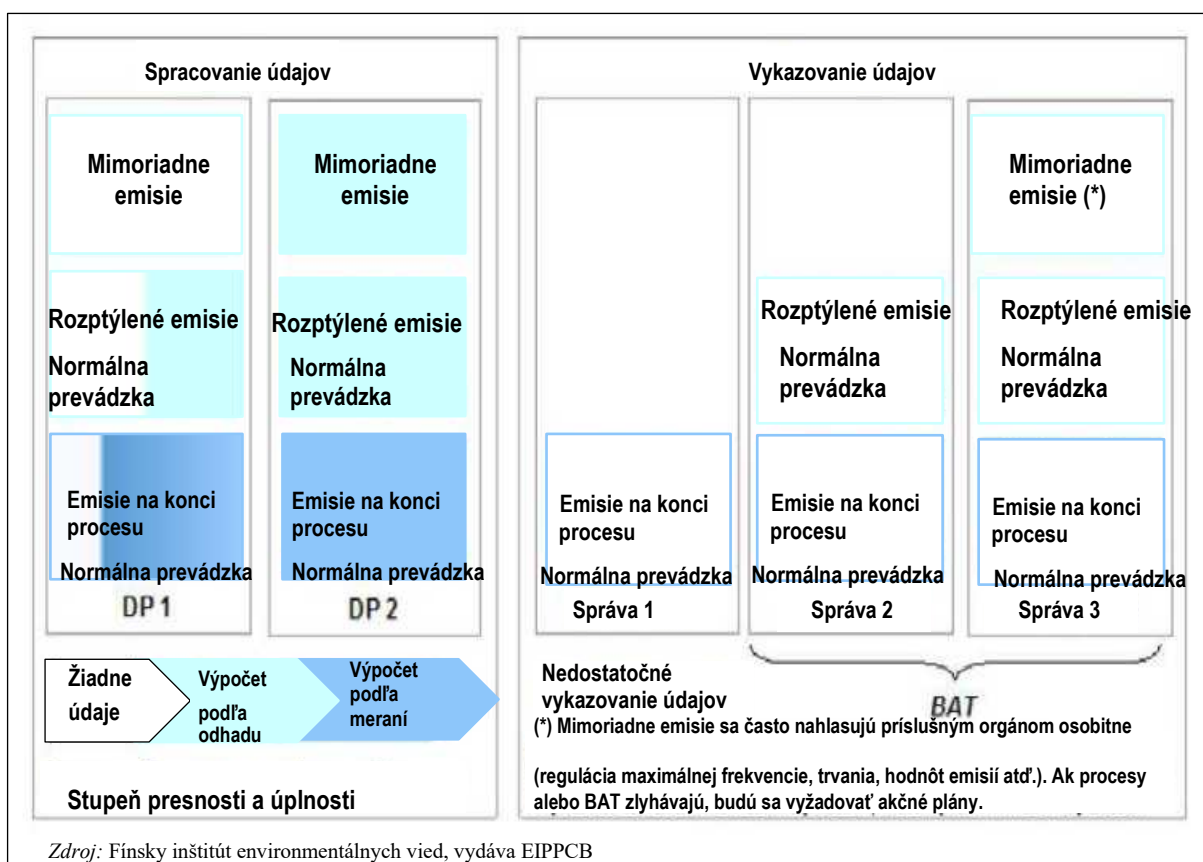
Niektoré integrované prevádzky si vytvorili vlastné individuálne metódy odhadu na rozdelenie zaťaženia znečisťujúcimi látkami. Tieto metódy sú založené buď na určitých predbežných predpokladoch a pravidlách, alebo na laboratórnych či pilotných testoch rôznych zložiek odpadových vôd, ako aj na dlhodobých skúsenostiach s prevádzkou čistiarne odpadových vôd. V druhom prípade sú zvyčajne k dispozícii výsledky testov biologickej odbúrateľnosti zložiek odpadovej vody, obsahu a dostupnosti živín pre biomasu a celkovej hodnoty zníženia obsahu živín v čistiarni. Na základe týchto informácií a údajov o objemoch výroby a o prietoku a vlastnostiach vstupujúcich zložiek odpadových vôd môžu prevádzky posúdiť podiel rôznych výrobných procesov integrovaného zariadenia na celkovej hodnote emisií meranej v mieste vypúšťania.

Ďalšie podrobnosti k tejto téme nájdete v prílohe I (pozri kap. 10.1), v ktorej sú opísané dva príklady skutočných viacproduktových zariadení a spôsob, akým možno v praxi odhadnúť emisie pre konkrétny druh vypúšťania odpadových vôd.

2.2. Merania (monitorovanie)

2.2.1. Všeobecné aspekty merania (monitorovania) emisií v celulózkach a papierňach

Spôsob merania emisií výrazne ovplyvňuje porovnateľnosť výsledných údajov o emisiách, ktoré sa okrem iného používajú na určenie BAT. Čitateľ by mal mať na pamäti, že sa používajú rôzne referenčné obdobia (denné, mesačné, ročné priemery) v závislosti od účelu merania a vykazovania (napr. kontrola súladu alebo vykazovanie vplyvu činností organizácie na životné prostredie), pozri kap. 2.2.1.3. Na obrázku 2.2 sú schematicky znázornené rôzne formy tvorby údajov vrátane príslušných typov emisií, ktoré je potrebné zohľadniť v priebehu tvorby údajov a podávania správ o emisiách z celulózok a papierní. Na obrázku je znázornený aj stupeň presnosti a úplnosti rôznych metód určenia emisií: priamo merané emisie a hodnoty vypočítané z priamej metódy merania sú zvyčajne presné a úplné.



Obrázok 2.2: Rôzne formy úpravy a nahlasovania údajov o emisiách z celulózok a papierní

Na porovnanie celkových emisií z celulózok a papierní je potrebné zahrnúť všetky relevantné zdroje emisií a prevádzkové podmienky, t. j. štandardné, rozptýlené a fugitívne emisie za „normálnych prevádzkových podmienok“ a „iných ako normálnych podmienok“ (zahŕňa predvídateľné a nepredvídateľné prevádzkové podmienky). Mimoriadne emisie počas predvídateľných podmienok vznikajú napríklad počas bežného spúšťania a odstavovania, počas údržby alebo z dôvodu bežných výkyvov vstupných alebo procesných podmienok. Medzi nepredvídateľné podmienky patria napríklad neočakávané zmeny vstupných alebo procesných podmienok alebo zlyhanie procesu, BAT, merania (monitorovania) alebo ľudská chyba.

Podrobnejší opis týchto pojmov je uvedený v referenčnom dokumente o všeobecných zásadách monitorovania [269, KOM 2003].

2.2.1.1 Zahrnuté zdroje emisií

Emisie do vody

Celulózký a papierne majú zvyčajne len jedno miesto priameho vypúšťania (pozri kap. 2.2.2.1.1). Odpadové vody vypúšťané z celulózk a papierní sa zvyčajne zbierajú zo všetkých častí závodu, miešajú sa a vypúšťajú do vlastnej čistiare odpadových vôd. V málo prípadoch sa zachytená odpadová voda vypúšťa do kanalizácie. Emisie môžu slúžiť na zber chladiacej vody (ak sa opätovne použije ako procesná voda) a často sa berie do úvahy len odpadová voda z procesu. Rozptýlené emisie do vody nie sú významné, pokiaľ sú zavedené systémy zberu a kanalizačné systémy sú pravidelne podrobené kontrole a udržiavané.

Emisie do ovzdušia

Pri emisiách do ovzdušia je potrebné zohľadniť niekoľko zdrojov rektifikovaných emisií (najmä pri spaľovacích procesoch). Hlavné druhy zariadení v celulózkach a závodoch na výrobu papiera, ktoré emitujú látky znečisťujúce ovzdušie, sú uvedené v kap. 2.6.1 a sú priamo opísané v kap. 2.2.2.2.1, kap. 2.2.2.2.2 a podrobnejšie v príslušných častiach kapitol 3 až 7 (kapitoly súvisiace s procesmi), ktoré sa zaoberajú emisiami do ovzdušia. Difúzne emisie sú tiež dôležité pre mnohé procesy a je potrebné ich zohľadniť. Difúzne emisie hrajú dôležitú úlohu najmä v prípadoch niektorých chemických celulózk (pozri kap. 2.2.2.2.6 a kap. 3.3.15). Zber, úprava a merania rozptýlených emisií zo sulfátových celulózk sú opísané v kap. 2.2.2.2.6 a kap. 3.3.15. Vo väčšine sulfátových celulózk sa takmer všetok mletý SO₂ a zápachajúce plyny zachytávajú a spaľujú alebo premývajú (pozri kap. 4.3.22). Pri nahlasovaní celkových emisií síry zo sulfátových celulózk by sa vo všetkých prípadoch, keď sa slabo koncentrované plyny (takmer) úplne nezachytávajú a nečistia, mali pravidelne samostatne merať, vyhodnocovať a nahlasovať zápachajúce plyny z veľkého počtu bodových zdrojov. Neprijemný zápach je prvým indikátorom rozptýlených emisií z procesov.

2.2.1.2 Zahrnuté prevádzkové podmienky

Emisie do vody

Bežné prevádzkové podmienky zahŕňajú všetky činnosti, ktoré sa pravidelne vyskytujú počas bežnej výroby a ktoré môžu mať vplyv na spotrebu vody a hodnoty vypúšťania, napríklad údržba alebo bežné výkyvy vstupných alebo procesných podmienok:

- i. V prípade chemických celulózk medzi bežné prevádzkové podmienky patrí únik z celulózky alebo regeneračnej linky, zmena výrobnnej kapacity, zmena drevnej suroviny, zmena kvality výrobku, ako je napríklad svetlosť (ISO %), pravidelná údržba a čistenie. Informácie o integrovaných celulózkach a závodoch na výrobu papiera - pozri tiež bod iv. (papierne).
- ii. V prípade mechanických celulózk zahŕňajú bežné prevádzkové podmienky zmeny cieľov rafinácie a použitého množstva drevnej suroviny, zmeny kvality výrobku, ako je svetlosť (ISO %), pravidelnú údržbu a čistenie. Informácie o integrovaných celulózkach a závodoch na výrobu papiera - pozri tiež bod iv. (papierne).
- iii. V prípade zariadení na báze RCF zahŕňajú bežné prevádzkové podmienky zmenu kvality použitého zberového papiera. Informácie o výrobe papiera - pozri tiež bod iv. (papierne).
- iv. V prípade papierní medzi bežné prevádzkové podmienky patrí zmena druhu a kvality papiera, prerušenie výroby papiera, zastavenie a spustenie papierenského stroja alebo iných častí procesov z dôvodu prerušenia výroby papiera, pravidelná údržba a čistenie zariadení, nádrží, potrubí, komôr a podláh.

V prípade emisií do vody sú rozdiely medzi „bežnými prevádzkovými podmienkami“ a „mimoriadnymi prevádzkovými podmienkami“ vo všeobecnosti menej významné v dôsledku efektov riedenia a vyrovnávania v dôsledku veľkých objemov vody, ktoré sa zhromažďujú a miešajú v kanalizácii na mieste, vyrovnávacích nádrží pred biologickým stupňom a v niektorých prípadoch použitím havarijných nádrží (výluh) a objemu a času zdržania v samotnej čistiarni. Hodnoty emisií určené v povolení sa zvyčajne vzťahujú na všetky druhy prevádzkových podmienok.

Mimoriadne prevádzkové podmienky, ak sa vyskytnú, sú zvyčajne definované v povolení alebo oznámené príslušným orgánom (počet udalostí, časový interval, počas ktorého došlo k mimoriadnym emisiám, príčina, namerané hodnoty emisií a plánované alebo prijaté opatrenia na obnovenie predchádzajúceho stavu). Takéto výnimočné prevádzkové podmienky môžu zahŕňať napríklad testovanie nových chemikálií, iných nových materiálov alebo technologických zariadení, ktoré môžu mať vplyv na účinnosť čistenia odpadových vôd.

Emisie do ovzdušia

Bežné prevádzkové podmienky zahŕňajú všetky činnosti, ktoré sa vyskytujú v pravidelných intervaloch alebo nepravidelne počas bežných výrobných dní (napr. prestávky na papier) a zahŕňajú najmä procesy, ktoré sú častými súčasťami bežnej údržby. Obsahujú aj typické výkyvy emisií v dôsledku zmien vstupných alebo procesných podmienok.

Medzi bežné prevádzkové podmienky, ktoré často ovplyvňujú emisie do ovzdušia, patria:

- zmena podmienok zaťaženia kotlov;
- bežné výkyvy vstupných alebo procesných podmienok;
- zmena druhu alebo kvality výrobku;
- pretrhnutie papiera alebo iné prerušenia v iných častiach procesu;
- pravidelná údržba a čistenie v pravidelných intervaloch (pravidelné čistenie filtrov, práčok alebo iných častí zariadenia na znižovanie emisií alebo meracích systémov);
- monitorovanie zariadení a „externé“ merania.

Pre časové obdobia spustenia alebo vypnutia systému možno určiť osobitné opatrenia. Takéto situácie, ktoré sú zvyčajne definované v povolení, zahŕňajú konkrétne postupy v priebehu ktorých:

- sa zariadenie na úpravu odpadových plynov musí z bezpečnostných dôvodov vypnúť (riziko deflagrácie, znečistenia alebo korózie);
- zariadenie na čistenie odpadových plynov nie je plne účinné z dôvodu nedostatočného prietoku odpadových plynov alebo
- zber a úprava odpadových plynov nie sú vôbec alebo v dostatočnej miere možné, pretože nádoby sa v danej chvíli plnia alebo vyprázdňujú.

V prípade regeneračných kotlov sulfitových celulózok, pokiaľ ide o SO_2 , vo väčšine zariadení je potrebné rozlišovať medzi dvoma rôznymi prevádzkovými podmienkami: obdobiami „normálnej prevádzky“ a obdobiami „kyslej prevádzky“ (preplachovanie a čistenie inkrustácií v premývacích skruberoch). Týka sa prevádzkového režimu, pri ktorom sa práčky preventívne čistia od usadenín síranu horečnatého (MgSO_3). Priebeh prácich cyklov práčky spôsobuje zvýšenie emisií, pretože jedna z práčok alebo posledná práčka nie je v prevádzke a musia ju kompenzovať ostatné práčky.

2.2.1.3. Spracovanie údajov

Údaje o priemerných ročných emisiách by mali zahŕňať všetky emisie zo všetkých prevádzkových zdrojov a za všetkých podmienok vrátane emisií v procese a rozptýlených emisií počas bežnej prevádzky, ako aj mimoriadnych prevádzkových emisií, ak sa vyskytnú. Údaje sú zvyčajne založené na priamych meraniach (napr. nepretržité a pravidelne sa opakujúce merania) alebo nepriamych meraniach (napr. výpočty, hmotnostné bilancie a emisné faktory). Ročné zaťaženie by malo pokrývať takmer 100 % celkovej prevádzkovej doby v prípade vody (potrebné je poznamenať: frekvencia analýz). V prípade emisií do ovzdušia je 100 % celkového prevádzkového času pokrytých len vtedy, ak sa na konkrétne výpočty používajú systémy alebo nástroje kontinuálneho merania a ak sa zbierajú alebo zohľadňujú všetky rozptýlené emisie (pozri pravý stĺpec na obrázku 2.2).

Reprezentatívne údaje o priemerných denných emisiách odrážajú to, čo sa zvyčajne dosahuje za dlhšie a trvalé časové obdobie. Všetky emisie, ktoré sú merané, či už nepretržite, diskontinuálne alebo ako jednorazové vzorky, sa zaznamenávajú a vykazujú.

Na účely nahlasovania reprezentatívnych dosiahnutých emisií alebo BAT-AEL za krátke referenčné obdobia, ako sú napríklad priemerné denné emisie, je často potrebné posúdenie súboru údajov, aby sa umožnilo odstránenie zavádzajúcich a nereprezentatívnych údajov. V mnohých prípadoch má zmysel nezaujímať sa o neobvyklé extrémne maximálne hodnoty. Ak by sa do vykazovania reprezentatívnych dosiahnutých priemerov denných emisií alebo BAT-AEL zahrnuli všetky maximálne hodnoty, v niektorých prípadoch by to mohlo viesť k veľmi veľkým, zavádzajúcim emisným rozsahom, ktoré by nereprezentovali skutočný vplyv činností zariadenia na životné prostredie, pretože by sa nadhodnotili neobvykle nízke alebo vysoké hodnoty emisií (pretože sa vyskytujú len v krátkom priebehu času). Preto sa na účely vykazovania reprezentatívnych priemerných denných hodnôt môžu vynechať určité výnimočné prevádzkové podmienky a neobvyklé maximálne hodnoty z veľmi obmedzeného počtu prevádzkových dní. Na individuálne posúdenie reprezentatívnosti týchto údajov možno použiť rôzne metódy, napr. štatistické postupy (95. percentil) alebo analýzy príčin neobvyklých maximálnych emisií.

Ďalšie informácie o zmenách emisií v priebehu rôznych referenčných období a o vzťahoch medzi rôznymi použitými referenčnými obdobiami (denné, mesačné a ročné priemery) nájdete v prílohe II, kap. 10.2.

2.2.1.4 Prezentácia údajov o emisiách

Emisie do vody merané ako hodnoty koncentrácie by sa mali vždy doplniť zodpovedajúcim prietokom odpadových vôd meraným v rovnakom časovom intervale ako odber vzoriek. Úroveň koncentrácie bez znalosti zodpovedajúceho prietoku má malý význam. Súčasné odčítanie hodnôt prietoku a úrovne koncentrácie umožňuje výpočet zaťaženia znečisťujúcimi látkami pri vypúšťaní do prijímajúcich vôd (alebo kanalizácie). Zaťaženie možno vyjadriť v kg znečisťujúcej látky na deň (alebo mesiac, alebo rok) alebo ako špecifické emisné zaťaženie na výrobok (kg znečisťujúcej látky na tonu výrobku).

Pri výpočte emisného zaťaženia pre emisie do ovzdušia by sa mali vykonať a uviesť súčasné merania úrovne, zodpovedajúceho priemerného objemového toku (t. j. za rovnakých štandardných podmienok a obsahu kyslíka) a prevádzkového času, aby sa odvodilo porovnateľné emisné zaťaženie. Použitím uvedených emisných záťaží sa určia špecifické emisné faktory, napríklad kg NO_xADt.

2.2.2. Spracovanie údajov o emisiách v celulózkach a papierňach

2.2.2.1 Kontrola (monitorovanie) vypúšťaných odpadových vôd

Kontrola vypúšťania odpadových vôd zahŕňa odber reprezentatívnych vzoriek odpadových vôd, analýzy, interpretáciu a podávanie správ. Vo všetkých členských štátoch existujú štandardizované postupy a metódy odberu vzoriek a analýzy odpadových vôd na stanovenie príslušných parametrov. Tieto procesy by mali využívať príslušné medzinárodné normy (napr. Európsky výbor pre normalizáciu (CEN), ISO) alebo vnútroštátne normy, ktoré zabezpečujú zabezpečenie údajov rovnocennej vedeckej kvality.

Analýzy by mali vykonávať akreditované laboratóriá (ISO 17025). Techniky používané pri kontrole (Monitorovaní) sú všeobecne opísané v referenčnom dokumente o všeobecných zásadách Monitorovania [269, COM 2003]. Preto sú priamo opísané len tie aspekty, ktoré sa konkrétne vzťahujú na celulózky a papierne.

Pri meraniach v rámci kontroly súladu sa musia vždy používať štandardné postupy a metódy na určenie hlavných emisných parametrov. Je možné použiť aj rýchle testovacie metódy. Výsledky zrýchlených testov by sa mali pravidelne (napríklad mesačne) porovnávať s normami EN alebo (ak normy EN nie sú k dispozícii) s inými normami, ktoré zabezpečujú údaje rovnocennej vedeckej kvality. Tieto zrýchlené testy sa často používajú aj na iné interné merania alebo analýzy určitých prietokov a úrovní v rámci interného monitorovania (pozri nasledujúcu kapitolu).

2.2.2.1.1 Miesta odberov vzoriek

Odbor vzoriek v mieste priameho vypúšťania (pre parametre určené v povolení)

Zvyčajne sa uvádzané údaje neuplatňujú na miesto, kde sa odpadová voda vypúšťa do prijímajúcich vôd, t. j. po externom čistení. Vo väčšine prípadov je to miesto, kde odpadová voda opúšťa čistiareň odpadových vôd a spája sa buď s prijímajúcimi vodami (vypúšťanie), alebo s odpadovými vodami z iných zdrojov (nepriame vypúšťanie do kanalizácie). Väčšina celulózok a papierní vypúšťa odpadové vody priamo do recipientu a zabezpečuje rýchle premiešanie odpadových vôd s recipientom, v niektorých prípadoch pomocou špeciálnych disperzných zariadení.

Odbor vzoriek ako súčasť programu interných meraní

Okrem toho mnohé závody odoberajú vzorky z mnohých ďalších miest v rámci závodu a v čistiarni odpadových vôd ako jedna z častí interného riadenia kvality alebo vlastného programu merania. Tieto komplexnejšie programy merania slúžia na to, aby výrobné procesy a súvisiace čistiace zariadenia fungovali na projektovanú kapacitu a dosahovali cieľovú výkonnosť. Okrem toho je možné predísť možným poruchám čistiare odpadových vôd a každej jej technickej jednotky alebo ich včas odhaliť. Ak sa vyskytne porucha, analýzou interných údajov z meraní možno rýchlo vyhodnotiť poruchu, aby sa mohli prijať nápravné opatrenia. Použitie druhu interného merania umožňuje efektívne riadenie správneho fungovania čistiare odpadových vôd. Na tento účel mnohé zariadenia odoberajú ďalšie vzorky z prítokov a odtokov z všetkých častí čistiacieho systému na stanovenie kľúčových parametrov procesu.

2.2.2.1.2 Metódy odberu vzoriek a obdobia a frekvencie analýz

Vzorky sa zvyčajne odoberajú prietokovo proporcionálnym spôsobom použitím nepretržitých autosamplerov. V niektorých prípadoch (dimenzovaná stabilita prietoku) sa používa aj časovo proporcionálne vzorkovanie. Zdá sa, že medzi krajinami a závodmi existujú rozdiely, pokiaľ ide o úplné a presné nepretržité merania rôznych parametrov: používajú sa rôzne obdobia odberu vzoriek, frekvencia analýzy daného parametra sa líši a v niekoľkých prípadoch sa používajú rôzne metódy analýzy (napr. $N_{celk.}$).

Odbor vzoriek na analýzu môže prebiehať v rámci rôznych období odberu vzoriek:

- Jednotlivá alebo náhodná vzorka, ktorá je vylúčená a nevzťahuje sa na žiadnu vzorku odobratú z prietoku odpadovej vody.
- Zmiešaná alebo zložená vzorka, ktorá sa vzťahuje na vzorku odobratú nepretržite počas danej doby alebo na vzorku pozostávajúcu z niekoľkých vzoriek odobratých buď nepretržite, alebo prerušovane počas danej doby a zmiešaných. Najbežnejším obdobím odberu vzoriek v tomto sektore je 24 hodín (24-hodinová zmiešaná vzorka). Vo väčšine prípadov sa používajú vzorky založené na nepretržitom prietoku.
- Niektoré krajiny používajú rôzne referenčné obdobia: (i) v Nemecku a Poľsku sa používajú aj kratšie obdobia (napr. dvojhodinové zložené vzorky); ii) v Taliansku sa úrovne koncentrácie určujú z náhodných alebo trojhodinových zložených vzoriek, pričom zaťaženie sa vypočítava z priemeru vzoriek, pri meraní úrovne koncentrácie; iii) vo Fínsku sa v niektorých prípadoch odoberajú a analyzujú týždenné alebo dokonca mesačné zložené vzorky.
- V Nemecku sa v prípadoch odoberá tzv. kvalifikovaná náhodná vzorka, ktorá sa vzťahuje na vzorku pozostávajúcu z najmenej piatich náhodných vzoriek odobratých v priebehu maximálne dvoch hodín v intervaloch nie kratších ako dve minúty a zmiešaných dohromady. Podobná vzorka sa odoberá aj v Poľsku (tri náhodné vzorky odobraté v priebehu maximálne dvoch hodín).

Zvyčajne sa 24-hodinové zmiešané vzorky odoberajú od pondelka do nedele. V niektorých výrobných závodoch vo Fínsku, Nórsku a Švédsku sa odoberajú 24-hodinové vzorky od pondelka do piatka a jedna 72-hodinová vzorka od piatka do pondelka. V druhom prípade sú priemerné denné hodnoty založené na priemernom víkendovom zaťažení a nameranom prietoku pre každý jednotlivý deň.

V tabuľke 2.1 sú uvedené príklady období odberu vzoriek pre príslušné parametre v odpadových vodách z celulózok a papierní.

Tabuľka 2.1: Príklady období odberu vzoriek pre príslušné znečisťujúce látky

Krajina	N _{celk.}	COD	BOD ₇ alebo BOD ₅	P _{celk.}	N _{celk.}	AOX	EDTA	Chlorečnany
AT (*)	24 h CS	24 h CS	24 h CS	24 h CS	24 h CS	24 h CS		
DE (**)	DCS	DCS	BOD ₅ DCS	DCS	DCS (1)	DCS	Rôzne prípady (2)	Nemerané
FI	DCS	DCS	BOD ₇ WCS alebo MCS (3) (4)	WCS alebo MCS (3) (4)	WCS alebo MCS (3) (4)	WCS alebo MCS (3) (4)	Nemerané	Nemerané
NIE	DCS	DCS	-	24 MS alebo MCS (5)	DCS alebo MCS (5)	DCS	Nemerané	Nemerané
SK	DCS, QS (6)	DCS, QS (6)	BOD ₅ , DCS, QS (6)	DCS, QS (6)	DCS, QS (6)	DCS	Nemerané	Nemerané
SE	DCS	DCS	Len vnútorná kontrola závodu	WCS	WCS	WCS	WCS	WCS v závodoch na báze ECF
UK	RS alebo DCS	RS alebo DCS	RS alebo DCS (7)	RS alebo DCS (7)	RS alebo DCS (7)	Nemerané		
IT (*)	RS, THCS	RS, THCS	RS, THCS	RS, THCS	RS, THCS	RS, THCS	Nemerané	
Ostatné krajiny	Nie sú k dispozícii dostatočne kvalifikované údaje							
Poznámka: RS = náhodná vzorka; THCS = trojhodinová zložená vzorka; DCS = denná (24-hodinová) zložená vzorka prietoku, 24 h CS = 24-hodinová zložená vzorka prietoku, WCS = týždenná (raz týždenne) zložená vzorka; MCS = mesačná (raz mesačne) zložená vzorka. Vzorky sa odoberajú nepretržite a proporcionálne podľa prietoku.								
Rakúsko								
(*) Počet meraní za rok pre interné meranie alebo kontrolu zhody určuje príslušný orgán. Vo veľkých závodoch je možné, aby interné merania niektorých parametrov vyskúšalo dokonca nepretržité meranie: kontrola podľa predpisov až 5-krát ročne.								
Nemecko								
(**) V prípade kontroly emisií povoliť orgánmi je obdobie odberu vzoriek pre príslušné znečisťujúce látky: Chemická spotreba kyslíka, BOD, P, N, AOX v dvojhodinovej zmiešanej vzorke z Nemecka alebo v kvalifikovanej náhodnej vzorke.								
(1) V niektorých prípadoch sa údaje uvádzajú ako N _{celk.} stanovujú ako anorganický dusík. V odpadových vodách z celulózok a papierní je podiel organicky viazaného dusíka zvyčajne vysoký a rozdiel medzi TN _b a N _{anorg.} je často významný.								
(2) EDTA alebo DTPA (s obsahom organického dusíka) sa používa samostatne len v prípadoch, keď je to potrebné.								
Fínsko								
(3) Vzorka vzhľadom na prietok sa umiestni do mrazničky použitím zbernej nádoby.								
(4) Niektoré prevádzky vykonávajú analýzy týchto parametrov aj na dennej báze.								
Nórsko								
(5) V závislosti od príjemcu sa častejšie odoberajú vzorky, zvyčajne každý štvrtý týždeň, vykonávajú sa týždenné zložené analýzy alebo analýzy z posledných 72 hodín.								
Poľsko								
(6) V niektorých prípadoch sa používa kvalifikovaná náhodná vzorka. Ide o vzorku pozostávajúcu z najmenej troch náhodných vzoriek odobratých v priebehu maximálne dvoch hodín v pravidelných intervaloch a zmiešaných dohromady.								
Spojené kráľovstvo								
(7) V niektorých prevádzkach nie je vykonávané meranie BOD ₅ , P _{celk.} a N _{celk.} .								
Taliansko								
(*) Počet meraní za rok: pre interné meranie definované interným systémom merania; pre regulačnú kontrolu definované príslušným orgánom. Náhodné vzorky zodpovedajú využitiu zrýchlených testov (napr. interné merania), zatiaľ čo trojhodinové zmiešané vzorky sú spojené s regulačnou kontrolou.								

Zdá sa, že obdobia odberu vzoriek a frekvencia meraní sú podobné, ale do určitej miery sa líšia medzi jednotlivými krajinami a medzi jednotlivými závodmi v rámci krajiny (pozri napr. prípady z Fínska a Nemecka). Tieto rozdiely by sa mali zohľadniť pri porovnávaní údajov o emisiách medzi prevádzkami a krajinami.

Všetky krajiny vykonávajú merania suspendovaných látok, organických látok, ako je chemická spotreba kyslíka, živín N a P a vo väčšine prípadov aj AOX. Vo väčšine krajín a závodov sa u každej vzorky analyzuje COD (alebo TOC), $N_{\text{celk.}}$, fosfor a dusík (na monitorovanie P a N sa často používa metóda dr. Langeho). V iných krajinách a papierňach sa $P_{\text{celk.}}$, $N_{\text{celk.}}$, AOX a chlorečnany používajú len na analýzy v týždenných zmiešaných vzorkách. Napríklad vo Švédsku sa monitorujú emisie chlorečnanov zo sulfátových celulózok bez obsahu elementárneho chlóru (ECF). V iných krajinách sa chlorečnany nemerajú vôbec.

EDTA/DTPA sa analyzuje v týždenných zmiešaných vzorkách v prípadoch, keď sa používajú chemikálie alebo mechanické celulózky, napr. vo Švédsku a Nemecku. EDTA nie je bežným parametrom a sleduje sa len vtedy, keď sa používa ako komplexotvorné (chelatačné) činidlo, a to nie vo všetkých prípadoch. Súčasné povolenia, napr. v Nemecku, obsahujú cieľové hodnoty denného zaťaženia EDTA pri vypúšťaní do prijímajúcich vôd, ktoré sa má vykonať.

Keďže biologicky rozložiteľné organické látky sa väčšinou odstraňujú po biologickom čistení, hodnotám BOD sa v súčasnosti venuje menej pozornosť a v mnohých zariadeniach sa merajú len raz týždenne.

Okrem druhov odberu vzoriek alebo obdobia odberu vzoriek zohráva dôležitú úlohu pri interpretácii a porovnávaní údajov o emisiách aj frekvencia analýzy hlavných parametrov. Príklad frekvencie analýzy je uvedený v tabuľke. 2.2. Všetky vzorky sú uvedené ako 24-hodinové zmiešané vzorky. Frekvencia analýz sa môže líšiť medzi jednotlivými parametrami (P, N, AOX) a medzi prevádzkami v tej istej krajine. Chemická spotreba kyslíka a $N_{\text{celk.}}$ sa vykonávajú denné analýzy ako 24-hodinová zložená vzorka, BOD raz týždenne. Zvyšné parametre majú pomerne široký rozsah, pokiaľ ide o frekvenciu merania. Je potrebné mať to na pamäti napríklad pri porovnávaní AOX uvádzaných ako „ročné priemerné hodnoty“.

Tabuľka 2.2: Príklad frekvencie analýz príslušných parametrov odpadových vôd v celulózkach a závodoch na výrobu papiera v niekoľkých krajinách

Krajina	NL _{celk.}	Chemická spotreba kyslíka	BOD ₅	P _{celk.}	N _{celk.}	AOX	EDTA	Chlorečnany
Portugalsko	24 MS	24 MS	24 MS	24 MS	24 MS	24 MS	Nemerané	Nemerané
	(1)	(1)	(2)	(2) alebo (3) alebo (5)(*)	(2) alebo (3) alebo (5)(*)	(3) alebo (4) alebo (5) alebo (6)(*)	NA	NA
Fínsko	24 MS	24 MS	24 MS alebo WCS alebo MCS	24 MS alebo WCS alebo MCS	24 MS alebo WCS alebo MCS	24 MS alebo WCS alebo MCS	Nemerané	Nemerané
	(1)	(1)	(1) alebo (2) alebo (5)	(1) alebo (2) alebo (5)	(1) alebo (2) alebo (5)	(1) alebo (2) alebo (5)	NA	NA
Nemecko	24 MS, denne	24 MS, denne	BOD ₅ týždenne z jedného DCS (8)	Raz týždenne jeden 24 MS (8)	Raz týždenne jeden 24 MS (8)	DCS 4 x ročne	V rôznych prípadoch, ak je merateľný	Nemerané
Poľsko	Frekvencia analýz je v rôznych prípadoch uvedená v integrovanom povolení. V prípade celulózk a papierní je frekvencia zvyčajne vyššia, napríklad raz za mesiac. Niektoré väčšie prevádzky odoberajú 24-hodinové kompozitné vzorky každý deň a denne z nich vykonávajú denné analýzy vo vlastnom laboratóriu na účely vlastnej kontroly.							
Ostatné krajiny	Nie sú k dispozícii dostatočne kvalifikované údaje							

Poznámka:

NA = údaje nie sú k dispozícii

24 MS = 24-hodinová zložená vzorka, ktorá zodpovedá prietoku.

Portugalsko

Zdroj: CELPA Associates, 2009: (1) analyzované denne; (2) analyzované raz týždenne; (3) dve analýzy mesačne; (4) príležitostná analýza; (5) analyzované raz mesačne; (6) analyzované v každom šesťmesačnom období.

(*) Na základe povolenia.

Fínsko

(1) Analyzované denne; (2) Analyzované raz; (5) analyzované raz mesačne.

Nemecko

(8) Mnohé závody analyzujú tieto parametre aj na dennej báze.

Zdroj: VDP, 2009.

Určenie N a P v dlhých intervaloch neposkytuje prevádzkovateľovi informácie potrebné na okamžité konanie v prípade nedostatočného dávkovania živín alebo poruchy biologickej čistiarne odpadových vôd. V uvedených papierňach prebiehajú ďalšie interné merania.

V rámci interného merania sa online meranie dusíka a fosforu úspešne používa vo viacerých biologicky upravovaných čistiarňach odpadových vôd na kontrolu dávkovania živín (napr. DE, FI, SE). Táto on-line analýza vzoriek, ktoré sa odoberajú nepretržite a proporcionálne podľa prietoku, umožňuje v týchto prípadoch presnú kvantifikáciu živín v čistiarni a rýchle prijatie opatrení v prípade slabého výkonu čistiarne alebo nedostatočného dávkovania živín.

2.2.2.1.3 Hlavné parametre a analytické metódy

Všetky vzorky sa odoberajú nefiltrované v akreditovaných laboratóriách podľa normy ISO 17025 alebo v laboratóriách akceptovaných orgánmi a podľa možnosti certifikovaných podľa iných noriem ISO (napr. ISO 9001) a tieto vzorky sa následne analyzujú (chemická spotreba kyslíka, BOD, NL_{celk.}). Použité analytické metódy sú štandardizované metódy a sú akceptované príslušnými orgánmi danej krajiny. Možno je očakávať, že tieto analytické metódy budú veľmi podobné a výsledky porovnateľné medzi jednotlivými krajinami. Dôkaz tohto tvrdenia je uvedený v tab. 2.3, v ktorom sú uvedené analytické metódy používané v troch vybraných európskych krajinách. Všetky krajiny používajú štandardizované metódy založené na podobných princípoch merania.

Tabuľka 2.3: Merania parametrov a analytické metódy použité v troch vzorových krajinách

Parameter	Analytické metódy používané vo Fínsku	Analytické metódy používané v Nemecku	Analytické metódy používané v Portugalsku
Prietok	Prietokomer (magnetický a ultrazvukový) alebo na báze hladiny	Prietokomer (magnetický a ultrazvukový)	Ultrazvukový prietokomer alebo BS 3680 – časť 4C alebo Parshallov prietokomer
NL	SFS-EN 872: 1,6 µm (GF/A)	DIN EN 872 1,6 µm (GF/A)	SMEWW 2540B, D alebo EN 872 alebo SMEWW 250D; 1,5 µm
COD (neusadená, nefiltrovaná vzorka)	SFS 5504 ISO 15705	DIN EN 38409 alebo zrýchlené testy, ktoré sa považujú za rovnocenné so štandardnými metódami (zoznam poskytol dr. Lange)	SMEWW 5220B, D alebo ISO 15705 alebo ISO 6060:1989; tiež zrýchlené testy
TOC	Nepoužité	EN-1484 nefiltrovaný	Nepoužité
BOD ₅ alebo 7 (neusadená, nefiltrovaná vzorka)	SFS-EN 1899 a SFS-EN 25813 alebo SFS-EN 25814	DIN EN 1899-1	SMEWW 5210B, D alebo SMEWW 2510B alebo ISO 5815-1
P _{celk.}	SFS-EN 6878 alebo SFS-EN 1189 alebo SFS 3026	Spektrometrické, často zrýchlené testy	SMEWW 4500-P, A, B4, C, D, E, H alebo ISO 6878 alebo MI N° 133
N _{celk.}	SFS-EN 11905 alebo SFS 5505	DIN EN ISO 11732, DIN EN 10304-2, DIN EN ISO 13395, často zrýchlený test (súčet N _{anorg.})	SMEWW 4500 N a 4500NO3 I alebo ISO 11905-1 alebo ISO 10048 alebo MI č. 135
AOX	SFS-EN 1485	EN ISO 9562	EN ISO 9562 alebo DIN 38409-H14
Vodivosť	SFS-EN 27888	DIN-EN 27888	Žiadne údaje
EDTA	Nemerané	DIN 38413-3	Nemerané
Chlorečnany	Nemerané	Nemerané	Nemerané
Teplota	Žiadne údaje	Online	Žiadne údaje
pH	Žiadne údaje	Online	Žiadne údaje

Poznámka:

SMEWW = štandardné metódy testovania vody a odpadových vôd;

EN = európske normy (EN) sú metódy, ktoré boli ratifikované Európskym výborom pre normalizáciu (CEN). Po ratifikácii sa európske normy uplatňujú v nezmenenej podobe ako vnútroštátne normy (napríklad s výnimkou úvodného predslavu).

V Nemecku sa údaje ako N_{celk.} vykazujú ako anorganický dusík.

Na určenie NL_{celk.} v Európe sa používajú rôzne metódy a druhy filtrov: Rakúsko (0,45 µm papierový membránový filter), Švédsko (1,6 µm filter), Holandsko (7-12 µm filter), Taliansko (0,45 µm membránový filter), Španielsko (0,7 µm filter zo sklenených vlákien), Nemecko (1,6 µm filter), Spojené kráľovstvo (1,2 µm filter zo sklenených vlákien), Belgicko (7-12 µm filtračný papier), Francúzsko (20-25 µm filtračný papier, v niektorých prípadoch 2 µm filter).

Zdroj: Papierenské združenia FI, DE, PT

Mnohé závody využívajú zrýchlené testy v každodennej prevádzke (napr. Lange, Hach). Výsledky uvedených zrýchlených testov sa pravidelne kontrolujú a porovnávajú s štandardizovanými metódami, napríklad metódami EN alebo ISO, aby sa zaručili porovnateľné a spoľahlivé údaje.

2.2.2.1.4 Vzájomný vzťah medzi koncentráciou a vypočítaným emisným zaťažením

Na základe spoľahlivých meraní úrovne koncentrácie a prietoku je možné transformovať údaje o emisiách na špecifické emisie alebo zaťaženie. Údaje o emisiách v oboch formách sú veľmi užitočné pre regulačný orgán a prevádzku. V sektore výroby buničiny a papiera je možné vyjadrovať údaje

o emisiách ako špecifické emisné zaťaženie (napr. kg CHSK/ADt). V niektorých krajinách je však bežnejšie stanoviť povolené hodnoty vyjadrené ako úroveň (napr. mg CHSK/l). Preto sa v tomto dokumente uvádzajú obidve jednotky a ďalej sa opisuje, ako je možné BAT-AEL ako emisné záťaž prepočítať na hodnoty úrovne koncentrácie a naopak.

Ak sa hodnota emisií určuje len vo forme hodnoty koncentrácie, potom sa táto hodnota pre znečisťujúce látky uplatňuje v bode, v ktorom emisie opúšťajú zariadenie, a akékoľvek riedenie (t. j. pridanie väčšieho množstva vody, ktoré nie je užitočné pre proces a nie je potrebné pre kvalitu výrobku) pred týmto bodom sa pri určovaní týchto hodnôt nezohľadňuje.

Odporúča sa, aby sa úrovne koncentrácie a zaťaženia vždy interpretovali vo vzťahu k príslušnému prietoku, čím sa posúdi emisné zaťaženie životného prostredia, ako aj miestny vplyv koncentrovaného toku odpadových vôd na recipient. Opatrenia na ochranu vody, ktoré slúžia na hospodárenie s emisiami a znižujú ich, ale ktoré môžu zvýšiť nameranú úroveň koncentrácie, nebudú penalizované.

Súčasná prax v európskych celulózkach a papierňach spočíva vo výpočte zaťaženia znečisťujúcimi látkami uvoľňovanými do životného prostredia z nameraných úrovní. Väčšina povolení odkazuje na maximálne hodnoty zaťaženia, ktoré sú odvodené od BAT-AEL pre danú znečisťujúcu látku. V povoleniach sa zaťaženie často vyjadruje ako denné, mesačné alebo ročné zaťaženie (napr. kg CHSK/deň, t CHSK/mesiac, t CHSK/rok). Tieto hodnoty sú odvodené od hodnôt priamo špecifických pre daný výrobok na základe technického návrhu a sú vyjadrené v kg znečisťujúcej látky na tonu vyrobeného konečného výrobku (napr. kg CHSK/ADt). Normy kvality životného prostredia slúžia na to, aby vyžadovali ďalšie opatrenia.

Na obrázku 2.3 je vysvetlený výpočet denných emisných zaťažení a priamo špecifických zaťažení pre jednotlivé výrobky použitím príslušných rovníc. Nižšie je uvedený príklad výpočtu pre skutočný závod a pre parameter chemickej spotreby kyslíka. Výpočet môže byť rovnaký pre všetky ostatné príslušné parametre a iné referenčné obdobia (mesačné alebo ročné časové intervaly).

Výpočet denného emisného zaťaženia a špecifických zaťažení a prietokov je založený na spoľahlivej znalosti týchto údajov:

- koncentrácia danej znečisťujúcej látky počas definovaného časového obdobia [napr. mg/l zo zmiešanej 24-hodinovej vzorky].
- prietok určený počas rovnakého časového intervalu ako hodnota koncentrácie [napr. m³/deň]
- čistá výroba priebehu rovnakého časového intervalu [napr. ADt].

Rovnica (1) pre denné zaťaženie CHSK [kg CHSK/deň]

úroveň (1) [mg/l] × zodpovedajúci prietok (2) [m³/deň] / 1000

Rovnica (2) pre špecifické zaťaženie CHSK [kg CHSK/ADt]

Denné zaťaženie CHSK [kg CHSK/deň] / čistá denná výroba [kg ADt/deň]

Rovnica (3) pre špecifický prietok [m³/ADt]

Denný prietok/denná čistá výroba

Rovnaký výpočet možno vykonať pre mesačné a ročné priemerné emisie. Pri mesačnom špecifickom zaťažení CHSK sa denné zaťaženie CHSK sčíta a vydolí čistou mesačnou produkciou; pri ročnom špecifickom zaťažení CHSK sa zaťaženie CHSK za všetky dni v roku sčíta a vydolí čistou ročnou produkciou. Rovnakým spôsobom možno tieto hodnoty stanoviť pre veľmi krátke referenčné obdobia (napr. dvojhodinové zmiešané vzorky a zodpovedajúci dvojhodinový prietok).

(1) Výsledky laboratórnej analýzy 24-hodinových zmiešaných vzoriek.

(2) Prietok sa meria prietokomerami za príslušné obdobie pozorovania (deň, týždeň, mesiac, rok).

Obrázok 2.3: Príklad prepočtu úrovne znečisťujúcej látky (mg/l) na denné emisné zaťaženie a špecifické emisné zaťaženie a prietoky

Výpočet pre skutočnú sulfátovú celulózu je príkladom korelácie medzi nameranou úrovňou a denným zaťažením emisiami a špecifickým zaťažením výrobkov pre parameter CHSK.

Úroveň CHSK na odtoku z čistiarne odpadových vôd tohto závodu je 397 mg/l (výsledky meraní v 24-hodinovej zmiešanej vzorke). Zodpovedajúci prietok priebehu tohto dňa je 44 204 m³/deň (online merania priebehu 24 hodín). Denné zaťaženie CHSK možno vypočítať pomocou rovnice (1) vynásobením úrovne prietoku, čo predstavuje 17 549 kg CHSK/deň. Čistá výroba buničiny v priebehu tohto dňa je 1840 ADt/deň (hodnota príslušného dňa).

Špecifické zaťaženie CHSK na výrobok je možné vypočítať podľa rovnice (2), ktorá je $17\,549/1\,840 = 9,5$ kg CHSK/ADt. Špecifický prietok odpadovej vody podľa rovnice (3) je 24 m³/ADt.

V povoleniach pre európske celulózy a papierne sa na výpočet špecifického zaťaženia na výrobok pre zodpovedajúcu výrobu používajú dva rôzne prístupy: „čistá výroba“ a „maximálna inštalovaná kapacita“. Všetky hodnoty emisií a BAT-AEL sa uplatňujú výhradne pre čistú výrobu (vzducho-suché) alebo „predajný produkt“, aby bolo možné v tomto dokumente uviesť porovnateľné a výsledovateľné údaje (pozri bod II nižšie).

I. Maximálna inštalovaná kapacita stroja

Inštalovaná maximálna kapacita stroja je definovaná výrobná kapacita konečného výrobku zváženeho za výrobnými strojmi a odsúhlasená orgánmi. Táto hodnota sa vzťahuje na maximálnu ročnú čistú výrobnú kapacitu celulózy alebo čistú výrobnú kapacitu prevádzky (t. j. papier vyrobený za kotúčom, rezaný a balený - bez započítania papiera z kotúčov). Maximálna kapacita stroja je pevne stanovená hodnota (nezávislá od skutočnej úrovne výroby v priamo danom období), ktorá sa mení menej, kým prevádzkovateľ nepožiadajú povoliujúci orgán o zvýšenie výrobnéj kapacity. Inštalovaná maximálna kapacita stroja sa zvyčajne líši od skutočnej výroby (pozri bod II). Výsledok je úplne porovnateľný s predajným produktom, keď závod pracuje na plnú kapacitu. Na dosiahnutie súladu s povolením sa špecifické zaťaženie (napr. kg CHSK/ADt) vypočíta na základe skutočného prietoku a skutočnej úrovne koncentrácie a výrobnéj kapacity uvedených v povolení. Okrem toho tieto spoločnosti často používajú emisné faktory založené na skutočnej čistej produkcii na účely externej komunikácie alebo podávania správ o environmentálnom správaní organizácie. V tomto dokumente sa údaje o emisiách z týchto zariadení poskytli na základe skutočnej čistej produkcie, aby sa poskytli porovnateľné údaje.

II. Čistá výroba

(i) V prípade papierní sa čistá produkcia vzťahuje na nezabalenú, predajnú produkciu po poslednom navíjacom rezači, t. j. pred konverziou.

V prípade natieracích strojov mimo linky je čistá výroba po nátere.

V prípade papierní sa čistá produkcia vzťahuje na predajné tony papiera/lepenky z výrobného stroja pred POSTUPOM prevíjania a bez všetkých jadier.

(ii) V prípade komerčných celulózk (neintegrovaných celulózk) sa čistá výroba buničiny vzťahuje na tonáž po zabalení (buničina s 90 % sušiny, tzv. „vzduchom sušená“ - ADt).

(iii) V prípade integrovaných celulózk a papierní sa čistá výroba buničiny neuplatňuje pre tonáž po balení (buničina pri 90 % sušiny, t. j. AD) a buničinu prenesenú do celulózy (buničina vypočítaná pri 90 % sušiny, t. j. AD). Výrobu čistého papiera v integrovaných celulózkach a papierňach pozri v bode i).

Papierne sa niekedy odvolávajú aj na „predajný produkt“, ktorý je v prípade buničiny rovnaký ako čistá výroba vysvetlená vyššie; v prípade výroby papiera sa „predajný produkt“ vzťahuje na hmotnosť papiera, ktorý sa odošle do skladu.

2.2.2.1.5 Zvláštny problém ovplyvňujúci zrovnateľnosť údajov o emisiách

V Nemecku sa v mnohých priemyselných odvetviach $N_{\text{celk.}}$ stále definuje ako súčet anorganického dusíka, t. j. dusitanového N, dusičnanového N a amoniakálneho N. Organicky viazaný dusík sa vo väčšine prípadov nezahrňuje. Za normálnych okolností preto hodnoty dusíka uvádzané z nemeckých celulózok a papierní obsahujú len časť celkovej hodnoty fixovaného dusíka (TN_b) emitovaného do životného prostredia; preto namerané a nahlásené emisie dusíka z nemeckých papierní bývajú vyššie v porovnaní s papiernami z krajín, kde sa pre emisie TN_b alebo $N_{\text{celk.}}$ vykonávajú merania a vykazujú sa v závislosti od podielu organického dusíka obsiahnutého v priamo meranej vzorke.

2.2.2.2 Meranie (monitorovanie) emisií do ovzdušia

Účelom merania emisií je získať presné, reprezentatívne a porovnateľné údaje o množstve vypustených znečisťujúcich látok (pozri kap. 2.2.1). Výsledky meraní emisií sa používajú na kontrolu dodržiavania predpisov, na informovanie verejnosti, na výpočet emisného zaťaženia a na optimalizáciu správania sa pri emisiách (napr. pokiaľ ide o NO_x a CO) alebo fungovania systémov úpravy odpadových plynov (napr. pokiaľ ide o SO_2).

Používajú sa aj na porovnanie vplyvu rôznych zariadení a technológií na životné prostredie a na určenie hodnôt emisií spojených s uplatňovaním BAT.

Najmodernejšie merania emisií zahŕňajú zohľadnenie mnohých aspektov. Na splnenie uvedených cieľov by sa v procese merania mali podľa možností využívať príslušné normy CEN, ISO alebo vnútroštátne či medzinárodné normy, ktoré zabezpečujú zabezpečenie údajov rovnocennej vedeckej kvality. Proces merania zahŕňa:

- umiestnenie miest odberu vzoriek (napr. EN 15529)
- výber meracích systémov (napr. EN ISO 14956, EN 50379-1-3)
- kalibrácia a využitie referenčných metód na merania
- nastavenie systémov na merania
- kontrola funkčnosti
- výpočet neistôt (napr. EN ISO 20988)
- dostupnosť systémov na merania
- údržba meracích systémov
- zavedenie systému zabezpečenia a kontroly kvality (napr. EN 14181)
- meranie (monitorovanie) príslušných parametrov procesu, ako je obsah kyslíka, teplota, tlak, obsah vodnej pary, objem odpadového plynu (zvyčajne vypočítaný), palivo, podmienky zaťaženia (napr. EN 15529)
- výpočet úrovne emisií (výber nespracovaných údajov, použitím algoritmov) a emitovaného zaťaženia
- podávanie správ.

Všeobecné informácie o spôsobe výberu reprezentatívneho miesta odberu vzoriek emisií do ovzdušia alebo o otázkach týkajúcich sa časového rozvrhu (frekvencia meraní, priemerná doba, pokrytie všetkých relevantných prevádzkových období), dostupnosti meracích systémov alebo funkčných kontrol, kalibrácie a podávania správ čitateľ nájde v referenčnom dokumente Všeobecné zásady monitorovania [269, COM 2003].

Ďalej sú opísané len najdôležitejšie aspekty špecifické pre dané odvetvie, ktoré by sa mali zohľadniť pri meraniach súvisiacich s BAT.

2.2.2.2.1 Miesta odberu vzoriek

Správne umiestnenie miest odberu vzoriek silne ovplyvňuje presnosť a porovnateľnosť výsledkov merania emisií. Všeobecne je možné pre každý bodový zdroj v celulózkach a závodoch na výrobu papiera vybrať správne miesta odberu vzoriek; napríklad spaľovacie zariadenia (t. j. regeneračné kotly,

vápenné pece, kotly s fluidným lôžkom, špeciálne horáky na pálenie zápachajúcich plynov, pomocné kotly, napr. olejové alebo plynové kotly, kotly na biomasu, napr. kotly na kôru alebo kotly na viac druhov, interné spaľovne odpadových vôd, kalu alebo biomasy, zariadenia na kombinovanú výrobu elektriny a tepla, napr. CCGT) alebo iné zdroje (napr. rozpúšťacie nádrže, skrubery v celulózkach na čistenie zvyškových plynov z techniky prania, triedenia a bielenia v sulfátových celulózkach, sušiarne papiera alebo lakovacie stroje).

Na umiestnenie miest odberu vzoriek sú k dispozícii schválené normy (napríklad EN 15529), ktoré sa majú použiť. V mnohých členských štátoch sa vyžaduje osvedčenie od akreditovaného odborníka, aby sa preukázalo, že miesta odberu vzoriek sú umiestnené tak, aby umožňovali reprezentatívne merania emisií. Reprezentatívnosť vzorky je nevyhnutná. Ďalším aspektom je výber schválených systémov merania.

2.2.2.2 Metódy odberu vzoriek pri kontinuálnom/diskontinuálnom meraní

Rozhodnutie, či sa má znečisťujúca látka merať kontinuálne alebo pravidelne, závisí najmä od veľkosti zariadenia, používaných palív, prietoku spalín, času prevádzky, podmienok zaťaženia, noriem kvality životného prostredia, environmentálnych rizík spojených s tvorbou, ako aj od všetkých miestnych podmienok. Schválené systémy nepretržitého merania sú trhovo dostupné pre rôzne znečisťujúce látky vrátane prachu, SO₂, NO_x, CO, C_{org.} a HCl. Výsledky nepretržitého merania sú možné použiť na výpočet celkových ročných emisií alebo na zistenie dočasných výkyvov emisií v priebehu prevádzky (polhodinová hodnota, priemerná denná hodnota atď.).

V niektorých členských štátoch sa emisie prachu, NO_x a SO₂ merajú nepretržite, ak kapacita závodu prekročí 30 MWt (CO: 10 MWt). V niektorých členských štátoch sa vyžaduje nepretržité meranie (CMP) aj v menších zariadeniach v prípadoch rýchlo sa meniacich podmienok zaťaženia alebo v prípadoch, keď správanie emisií nemožno zodpovedne kontrolovať (napr. z dôvodu častých porúch).

Zavedením systému CMP získa prevádzkovateľ okamžitú spätnú väzbu o aktuálnej situácii týkajúcej sa emisií a o trendoch emisií. Na základe týchto poznatkov je možné zlepšiť emisné správanie zariadenia, napríklad optimalizáciou podmienok pálenia (NO_x, CO, C_{org.}), použitím systému úpravy plynu (SO₂) alebo prostredníctvom palivovej zmesi. To je dôležité najmä vtedy, ak sa opakovane menia vlastnosti palivovej zmesi (napr. výhrevnosť, obsah vody) alebo podmienky nakladania. Meranie CO ako parametra kontroly spaľovania je možné nepretržite pri nízkych nákladoch.

Ďalšou výhodou je možnosť informovať verejnosť prostredníctvom internetu o emisiách zo zariadenia, čo v mnohých prípadoch vedie k zlepšeniu vzťahov medzi prevádzkovateľmi a ich susedmi. Výsledky CMP možno tiež prepojiť s údajmi o kvalite ovzdušia, čo umožňuje okamžitú a primeranú reakciu v prípade prekročenia limitných hodnôt.

Zavedenie systému CMP je súvisiace s vyššími investičnými a prevádzkovými nákladmi v porovnaní so systémom pravidelného/periodického merania emisií. Kontinuálne meracie systémy sa zvyčajne pravidelne kontrolujú prostredníctvom paralelných meraní s referenčnými metódami.

Diskontinuálne merania prebiehajú pravidelne použitím viacerých nezávislých postupov stanovenia. Kritickými parametrami sú určenie neistoty merania a súvisiace podmienky zaťaženia, ktoré by mali byť reprezentatívne pre zariadenie.

Pre zdroje emisií s menšími prietokmi plynu sa často používajú pravidelné merania. Pravidelné merania poskytujú údaj o stave emisií v rámci zvoleného obdobia odberu vzoriek. Je dôležité mať štatisticky odôvodnený počet vzoriek, ak má pravidelné/periodické meranie poskytnúť spoľahlivý obraz o celkových emisiách za dlhšie obdobie, ako je obdobie odberu vzoriek, napr. za deň, mesiac alebo rok. Ak sa celkové emisie vypočítajú na základe niekoľkých vzoriek, ktoré predstavujú len menší časový interval z celkového počtu prevádzkových hodín, je nepravdepodobné, že budú dobre reprezentovať skutočnú situáciu. Je to spôsobené tým, že POSTUPY nie sú stabilné a prevládajúce prevádzkové podmienky alebo poruchy môžu výrazne ovplyvniť vypočítané výsledky.

Bez závislosti na použítom systéme by prevádzkovateľ aj kontrolné orgány mali mať k dispozícii podrobnú správu o použitých postupoch (stratégie, nástroje, systémy, neistota, prvotné údaje, parametre procesu, podmienky zaťaženia, použité palivo, fungovanie systémov čistenia odpadových plynov, odber

vzoriek, úprava vzoriek) a výsledky meraní emisií.

Okrem meraní celkového prachu je možné, aby ohlasovacia povinnosť zahŕňala aj určenie PM_{10} a $PM_{2,5}$ (určenie na základe rozdelenia veľkosti). Zloženie prachu sa určuje samostatnými meraniami, napr. raz alebo dvakrát ročne.

V tabuľke 2.5 sú uvedené metódy, ktoré sa zvyčajne používajú na odber vzoriek emisií do ovzdušia v niektorých členských štátoch, ktoré poskytli údaje o svojich procesoch merania (ostatné krajiny údaje neposkytli alebo sú ich údaje neúplné alebo nejasné). Tieto príklady poskytujú dostatočné dôkazy o tom, že nepretržité merania sú uplatniteľné pre väčšinu zdrojov emisií:

i) Rakúsko: ako všeobecná povinnosť sa vyžaduje nepretržité meranie emisií pre:

- pálenie kvapalných a pevných palív na
 - o prach a CO, ak menovitý tepelný príkon presahuje 10 MW
 - o NO_x a SO_2 , ak je menovitý tepelný príkon vyšší ako 30 MW
- pálenie plyných palív na
 - o CO, ak menovitý tepelný príkon presahuje 10 MW
 - o NO_x , ak menovitý tepelný príkon presahuje 30 MW.

Niektoré úrady však vyžadujú nepretržité merania aj pri nižších kapacitách. Ak sa odpad zároveň spaľuje, môže byť potrebné vykonávať nepretržité merania iných znečisťujúcich látok alebo nižších kapacít podľa smernice EÚ o spaľovaní odpadu (*zdroj*: Umweltbundesamt, 2010).

ii) Fínsko: Tabuľky 2.4 a 2.5 ukazujú, že mnohé celulózky a závody na výrobu papiera merajú väčšinu parametrov nepretržite, v niektorých prípadoch merajú diskontinuálne.

iii) Poľsko: Zohľadňujú sa všetky zdroje emisií, ktoré sú vybavené mechanickou ventiláciou. Okrem hlavných zdrojov emisií uvedených v tab. 2.5 teda zahŕňa tieto zdroje emisií: zariadenia na pranie a triedenie buničiny, zariadenia na bieliace procesy, skruber pre zariadenia na spracovanie vysokého oleja, skruber pre splodiny z rozpúšťacích nádrží, zariadenia na hasenie vápna, odlučovače prachu pri rezaní papiera a v niektorých prípadoch emisie zo skladovacích nádrží, vápenných kalov a filtrov zeleného lúhu.

iv) Portugalsko: Okrem meraní veľkých zdrojov emisií uvedených v tab. 2.4 a 2.5 prebiehajú pravidelné merania prietoku, prachu, SO_2 a celkovej redukovanej síry v spalínach (TRS) alebo H_2S pre plyny z rozpúšťacej nádrže a skrubera v celulózkach, ktoré čistia zvyškové plyny a rozptýlené emisie z celulózok a iných technologických zariadení (pranie, triedenie, kyslíková delignifikácia, bielenie a ClO_2). Okrem toho sa za bieliacou linkou na buničiny pravidelne vykonávajú merania obsahu chlóru. Príležitostne sa vykonávajú merania prchavých organických látok v regeneračnom kotle, peci na pálenie vápna a v samostatnom horáku na pálenie zápachajúcich plynov.

v) Švédsko: Podľa Švédskej agentúry pre životné prostredie sa väčšina parametrov meria nepretržite v prípade regeneračných kotlov, pecí na pálenie vápna, horákov TRS, pomocných kotlov a spoluspaľovania odpadu. V prípadoch, keď sa na mieste prevádzkuje zariadenie na pálenie (napr. spaľovanie digestátu, odláhčovacích kalov a iných materiálov zo úpravy zberového papiera), sa zvyčajne merajú ďalšie parametre podľa smernice o spaľovaní odpadu (WID) [203, smernica 2000/76/ES 2000].

Online merania v sulfátovej celulózke sú často náročnejšie ako napríklad merania v energetickom kotle, a to z dôvodu odlišných fyzikálnych a chemických vlastností plynov. Napríklad popol z regeneračného kotla sa ľahko usadzuje na povrchu meracieho zariadenia. Problémy môže spôsobovať aj vlhkosť plynu. Merania v celulózkach si preto vyžadujú viac údržby ako v iných procesoch. Ako je však vidieť v tab. 2.4, mnohé závody používajú nepretržité merania väčšiny parametrov.

Ďalšie informácie o opise systémov nepretržitého merania nájdete v referenčnom dokumente Všeobecné zásady monitorovania (MON) [\[269, COM 2003\]](#).

Tabuľka 2.4: Nepretržité/diskontinuálne-periodické merania emisií z procesov v sulfátových celulózkach v piatich členských štátoch

Parameter	Regeneračný kotol (RB)					Vápenná pec (LK)					Špeciálny horák na zapáchajúce plyny					Slabo koncentrované plyny		
Kód krajiny	AT	FI	PL	PT (s)	SE	AT	FI	PL	PT (s)	SE	AT	FI	PL	PT (s)	SE	AT FI	PL PT (s)	SE
Tok	C/FA	FA, C alebo PM PM		C alebo PM	FA	C/FA	FA, C alebo PM	PM	C alebo PM	FA	C/FA	PM	PM	PM	FD	Nemerané, pretože takmer všetky plyny s nízkou koncentráciou sa zhromažďujú a spaľujú	Nemerané	Bodové
SO2	C	C, PM	PM, C	C alebo PM	C	C, PM	C, PM	PM, C	C alebo PM	C	PM	C, PM	PM	PM	C			NA
Celk. red. síra alebo H2S (1)	C, PM	C, PM	PM, C	C alebo PM	C	C, PM	C, PM	PM	C alebo PM	C	PM	C, PM	PM	PM	PM			1-4/rok (6)
NOx	C	C, PM (4)	PM	C alebo PM	C	C, PM	C, PM (4)	PM	C alebo PM	C	PM	C, PM	PM	PM	C			NA
Prach	C, PM	PM, (skúšky C)	PM, C	C alebo PM	C	C, PM	PM, (skúšky C)	PM, C	C alebo PM	C	NM	PM	PM	PM	NA			NA
CO (2)	C	PM	PM, C	C, PM	C	C	PM	PM, C	C, PM	C	PM	PM	PM	PM	C			NA
Ťažké kovy	NM	PM	NM	PM	NA	NM	PM	NM	PM	NA	NM	PM	NM	NM	NA			NA
Dioxín/furán	NM	PM	NM	NM	NA	NM	NA	NM	NM	NA	NM	NA	NM	NM	NA	NA		

Poznámka:
(1) TRS obsahuje H2S; (2) sa zvyčajne neoznamujú úradom; (3) emisie Clcelk (Cl2 a ClO2) sa merajú v bieliarni (pravidelné merania).
Použité skratky:
NA = údaje nie sú k dispozícii; C = nepretržité merania; PM = pravidelné merania; FA = stanovené z analýzy paliva (obsah C, H, O, N, S, popola, vlhkosti a energie sa analyzuje počas analýzy paliva a používajú sa ako vstupné údaje pre matematické modelovanie a výpočet toku); FD = údaje z ventilátora plynu/spalín; NM = nemerané.
Rakúsko: Pöls a M-real merajú prach nepretržite v jednom regeneračnom kotle a pravidelne v druhom; TRS sa meria nepretržite len v zariadení Pöls. CO, NOx a SO2 sa merajú nepretržite na všetkých regeneračných kotloch. Vo vápennej peci sa prach, CO, NOx, SO2 a TRS merajú nepretržite; ostatné prevádzky vykonávajú merania pravidelne. *Zdroj:* Umweltbundesamt, 2010.
Fínsko: (4) Emisie NOx z regeneračného kotla a vápennej pece sa v mnohých zariadeniach merajú nepretržite.
Poľsko: Jemné časti (PM10 alebo PM2.5) sa stanovujú na základe kampaňových meraní. *Zdroj:* Združenie poľských papierní, 2009.
Portugalsko: (5) Okrem hlavných zdrojov emisií sa pravidelne merajú aj odpadové plyny z techniky na bielenie buničiny (práčka zvyškových plynov zo zariadenia na pranie, triedenie a bielenie) a z rozpúšťacej nádrže. *Zdroj:* CELPA Associates, 2009.
Švédsko: (6) Z rôznych častí procesu sa uvoľňujú slabo koncentrované plyny (približne 20-40 zdrojov emisií). Zvyšné emisie slabo koncentrovaných plynov, ktoré sa nezberajú v plnom rozsahu, sa merajú v rámci kampaní, často zriedkavo - napr. raz ročne. Vzorky sa odoberajú do plynosných plastových vrecúšok. Merania prietoku, teploty a tlaku. Vzorky sa analyzujú plynovou chromatografiou. Príslušné redukované zložky síry sú H2S, metylmerkaptán (MM), dimetylsulfid (DMS), dimetyldisulfid (DMDS). Hoci výsledky meraní na tom istom mieste odberu vzoriek sa môžu v priebehu času veľmi líšiť (-70 % až +100 % približne okolo priemeru), celkové množstvo zo závodu sa medzi jednotlivými kampaňami líši oveľa menej. *Zdroj:* Švédska agentúra pre environmentálne veci, 2010.
Nórsko: V prípade regeneračného kotla a vápennej pece sa v roku 2014 hodnotil tok, prach, CO, NOx, SO2 a TRS; v prípade ostatných regeneračných kotlov a vápenných pecí sa meria tok, NOx a ťažké kovy. V prípade samostatného horáka na zapáchajúce plyny prebiehajú pravidelné merania toku, prachu, CO, NOx, SO2 a TRS. Vo veľkých spaľovacích kotloch a spaľovniach odpadu sa nepretržite meria tok, prach, CO, NOx a SO2. Ostatné pomocné kotly sa merajú pravidelne. V závislosti od paliva (spoluspaľovanie) sa stanovuje aj TOC, HCl, ťažké kovy a dioxíny/furány. Podobne ako vo Švédsku sa rozptýlené emisie (slabo koncentrované plyny), ktoré sa nezachytávajú a nečistia, zvyčajne určujú/vypočítavajú štyrikrát ročne. *Zdroj:* Nórska agentúra pre environmentálne otázky, 2009.

Tabuľka 2.5: Nepretržité/diskontinuálne-periodické merania emisií do ovzdušia zo spaľovacích zariadení v piatich členských štátoch

Parameter	Pomocné kotly alebo kotly na kôru, spaľovanie s fluidným lôžkom					Spoluspaľovanie odpadových vôd a kalov				
Kód krajiny	AT (4)	FI (5)	SK (6)	PT (7)	SE	AT	FI	SK	PT	SE
Tok	C	FA, C alebo PM	C (6) a PM	C (7) alebo PM	FA	C	C, PM	Žiadne zariadenie v prevádzke	Žiadne zariadenie v prevádzke	FA
sušenie ²	C	C (5) alebo FA a PM (5)	C (6) a PM	C a PM (7) alebo C alebo PM	FA/C	C	C, PM			C
NO _x	C	C (5) a PM (5), FA	C (6) a PM	C a PM (7) alebo C alebo PM	C	C	C, PM			C
Prach	C	C (5) a PM (5)	C (6) a PM	C a PM (7) alebo C alebo PM	C	C	C, PM			C
CO (2)	C	PM	C (6) a PM	C a PM (7) alebo C alebo PM	C	C	C, PM			C
Cl ₂ (3)	NM	PM	NM	NM	NA		C, PM			NA
HCl	C v niektorých prípadoch, PM	NA	NA	NM	NA	C, PM	C, PM			NA
TOC (alebo C _{org})	C v niektorých prípadoch, PM	NA	NA	PM	NA	C	C, PM			NA
Ťažké kovy	PM v niektorých prípadoch	PM	NA	PM (7)	NA	PM	PM	Žiadne zariadenie v prevádzke	Žiadne zariadenie v prevádzke	NA
Dioxín/furán	PM (len v prípade, že sú nedorobky RCF spoluspaľované)	PM	NA	NM	NA	PM (len v prípade, že sú nedorobky RCF spoluspaľované)	PM			NA

Poznámka: (1) TRS obsahuje H₂S; (2) sa zvyčajne neoznamujú úradom; (3) emisie Cl_{celk} (Cl₂ a ClO₂) sa merajú v bieliarmi (diskontinuálne/pravidelné merania). **Použité skratky:** NA = údaje nie sú k dispozícii; C = nepretržité merania; PM = diskontinuálne/pravidelné merania; FA = stanovené z analýzy paliva (obsah C, H, O, N, S, popola, vlhkosti a energie sa analyzujú počas analýzy paliva a používajú sa ako vstupný údaj pre matematické modelovanie a výpočet toku); FD = údaje z ventilátoru plynov/spalín; NM = namerané.

Rakúsko: (4) Údaje sa vzťahujú na fluidné pálenie s menovitým tepelným príkonom od 4,8 do 133 MW. Väčšina fluidných kotlov spaľuje aj odpad. Pre parné kotly platí nasledujúce: pevné a kvapalné palivá – kontinuálne merania prachu a CO pre zariadenie > 10 MW_t; kontinuálne merania NO_x a SO₂ pre všetky zariadenia > 30 MW_t; pre plynné palivá – CO (> 10 MW_t), NO_x (> 30 MW_t), T, O₂ (alebo CO₂) sa merajú kontinuálne. CCGT meria NO_x a CO nepretržite, Zdroj: Umweltbundesamt, 2010.

Fínsko: (5) Emisie prachu, NO_x a SO₂ z kotlov LCP (pomocný kotol > 50 MW_t) sa vo väčšine prípadov merajú nepretržite.

Poľsko: (6) Emisie toku, CO, prachu, NO_x a SO₂ z kotlov LCP (pomocný kotol > 50 MW_t) sa vo väčšine prípadov merajú nepretržite.

Portugalsko: (7) Emisie prachu, NO_x a SO₂ z kotlov LCP (pomocný kotol > 50 MW_t) sa merajú kontinuálne a diskontinuálne/periodicky. Vykonáva sa aj diskontinuálne meranie prchavých organických zlúčenín (VOC).

Švédsko: Zdroj: Švédska agentúra pre environmentálne veci, 2009.

2.2.2.2.3 Hlavné parametre a analytické metódy

V tabuľke 2.6 sú uvedené metódy merania emisií do ovzdušia pre zlúčeniny a zdroje používané vo Fínsku.

Väčšina metód merania je založená na štandardizovaných metódach. Existujú určité metódy merania uvedených emisií, ktoré sa v Európe líšia. Jednou z nich je stanovenie PM_{10} (v prípadoch, keď prevádzky majú vlastné systémy distribúcie veľkosti častíc). Ďalšie sú napr. určenie VOC, TRS a prietoku plynu.

Z tabuľky 2.6 vyplýva, že všetky parametre zahrnuté do programu pravidelného merania možno monitorovať nepretržite. Príslušné orgány môžu vyžadovať nepretržité, prerušované/pravidelné alebo príležitostné merania v závislosti od hmotnostného toku znečisťujúcej látky, používaných palív, prevádzkových hodín, podmienok zaťaženia alebo miestnych podmienok.

Tabuľka 2.6: Metódy merania emisií do ovzdušia podľa zlučénin a zdrojov používaných v celulózkach a papierňach (situácia vo Fínsku)

Parameter	Regeneračný kotol	Vápenná pec	Pomocné kotly (všetky kotly s výnimkou horákov pre pálenie odpadu)	Samostatný horák pre zápachajúce plyny	Spoluspaľovanie odpadu
Objemový prietok	Ultrazvukový prietokomer, metóda S-Pitotovej trubice alebo výpočet tepelnej a hmotnostnej bilancie				Ultrazvukový prietokomer, metóda S-Pitotovej trubice alebo tepelný hmotnostný prietok
Prach/častice	Nepriame nepretržité meranie (náhradný parameter): rozptyl svetla, optické meranie, triboelektrický efekt alebo gravimetrická metóda: EN 13284 -1 alebo SFS 3866				Nepriame nepretržité merania: rozptyl svetla, optické merania, triboelektrický efekt (kontaktná elektrifikácia) alebo gravimetrická metóda (EN 13284 - 1)
PM ₁₀	Určenie jediným meraním, buď meraním na zariadení, alebo použitím známeho frakčného koeficientu				
SO ₂	Priame nepretržité merania: UV-fluorescenčný, nedisperzný infračervený senzor (NDIR) alebo infračervený spektrometer s Fourierovou transformáciou (FTIR) nepriame (náhradný parameter) nepretržité merania: hmotnostná bilancia/analýza paliva				
TRS (uvádza zlučieniny obsiahnuté v TRS)	TRS prevodník + UV-fluorescencia, NDIR (FTIR) Priame kont. alebo diskont./prav. merania/ nepriame kont. alebo diskont./prav. merania	Nemožno použiť		TRS prevodník + UV-fluorescencia alebo NDIR (FTIR) Priame nepretržité merania alebo diskontinuálne-pravidelné merania/ nepriame kont. alebo diskont.-pravidelné merania	Nemožno použiť
NO _x	Priame kontinuálne alebo diskontinuálne/pravidelné: chemiluminiscencia, IČ absorpcia alebo FTIR: ISO 11564:1998, ISO 10849:1993, EN 14792:2005				
CO					
TOC	Kontinuálne priame merania: IČ absorpcia, NDIR alebo FTIR: ISO 12039:2001, EN 15058:2004. Meria sa vždy v súvislosti s iným meraním emisií CO je parameter riadenia prevádzky (meraný v kotloch)				
NMVOC	FID alebo FTIR Priame nepretržité merania FTIR				Priame nepretržité merania EN 14385, EN 13211:
Kovy					Priame merania z výpočtu. s normou EN 1948: Nepriame merania
Dioxíny/furány	diskontinuálne/periodické Nie je zahrnuté v programoch pravidelného merania, ale vychádza z iných metód, napr. z výpočtu.				Emisný faktor: vypočítaná hodnota
NH ₃	Všetky merania konkrétnych zlučénin pre horáky pri pálení odpadu sú uplatniteľné aj pre všetky ostatné procesy, pokiaľ sú v súlade s normou EN 1911-1-3:2003				Výpočet alebo merania Výpočet alebo merania
PCDD/F PAU-4					Výpočet alebo merania
HCl					Výpočet alebo merania
HF					Výpočet alebo merania

Zdroj: Fínsky inštitút životného prostredia a Fínska lesnícka federácia, 2009. Takmer identické metódy boli hlásené z AT, DE, SE a PL.

2.2.2.2.4 Referenčné podmienky

Výsledky meraní emisií do ovzdušia sú zvyčajne uvedené ako úrovne hmotnosti (mg/Nm³) za dané obdobie vzhľadom na štandardné podmienky a sú normalizované na špecifický obsah kyslíka. Ak nie je v tomto dokumente uvedené inak, štandardné podmienky merania objemového prietoku a úrovne koncentrácie odpadových plynov (pálenie) sú definované následne takto:

Nm ³ /h	Objemový prietok: objemové prietoky sa vzťahujú na objemové % kyslíka uvedené pre zdroj emisií a štandardné podmienky.
mg/Nm ³	Koncentrácia: koncentrácia plyných látok alebo zmesí látok sa vzťahuje na suché spaliny pri objemovom percente kyslíka, ktoré bolo špecifikované pre príslušný zdroj emisií/palivo a štandardnú podmienku.
Štandardný stav	Vzťahuje sa na teplotu 273,15 K (0 °C), tlak 101,3 kPa a suchý plyn, t. j. po odpočítaní obsahu vodnej pary.

Rozsahy emisií do ovzdušia vyjadrené ako hodnoty koncentrácie sa vždy vzťahujú na definovanú referenčnú hodnotu pre kyslík v % objemu O₂ špecifikovanú pre príslušný zdroj emisií, hoci skutočný obsah kyslíka v procese spaľovania môže byť nižší alebo vyšší. Rôzne krajiny majú rôzne referenčné hodnoty pre kyslík, ako to ilustruje niekoľko príkladov v tabuľke 1. 2.7.

Tabuľka 2.7: Referenčné hodnoty obsahu kyslíka pre rôzne spaľovacie zariadenia vo vybraných krajinách

Druhy pálenia	Ref. hodnota % obj. O ₂ v Portugalsku	Ref. hodnota % obj. O ₂ v Rakúsku	Ref. hodnota % obj. O ₂ vo Fínsku
Regeneračný kotol	8 %	5 %	6 %
Vápenná pec	8 %	5 alebo 6 %	6 %
Pomocný kotol na kôru	6 % alebo 8 %	11 alebo 13 %	6 %
Pomocný kotol na olej	8 %	3 %	3 %
Pomocný kotol na zemný plyn	8 %	3 %	3 %
Kotol na biomasu	8 %	11 alebo 13 %	6 %
Kogeneračné zariadenie (CCGT)	15 %, okrem VOC, ktoré majú 8 % a CO 8 %.	15 %	6 %
Samostatný horák na pálenie zápachajúcich plynov	NA	3 %	3 %
<i>Poznámka:</i> NA = údaje nie sú k dispozícii <i>Zdroj:</i> CELPA Associates, Rakúska agentúra pre environmentálne vedy, Fínsky inštitút pre environmentálne vedy, 2009.			

Aby boli údaje o koncentracii emisií založené na rôznych úrovniach kyslíka porovnateľné a sledovateľné, mal by sa použiť jednoduchý výpočet podľa priamo uvedeného vzorca:

$$E_R = \frac{21 - O_R}{|21 - O_M|} \times E_M$$

E_R (mg/Nm³): emisia v porovnaní s referenčnou úrovňou kyslíka O_R

O_R (% obj.): referenčná úroveň kyslíka

E_M (mg/Nm³): emisná koncentrácia v pomere k nameranej úrovni kyslíka O_M

O_M (% obj.): nameraná úroveň kyslíka

Ďalšie užitočné informácie o meraní sú možné nájsť v referenčnom dokumente o všeobecných zásadách Monitorovania (MON) [269, COM 2003].

2.2.2.2.5 Vzájomný vzťah koncentrácie a špecifického emisného zaťaženia

Merania emisií vyjadrené ako úroveň možno prepočítať na špecifické emisné zaťaženie. Údaje o emisiách v oboch formách sú veľmi užitočné pre regulačný orgán a prevádzku. V uvedených formulároch je však pri porovnávaní alebo prenose údajov potrebná opatrnosť, pokiaľ ide o spôsob výpočtu emisného zaťaženia.

Na obrázku 2.4 je uvedený príklad emisií prachu (ročné priemerné hodnoty) z celulózky. Prebieha výpočet, ktorý ukáže, ako prepočítať koncentráciu príslušnej znečisťujúcej látky (mg/Nm^3) na špecifický emisný faktor (kg/ADt buničiny alebo papiera/lepenky).

Výpočet emisného zaťaženia a špecifického zaťaženia a prietokov je založený na spoľahlivej znalosti týchto údajov (príklad prachu, ročné priemerné hodnoty):

- úroveň prachu na základe ročného priemeru (mg/Nm^3)
- prietok výfukových plynov za hodinu (Nm^3/h)
- ročný prevádzkový čas v hodinách (h/rok)
- ročná čistá výroba (ADt buničiny/ rok).

Výpočet prebieha následne:

- úroveň prachu nameraná v priebehu roka (mg/Nm^3):	a
- priemerná ročná úroveň prachu (mg/Nm^3), ktorá sa zvyčajne sčíta za všetky platné hodnoty z nepretržitého merania:	b
- prietok odpadového plynu za hodinu (Nm^3/h):	c
- ročný prevádzkový čas (h/rok):	d
- ročný objem odpadových plynov (Nm^3/rok):	e = c × d
- ročné emisie prachu (kg znečisťujúcich látok/ rok):	f = b × e
- ročná čistá výroba v tonách vzducho-suhej buničiny (t/rok):	g
- špecifický emisný faktor (kg/ADt buničiny):	i = f / g
- špecifický objem odpadového plynu (Nm^3/ADt):	h = e / g

Rovnaký výpočet možno vykonať pre mesačné a denné priemerné hodnoty emisií a iné emisné parametre.

Obrázok 2.4: Príklad prepočtu koncentrácie danej látky znečisťujúcej ovzdušie (mg/Nm^3) na špecifický emisný faktor (napr. kg prachu/ ADt)

Týchto výpočtov pre skutočný prípad celulózky na výrobu sulfitovej buničiny je viac. Ten, ktorý ukazuje koreláciu medzi nameranou úrovňou, denným zaťažením emisiami a špecifickým zaťažením produktu pomocou SO_2 , je ten, ktorý je uvedený vyššie. V tomto prípade prebieha výpočet pre priemerné mesačné hodnoty.

Čistá výroba buničiny (ADt) na papierni bola 3 928 ADt/mesiac . V januári 2008 bol priemerný obsah SO_2 v spalínach z regeneračného kotla 102 $\text{mg SO}_2/\text{Nm}^3$ (nepretržité merania). Zodpovedajúci priemerný prietok plynu (štandardné podmienky) bol 34 538 Nm^3/h . Celkový obsah SO_2 vypustený počas tohto mesiaca sa vypočíta vynásobením množstva SO_2 priemerným prietokom plynu 34 538 Nm^3/h mesačného prevádzkového času, v tomto prípade 744 hodín, čím sa získa celková hmotnosť 2 621 $\text{kg SO}_2/\text{mesiac}$.

Špecifické zaťaženie sa vypočíta vydelením celkovej hmotnosti SO_2 za daný mesiac výrobou buničiny (ADt) = 2 621 $\text{kg SO}_2/3\,928\text{ ADt}$ = 0,67 $\text{kg SO}_2/\text{ADt}$.

Špecifický prietok plynu je: priemerný prietok spalín (Nm^3/h) * prevádzkový čas/čistá výroba buničiny (ADt) = 34,538 Nm^3/h * 744 hodín/3 928 ADt = 6 542 Nm^3/ADt .

2.2.3.1.6 Meranie difúzných emisií v sulfátových celulózkach

Difúzne emisie síry v sulfátových celulózkach môžu slúžiť na podporu procesu, t. j. sú priamo spojené s procesom (pozri kap. 3.3.15) alebo môžu slúžiť na založenie nevýrobného procesu, t. j. spojeného s podpornými činnosťami, ako je úprava dreva (hromady drevnej štiepky) a čistenie odpadových vôd.

Jedinou presnou metódou na určenie emisií silne a slabo koncentrovaných plynov z rôznych miest je takmer úplný zber a spálenie týchto plynov a ich nahlásenie ako súčasť emisií z bodových zdrojov spolu s celkovými emisiami.

Neistotu pri určovaní týchto emisií - pokiaľ sa nezberajú úplne - zvyšuje vysoký počet zdrojov a ťažkosti pri určovaní objemu plynov alebo odparovaných látok, aj keď by sa úrovne koncentrácií dali primerane merať. Neistota celkového množstva rozptýlených emisií sa zvyšuje so zvyšujúcim sa počtom zdrojov mimo systémov premývania plynov.

Použitie moderných systémov zachytávania plynov na dosiahnutie situácie

V moderných zariadeniach, v ktorých sa používajú účinné metódy premývania, sa rozptýlené emisie zo všetkých výrobných procesov zachytávajú a dávajú na spálenie a v praxi nedochádza k významným rozptýleným emisiám - s výnimkou tých tokov, ktoré sa nezachytávajú z dôvodu zanedbateľného obsahu síry. V prípade celulózky s účinným systémom zachytávania plynov sa rozptýlené emisie nemôžu uvádzať samostatne, pretože sú už zahrnuté v celkovom uvoľnenom množstve. Premývanie a pálenie môžu pokryť viac ako 99 % celkových emisií plynnej síry z výrobného procesu (pozri kap. 3.3.15). Dokonca ani efektívne navrhnuté a prevádzkované systémy zberu plynov nebudú vždy schopné úplne zachytiť plyny zo všetkých zdrojov a za všetkých prevádzkových podmienok. Rozsiahle rozptýlené emisie sa zvyčajne vyskytujú za výnimočných podmienok, napr. počas odstávky a spúšťania alebo počas havárií. V týchto prípadoch sa musí pálenie dočasne zastaviť (by-pass) alebo sa musí použiť dostupný záložný čistiaci systém kvôli dôvodu rizika výbuchu.

Za normálnych okolností je možné, že tieto neošetrené úniky sa nedajú presne zmerať, ale v súlade s programom merania sa musia posúdiť alebo vypočítať pomocou spoľahlivej metódy, ako je napríklad modelovanie nepredvídaných udalostí.

Tieto metódy výpočtu musia byť zakotvené v programe merania zariadenia a údaje potrebné na tieto výpočty by mali byť súčasťou bežného zberu údajov (napr. spotreba paliva). Počas týchto výnimočných situácií je tiež možné simulovať merania a použiť ich na odhad. Vzhľadom na nízky obsah síry v emisiách počas bežných prevádzkových období môžu výnimočné rozptýlené emisie prispievať k celkovým emisiám síry zo zariadenia veľmi vysokým percentom.

Tento efekt je viditeľný v tab. 2.8, v ktorej sú zhrnuté údaje z meraných bodových zdrojov v procese a slabo koncentrovaných plynov z hodnotených nebodových zdrojov v niektorých švédskych celulózkach na výrobu sulfátovej buničiny. Keďže tieto zariadenia využívajú v procese BAT a používajú účinné techniky kontroly emisií, z bodových zdrojov v procesoch (regeneračný kotol, pec na pálenie vápna, špeciálny horák na pálenie zapáchajúcich plynov) sa uvoľňujú relatívne nízke emisie síry. Emisie z nebodových zdrojov (rozptýlené emisie) prispievajú k rovnakým alebo dokonca vyšším emisiám síry ako emisie z bodových zdrojov.

Tabuľka 2.8: Emisie plynnej síry ako S z bodových a nebodových (plošných) zdrojov zo švédskeho komerčného závodu na výrobu sulfátovej buničiny

Sulfátová celulóзка	Zložky plynnej síry, ako je S		
	Priemer ročných bodových zdrojov v procese (kg/t sulfátovej buničiny)	Nebodový zdroj slabo koncentrovaných plynov (kg/t sulfátovej buničiny)	Všetky zdroje z procesov (kg/t sulfátovej buničiny)
Mönsterås	0,15	0,16	0,32
Skutskär	0,03	0,62	0,64
Mörrum	0,10	0,23	0,33
Värö	0,15	0,15	0,30

Zdroj: Švédske štatistiky emisií z výroby celulózy a papiera (2007).

Ostatné prípady

V európskych sulfátových celulózkach existujú rozdiely v nahlásených celkových emisiách síry, t. j. do nahlásených celkových emisií síry sa zahrňajú viac alebo menej emisie rôznych zlúčenín síry. V Európe existujú celulóžky na výrobu sulfátovej buničiny, v ktorých sú systémy na premývanie a pálenie slabo koncentrovaných plynov stále nedimenzované, čo spôsobuje vysoké rozptýlené emisie zápachajúcich látok z lokality fabriky. Typickými zdrojmi sú oblasti s takými rozptýlenými nádržami, že je v praxi veľmi ťažké zaviesť technologicky a ekonomicky životaschopný systém na premývanie týchto plynov.

V týchto prípadoch by sa požiadavky na merania mali vzťahovať na všetky rozptýlené emisie z procesov, a preto by sa rozptýlené emisie mali merať alebo inak posudzovať.

Určenie skutočných rozptýlených emisií je náročné vzhľadom na skutočnosť, že pravidelné hodnotenie objemu vypustených plynov je veľmi ťažké, pretože objemový prietok z rôznych zdrojov emisií v priebehu času kolíše. Zariadenia na odber vzoriek, ktoré je v takýchto prípadoch možné použiť, zahrňajú v závislosti od dizajnu zdroja viečka na odber vzoriek, veká na odtok alebo tunely. Analýza úrovne koncentrácie plynu prebieha štandardným spôsobom v laboratóriu. Možno je použiť aj priame merania, napr. použitím prenosného FTIR. V prípade zápachu sú merania možné pomocou dynamickej olfaktometrie (EN 13725:2003).

Ako referenčnú metódu merania je možné použiť kontrolu vykonanú vyškolenou osobou v oblasti pachov. Obsluha by mala byť vyškolená na rozpoznanie druhov zápachu rozptýlených emisií. Ak sú uvedené pachy vnímané aj na hranici závodu, mal by sa zistiť zdroj týchto emisií. Ak sa zdroj posudzuje ako významný, mali by sa prijať vhodné opatrenia na zníženie alebo odstránenie uvedených emisií. Opis tohto procesu môže byť v prípade potreby zahrnutý do systému environmentálneho manažérstva.

Metóda merania, ktorá sa používa napríklad vo Fínsku v prevádzke, určuje rozptýlené emisie z elektrárne meraním hodnôt TRS na úrovni zeme na hranici závodu: meracie stanice sú umiestnené približne okolo závodu na miestach, kde je možné dobre merať vplyv týchto rozptýlených emisií vzhľadom na obvyklý smer vetra.

Vo Švédsku sa zvyšné slabo koncentrované plyny, ktoré sa nehromadia a sú emitované z rôznych častí procesu (približne 20-40 emisie), merajú v kampaniach, často len raz ročne. Vzorky sa odoberajú do plynových plastových vrecúšok. Meria sa prietok, teplota a tlak. Na mnohých miestach odberu vzoriek to môže byť dosť ťažké. Vzorky sa analyzujú plynovou chromatografiou. Príslušné redukované zložky síry sú sírovodík (H_2S), metylmerkaptán (MM), dimetylsulfid (DMS), dimetyldisulfid (DMDS).

Výsledky meraní v tom istom mieste odberu vzoriek sa môžu v priebehu času značne líšiť. Boli zaznamenané výkyvy od -70 % do +100 % približne okolo priemeru. Celkové množstvo vypustené zo závodu sa však v jednotlivých kampaniach líši oveľa menej. Existuje však určitá neistota pri porovnávaní zostávajúcich emisií slabo koncentrovaných plynov (TRS ako S) z nebodových (plošných) zdrojov v európskych sulfátových celulózkach.

V prípade zariadení s veľmi účinným systémom zachytávania nemusí byť meranie rozptýlených emisií opodstatnené, pretože tieto emisie sú už zachytené a spaľené, a preto sú zahrnuté do bodových zdrojov.

emisií. Iba v prípade prevádzkových porúch alebo zlyhania systému čistenia plynov sa uvoľňujú rozptýlené emisie, napr. počas dočasného odstavenia, mali by sa zaznamenať časové intervaly a odhadované emisie by sa mali uviesť ako „zachytené, ale nevyčistené slabo koncentrované plyny“.

2.2.2.4 Kontrola (monitorovanie) pevného odpadu

Pôvodca odpadu vykonáva kontrolu (monitorovanie) rôznych zložiek odpadu, ktoré vznikajú v priebehu výroby. Zahrňajú informácie o množstve, kvalite, vlastnostiach a pôvode odpadu (t. j. všeobecnej požiadavky na vedenie záznamov). Mali by byť k dispozícii poznatky o vplyve odpadu na zdravie a životné prostredie a o vlastnostiach, ktoré ovplyvňujú jeho ďalšiu úpravu a konečné zneškodnenie.

Prevádzkovatelia sú povinní viesť evidenciu o vzniknutom, zozbieranom, uskladnenom, prepravovanom, zhodnotenom alebo odstránenom odpade, ako aj o predanom alebo odovzdanom odpade. Ak sa odpad prepravuje z miesta vzniku inam, je tiež potrebné zaznamenať vzdialenosti a dátumy, ako aj spôsoby prepravy, zhodnotenia a zneškodnenia. Každý rok musia byť orgány informované o množstve, odstránení, použití, skladovaní alebo preprave odpadu, ktorý vznikol alebo bol prijatý inde. Hlásenie sa pripravuje na samostatnom formulári použitím kódov odpadu zadaných z konsolidovaného katalógu odpadu [50, rozhodnutie 2000/532/ES 2000].

Zavedenie skládkovania zahŕňa osobitné požiadavky, ktoré sú vylúčené, a to posúdenie vhodnosti odpadov na skládkovanie. Aby mohol byť konkrétny odpad prijatý na skládku, musí sa určiť jeho zloženie, vyluhovateľnosť a dlhodobé správanie. Hodnotenie odpadu je založené na skúmaní vlastností odpadu prostredníctvom série fyzikálno-chemických testov. Tieto testy môžu obsahovať analýzy:

- chemické zloženie odpadu;
- obsah organických látok a rozložiteľnosť odpadov;
- obsah a vyluhovateľnosť zložiek;
- ekotoxikologické účinky odpadu a výluhu z odpadu.

Vhodnosť odpadu na skládkovanie zvyčajne testuje špecializované laboratórium, ktoré sa špecializuje na výluhy a iné testy na určenie vlastností odpadu.

2.3 Príjem, skladovanie a manipulácia s vlákňitými materiálmi a chemikáliami

Hlavnými surovinami na výrobu buničiny a papiera sú vlákna (drevo, zberový papier), voda, tepelná (teplo a para) a elektrická energia a chemikálie alebo chemické prísady. Dodávky a úprava týchto materiálov sú opísané v kap. 2.3 až 2.6. Pokiaľ ide o hospodárenie s odpadovým papierom v sklade a pri úprave, čitateľ nájde príslušné informácie v kap. 6.3.1.

2.3.1. Spracovanie dreva

Táto kapitola sa vzťahuje na všetky chemické a mechanické celulózky a papierne.

2.3.1.1. Operácie v sklade dreva

Úprava a skladovanie dreva v papierňach zahŕňajú všetky funkcie určené na prípravu a skladovanie drevnej suroviny medzi bránou papierne a rozvlákňovacím zariadením. Drevná surovina zvyčajne pozostáva z guľatiny a drevnej štiepky (zvyšky z píl). Spracovanie dreva zahŕňa merania získanej guľatiny a štiepok (hmotnosť, objem, vlhkosť), vykladanie, skladovanie guľatiny, odkôrňovanie, štiepkovanie, triedenie štiepok a ich ukladanie na hromady. Spracovanie dreva zahŕňa aj manipuláciu a skladovanie kôry a zvyškov. Moderné sklady dreva musia spĺňať vysoké štandardy kvality a konzistentnosti výrobkov a musia mať rovnako vysoké technické štandardy ako ostatné časti závodu vrátane počítačového riadenia, monitorovania atď.

Pri rozvlákňovaní sa používajú poľená, ale pri chemických, neutrálnych sulfitových polochemických (NSSC), termomechanických (TMP) a chemotermomechanických (CTMP) rozvlákňovaniach sa používajú štiepky. Sulfitové rozvlákňovanie, mechanické rozvlákňovanie, rozvlákňovanie dreva a TMP si vyžadujú čerstvé drevo, aby sa dosiahla vysoká svetlosť vyrábanej buničiny. Pri skladovaní guľatiny na mechanické rozvlákňovanie v lete je možná potreba postriekať hromady dreva vodou, aby sa zabránilo vysychaniu a tmavnutiu dreva. Najmä pri sulfitovom rozvlákňovaní je žiaduce skladovať drevnú štiepku tak, aby sa dosiahol riadený rozklad extrahovateľných látok v dreve oxidačnými a enzymatickými mechanizmami s cieľom získať buničinu s nízkym obsahom extraktu.

Drevo sa prepravuje z miesta výrubu nákladným autom, po železnici alebo loďou a na skládku dreva sa dostáva vo forme guľatiny alebo štiepok. Podávacie pásy sa väčšinou dodávajú s kôrou a pred ďalšou úpravou sa musia odkôrniť (pozri kap. 2.3.1.2). Eukalyptus (*E. globulus*) sa často zbavuje kôry v mieste výrubu. Štiepky z pily a iných miest mimo závodu sú zvyčajne bez kôry a po vytriedení je možné ich použiť priamo.

Odkôrňovanie by sa malo vykonávať takým spôsobom, aby sa zabezpečilo čisté a rovnomerné drevo s minimálnymi stratami dreva, čo najsúchšia a najmenej znečistená kôra na použitie ako palivo a zároveň sa minimalizovalo akékoľvek znečistenie ovzdušia alebo vody spojené s úpravou dreva a odkôrňovaním. Pri úprave dreva, drevnej štiepky a kôry je potrebné minimalizovať akékoľvek znečistenie pôdy, minimalizovať riziko narušenia procesu a množstvo kôry a zvyškov dreva znečistených pieskom a kameňmi. Sklad dreva je často vydláždený, najmä plochy používané na skladovanie guľatiny a štiepok.

Odkôrnené kmene sa v kosačke rozsekajú na štiepky, aby do nich mohla rýchlo a ľahko preniknúť voda, chemikálie a teplo. Na dosiahnutie vysokej účinnosti procesov rozvlákňovania a vysokej kvality buničiny je nevyhnutné rozdelenie veľkosti triesok. Čím rovnomernejšie sú triesky za drvičom, tým vyššia je spotreba surovín vďaka lepšej možnosti na optimalizáciu procesu rozvlákňovania a výťažnosť buničiny.

Veľkosť štiepky je dôležitá aj na dosiahnutie optimálnych podmienok zahusťovania, aby sa umožnilo správne naplnenie zásobníka alebo správny prietok okolitej kvapaliny počas chemického rozvlákňovania. Za sekačkou je proces triedenia štiepok na odstránenie prebytočných kusov a pilín. Štiepky sa najčastejšie podávajú podľa hrúbky, pretože je to kľúčový parameter pre rozpletenie.

Často sa celkový optimálny stav triedenia dosahuje na úkor určitého množstva suroviny, aby sa zabezpečili stabilné podmienky úpravy na podporu lepšej kvality celulózy a nižšieho znečistenia. Prebytočné štiepky slúžia na opätovné spracovanie v štiepkovači, aby sa zvýšila výťažnosť a znížilo množstvo zvyškov z procesu. Materiál odstránený počas triedenia je možné spáliť v pomocnom kotli s rekuperáciou tepla alebo predať mimo závod.

S vytriedenými štiepkami je potrebné zaobchádzať opatrne, aby sa predišlo ich rozbitiu a vzniku triesok a úlomkov, ktoré môžu nepriaznivo ovplyvniť proces dávkovania a kvalitu celulózy. Z tohto dôvodu sa na manipuláciu uprednostňujú pásové dopravníky. Tieto dopravníky sú tiež energeticky účinné a produkujú menej hluku ako iné alternatívy prepravy.

Zvyšky z tejto fázy procesu pozostávajú z kôry a odpadu zo štiepok a triedenia. Zvyčajne sa zbierajú a pália na energetické využitie v špeciálnych kotloch na kôru, biomasu alebo drevný odpad (pozri kap. 5.3.10).

Prevádzky zvyčajne skladujú štiepku priamo z výroby alebo zakúpenú v hromadách. Na obrázku 2.5 je znázornená hromada drevných štiepok v sulfitovej celulózke.



Obrázok 2.5: Príklad: hromada štiepky na betónovej ploche v papierni M-real Hallein AG

Počas skladovania dochádza k určitému rozkladu živcových zložiek (látok, ktoré sa dajú extrahovať) v dreve prostredníctvom oxidačných a enzymatických mechanizmov. Hromada štiepok môže byť počas tohto obdobia dozrievania pomerne teplá. Dlhšie skladovanie znižuje množstvo buničiny, ktoré sa dá z dreva získať (výťažnosť buničiny), a pevnosť jeho vlákien.

Je dôležité, aby triesky v procese rozvlákňovania (chemického a mechanického) mali rovnakú veľkosť a kvalitu a približne rovnaký obsah sušiny.

Zariadenia na úpravu a skladovanie dreva sú častými rozsiahlymi zdrojmi hluku v papierni. Pri plánovaní nového alebo rekonštruovaného zariadenia na úpravu dreva je potrebné dôkladne posúdiť a naplánovať jeho umiestnenie, usporiadanie a vybavenie (vrátane vozidiel), aby sa dosiahla minimalizácia hluku a možného obťažovania okolia. Vozidlá a iné pohyblivé stroje by mali spĺňať požiadavky na zníženie hluku.

2.3.1.2 Odkôrňovanie

Európske ihličnaté a listnaté drevo sa zvyčajne prijíma do skladu s kôrou (hoci v niektorých prípadoch sa môže dodať aj drevo bez kôry) a zvyčajne sa na mieste odkôrňuje.

Kôra eukalyptov sa môže v závislosti od druhu a veku výrazne líšiť, a preto sa používajú rôzne procesy odkôrnenia. Mladé a čerstvo vyrúbané stromy *E.globulus* sa relatívne ľahko odkôrňujú a sú veľmi vhodné na odkôrňovanie v mechanickom odkôrňovacom stroji v celulózke. Kôra zrelých a uskladnených eukalyptov (a čerstvo vyrúbaných smrekov, ktoré sa ťažia počas vegetačného obdobia) obsahuje hrubé vlákna podobné vláknam, ktoré sa nabaľujú na rotujúce časti valcového odkôrňovacieho stroja a blokujú ich. Bežnou praxou je odstraňovanie kôry zo zrelých eukalyptov na mieste výrubu a z eukalyptových plantáží v celulózke.

Najbežnejšou metódou odkôrňovania je pomocou bubnovej odkôrňovacej frézy. Kôra sa znižuje súčasne s trením kmeňov o seba v bubne. Kôra, úlomky dreva atď. sa oddelia od odkôrnených kmeňov pomocou otvorov v bubne. Odkôrňované poľená sa pred vstupom do kosačky zvyčajne opláchnu vodou. V chladných klimatických podmienkach je potrebné nechať kmene rozmraziť a vykonať odstránenie snehu a ľadu pred začatím odkôrňovania, aby sa uľahčilo odkôrnenie. To sa dá dosiahnuť v špecializovaných dopravníkoch s teplou vodou alebo parami a horúcou vodou na vstupe do bubnového odkôrňovacieho zariadenia.

Pri suchom odkôrňovaní sa voda používa len na umývanie guľatiny a recirkuluje sa, čím vzniká minimum odpadových vôd a látok znečisťujúcich vodu. Výsledkom suchého odkôrňovania je kôra s nižším obsahom vody, čo v konečnom dôsledku vedie k vyššej energetickej účinnosti pri jej pálení. Kôra sa rozdrví a stlačí a pred spálením je možné ju vysušiť.

Výsledkom suchého odkôrňovania je nízke zaťaženie odpadových vôd BOD a CHSK, ako aj nízke množstvo organických zlúčenín, ako sú extrahovateľné látky, ktoré sa uvoľňujú z kôry do toku odpadových vôd. Niektoré z týchto látok sú toxické pre vodné organizmy. V tomto sektore prevláda suché odkôrňovanie a postupne sa upúšťa od mokrých systémov. V nových alebo rekonštruovaných skladoch dreva sa používa takmer výlučne suché odkôrňovanie.

Všetka prebytočná voda z umývania kmeňov a filtrát z lisovania kôry by sa mali poslať do čistiarne odpadových vôd. Vzhľadom na nízky objem filtrátu z lisovania kôry sa jeho potenciálne toxický účinok znižuje zmiešaním s prítokom iných technologických vôd v nárazníkovej nádrži pred biologickým čistením, aby sa tieto vody mohli čistiť spoločne v tej istej biologickej čistiarni odpadových vôd. Filtráty z lisovania kôry slúžia na recykláciu do sulfátového procesu, napr. na získavanie chemikálií.

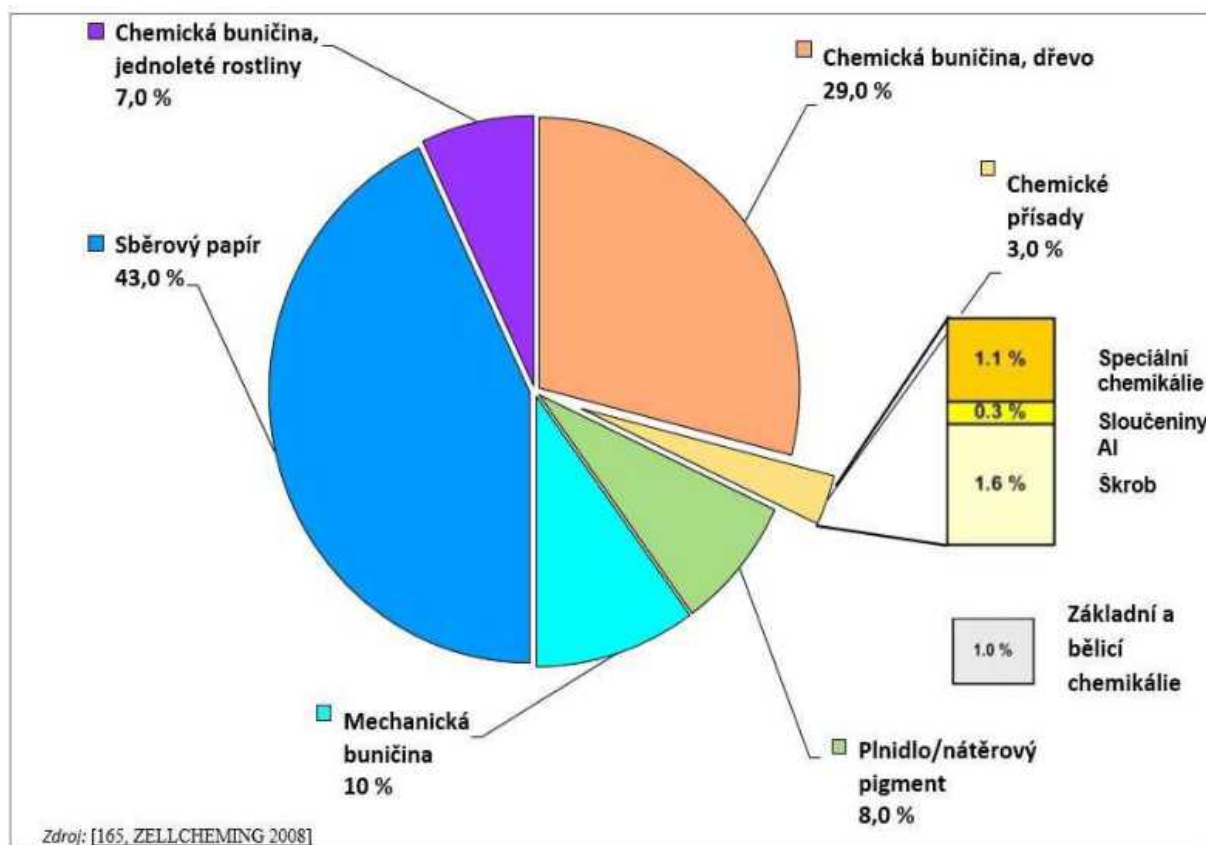
Ukázalo sa, že biologické čistenie je veľmi účinné pri znižovaní toxicity odpadových vôd z odstraňovania nečistôt. Objem odpadových vôd zo suchej kôry je zvyčajne vyšší ako 2 m³/ADt. V prípadoch sulfátových celulózok sa odkôrňovanie vykonáva bez vody (suché odkôrňovanie) a nevzniká žiadna odpadová voda. Pre zimné podmienky a mrznutie v priebehu zimných mesiacov v chladnom podnebí sú suché bubny vybavené prestupňom - odmrazovaním.

2.3.2. Skladovanie chemikálií a chemických prísad a manipulácia s nimi

2.3.2.1 Použitie základných chemikálií a chemických prísad

Pri výrobe výrobkov z buničiny a papiera sa používajú rôzne základné chemikálie a chemické prísady. Pri výrobe bielenej sulfátovej buničiny sa používajú chemikálie, ako je oxid chloričitý, peroxid vodíka a chelačné (komplexotvorné) činidlá (pozri kap. 3.2.2.2). Okrem toho sa pri integrovanej výrobe alkálií bežne používajú ako palivá fosílna palivá, ako je olej alebo plyn (pozri kap. 3.1.11), a tiež ako palivo pre pomocné kotle (pozri 2.6.1.1). Informácie o chemikáliách používaných pri sulfátovej metóde rozvlákňovania nájdete v kap. 4.2.2.2; pokiaľ ide o chemikálie používané pri výrobe bielenej mechanickej buničiny, čitateľ je odkázaný na kap. 5.2.2.6.

Celosvetovo tvorí papier približne 98 % prírodného materiálu. Ako ukazuje obrázok 2.6, 89 % tvorí chemická a mechanická buničina/vláknina a zberový papier. Pridané plnivá a pigmenty na farby predstavujú približne 8 %, najmä vo forme kaolínu a uhličitanu vápenatého. Zvyšné 3 % tvoria chemické prísady. Len o niečo viac ako polovicu z nich tvorí škrob, ktorý pochádza z obnoviteľných surovín, a desatinu zlúčeniny hliníka, napr. oxid hlinitý (síran hlinitý) z tradičných papierní. Len 1,1 % surovín používaných na výrobu papiera a lepenky tvoria syntetické chemické prísady (špeciálne chemikálie). Všetky hodnoty na obrázku 2.6 boli vypočítané na základe obsahu sušiny vo výrobku vo vzťahu k svetovej výrobe papiera, ktorá v roku 2005 predstavovala 375 miliónov ton.

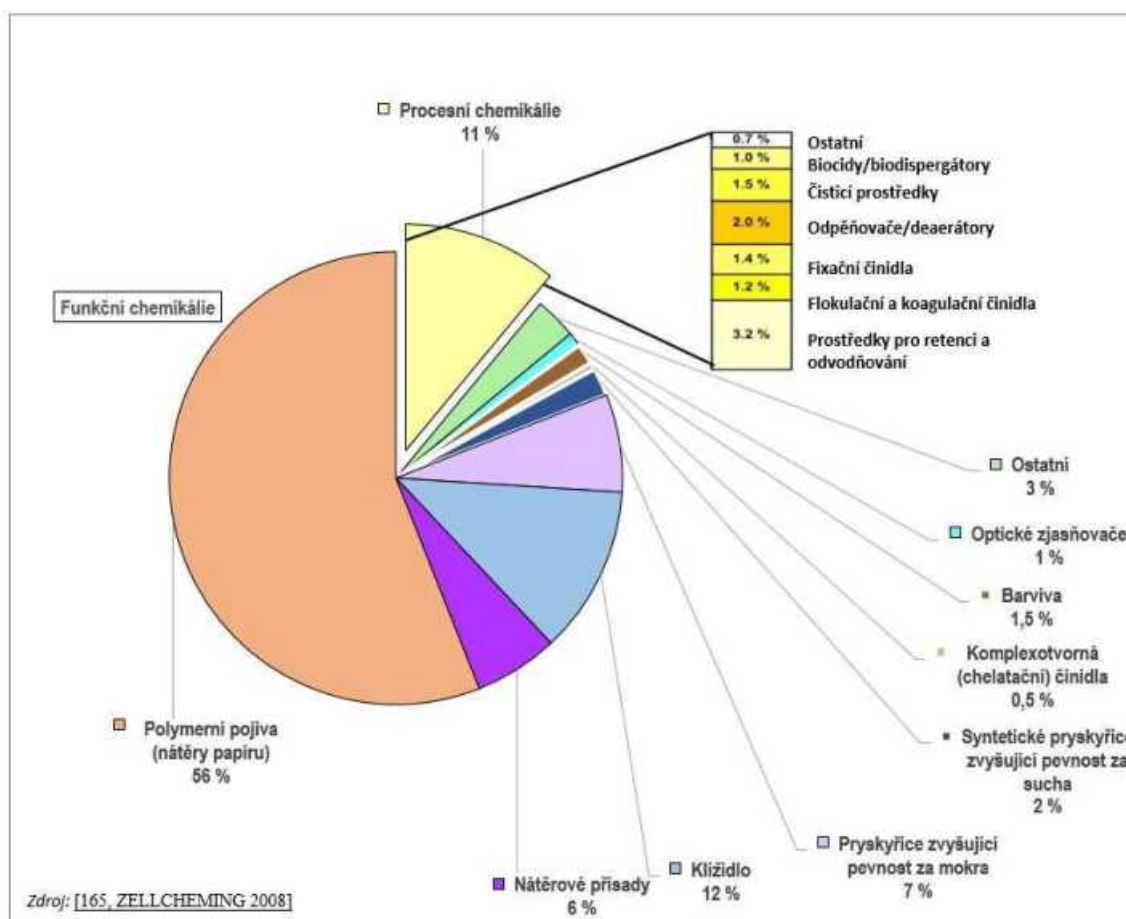


Obrázok 2.6: Spotreba surovín v sektore papiera a lepenky vo vzťahu k svetovej výrobe papiera v roku 2005 (objemové podiely)

Okrem toho sa na kontrolu pH musí použiť približne 1 % zásaditých a bieliacich chemikálií, ako je hydroxid sodný alebo kyselina sírová. Tieto chemikálie nekončia v konečnom výrobku, sú väčšinou anorganické a zväčša sa buď používajú v procese, alebo sa recyklujú. Na výstupe zo závodu zostávajú len ióny (sodík, vápnik, sírany alebo chloridy), ktoré sa potom vypúšťajú do prijímajúcich vôd.

Ďalšie chemikálie a materiály, ktoré nie sú uvedené na obrázku 2.6, bariérové materiály ako hliník, etylénvinylalkohol (EVOH), polypropylén (PP) a kyselina polymliečna (PLA), sa často používajú na výrobu obalov a tekutých lepeniek.

Na obrázku 2.7 sú znázornené podiely rôznych chemických prísad na trhu zoskupených podľa funkcie. Rozlišujú sa chemikálie potrebné pre samotný výrobný proces (procesné chemikálie) a chemikálie, ktoré dodávajú konečnému výrobku špeciálne funkčné vlastnosti (funkčné chemikálie). Funkčné chemikálie predstavujú takmer 90 % všetkých chemických prísad v suchom stave. Ak sa pozrieme na obrázok 2.7, v tejto skupine dominujú polymérne spojivá s 56 % podielom. Procesné chemikálie zvyšujú produktivitu a dobu prevádzkyschopnosti strojov na výrobu papiera a lepenky. V rámci tejto skupiny predstavujú retenčné prostriedky a prostriedky na odvodnenie spolu s činidlami a flokulantmi/koagulantmi 53 % trhového podielu.



Obrázok 2.7: Podiel špecializovaných chemikálií na svetovej výrobe papiera a lepenky (objemové podiely v suchom stave)

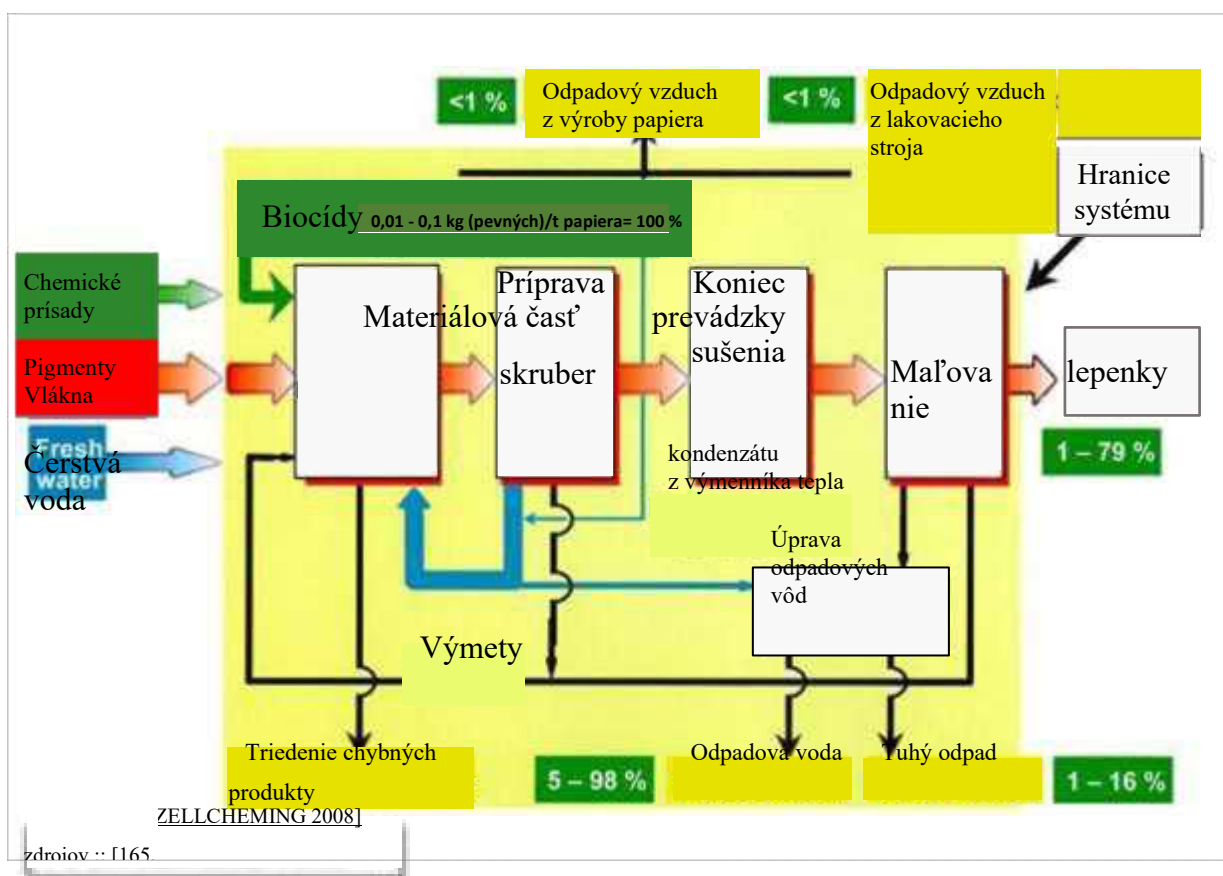
Ďalšie chemikálie používané v celulózkach a papierňach (ktoré nie sú zahrnuté v obrázku 2.6) sú chemikálie používané v procesných a čistiacich zariadeniach (napr. močovina, kyselina fosforečná, flokulanty, polyméry, hydroxid sodný, činidlá na úpravu kalov a odpeňovanie) a v čističkách spalín (napr. lúhy), ak sú tieto zariadenia v prevádzke. Chemické prísady sa používajú aj pri príprave napájacej vody pre kotly.

Chemické prísady pomáhajú optimalizovať výrobný proces a zvýšiť ekonomickú efektívnosť výroby. Použitie pomáha upraviť určité vlastnosti hotového papiera a slúži na dosiahnutie uvedených vlastností. Chemikálie sú preto dôležitou časťou výroby buničiny a papiera. Počet ďalších chemikálií, ktoré sa v niektorých prípadoch používajú na manipuláciu s chemikáliami, zdôrazňuje význam bezpečného a zodpovedného zaobchádzania s chemikáliami a ich použitia z hľadiska životného prostredia a BOZP (pozri kap. 2.9.2.3 až 2.9.2.5).

S cieľom komplexného posúdenia environmentálnych rizík by sa mali preskúmať údaje o retencii vo výrobku z papiera, biologickej odbúrateľnosti, toxicite alebo iných nepriaznivých účinkoch na životné prostredie. V papierňach prebieha interné hodnotenie pomocou komerčne dostupných databáz (pozri kap. 2.9.2.4) s cieľom uľahčiť zodpovedný výber, používanie a manipuláciu s uvedenými chemickými prísadami. Jeden závod uplatňuje triedenie používaných chemikálií podľa ich retencie a odstránenia pri čistení odpadových vôd (pozri kap. 2.9.2.5).

Technický výbor pre chemické prísady, ktorý je súčasťou nemeckého združenia papierenského priemyslu ZELLCHEMING, skúmal potenciálne vplyvy veľkých skupín chemických prísad na životné prostredie, ktoré sú znázornené na obrázku 2.7, a navrhol systematický prístup, ktorý odhaduje rozdelenie týchto prísad medzi odpadový vzduch, papier, odpadovú vodu a tuhé odpady (odpadové vody, kaly). Je to preto, že všetky zložky chemických prísad sa dostávajú do týchto fyzikálnych zložiek

v závislosti od chemických a fyzikálnych vlastností týchto zložiek a surovín papiera/lepenky, ako aj od podmienok pre chemické aplikácie. Obr. 2.8 používa biocídy ako príklad, ktorý ukazuje, ako táto skupina odborníkov hodnotila vplyv prísad v procese výroby papiera/lepenky.



Obrázok 2.8: Cyklus chemických prísad v procese výroby papiera/lepenky na príklade biocídov

Princípy tejto analýzy sú uvedené v hmotnostnej bilancii. V uvedenom príklade sa dávka biocídov líši podľa chemikálií použitých na tento účel (biocídy sa aplikujú v rozmedzí 10 až 100 g/t papiera/lepenky, t. j. nízka dávka účinnej látky). Väčšina dávkovaných biocídov zostáva vo vodovodnom systéme a reaguje v prietoku. Vo výrobnom papieri možno očakávať maximálne 79 % dávkovaných biocídov (v prípadoch, keď sa použije menej ako 1 %). Teoreticky by sa v odtoku mohlo nachádzať maximálne 98 % dávkovaného materiálu (v ostatných prípadoch len 5 %). Detekcia biocídov v odpadových vodách je často veľmi náročná z dôvodu nízkeho dávkovania, rýchlej reakcie a rozkladu použitých chemikálií. Prístup spoločnosti ZELLCHEMING je zaujímavý vzhľadom na rozdelenie biocídov medzi papier, odpadovú vodu (po čistení), látky (kal z čistiarny odpadových vôd) a odpadový vzduch zo sušiackej časti prevádzky papierenského stroja alebo lakovacieho stroja (< 1 % v prípade biocídov). V prípade biocídov sa pri tomto prešetrovaní zistili pomerne široké rozpätia v dôsledku širokej škály používaných biocídov (oxidačné a neoxidačné biocídy, biodispergátory atď.) a skutočnosti, že sa pri hodnotení možného rozptylu biocídov do rôznych častí životného prostredia prijalo mnoho predpokladov.

Predpokladané vypúšťanie chemikálií do vody priamo súvisí so zadržiavaním chemikálií v papierovom páse (zadržiavanie v procesoch) a ich odstránením v čistiarni odpadových vôd. Hlavné skupiny chemických prísad sú opísané v [165, ZELLCHEMING 2008].

Retenčný faktor opisuje podiel chemikálií, ktoré sa zachytia vo výrobku z papiera a neuvoľnia sa do životného prostredia (voda, ovzdušie a pôda). Čím vyššia je retencia, tým nižšie je vypúšťanie do odtokových vôd a tým nižší je potenciálny vplyv použitých prísad na životné prostredie. V prípade prídavných látok (pomocných látok) je z ekonomického (strata prídavných látok) aj ekologického hľadiska žiaduca maximálna miera zachovania. Keďže funkčné chemikálie sú navrhnuté tak, aby dodali papieru konkrétne vlastnosti, z dôvodov nákladov a efektívnosti majú väčšinou relatívne vysokú retenciu

v celulóзовých vláknach. Procesné chemikálie sa zvyčajne nezachytávajú v hotovom papierovom páse v rovnakej miere. Určité množstvo sa preto vypúšťa prostredníctvom odpadových vôd zo závodu. Preto sú dôležité znalosti o retencii chemických prísad. Prebytočné prísady tiež opúšťajú systém v odpadových vodách a kaloch. Niektoré z týchto prísad môžu mať negatívny vplyv na praktickú prevádzku čistiarne odpadových vôd alebo na kvalitu vody, ak sa neúmyselne uvoľnia na najvyššej úrovni koncentrácie.

S lepšou kontrolou vlastností chemikálií, ktorá môže vyplývať z nariadenia REACH (pozri kap. 2.3.2.2) a systematickou prácou v závodoch na nahradení určitých chemikálií látkami, ktoré sú bezpečnejšie pre prostredie (pozri kap. 2.9.2.4), sa však znižuje riziko, že toto zvyškové vypúšťanie môže zhoršiť prevádzku čistiarne odpadových vôd a kvalitu vody.

Znalosť biologickej odbúrateľnosti látky je rozhodujúca pre posúdenie množstva látok, ktoré sa dostanú do vodného prostredia. Za predpokladu, že väčšina odpadových vôd z papieri sa nachádza v biologických čistiarňach odpadových vôd, retenčný faktor spolu s biologickou odbúrateľnosťou umožňuje hrubý odhad množstva látok uvoľnených do recipientu (pozri kap. 2.9.2.5).

Ak sa tieto látky nezachytia v papieri alebo neodstránia v čistiarňach odpadových vôd, potom sú veľmi dôležité údaje o ich nebezpečnosti pre vodné prostredie a potenciáli bioakumulácie.

Opatrnosť je potrebná najmä v prípade chemikálií určených na vyvolanie biologického účinku, ako sú biocídy, dezinfekčné a konzervačné prostriedky. Hromadeniu kalu v systémoch papierne by sa malo predchádzať predovšetkým správnym navrhovaním a prevádzkovaním systémov, aby sa zabránilo dlhšiemu státiu kaše v zariadeniach, potrubí a nádržiach, a potom výberom prevádzkových teplôt okolo 40 °C alebo vyšších. Tieto opatrenia nemusia vždy úplne postačovať na kontrolu slizu, ale vedú len k príležitostnému použitiu chemických prísad v malých množstvách. Praktické skúsenosti ukazujú, že továrne na výrobu papiera a obrúskov bežne prevádzkujú systémy pri teplote približne 45 °C a továrne na výrobu obalov pri teplote až 50 °C, aby sa zabránilo tvorbe kalu. Napríklad veľký závod založený na RCF, ktorý vyrába baliaci papier, úspešne použil disperzanty a enzymatické čistenie, keď baktérie v procesných vodných systémoch vytvorili sliz, čím úplne nahradil použitie biocídov. V zdroji [90, J.Schrijver a kol. 2008] sa navrhuje technika, ktorá kombinuje biocídy a biodispergátory a ktorá môže pomôcť znížiť množstvo použitých biocídov.

Chemikálie sa do závodu najčastejšie dodávajú nákladnými autami, vlakmi alebo loďami a niektoré sa pripravujú priamo na mieste. Nízkoobjemové špeciálne chemikálie sa zvyčajne dodávajú pripravené na použitie, zatiaľ čo veľkoobjemové chemikálie sa môžu dodať alebo pripraviť na mieste. Jedným z príkladov veľkoobjemových chemikálií pripravovaných na mieste je vyzrážaný uhličitý vápenatý (PCC) na použitie v papierňach.

Technický vývoj výrobkov viedol k neustále sa meniacemu použitiu chemikálií, najmä špecializovaných prísad v malých objemoch. Preto je veľmi dôležitou činnosťou preskúmanie a hodnotenie chemikálií na konkrétny účel s cieľom vybrať tie najúčinnnejšie z hľadiska procesu a výroby, ako aj tie, ktoré nepoškodzujú životné prostredie (pozri kap. 2.9.2.4 a 2.9.2.5).

2.3.2.2 Nariadenie EÚ o skladovaní a používaní chemikálií a manipulácii s nimi

Nariadenie REACH

Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady o registrácii, hodnotení, autorizácii a obmedzovaní chemikálií [2006, nariadenie REACH (ES) č. 1907/2006] je určené na poskytovanie aktuálnych informácií o všetkých chemikáliách používaných v množstvách presahujúcich určité prahové hodnoty. Nariadenie REACH je založené na zásade, že výrobcovia, dovozcovia a následní užívatelia sú zodpovední za zabezpečenie toho, aby vyrábali, uvádzali na trh alebo používali látky, ktoré nebudú mať nepriaznivý vplyv na ľudské zdravie alebo životné prostredie. Na tento účel musia výrobcovia alebo dovozcovia týchto látok, či už jednotlivo alebo v zmesi, v množstve jednej tony alebo viac ročne, predložiť registráciu Európskej agentúre pre chemické látky (ECHA). Okrem toho dodávateľ látky alebo zmesi musí poskytnúť príjemcovi látky alebo zmesi kartu bezpečnostných údajov v súlade so zásadami stanovenými v tomto nariadení. Karta bezpečnostných údajov obsahuje informácie o identifikácii látok alebo zmesi, identifikácii nebezpečenstva, informácie o zložení, manipulácii a sklade, ako aj informácie

o preprave a vplyve na životné prostredie.

Na papier alebo lepenku, ktoré prichádzajú do styku s potravinami, liekmi alebo chirurgickými nástrojmi, môžu platiť prísnejšie požiadavky na použitie chemikálií. V rámci EÚ sa vypracúvajú pravidlá pre obaly na potraviny (Rada Európy, rezolúcia AP (2002) 1 o papierových a lepenkových materiáloch a predmetoch určených na styk s potravinami). V niektorých krajinách sa používa nemecké odporúčanie XXXVI pre papier a lepenku určené na styk s potravinami, ktoré prevádzkuje Nemecký spolkový inštitút pre hodnotenie rizík (BfR).

Smernica Seveso

Smernica Rady 96/82/ESP o kontrole nebezpečenstiev závažných havárií s prítomnosťou nebezpečných látok (smernica Seveso II) [214, Smernica Seveso II (96/82/ES) 1996] a Smernica Európskeho parlamentu a Rady ESP, ktorou sa mení a dopĺňa, sa uplatňuje aj pre niektoré nebezpečné látky, ktoré sa v celulózkach a papierňach skladujú alebo sa s nimi manipuluje. V smernici Seveso II je uvedených niekoľko látok, na ktoré sa vzťahuje, pričom niektoré z nich sa používajú vo viacerých celulózkach a papierňach, vrátane oxidu siričitého, chlorečnanu sodného, LPG, metanolu a kyslíka. Táto smernica sa zvyčajne nevzťahuje na peroxid vodíka a oxid chloričitý, pretože sa používajú v zriedených roztokoch. Smernica definuje kategórie látok (toxické, oxidujúce, výbušné, horľavé), na ktoré sa vzťahuje.

Skladovacia smernica stanovuje tri úrovne kontrol, pričom väčšie množstvo chemických látok znamená prísnejšie kontroly. Na prevádzkovateľa, ktorý udržiava množstvo nebezpečnej látky pod dolnými prahovými hodnotami uvedenými v tejto smernici, sa tieto právne predpisy nevzťahujú, ale budú sa na neho vzťahovať všeobecné ustanovenia o zdraví, bezpečnosti a životnom prostredí v iných právnych predpisoch, ktoré sa netýkajú nebezpečenstiev závažných havárií.

Smernica vyžaduje zavedenie systému riadenia bezpečnosti. Prevádzkovateľ musí vypracovať havarijné plány zahŕňajúce opatrenia, ktoré sa majú prijať v zariadení, a predložiť ich miestnym orgánom, aby mohli vypracovať vonkajšie havarijné plány. Havarijné plány sa musia podľa potreby podrobiť kontrole, revízii a aktualizácii. Prevádzkovatelia sú povinní konzultovať so svojimi zamestnancami interné havarijné plány a miestne orgány musia konzultovať s verejnosťou externé havarijné plány.

Nariadenie CLP

Nové nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí (nariadenie CLP) nadobudlo účinnosť 20. januára 2009. Uplatňuje sa okamžite v celej EÚ bez toho, aby sa muselo implementovať do vnútroštátnych právnych predpisov. Uplatňujú sa prechodné ustanovenia a začali sa práce na klasifikácii chemikálií a zmesí podľa nových kritérií a na označovaní novými symbolmi nebezpečnosti (piktogramami) s aktuálnymi bezpečnostnými pokynmi. Nariadenie povedie k jednotnejšiemu označovaniu a baleniu chemikálií, uľahčí identifikáciu látok a manipuláciu s nimi, a tým zlepší bezpečnosť zdravia na pracovisku a ochranu životného prostredia.

Smernica o biocídnych výrobkoch

Použitie biocídnych výrobkov sa riadi smernicou Európskeho parlamentu a Rady ESP 98/8/ES o uvádzaní biocídnych výrobkov na trh (BPD) a nariadením Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 528/2012 o uvádzaní biocídnych výrobkov na trh a ich používaní. BPD sa vzťahuje na 23 rôznych druhov výrobkov. Zahŕňajú protišmykové prostriedky (slimicidy) a chemické prostriedky používané na konzervovanie výrobkov a materiálu. Základné zásady tejto smernice sú uvedené ďalej:

- Účinné látky sa posudzujú a rozhodnutie o ich zaradení do prílohy I k smernici o biocídnych výrobkoch sa musí prijať na úrovni EÚ.
- Biocídne výrobky sú povolené na vnútroštátnej úrovni. Povolené môžu byť len výrobky obsahujúce účinné látky uvedené v prílohe I.
- Vzájomné uznávanie: biocídny výrobok povolený v jednom členskom štáte je na základe žiadosti povolený aj v inom členskom štáte, pokiaľ neexistujú konkrétne dôvody na nedodržanie tejto zásady.

Existujú rôzne rozhodnutia týkajúce sa nezaradenia látok do príloh I, IA alebo IB k smernici BPD. Súhrnný zoznam existujúcich účinných látok, pre ktoré bolo prijaté rozhodnutie o nezaradení, obsahuje aj dátumy, po ktorých by sa výrobky obsahujúce tieto účinné látky už nemali uvádzať na trh (pre príslušné druhy výrobkov).

Účinky iných právnych predpisov

Z látok, ktoré sa predtým používali v celulózo-papierenskom priemysle, sú niektoré látky v súčasnej legislatíve zakázané. Ako tenzidy a dispergátory sa používali nonylfenoly a nonylfenoletoxyláty. Použitie uvedených látok je teraz zakázané. Niektoré látky regulované legislatívou a používané vo veľkých množstvách, ako sú prostriedky proti usadzovaniu slizu (slimicidy) a germicídy, sa v závodoch na výrobu papiera našli na nízkej úrovni.

Smernica ESP 2008/105/ES o environmentálnych normách kvality v oblasti vodnej politiky zahŕňa v prílohe I zoznam prioritných látok. Podľa CEPI (2010) sa žiadna z týchto prioritných látok nepoužíva v procesoch výroby buničiny a papiera (napr. nonylfenoly, anorganické zlúčeniny, DEHP). Hoci sa tieto prioritné látky nepoužívajú, je možné, že budú prítomné v emisiách z čistiarní odpadových vôd, pretože sa do závodu dostávajú buď prostredníctvom dovážanej buničiny, alebo v povrchovej vode odobratej z toku a používanej pri procesoch výroby papiera.

2.3.2.3 Skladovanie a preprava chemikálií a a manipulácia s nimi

Mnohé chemikálie a chemické prísady používané v celulózkach a závodoch na výrobu papiera sú charakterizované ako nebezpečné, ak sa uvoľňujú v koncentrovanej forme. Používajú sa tuhé, kvapalné a plynné látky. S cieľom minimalizácie rizika pre pracovníkov a prostredie (pozri kap. 2.9.2.3) je preto veľmi dôležité kontrolovať reťazec prepravy, vykládky, skladovania a prepravy do miesta použitia v procese.

2.4 Zásobovanie vodou pre procesy a chladenie

2.4.1. Úprava surovej vody

Požiadavky na kvalitu vody v celulózo-papierenskom priemysle sa výrazne líšia v závislosti od konkrétneho použitia vody (chladiaca alebo technologická voda), kvality výrobkov a výrobných procesov používaných v celulózke a v papierni. V dôsledku toho sa používaná surová voda a jej zdroje (podzemná voda, povrchová voda) v jednotlivých závodoch značne líšia. Hlavné nečistoty v surovej vode, ktoré je potrebné odstrániť, ak sú prítomné, sú farby (prirodzená hnedastá alebo žltkastá farba) a zákal (malé častice suspendovaných organických a anorganických látok) v povrchových vodách (po prvej mechanickej predúprave), tvrdosť (rozpustené soli vápnika a horčíka), železo a mangán. Ich prítomnosť je závislá najmä od zdroja použitej vody. V mnohých európskych krajinách je všetka surová voda používaná v celulózkach a závodoch na výrobu papiera povrchová. Ostatné krajiny používajú podzemnú vodu na časť technologických vôd. Kvalitu vody je možné zlepšiť prostredníctvom rôznych opatrení na jej úpravu, ktoré môžu závisieť od účelu použitia a kvality vody potrebnej na tento účel.

2.4.1.1 Úprava procesnej vody

V celulózkach a závodoch na výrobu papiera sa voda upravuje tak, aby sa z nej odstránili pevné látky, farby a organické látky, železo a mangán. V niektorých prípadoch sa odstraňujú aj rozpustené soli a voda sa dezinfikuje. S výnimkou odstraňovania pevných látok si väčšina uvedených látok vyžaduje určitú formu chemickej úpravy (iónová výmena sa v niekoľkých prípadoch uplatňuje na procesnú vodu a vo väčšine prípadov na vodu na ohrev kotla), ktorá je spojená so znečistenou preplachovacou vodou, ktorá sa zvyčajne upravuje spolu s odpadovou vodou z procesov. Mechanická úprava pomocou hrebeňov a filtrov prebieha zvyčajne pred chemickým ošetrením a odstraňuje drobné organizmy, lístie, trávnu a iné nečistoty.

Pri chemickej úprave sa voda často prevzdušňuje, pridávajú sa chemikálie a vytvára sa zmes na koaguláciu a flokuláciu; potom prebieha samotná flokulácia (v prípade potreby s pridaním koagulantu) a vzniknuté vločky sa oddeľujú od kvapalnej fázy čistením a pieskovou filtráciou. Na flokuláciu sa pridávajú koagulanty, napríklad síran hlinitý. Dalším bežne používaným koagulantom je hlinitan sodný. Na dekarbonizáciu slúžia Ca(OH)_2 a Fe(Cl)_3 . Prídavné koagulanty sa používajú vtedy, keď by inak tvorba vločiek nebola uspokojivá. Ostatné chemikálie sa používajú najmä na upravenie pH. Tvorba vločiek sa odohráva počas koagulácie a vločky sa odstraňujú počas úpravy za stáleho miešania. Prebieha buď sedimentáciou, alebo flotáciou. Pri výrobe čerstvej vody pre celulózo-papierenský priemysel sa vločky, ktoré prešli čistenou vodou z chemickej úpravy, odstraňujú filtráciou. Filtračné lôžka filtrov sa občas premyjú vodou alebo zmesou vody a vzduchu. Umývací voda sa zvyčajne vypúšťa do čistiarne odpadových vôd. Predtým, ako sa upravená voda dodá do zásobných nádrží alebo do vodovodnej siete, sa niekedy dezinfikuje.

Pri čistení technologickej vody sa spotrebúva energia a vzniká kal, ktorý sa musí ďalej spracovať.

2.4.1.2 Úprava napájacej vody pre kotly

Voda pre kotol sa zvyčajne upravuje iónovou výmenou. Úprava zahŕňa aj kondenzát vracaný do kotolne závodu a výrobu napájacej a doplňovacej vody pre túto kotolňu. Vo väčšine prípadov sa kondenzáty najprv filtrujú, aby sa odstránili nečistoty pochádzajúce z potrubia. Filtrovaná voda sa privádza do jednotky na výmenu iónov. Raz ide o iónomeniče so zmiešaným lôžkom (obsahujúce aniónové aj kationové iónovymenné živice). V prípade zariadení na výrobu deionizovanej doplňovacej vody sa voda najprv chemicky upraví a potom prechádza cez aniónové, kationové alebo zmiešané jednotky. V závislosti od druhu použitej iónovymennej živice sa kolóna regeneruje kyselinou, zásadou alebo roztokom chloridu sodného. Výsledná odpadová voda sa pred priamym vypúšťaním do čističky odpadových vôd zhromažďuje a neutralizuje.

Pracia voda z regenerácie iónového výmenníka prispieva k celkovému množstvu solí vypúšťaných zo zariadenia a je problematická najmä v prípade zariadení, ktoré prevádzkujú veľmi uzavreté vodné okruhy, pretože táto voda je silne zaťažená soľami.

Ďalšia úprava ohrevnej vody kotla môže zahŕňať prídanie disiričitanu, amoniaku alebo hydrazínu na úpravu pH a kyslíka na zníženie korózie.

2.4.2. Chladiace systémy a použitie chladiacej vody

Okrem vzduchu celulózky a papierne a s nimi spojené elektrárne tradične používajú veľké množstvo vody z riek a jazier na chladenie. Úlohou takéhoto chladiaceho systému je odvádzať teplo z procesov alebo zariadení, ako sú motory alebo rotujúce stroje, hydraulické systémy, transformátory, kondenzátory, kompresory, ako aj ventilácia, s cieľom regulovať procesné a odpadové teploty a zlepšiť fyzické prostredie pre pracovníkov. Teplo odstránené z procesu sa odovzdáva do chladiacej vody alebo vzduchu. Odovzdávanie tepla z procesnej vody alebo zariadenia zvyšuje teplotu chladiacej vody, ktorá sa po ochladení buď vypúšťa alebo recirkuluje, alebo sa používa ako horúca voda v procese.

V niektorých krajinách platia osobitné environmentálne predpisy pre prevádzku chladiacich systémov na báze vody a pre použitie a vypúšťanie chemikálií určených na zabránenie korózii, tvorbe vodného kameňa alebo biologickému rastu. Ďalšie informácie o BAT pre priemyselné chladiace systémy nájdete v referenčnom dokumente o uplatňovaní BAT v priemyselných chladiacich systémoch [270, COM 2001].

2.4.2.1 Druhy chladiacich systémov v celulózkach a papierňach

Chladiace systémy možno všeobecne rozdeliť na tri hlavné druhy: systémy s jednorazovým prietokom, uzavreté systémy s recirkuláciou a otvorené systémy s recirkuláciou, pričom najbežnejšie sú chladiace veže a odparovače. Ohriata chladiaca voda sa buď vypúšťa s vyššou teplotou do prijímajúcich vôd (prietokový systém), alebo sa ochladzuje a opätovne používa (systém recirkulácie). Výber riešenia sa líši v závislosti od umiestnenia a koncepcie chladenia jednotlivých zariadení, t. j. závisí od dostupnosti sladkej vody a kapacity prijímajúcich vôd na príjem tepla.

a) Jednorazové (prietokové) chladiace systémy

Chladiace systémy, ktoré používajú chladiaci výkon vody iba raz, sa nazývajú prietokové chladiace systémy. Aj pri menších jednorazových systémoch sú potrebné veľké objemy vody. Je preto potrebný dostatočný prísun vody s primerane nízkou teplotou. Jednorazové (okamžité) chladiace systémy (OTC) sa inštalujú tam, kde je dostatok vody z rieky alebo jazera. V prevádzkach sa ohriata chladiaca voda vypúšťa priamym spôsobom späť do rieky alebo jazera. Orgány zvyčajne stanovujú požiadavky na prípustné tepelné zaťaženie prijímajúcich vôd (napríklad maximálnu teplotu v lete a v zime a maximálny teplotný rozdiel v porovnaní s prírodnými podmienkami) a na vhodné miešanie s okolitou vodou.

Jediné vonkajšie čistenie, ktoré sa všeobecne používa pri jednorazových systémoch, je mechanické česanie, aby sa chránilo nadväzujúce zariadenie pred vážnym poškodením v dôsledku vniknutia cudzích materiálov. V chemickom zložení vody nedochádza k žiadnej významnej zmene. Nepoužívajú sa žiadne chemikálie proti korózii ani proti usadzovaniu vodného kameňa. V zime je možné ohriatu chladiacu vodu použiť na výrobu chemicky čistej vody, aby sa zabezpečili dobré výsledky čistenia.

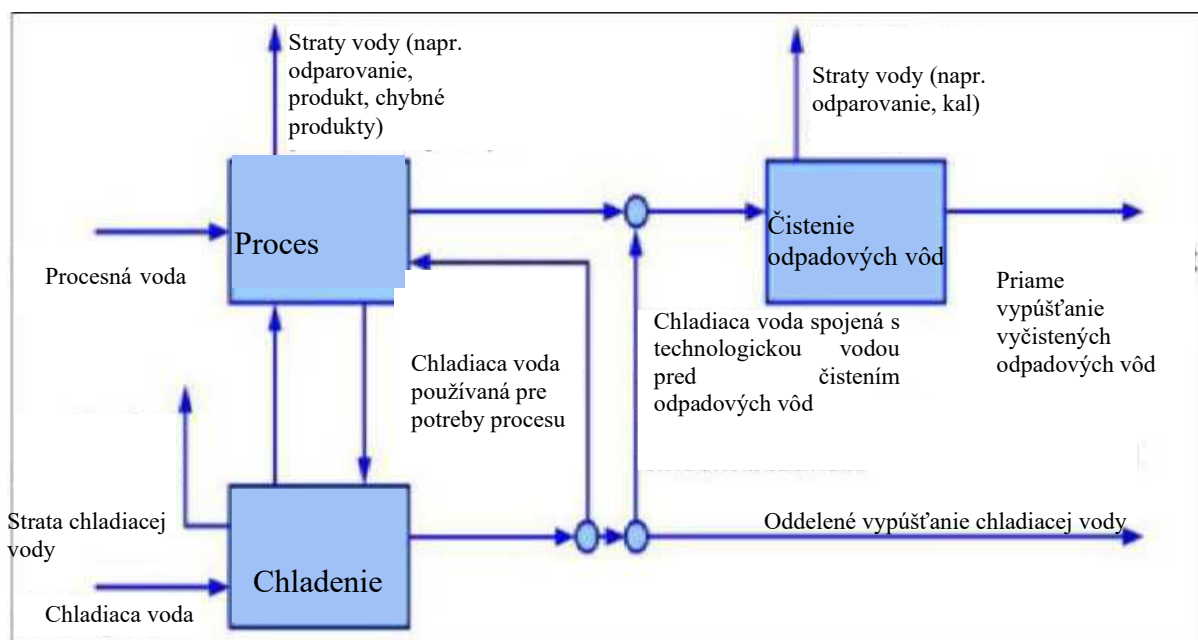
b) Chladenie a opätovné použitie vody (otvorené a uzavreté systémy recirkulácie)

Otvorený recirkulačný chladiaci systém používa tú istú vodu opakovane na chladenie technologických zariadení alebo ako procesnú vodu. Teplo absorbované z procesu a prenesené do chladiacej vody sa odvádza do atmosféry, čo umožňuje opätovné použitie vody na chladiace účely. Najbežnejšími druhmi otvoreného chladiaceho systému s recirkuláciou sú chladiace veže. Odparovanie chladiacej vody v chladiacej veži sa čiastočne odparuje, keď vzduch prúdiaci nahor prichádza do kontaktu s vodou prúdiacou nadol. Chladenie sa dosahuje odparovaním určitej časti vody. Odparovanie má za následok stratu čistej vody zo systému a koncentráciu zvyšných rozpustených pevných látok. Odparovanie vody v ovzduší sa nahrádza doplnkovou vodou. Z času na čas je potrebné odstrániť časť vody, aby sa zabránilo hromadeniu nečistôt; potom je potrebné pridať čerstvú vodu, aby sa systém doplnil.

V porovnaní s prietokovým (jednorazovým) chladením šetria otvorené systémy s recirkuláciou veľké množstvo čerstvej vody. Chemická úprava chladiacej vody je potrebná, aby sa zabránilo korózii, tvorbe vodného kameňa alebo rastu mikroorganizmov. To vedie k pravidelnému uvoľňovaniu uvedených látok do prijímajúcich vôd. Keďže doplňovacia voda vnáša do okruhu nové rozpustené minerály a mikroorganizmy, dodávka čistiacich chemikálií do tohto typu okruhu musí byť konštantná. V niektorých prípadoch je možné použiť „liečbu šokom“. Čistiace chemikálie sa používajú aj na nahradenie chemikálií stratených z dôvodu odstraňovania vodného kameňa.

V uzavretom recirkulačnom chladiacom systéme voda cirkuluje v uzavretom cykle a je vystavená striedavému chladeniu a ohrevu bez kontaktu so vzduchom. Teplo absorbované do teplonosnej vody v uzavretom systéme sa zvyčajne prenáša chladičom, ktorý môže odvádzať teplo z kvapaliny prostredníctvom kompresie pár alebo absorpčného chladiaceho cyklu, z ktorého sa teplo stráca do ovzdušia. V uzavretých cirkulačných systémoch je potrebná chemická úprava chladiacej vody, aby sa zabránilo korózii, tvorbe vodného kameňa alebo rastu mikroorganizmov. Aj tak je však potrebná neustála výmena menších častí cirkulujúcej vody. Odvodnenie umožňuje odstránenie suspendovaných látok a nahromadených solí z vodného okruhu. Použitý faktor zníženia úrovne závisí od chemického zloženia surovej vody v okruhu a použitej úpravy. Prietok vypúšťanej vody by sa mal upravovať spolu s technologickou vodou. Príklady prostriedkov používaných na úpravu vody a kontrolu sedimentov zahŕňajú okysličujúce alebo neokysličujúce biocídy. Vodovodné činidlá proti usadzovaniu vodného kameňa sa používajú na zabránenie vzniku vodného kameňa a kryštálov.

V závislosti od umiestnenia, druhov zariadení a zvolených chladiacich systémov je možné bezkontaktné ohrievanú chladiacu vodu použiť ako procesnú vodu a pred čistením sa môže kombinovať s procesnou odpadovou vodou a následne vypúšťať spolu s vyčistenou procesnou odpadovou vodou do spoločného toku. V tomto prípade nedochádza k samostatnému vypúšťaniu chladiacej vody, pretože táto voda sa úplne premieňa na technologickú vodu. V niektorých prípadoch je možné, aby sa nekontaktná chladiaca voda po úprave s odpadovou vodou z procesu spojila a vypúšťala sa do spoločného toku alebo aby sa chladiaca voda vypúšťala zo samostatného bodu určeného na vypúšťanie nekontaktnéj chladiacej vody. Obrázok 2.9 znázorňuje tieto možnosti použitia a vypúšťania chladiacej vody.



Obrázok 2.9: Použitie chladiacej vody a možnosti priameho vypúšťania

V tomto dokumente je chladiaca voda jednou z častí prezentovaného prietoku procesnej vody (m^3/ADt) len vtedy, keď sa používa ako technologická voda alebo keď sa znečistené prietoky vypúšťajú a čistia spolu s technologickou vodou v bežnej čistiarni.

2.5 Spotreba energie v celulózkach a papierňach

Výroba buničiny a papiera je energeticky náročné odvetvie. V globálnom meradle je štvrtým najväčším spotrebiteľom energie v priemysle a spotrebuje 5,7 % celkovej spotreby energie v priemysle. [197, IEA 2007]. Výroba buničiny a papiera si vyžaduje vstup energie vo forme tepla a elektriny.

Tepelná energia, zvyčajne vo forme vysokotlakovej pary, sa používa na výrobu elektrickej energie v turbogenerátoroch. Stredotlaková alebo nízkotlaková para vystupujúca z turbíny sa potom používa predovšetkým na tieto účely:

- ohrev vody, drevnej štiepky, buničiny, vzduchu a chemikálií na teplotu procesu;
- ohrev kvapalín na varenie pri výrobe chemickej buničiny;
- odparovanie vody z použitých sulfátových a siričitanových (vriacich) kvapalín v odparovačoch pred spaľovaním týchto kvapalín (výluhov) v regeneračných kotloch;
- disperziu pri príprave zberového papiera (v niektorých prípadoch zahrievanie v dispergátoroch);
- odparovanie vody z pásu buničiny alebo papiera v sušiackej časti stroja v rámci stroja na výrobu buničiny alebo papiera;
- sušenie natieraného papiera.

Elektrická energia sa v celulózkach a závodoch na výrobu papiera používa na mnohé účely, ako napr:

- brúsky a rafinéry na výrobu drevnej hmoty, TMP a CTMP;
- rozvlákňovače na rozvlákňovanie nakúpenej buničiny alebo recyklovaných vlákien;
- mletie a rafinácia buničiny;
- pohon pre papierenské a iné stroje používané na výrobu buničiny a papiera;
- presun použitím čerpadiel, ventilátorov, remeňov a skrutkových dopravníkov;
- miešanie kvapalín a suspenzií;
- chemická príprava na mieste;
- vákuové čerpadlá;
- kompresory.

Tieto trendy všeobecne zvyšujú špecifickú spotrebu elektrickej energie pri výrobe buničiny a papiera:

- vyššie požiadavky na kvalitu papiera (zvýšená spotreba energie na mechanické rozvlákňovanie a sušenie farieb);
- zvýšenie rýchlosti papierenských strojov;
- nové technológie lisovania a sušenia, ktoré znižujú spotrebu tepla (napríklad elektrické infračervené sušičky);
- prísnejšie požiadavky na ochranu životného prostredia a kontrolné techniky (napr. čistenie odpadových vôd a odpadových plynov).

Zavedením nových prevádzkových režimov a nástrojov, ako je analýza energetickej efektívnosti alebo energetické audity (pozri kap. 2.9.5), integrácia procesov alebo novšie zariadenia, je možné dosiahnuť významné zlepšenie energetickej efektívnosti.

Účinnosť výroby papiera aj energie možno zvýšiť rozvojom moderného riadenia procesov (pozri napr. kap. 2.9.10). Kvalifikovaná a motivovaná pracovná sila a dostupnosť spoľahlivých informácií o procesoch umožňujú použitie energeticke účinných spôsobov prevádzky papierových závodov a elektrární. Ďalšie informácie o energetickej účinnosti nájdete v referenčnom dokumente o najlepších dostupných technikách energetickej účinnosti (ENE) [268, COM 2009].

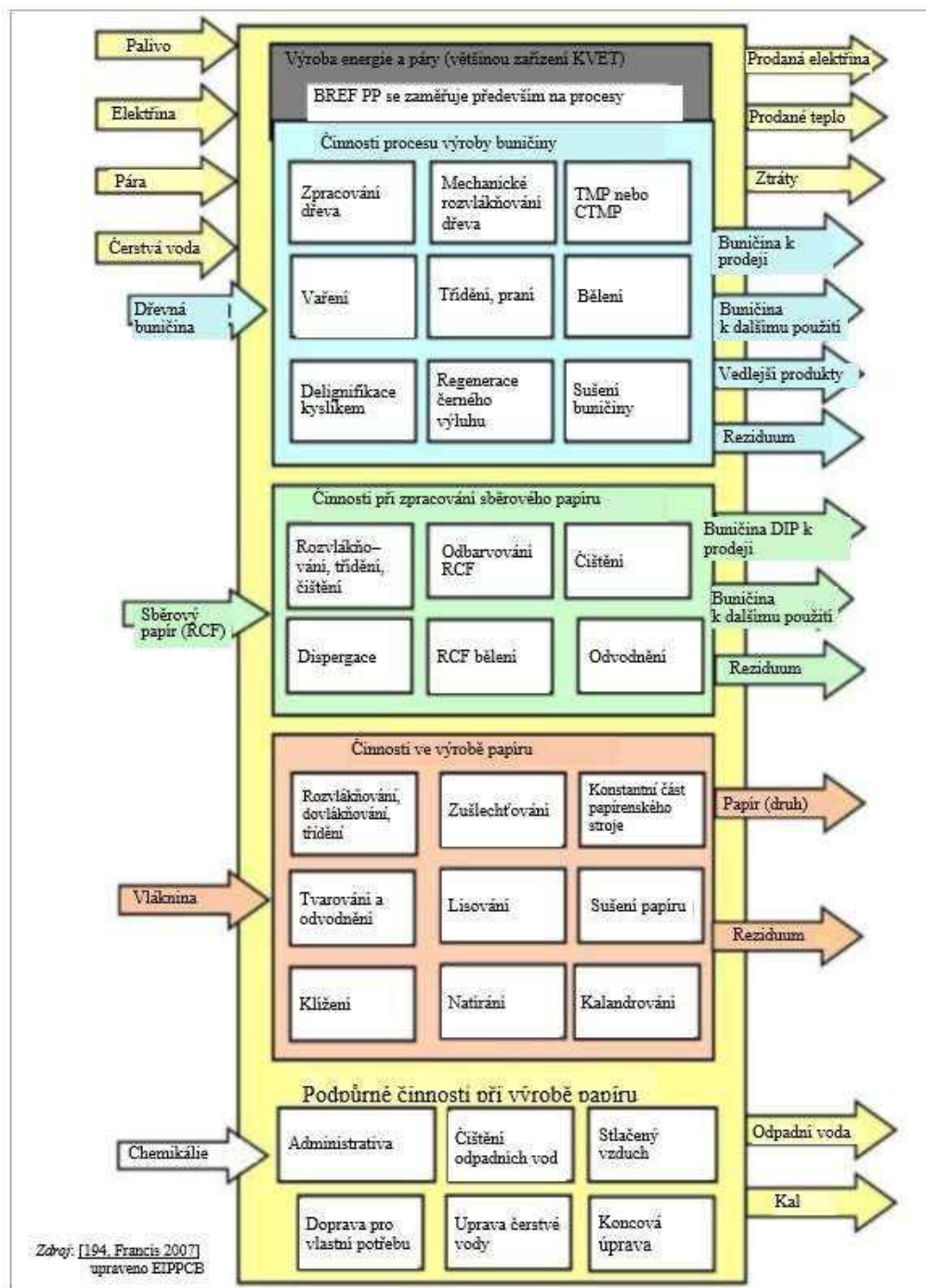
Porovnávanie spotreby energie v celulózkach a závodoch na výrobu papiera môže zahŕňať faktory, ktoré spôsobujú neistotu a nedorozumenia. Typický závod na výrobu buničiny vyrába viac ako jeden druh buničiny z rôznych druhov dreva a často z rôznych zmesí vlákнитých surovín. Každá skupina druhov má zvyčajne špecifickú hodnotu spotreby energie, ale celková ročná spotreba sa líši v závislosti od rozdelenia výroby, výťažnosti rozvlákňovania a od toho, či sa buničina suší alebo nie, a od ročného

obdobia (vyššia spotreba tepla v zime ako v lete). Porovnávanie medzi rôznymi závodmi nie je jednoduché vzhľadom na rôznorodosť produktov, ktoré sa v nich vyrábajú. V tejto časti sú opísané prípady problémov, niektoré typické údaje o spotrebe energie v celulózkach a závodoch na výrobu papiera a význam určitých procesov pre energetickú bilanciú celulózok. Ďalšie podrobnosti týkajúce sa spotreby energie pri výrobe konkrétneho druhu buničiny alebo papiera sú uvedené v kap. 3 až 7.

2.5.1. Otázky, ktoré treba zvážiť pri čítaní nahlásených údajov o spotrebe energie

Pri porovnávaní údajov o spotrebe energie musíme mať na pamäti, že zaznamenávanie a vykazovanie údajov o spotrebe energie zatiaľ nie je jednotné. [249, Blum et al. 2007]. Porovnateľnosť spotreby energie medzi prevádzkami môže byť v mnohých prípadoch zložitá, pretože spotrebu energie ovplyvňujú rôzne faktory. V rámci závodu je veľa jednotlivých spotrebiteľov energie, ale niekedy je na monitorovanie spotreby energie vytvorených len niekoľko miest na merania. V rámci jedného druhu buničiny alebo papiera existujú rozdiely v zložení surovín, vlastnostiach výrobkov a inštalovaných zariadeniach v procesoch (pozri tabuľku 2.10).

Pri posudzovaní alebo porovnávaní energetických údajov z celulózok a papierní je potrebné zohľadniť úplnosť činností zahrnutých do energetickej bilancie. V niektorých prípadoch je možné zdanlivo lepšiu hodnotu energetickej účinnosti vysvetliť tým, že zariadenie vylúčilo príslušné jednotky spotreby energie, ktoré iné zariadenie zahrnulo. Napríklad v prípadoch celulózok prebieha čistenie odpadových vôd, konečná úprava, administratíva a rôzne činnosti súvisiace s procesom spracovania buničiny, zatiaľ čo u iných výrobných zariadení ich zo svojich údajov vylučujú. Obrázok 2.10 uvádza schematický prehľad subsystémov, ktoré je potrebné zohľadniť pri porovnávaní energetických bilancií celulózok a papierní, a v hornej časti obrázku zobrazuje predovšetkým energetické prietoky (vstup a výstup). Označené sú aj vlákňité suroviny, vyrobené výrobky a náplne, pretože ich druhy, množstvo a vlastnosti slúžia na ovplyvnenie špecifickej spotreby energie v zariadení. Príslušné subsystémy, ktoré spotrebúvajú energiu, sú zostavené v rámci troch oblastí spracovania, t. j. výroby buničiny, spracovania zberového papiera a výroby papiera. Tieto oblasti úpravy obsahujú obvyklé kroky procesu (subsystémy). Všetky uvedené subsystémy spotrebúvajú energiu, a preto ovplyvňujú energetickú bilanciú celého závodu. Napríklad pri hodnotení energetickej situácie závodu s mechanickou linkou je dôležité vedieť, či je použitý proces rozvlákňovania založený na zušľachtovaní drevnej hmoty alebo na zušľachtovaní TMP. Ostatné aspekty schematickej bilancie sú menej rozsiahle, napr. pomocné činnosti, ako je administratíva (pozri kap. 2.5.4).



Obrázok 2.10: Schematický prehľad subsystémov, ktoré treba zohľadniť pri porovnávaní energetických bilancií celulózy a papieri

Referenčné hodnoty pre celkovú spotrebu primárnej energie (palivo, elektrická energia a vstupná para) danej celulózy a papiera alebo pre spotrebu technologického tepla a elektrickej energie vo výrobných procesoch pre danú výrobu celulózy/papiera by sa mali vzťahovať na rovnaký typ výroby a mali by obsahovať porovnateľné procesy. Zaznamenané a nahlásené údaje však často nezohľadňujú tieto podrobné okolnosti. Údaje o spotrebe energie v tomto dokumente sú preto len orientačné, pretože sa týkajú viacerých podobných prípadov, ale nie všetkých.

Keďže spotreba energie je silne závislá od analyzovaného systému (hranice systému), druhu závodu (integrovanej alebo neintegrovanej), druhu rozvlákňovania (sulfátová alebo sulfitová buničina, úprava GW, TMP, CTMP, RCF atď.), druhu, hmotnosti a kvality papiera a procesov, ktoré boli použité, používateľ energetických referenčných hodnôt by si mal byť vedomý tejto vzájomnej závislosti pri používaní energetických údajov na porovnanie.

2.5.2. Príklady celkovej spotreby energie v procesoch celulózk a papierní

Údaje o spotrebe energie pre niektoré príklady celulózk a papierní sú uvedené v tabuľke 2.9. Predstavujú skutočné hodnoty spotreby energie v procesoch (elektrárň a následná premena primárnych palív na elektrinu a paru nie sú zahrnuté) pre niektoré dôležité druhy papiera. V prípade integrovaných papierní sa hodnoty špecifickej spotreby energie vzťahujú na celkovú výrobu papiera vrátane mechanického rozvlákňovania alebo úpravy zberového papiera. Hodnoty v tab. 2.9 sú odvodené z rôznych zdrojov údajov. Hranice systému (v každom prípade sa zvažuje celá elektráreň bez zohľadnenia strát v priebehu premeny fosílnych palív pri výrobe pary a elektriny, pozri obrázok 2.10) a rýchlosť výroby (čistá výroba na predaj) sú rovnaké pre všetky uvedené elektrárne v prevádzke.

Tabuľka 2.9: Špecifická spotreba energie priamo použitá vo výrobnom procese a v pomocných zariadeniach súvisiacich s výrobou v prípadoch celulózk a papierní

Druh vyrábanej buničiny/papiera	Rozsah spotreby energie		Zdroj údajov (počet závodov)
	Jednotky	od - do	
Neintegrovaná sulfátová buničina	Elektr. energia (kWh/ADt) Tepló (kWh/ADt) (7)	700 - 800 3 800 - 5 100	(1) (5 závodov)
Integrovaný nenatieraný papier so zrnitosťou dreva (vrátane mechanického rozvlákňovania MP a môže sa vzťahovať na GW, TMP alebo iné druhy vlákien) (5)	Elektr. energia (kWh/t) (6) Tepló (kWh/t) (7)	1 200 - 1 400 1 000 - 1 600	(2) (1 závod); (4) (2 prevádzky)
Integrovaný papier s povrchovou úpravou dreva (vrátane mechanického rozvlákňovania MP a môže sa vzťahovať na GW, TMP alebo iné druhy vlákien) (5)	Elektr. energia (kWh/t) (6) Tepló (kWh/t) (7)	1 200 - 2 100 1 300 - 1 800	(2) (2 prevádzky); (3) (8 závodov); (4) (3 prevádzky)
Integrovaný papier na tlač TMP (> 90 % TMP)	Elektr. energia (kWh/t) Tepló (kWh/t)	2 500 - 2 700 330 (8)	Afconsult (1 závod)
Neintegrovaný natieraný bezdrevený papier	Elektr. energia (kWh/t) (6) Tepló (kWh/t) (7)	600 - 1 000 1 200 - 2 100	(3) (5 závodov); (4) (2 prevádzky)
Papier na báze RCF bez zosvetlenia (balenie)	Elektr. energia (kWh/t) (6) Tepló (kWh/t) (7)	300 - 700 1 100 - 1 800	(2) (1 závod); (3) (11 závodov); (4) (7 závodov)
Papier na báze RCF s odľahčením (grafický)	Elektr. energia (kWh/t) (6) Tepló (kWh/t) (7)	900 - 1 400 1 000 - 1 600	(2) (1 závod); (3) (7 závodov); (4) (4 prevádzky)
Lepidlo na báze RCF (s odľahčením)	Elektr. energia (kWh/t) (6) Tepló (kWh/t) (7)	400 - 700 1 000 - 2 700	(2) (1 závod); (3) (4 prevádzky); (4) (5 závodov)
Neintegrovaný závod na výrobu hygienického papiera (bez TAD)	Elektr. energia (kWh/t) (6) Tepló (kWh/t) (7)	900 - 1 200 1 900 - 2 300	(2) (2 prevádzky); (3) (4 prevádzky)
Závod na výrobu hygienického papiera na báze RCF (bez TAD)	Elektr. energia (kWh/t) (6) Tepló (kWh/t) (7)	800 - 2 000 1 900 - 2 800	(2) (1 závod); (4) (3 prevádzky)
Špeciálny papier bez obsahu dreva	Elektr. energia (kWh/t) (6) Tepló (kWh/t) (7)	600 - 3 000 1 600 - 4 500	(2) (3 prevádzky); (3) (3 prevádzky)

Poznámka:

(1) Švédská agentúra pre životné prostredie, štatistiky o švédskych celulózkach, 2005.

(2) PTS, výskumné štúdie: Optimalizácia spotreby energie v európskych závodoch (nepublikované), Mníchov 2004 až 2007. (3) PTS, interný zber údajov o nemeckých celulózkach a závodoch na výrobu papiera (nepublikované), Mníchov 2004 až 2006.

(4) Institute for Paper Science and Technology GmbH, dotazníkový prieskum (nepublikované), Darmstadt, 2007.

(5) V prípade integrovaného papiera na báze dreva je potrebné poznamenať, že kombinovaná špecifická spotreba energie na výrobu papiera a mechanické rozvlákňovanie je priamo úmerná funkcii podielu a druhov mechanických vlákien v rámci vlákniňového zloženia. Spotreba elektrickej energie pre TMP (termomechanickú buničinu) je zvyčajne vyššia ako pre PGW/SGW (lisovanú drevnú buničinu s kamennou drvinou) a oveľa vyššia ako pre RCF (zberový papier). Ďalšie podrobnosti nájdete v kap. 5.2.2.7.

(6) Neuvažuje sa žiadna primárna energia okrem plynu (nižšia výhrevnosť) pre sušičky IC alebo vzduchu alebo zmršťovacie pece. Elektrárň je mimo hraníc systému. Na prepočet nakúpenej energie na spotrebovanú primárnu energiu je potrebné zohľadniť energetický výnos výroby elektriny priamo v danej krajine (ak je známy) alebo na úrovni EÚ, napr. v EÚ-25 je celková primárna energia na výrobu 1 kWh elektriny 2,62 kWh kumulatívnej energie (zdroj: Globálny model emisií pre integrované systémy GEMIS, údaje získané od GR EÚ pre energetiku a dopravu 2003: Európske trendy v oblasti energie a dopravy do roku 2030 (PRIMES)).

(7) Údaje o spotrebe tepla nezahŕňajú teplo na výrobu elektriny. Ak chcete previesť [kWh] na [MJ], vynásobte [kWh] číslom 3,6; ak chcete previesť [MWh] na [GJ], vynásobte [MWh] číslom 3,6.

(8) Spotreba elektrickej energie pri prevádzke rafinácie TMP je 2 500-2 700 kWh/t buničiny. Viac informácií nájdete v kap. 5.2.2.7. Z tohto príkonu elektrickej energie sa 75 - 80 % získava vo forme nízkotlakovej pary, ktorá pokrýva predovšetkým spotrebu pary v papierni. Ak všetko funguje podľa osvedčených postupov, je potrebné len približne 1,2 GJ/t (alebo 330 kWh/t) dodatočného tepla vo forme pary.

Zdroje: Všetky zdroje údajov sú uvedené v [249, Blum et al. 2007]

Hodnoty spotreby energie v tab. 2.9 sa nevzťahujú na vstupnú primárnu energiu palív na výrobu elektrickej energie. V prípade tepla sa hodnoty spotreby vzťahujú na tepelnú kapacitu použitej pary a vyššiu výhrevnosť plynu v prípade IČ alebo vzduchových sušičiek. Elektrické infračervené (IČ) sušičky spotrebúvajú určitú časť elektrickej energie. Plynne infračervené systémy sú zahrnuté v spotrebe tepla. Minimálne hodnoty energie a tepla pre konkrétne druhy nemusia vždy patriť k rovnakému závodu. To isté sa uplatňuje pre maximálne hodnoty. Preto je možné, že sčítanie spotreby elektrickej energie a tepla jedného typu na výpočet celkovej spotreby energie pre zariadenie môže v niektorých prípadoch viesť k nesprávnym výsledkom.

Podrobnejšie informácie o spotrebe energie pri rôznych druhoch výroby buničiny a papiera nájdete v oddieli „Aktuálne hodnoty spotreby a emisií“ v kap. 3 až 7. Referenčné hodnoty spotreby energie pre BAT sú uvedené v záveroch o BAT v kap. 8.

Všeobecné aspekty

Nasledujú niektoré všeobecné aspekty, ktoré môžu ovplyvniť konkrétnu spotrebu energie, ako je uvedené v tabuľke 2.9 v rozpätí jednej úrovne.

Umiestnenie zariadenia

Dopyt po teple zo strany niektorých spotrebiteľov má určitú závislosť od podmienok prostredia v mieste výroby. Medzi závodmi v severnej a južnej Európe existujú rozdiely v druhoch vetrania hál, druhoch vykurovania, použití surovej a technologickej vody a chladenia.

Vek zariadenia (dátum vzniku)

Veľmi staré celulózy a papierne mohli spočiatku čeliť nepriaznivej infraštruktúre (napr. elektrické vedenie), čo mohlo viesť k zvýšenej spotrebe energie v hlavných činnostiach týchto celulózy. Mnohé elektrárne, ktoré sú v prevádzke viac ako 100 rokov, však postupne modernizovali svoju infraštruktúru, takže dnes už neexistuje súvislosť medzi vekom elektrárne a jej energetickou účinnosťou. Možno to demonštrovať prostredníctvom údajov o spotrebe energie existujúcich zariadení, ktoré neustále zlepšujú svoju energetickú účinnosť investovaním do nových technológií a energetického manažmentu. Aktualizácia podmienok povolenia v mnohých prípadoch viedla k inštalácii nových zariadení, a tým k zvýšeniu energetickej efektívnosti. Na druhej strane, v niektorých prípadoch sa stáva, že niektoré nedávne projekty na zelenej lúke na výrobu sulfátovej buničiny (napr. nová továreň na eukalyptovú buničinu v Južnej Amerike) majú výrazne nižšiu spotrebu elektrickej energie ako porovnateľné staršie továrne, pozri tabuľku 3.33 v kap. 3.3.27.

Vek zariadenia

Vek prevádzky papierenských strojov alebo zariadení buničiny má vplyv na spotrebu energie, rovnako ako ostatné inštalované zariadenia. V mnohých prípadoch sú novšie zariadenia energeticky účinnejšie ako staršie zariadenia. Po spustení nového papierenského stroja alebo novej linky na výrobu buničiny však trvá jeden až dva roky na optimalizáciu procesov, a tým aj spotrebu energie.

Veľkosť závodu

Veľkosť európskych celulózy a papierní, ktoré patria pod IED, sa líši od celulózy k papierni, najmä v prípadoch konkrétnych druhov výrobkov. Produktivita (v tonách vyrobenej buničiny/papiera za rok) a veľkosť papierenského stroja majú najväčší vplyv na rozdiely v špecifickej spotrebe energie. Menšie prevádzky s menšími papierenskými strojmi majú menej priaznivé podmienky pre spotrebu energie.

Aspekty súvisiace s druhmi procesov a výrobkov

Ako je uvedené v tab. 2.9, okrem všeobecných aspektov ovplyvňujú hodnotu špecifickej spotreby energie aj aspekty súvisiace s typom výrobku a procesmi. Tieto aspekty súvisiace s procesom sú podrobnejšie opísané nižšie.

- V prípade neintegrovaných sulfátových celulózok majú výrazne lepšie využitie tepla a energie tie s efektívnymi projektami na úsporu pary. Efektívnejšie prevádzky dokážu predávať viac elektrickej energie z biomasy alebo poskytovať diaľkové vykurovanie. Okrem rozdielov v hospodárení s energiou môžu byť rozdiely v spotrebe energie spôsobené použitou surovinou (druhy použitých stromov), dopĺňaním vláknirového dreva (či je zakúpené vláknirové drevo už narezané alebo nie), výrobou kyslíka na mieste a požadovanou svetlosťou konečného výrobku. Hodnoty spotreby tepla v celulózkach uvedené v tab. 2.9 sa vzťahujú na spotrebu tepla v procese. Teplo na výrobu elektriny, predané teplo a tepelné straty pri premene v elektrárni nie sú zahrnuté.
- V prípade drevín je podstatná drevná surovina, typ procesu rozvlákňovania (termomechanické rozvlákňovanie, rozvlákňovanie dreva, tlakové rozvlákňovanie) a ich podiel na spolu použitých zdrojoch vlákien. V prípade integrovaného papiera s drevom je možné poznamenať, že kombinovaná špecifická spotreba energie pri výrobe papiera a mechanickom rozvlákňovaní je priamo úmerná podielu mechanického vlákna vo vláknovej skladbe. Napríklad ak je TMP vysoko rafinovaný, špecifická spotreba elektrickej energie tohto mechanického vlákna je 3,6 MWh/BDt vlákna (pozri kap. 5.2.2.7) a kombinovaná elektrická energia pre papierenský stroj a mechanické rozvlákňovanie je o niečo viac ako 3 MWh na tonu papiera s drevom, keď je chemická buničina vo vláknirovom zložení z veľkej časti nahradená TMP. V prípade mechanických druhov vedie široká škála vláknirového zloženia k výrazným rozdielom v spotrebe energie pri výrobe mechanickej buničiny: spotreba elektrickej energie pre TMP (termomechanická buničina) je zvyčajne vyššia ako pre PGW/SGW (lisovaná drevná buničina/kamenná drevná buničina) a oveľa vyššia ako pre RCF (zberový papier). Naopak, výhodou TMP je rekuperácia pary, ktorá výrazne znižuje potrebu čistého tepla pre následné integrované procesy výroby papiera/lepenky. V prípade mechanických druhov s povlakom ovplyvňuje spotrebu energie technológia a množstvo povlaku.
- V prípade nedrevných druhov dochádza k výkyvom v spotrebe elektrickej energie v rámci rôznych požiadaviek na zušľachtovanie. Rôzne gramáže hotového papiera/lepenky (g/m^2). V prípade nenatieraného bezdrevného papiera boli k dispozícii údaje len z dvoch závodov, pozri tabuľku 2.9. Jedna z týchto lisovní má veľmi vysokú hodnotu spotreby tepla z dôvodu zastaraného sušenia a veľmi nízkej hmotnosti hotového papiera.
- V prípade natretých bezdrevných druhov sú dôvody rozdielov v spotrebe energie podobné ako v prípade nenatretých bezdrevných druhov. Významný vplyv má aj použitie technológie a množstvo farieb.
- Rozlišujú sa dva druhy papierov na báze RCF s odfarbením: grafické papiere a lepenky. V rámci týchto dvoch skupín sú závody uvedené v tab. 2.9 porovnateľné z hľadiska špecifikácií výroby, veľkosti závodu a spôsobu použitia technológií.
- V prípade hygienického papiera sú uvedené hodnoty zo závodov vyrábajúcich hygienický papier pomocou krepovacieho valca. Použitie technológie kontinuálneho sušenia vzduchom (TAD) si vyžaduje oveľa vyššie energetické vstupy, približne 2 500 kWh/t (elektrina) a 6 000 kWh/t (teplo) pri neintegrovaných zariadeniach TAD. V procese TAD je lisovanie tenkej papierovej tkaniny obmedzené na minimum; ešte vlhká tenká papierová tkanina sa suší fúkaním horúceho suchého vzduchu cez ňu a podpornú štruktúrovanú tkaninu pri teplote vyššej ako 350 °C. To vedie k vysokej spotrebe energie a veľmi mäkkej a objemnej papierovej väzbe, ktorá môže absorbovať dvakrát viac vody ako bežný tenký papier. V posledných desiatich rokoch sa objavili nové hybridné technológie, ktoré umožňujú malým strojom vyrábať textúrovaný alebo štruktúrovaný tenký papier (prémiové druhy), ktorý z hľadiska jemnosti, gramáže a savosti zodpovedá tenkému papieru TAD, ale vyžaduje si nižšie finančné a výrobné náklady ako štandardný suchý krep vyrábaný konvenčným mokrým lisovaním (CWP). Z hľadiska spotreby energie sa tieto hybridné technológie nachádzajú niekde medzi konvenčnou technológiou a technológiou TAD s tenkým papierom - majú nižšiu spotrebu energie ako TAD s tenkým papierom, ale vyššiu ako konvenčné mokré lisovanie (CWP) uvedené v tabuľke 2.11. Použitie hybridných technológií v Európe je stále obmedzené, ale zvyšuje sa.
- Skupina špeciálnych papierov zahŕňa širokú škálu výrobkov, ktoré sa líšia použitými surovinami, výrobnými procesmi a vlastnosťami výrobkov, ktoré sa majú dosiahnuť. Hodnoty v tab. 2.9 sú prevzaté zo závodov na výrobu dekoračného papiera, krycieho papiera, fotografického papiera a papiera pre atramentové tlačiarne.

2.5.3. Význam procesných jednotiek pre celkovú spotrebu energie v procese

V tabuľke 2.10 sú uvedené údaje o príslušných procesných subsystémoch pre spotrebu energie potrebnej na výrobu rôznych druhov papiera. Chemické rozvlákňovanie sa v tejto tabuľke nezohľadňuje (pozri kap. 3.2.2.3 o sulfátovom rozvlákňovaní a 4.2.2.3 o sulfítovom rozvlákňovaní). Rafinácia, mletie, lisovanie a sušenie majú najväčšiu spotrebu energie v závodoch na výrobu papiera. Existuje veľké množstvo ďalších prevádzok, ktoré sú však spoločne dôležité aj pre energetickú bilanciu závodu. V tabuľke je uvedené, pre ktoré druhy sa tieto energeticky náročné procesy zvyčajne používajú.

Tabuľka 2.10: Posúdenie subsystémov z hľadiska ich významu pre spotrebu energie

Procesy (1)	Integrované, mechanické bez povrchovej úpravy	Integrované, lakované mechanické	Integrované, nenatreté, bez dreva	Integrované, bez náteru a dreva	RCF (bez zosvetlenia)	Grafický RCF (s odfarbením)	Lepenka RCF (s odfarbením)	Neintegrovaný hygienický papier	Hygienický papier RCF	Špeciálny bezdrevný
Spracovanie dreva			NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Zušľachtovanie										
Mletie			NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Triedenie										
Čistenie buničiny HC										
Zahusťovanie			NA	NA				NA		
Odfarbovanie	NA	NA	NA	NA	NA			NA		NA
Bielenie			NA	NA	NA			NA		NA
Miešanie										
Prívodný systém										
Formovanie										
Stlačenie										
Sušenie										
Natieranie	NA		NA		NA	NA		NA	NA	
Kalandrovanie					NA		NA	NA	NA	
Koncová úprava										
Centrálny servis										
	Veľmi intenzívna (najväčší spotrebiteľ v papieri)									
	Významná (hlavný spotrebiteľ)									
	Nízka (má len malý vplyv na energetickú bilanciu závodu)									
	Zanedbateľná									
NA	Tento proces sa neuplatňuje pri výrobe druhov									
	Kolísanie v dôsledku rozdielov v procese a výrobe v rámci druhu									
(1) Vysvetlivky týkajúce sa postupov sú uvedené v texte pod tabuľkou. zdrojov :: [249, Blum a kol. 2007]										

Vysvetlivky týkajúce sa postupov uvedených v ľavom stĺpci tabuľky 2.10 sú uvedené nižšie:

- Spracovanie dreva: odkôrňovanie, štiepkovanie, ohrev a preprava vlákňového dreva do mechanických zariadení.

- Rafinácia: energeticky náročné rafinérie sa používajú na mechanické rozvlákňovanie (napr. rafinérie TMP) a následnú rafináciu v zariadeniach GWP. V závodoch, ktoré používajú pôvodné vlákna, má rafinácia vplyv na mechanické vlastnosti buničiny alebo papiera. V závodoch, kde sa používa proces rafinácie, sa zvyčajne najväčší podiel energie spotrebuje pri rafinácii.
- Mletie sa používa v závodoch GWP na výrobu mechanickej buničiny z drevnej hmoty.
- Triedenie prebieha vo všetkých závodoch s cieľom klasifikovať kvalitu buničiny podľa dĺžky vlákien a na odstránenie nečistôt. Závody, ktoré používajú pôvodné vlákna, majú preto vyššiu spotrebu energie.
- Čistenie buničiny s vysokou konzistenciou (HC buničiny) sa vzťahuje na použitie hydrocyklónov na odstránenie ťažkých kontaminantov zo suroviny pri príprave zásobného materiálu.
- Zahusťovanie je mechanické odvodnenie buničiny. Je potrebný na premývanie buničiny, následný proces bielenia HC buničiny a oddelenie opakovacieho procesu.
- Pri bielení sa energia používa na ohrev bieliacej veže a na prípravu chemikálií. Spotreba závisí od procesu bielenia a požiadaviek na svetlosť produktov.
- Miešanie zahŕňa výrobu zmesi pre papierenský stroj. Energia je potrebná na čerpanie a rozvlákňovanie rôznych zložiek výrobku z papiera.
- Prívodný systém sa používa tam, kde je potrebná energia na čerpanie prvej bieliacej vody, keď sa materiál dostane do vodného systému papierenského stroja.
- Formovanie je základný proces výroby papiera/lepenky. Energia sa používa na pohon sitovej časti a na výrobu prevažne nízkeho podtlaku na odvodnenie vody do siete.
- Lisovanie prebieha v lisovacej časti papierenského stroja, kde sa papierový pás mechanicky odvodňuje použitím lisovacích valcov. Energiu spotrebúvajú hydraulické jednotky, pohon lisovacej časti a príprava na vysoké vákuum.
- Sušenie prebieha po opustení lisovacej časti a papier sa ďalej odvodňuje tepelným odparovaním zvyšnej vody. Pri výrobe papiera sa najviac tepla spotrebuje na sušenie (v integrovaných sulfátových celulózkach je to samotná celulóзка).
- Natieranie je nanášanie pigmentov a spojív na povrch surového papiera s cieľom dosiahnuť definované povrchové vlastnosti hotového papiera. V jednotlivých závodoch sa líši v závislosti od druhov farieb a spotreby energie.
- Dokončovacie operácie nie sú špecifické pre jednotlivé druhy papiera a môžu sa v prevádzkach líšiť. Spotreba energie je závislá na tom, ako sa výrobok dodáva zákazníkovi. Upravenie môže zahŕňať prevíjanie, rezanie, balenie, rezanie pásov, ohrev na zmenšenie objemu a prepravu a môže, ale nemusí byť zahrnuté do spotreby energie (pozri tabuľku 2.11).
- Centrálny servis papierne je pomocným zariadením. Zahŕňa úpravu surovej vody, čistenie odpadových vôd, výrobu stlačeného vzduchu, dopravné služby atď.

Podrobnejšie informácie o spotrebe energie pri rôznych druhoch výroby buničiny a papiera sa nachádzajú v častiach o energii v kap. 3 až 7.

2.5.4. Spotreba energie na podporné činnosti

Spotreba energie na vnútornú infraštruktúru papierne a poskytovanie služieb potrebných na výrobu papiera je uvedená v tabuľke 2.11. Tieto služby, zariadenia a operácie sú spoločné pre väčšinu papierní a súvisia s daným typom papiera. Spotreba energie pri týchto horizontálnych technikách má len malý vplyv na spotrebu energie celého zariadenia. Väčšina energie sa spotrebuje vo výrobných procesoch a súvisí s výrobou určitých druhov alebo kvalít buničiny a papiera/lepenky. Preto sa preberajú v častiach 3 až 7.

Tabuľka 2.11: Typické hodnoty spotreby energie pre všeobecné činnosti v závode

Energeticky náročné postupy/činnosti	Spotreba energie (elektriny alebo tepla)	Vysvetlivky k hodnotám spotreby energie
Biologická úprava odpadových vôd - mechanická + aeróbná úprava, napr. na výrobu grafického natieraného bezdrevného papiera	4–8 kWh/t (el. energie)	Použitie čerpadiel, miešadiel, prevzdušňovanie; hodnoty sa vzťahujú na jeden alebo dvojstupňové prevzdušňovanie, sedimentácia ako primárne a sekundárne usadzovanie.
- mechanická + aeróbná úprava pre integrované papierne vyrábajúce drevný papier na báze RCF - mechanickej + anaeróbna fáza (bioplyn sa nezvažuje) - mechanický + aeróbny/anaeróbny stupeň (uvažuje sa o bioplyne)	10–25 kWh/t (1) (el. energie) 5–10 kWh/t (el. energie) 15–20 kWh/t prebytočného tepla (využitelný bioplyn s nižšou výhrevnosťou)	Údaje zahŕňajú všetky čerpadlá a iné agregáty, primárne usadzovanie, turbo prevzdušňovače pre biologickú úpravu, sekundárne usadzovanie, pieskové filtre, odvodnenie kalu. Výroba a využitie bioplynu sa nezvažuje. Energetická bilancia s použitím bioplynu: prebytok bioplynu je založený na zaťažení CHSK 15 kg/t, efektívnosťou CHSK 70 %, miere redukcie bioplynu 0,3 m ³ /kg CHSK a výhrevnosti bioplynu 7,5 kWh/m ³ . (Čistenie odpadových vôd na báze RCF môže produkovať teplo s výhrevnosťou približne 25 kWh/t)
Upravenie surovej vody	2–5 kWh/t (el. energie)	Použitie čerpadiel na surovú vodu a príprava.
Stlačený vzduch	20–30 kWh/t (el. energie)	Použitie kompresorov a sušičiek v prípade papierní bez väčšej separácie konečného spracovania; hodnoty môžu dosiahnuť až 50 kWh/t v papierňach so separáciou rezania pásu.
Doprava	1–2 kWh/t (el. energie)	Použitie vysokozdvížných vozíkov, priemyselných vozidiel.
Upravenie (bez obalu) Upravenie (vrátane balenia)	10–40 kWh/t (el. energie) 30–80 kWh/t (teplo)	Použitie prevíjacích strojov, rezacích strojov, rozvlákňovanie roztrhaného papiera. Vrátane baliacej linky (rezanie pásov, balenie, aplikácia zmršťovacej fólie, preprava); hodnoty sa vzťahujú na výhrevnosť plynu použitého na výrobu zmršťovacej fólie.
Administratíva	NA	Zanedbateľné (pre kancelárie, jedáleň atď.).
<i>Poznámka:</i> NA = údaje nie sú k dispozícii (1) Horná hranica sa vzťahuje na zariadenia, ktoré používajú terciárnu úpravu, ako sú pieskové filtre alebo ozonizácia + biofiltrácia. Účinné čistiace systémy RCF pre papierne, ktoré používajú iba sekundárne čistenie, dosiahnu hodnoty spotreby energie približne 10 - 15 kWh/t. Spotreba energie v ČOV v integrovaných chemických alebo mechanických celulózkach a papierňach je všeobecne vyššia ako v neintegrovaných celulózkach. <i>Zdroj:</i> PTS, výskumné štúdie: Energetická optimalizácia v európskych závodoch, Mníchov 2004 až 2007, nepublikovaná štúdia na objednávku obsahujúca výsledky prieskumu v európskych závodoch, citovaná v [249, Blum et al. 2007]; osobná komunikácia (09/2010) s niektorými prevádzkami UPM RCF v Rakúsku a Nemecku.		

2.6 Výroba pary a elektrickej energie v celulózkach a papierňach

Táto časť sa zaoberá rôznymi spaľovacími zariadeniami, ktoré sú určené na výrobu pary a elektriny v celulózkach a závodoch na výrobu papiera. Spaľovacie zariadenia v týchto zariadeniach sa líšia veľkosťou, typom paliva, podmienkami zaťaženia a účelom.

V prevádzke sú rôzne spaľovacie zariadenia, ktoré už boli opísané v dokumente BREF Veľké spaľovacie zariadenia [271, COM 2006] alebo Spaľovanie odpadu [273, COM 2006]. Aby sa zabránilo duplicitě informácií, používa sa tu len opis spaľovacích zariadení, ktoré nie sú zahrnuté vo vyššie uvedených dokumentoch BREF (v literatúre sa niekedy označujú ako "pomocné kotly"). Ide o:

- pece s menovitým tepelným príkonom 5 MW_t až 50 MW_t vrátane plynových turbín s kombináciou cyklov, parných jednotiek, fluidných reaktorov;
- pece s menovitým tepelným príkonom < 50 MW_t používajúce špecifické zvyšky buničiny a papiera alebo vedľajších produktov (napr. kôry, určité druhy kalov, zberový papier, výplne), bez ohľadu na ich veľkosť (> 50 MW sú opísané v dokumente BREF LCP).

Zabezpečenie spaľovacích zariadení externými dodávateľmi nevylučuje tieto zariadenia z opisu v dokumente BREF PP.

V prípade konvenčných väčších spaľovacích zariadení (napr. parných kotlov na plyn alebo olej s výkonom nad 50 MW_t) by sa mal uviesť odkaz na BREF LCP (Veľké spaľovacie zariadenia). BREF LCP obsahuje rozsiahle informácie o technikách a opatreniach používaných na zníženie emisií zo spaľovacích zariadení využívajúcich komerčné palivá, ako je zemný plyn, kvapalné palivá, uhlie, hnedé uhlie, biomasa a rašelina.

Dodávka energie je vzhľadom na jej vysoký podiel na celkových výrobných nákladoch predovšetkým jedným z hlavných výrobných faktorov pri výrobe buničiny a papiera. V závislosti od druhu procesu (pozri kap. 3 až 7) papierenský priemysel vyrába väčšinu alebo prakticky všetko svoje teplo a veľkú časť svojej potreby elektrickej energie (približne 44 %, CEPI 2008) vo vlastných elektrárnach. Interné zásobovanie parou a elektrickou energiou je v celulózovo-papierenskom priemysle tradične kľúčovou činnosťou. Konkurenčné závody sa intenzívne zameriavajú na koncepcie kogenerácie s využitím rôznych druhov palív (pozri kap. 2.6.1.2.2). Ostatné prevádzky (predovšetkým papierne) nakupujú dodávky energie z externých zdrojov a znižujú svoju vnútornú kapacitu výroby energie. Chemické celulózky (pozri kap. 3 a 4) nenakupujú energiu externe, pretože potrebujú regeneračný kotol, ktorý je v podstate integrovaný do procesu chemickej regenerácie.

„Technologické kotly“ alebo kotly na regeneráciu síranov a siričitanov a pece na pálenie vápna na regeneráciu varných chemikálií, ako aj na výrobu pary a elektrickej energie nie sú opísané tu, ale v kapitolách opisujúcich varné procesy (pozri zodpovedajúce časti v kap. 3 a 4). Viac informácií o pálení balíkov, kalov a iných materiálov zo úpravy zberového papiera nájdete v kap. 6.3.14. Stacionárne spaľovacie motory a spaľovacie zariadenia s výkonom < 5 MW nepatria do rozsahu pôsobnosti tohto dokumentu.

2.6.1. Použité spaľovacie postupy a techniky

Druhy a počet spaľovacích zariadení, ktoré sú technicky spojené s výrobou celulózy a papiera, závisia od používaných surovín, procesov, ich energetických požiadaviek a stratégie dodávok energie pre jednotlivé zariadenia. Kotly v celulózovo-papierenskom priemysle majú rôznu veľkosť (od približne 5 do viac ako 200 MW_t). Väčšie spaľovacie zariadenia v celulózkach a závodoch na výrobu papiera sú veľkosťou porovnateľné so zariadeniami dodávateľov energie (do > 200 MW_t).

Všeobecne možno v celulózovo-papierenskom priemysle nájsť tieto druhy výroby.

- Regeneračné kotly (sulfátová buničina, NSSC buničina): pozri kap. 3 a 4.
- Kotly na uhličitan sodný (NSSC): pozri kap. 4.3.13.
- Vápenné pece (sulfátová buničina): pozri kap. 3.
- Fluidné reaktory ($< 5 \text{ MW}_t$ až $> 100 \text{ MW}_t$, všetky druhy paliva a odpadu): pozri kap. 2.6.1.2.3. Používajú sa kotly na báze stacionárneho/perličkového fluidného lôžka (BFB) alebo cirkulačného fluidného lôžka (CFB).
- Kotly s pevným alebo pohyblivým roštom predovšetkým na uhlie a uhoľný prach, hnedé uhlie a iné zmiešané tuhé palivá (napr. pálenie odpadu). Použitie v celulózkach a závodoch klesá.
- Plynné turbíny s kombinovaným cyklom (CCGT); $< 20 \text{ MW}_t$ až $> 100 \text{ MW}_t$: V mnohých závodoch sa CCGT prevádzkujú v režime orientovanom na teplo, čo znamená, že rozmiestnenie a funkciu CCGT určuje dopyt závodu po teple. Výrobu elektrickej energie možno považovať za prospešný vedľajší produkt. To je predovšetkým rozdiel v prípade CCGT prevádzkovaných verejnými dodávateľmi energie (pozri obrázok 2.12 a opis procesu aj v dokumente BREF LCP).
- Plynné alebo olejové parné kotly (parné bloky): tieto kotly sa niekedy prevádzkujú na uspokojenie dopytu po základnom zaťažení. Z ekonomických dôvodov sa však zvyčajne používajú pri mimoriadne vysokom zaťažení alebo ako záložné kotly v priebehu údržby hlavného spaľovacieho zariadenia. Najčastejšie používanými palivami sú plyn a ťažký olej (staršie kotly).
- Malé kotly na biopalivá, ktoré spaľujú prášok alebo pelety, boli priamo nainštalované v neintegrovateľných závodoch na výrobu papiera.
- „Balíkové“ kotly (kotlové jednotky už vybavené izoláciou, elektrickým rozvádzačom, ventilmi a prístrojmi na merania) na pálenie slabých nekondenzovateľných plynov (NCG) a zapáchajúcich NCG.
- Plynné turbíny: len veľmi málo elektrární sa podieľa na výrobe elektrickej energie a prebytočné teplo vypúšťajú do ovzdušia. Tento proces však nie je nákladovo efektívny a jeho využitie sa už nepočíta.
- Splyňovacie techniky slúžia na poskytovanie plynu pre paroplynné elektrárne, plynové kotle alebo vápenné pece. V celulózo-papierenskej výrobe sa priemyselné aplikácie používajú pre kotle na kôru v spoločnosti Södra Värö (SE) a pre odsávanú zberovú lepenku v spoločnosti Stora Enso Varkaus (FI). V spoločnosti Södra Värö sa vyrobený plyn používa ako palivo vo vápenke.
- Fléry.
- Plynné motory, ktoré používajú plyn z anaeróbnej úpravy.
- Ostatné stacionárne motory s vnútorným spaľovaním.
- Záložné generátory.

Kotly a systémy zásobovania energiou prevádzkované v celulózkach a v papierňach možno ďalej rozdeliť podľa použitého paliva (pozri kap. 2.6.1.1), druhu pece (pozri kap. 2.6.1.2.3), integrácie regeneračného kotla do energetického systému papiera (pozri kap. 2.6.1.2) a či sa používajú len na výrobu pary alebo energie (pozri kap. 2.6.1.2.1), alebo sú v prevádzke ako kombinovaná výroba tepla a elektrickej energie (KVET), pozri kap. 2.6.1.2.2.

2.6.1.1 Hlavné využívané palivá a ich príprava

Pri výrobe pary (a horúcej vody) a energie v celulózo-papierenskom priemysle sa predovšetkým používajú tieto hlavné palivá alebo techniky používania palív.

- I. Biomasa ako kôra, zvyšky dreva a v niektorých prípadoch drevná štiepka.
- II. Čierny výluh (v chemických celulózkach je čierny výluh hlavným palivom, pozri kap. 3 a 4), ktorý sa tiež považuje za biomasu, napr. podľa smernice o systéme obchodovania s emisiami (EU ETS). Sulfátové celulóзки používajú ako palivo aj vznikajúce nekondenzovateľné plyny.
- III. Rôzne druhy kalov (kaly z čističiek odpadových vôd, vláknité kaly, kaly z odfarbovania atď.) z výroby buničiny z primárnych surovín, ako aj z úpravy zberového papiera a vlastných zvyškov z celulózk a papierní (plnidlo, nerecyklovateľný zberový papier, plasty).
- IV. Fosilné palivá ako zemný plyn, olej (ťažký olej, plynový olej), uhlie, hnedé uhlie alebo rašelina.

V. Niekedy sa odpad alebo palivo získané z odpadu podlieha spaľuje z energetických alebo iných environmentálnych dôvodov (napr. príspevok nízko výhrevných palív, ako je kal, je pri energetickom zhodnocovaní malý, takmer nulový).

Mnohé parné kotly alebo elektrárne používajú zmes palív (kombinované pálenie kalov, kôry, zvyškov dreva, zvyškov celulózy a papiera a fosílnych palív).

Na obr. 1.25 v kap. 1.7 sú zhrnuté palivá používané na výrobu tepla a elektriny v európskom celulózo-papierenskom priemysle (členovia CEPI); predovšetkým sa používa biomasa vo forme použitých kuchynských kvapalín, kôry a vlákniťého kalu (52,5 %). Rozsiahly podiel má aj plyn (38,8 %), zatiaľ čo olej, uhlie a ostatné fosílna palivá predstavujú spolu približne 9,4 %.

Biomasa vo forme kôry, dreva a drevných odpadov sa tradične vo veľkej miere používa v celulózo-papierenskom priemysle. Dôvodom ďalšieho zníženia emisií skleníkových plynov je, že celulózo-papierenský priemysel sa snaží znížiť pálenie fosílnych palív a zvýšiť podiel obnoviteľných zdrojov energie, čo je činnosť, ktorá je v mnohých krajinách zvýhodňovaná a výrazne dotovaná.

Rôzne druhy paliva sa musia pripraviť vopred, aby sa umožnila dobrá doprava do kotla, dobré spaľovanie, a tým aj zníženie emisií, ako aj zvýšenie prevádzkyschopnosti zariadenia. Dobrá príprava paliva podľa individuálnych požiadaviek pecí a kotlov je obzvlášť dôležitá pre reaktory s fluidnou vrstvou. Ďalej sú uvedené bežné druhy prípravy príslušných palív:

- I. Biomasa (kôra, drevo) sa rozdrví a vytriedi. Mokrú kôru sa pred využitím ako palivo zvyčajne lisuje a v niektorých prípadoch je možné, že sa pred pálením v kotli vysuší. Počas triedenia sa odstraňujú nečistoty, ako sú kamene, kovy a iné nežiaduce materiály.
- II. Rôzne kaly sa môžu stabilizovať, odvodniť alebo usušiť. Aj keď sa dá dosiahnuť zlepšenie energetického výnosu (pozri kap. 2.9.6.1.4), sušenie sa často nepovažuje za ekonomicky výhodné.
- III. Drevný odpad a niektoré zložky odpadu majú určité prípravné kroky, ako je drvenie alebo mletie, triedenie a odstránenie železných a neželezných kovov a iných nežiaducich materiálov.
- IV. Výplavy zo závodov na výrobu vlnitej lepenky vyrábanej na báze RCF sa počas triedenia oddeľujú. Väčšie výplavy (napr. väčšie ako 50 mm) sa rozdrvia. Železné materiály sa potom odstraňujú magnetickou separáciou. Pohyblivý rošt sa používa na dopravu výplavy do komory na sušenie a splyňovanie.

Hoci prípravné kroky potrebné na dosiahnutie dobrého pálenia sú špecifické pre každý prípad, všeobecným cieľom prípravy je odstrániť nežiaduce materiály, znížiť obsah znečisťujúcich látok a homogenizovať palivá z hľadiska výhrevnosti, veľkosti a iných fyzikálnych parametrov (napr. hustoty). Keďže prípravné operácie, ako je zmešovanie a triedenie, sú časté, väčšina závodov má skladovacie zariadenia na pripravené palivá.

Je obzvlášť dôležité, aby obsah látok Cl, K a Na bol v rámci konštrukčných limitov daného kotla. Tým sa znižuje korózia pri vysokých teplotách, a tým aj práce na údržbe a opravách, čo vedie k vyššej celkovej dostupnosti zariadenia a vyšším emisiám.

Prebytočné teplo (s parametrami nízkotlakovej pary, t. j. nízky tlak, nízka teplota) z výrobných procesov je možné použiť na sušenie kalu a biomasy, čím sa zvýši výťažok vysokotlakovej pary. V závislosti od konkrétnych okolností je možné použiť odpadový plyn z prípravných operácií aj zo skladovacích zariadení ako spaľovací plyn, čím sa zníži zápach a emisie.

Mnohé zariadenia majú zavedený systém zabezpečenia kvality palív a zvyškov alebo odpadu určeného na pálenie. To zahŕňa vyhlásenia dodávateľov, oddelenie skladovania palív a odpadu, skladovanie záložných vzoriek a zavedenie systému monitorovania a podávania správ. Na získanie informácií o zložení paliva sú užitočné analýzy paliva, ako je výhrevnosť a prvkové zloženie, ako aj pravidelné analýzy odpadových plynov a popola, ktoré sú pre prevádzku ďalšou možnosťou kontroly.

2.6.1.2 Výroba energie

Celulózky a papiere potrebujú na výrobné procesy elektrickú energiu a paru, a preto väčšina z nich používa kombinácie výroby tepla a elektrickej energie (KVET) pomocou kondenzačnej turbíny s odberovou alebo protitlakovou turbínou (pozri kap. 2.6.1.2.2). V niektorých závodoch sa však prevádzkujú len tepelné zariadenia, najmä na pokrytie špičkového zaťaženia, požiadaviek na nábeh alebo ako záloha.

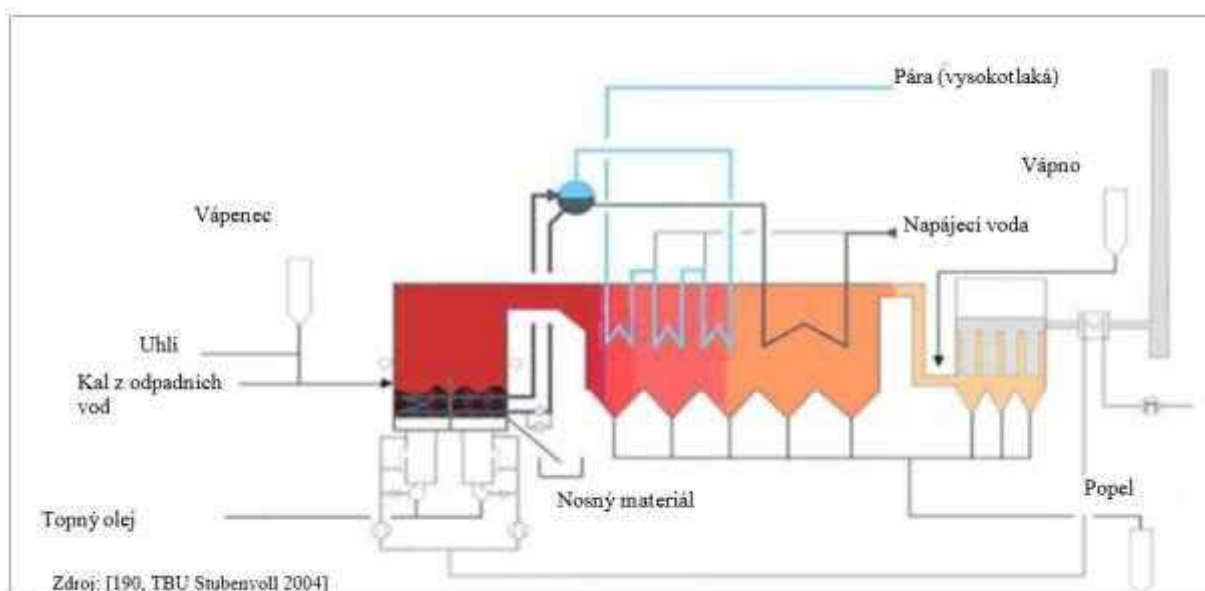
Jedným z hlavných rozdielov medzi kotlami v celulózo-papierenskom priemysle a kotlami v bežnom dodávateľskom sektore je, že sú v prevádzke takmer po celý rok, až do viac ako 8 000 hodín. Kotly v sektore vykurovania sú často odstavené na celé letné obdobie. Ďalším rozdielom je, že kotly v papierňach a celulózkach sa musia neustále prispôbovať prevádzke závodu, a preto sa musia vyrovnávať s veľkými a rýchlymi zmenami zaťaženia. Kotly v teplárňach zvyčajne pracujú za stabilnejších a vopred stanovených prevádzkových podmienok.

Najmä v závodoch na výrobu papiera sa môže dopyt po pare neočakávane a rýchlo zmeniť, napr. z dôvodu prerušenia procesu sušenia papiera a iných porúch. Z dôvodu trhovej situácie, údržby a iných faktorov je možné, že dopyt po pare bude aj počas dlhšieho obdobia nižší ako pri bežnej prevádzke.

Spaliny zo spaľovania určitých druhov odpadu a biomasy môžu obsahovať vysoké úrovne alkalických chloridov, ktoré môžu viesť k vysokoteplotnej korózii. Ku korózii spravidla dochádza pri teplotách stien nad 450 °C alebo pri teplotách odpadových plynov nad 650 °C. Vysokotlakové parametre pary (t. j. $T > 420$ °C, $p > 40$ barov) možno dosiahnuť len využitím nekorodujúcich materiálov alebo špeciálnych opatrení (napr. spoluprádenie na prehrievači). Pri použití obvyklých parametrov pre paru sa elektrická účinnosť zariadení na spaľovanie odpadu alebo biomasy pohybuje v rozpätí 14-25 % v kondenzačnom režime.

2.6.1.2.1 Zariadenia na výrobu pary

V niektorých elektrárnach nedochádza k vlastným procesom výroby energie. V týchto prevádzkach sa používajú len parné kotly alebo parné bloky. Do kotla sa môže privádzať zemný plyn, kvapalné (olej) alebo pevné (kôra, uhlie) palivá alebo palivové zmesi. Kotol môže byť akéhokoľvek typu a spaľovať akéhokoľvek palivá. Príklad cyklu vody a pary pre väčší kotol (v tomto prípade fluidný kotol) s výlučnou výrobou pary je znázornený na obrázku 2.11. Uvedené sú aj techniky zníženia emisií, v tomto prípade odsírenie a znižovanie prachu pomocou rukávových filtrov (pozri kap. 2.9.7). V tomto prípade sa systém úpravy vzduchu skladá zo štvorkomorového rukávového filtra a dávkovacieho systému na vstrekovanie vápna.



Obrázok 2.11: Cyklus vody a pary v elektrárni, kde sa používa len výroba pary

2.6.1.2.2 Zariadenia kombinovanej výroby elektriny a tepla (KVET)

Všeobecný opis kogeneračných zariadení nájdete v dokumente BREF LCP [271, COM 2006]. Zariadenia na kombinovanú výrobu tepla a elektrickej energie (KVET) v celulózo-papierenskom priemysle zvyčajne používajú parné turbíny alebo plynové turbíny (GT). Parné turbíny sú napojené na kotol, ktorý vyrába vysokotlakovú paru a vykonáva pálenie akýchkoľvek druhov paliva (čierny lúh, kôra, odpad, kvapalné, pevné alebo plyné palivá). Ak sa v sušičke používajú horúce spaliny, plyné turbíny sú spojené s parnými generátormi s rekuperáciou tepla (HRSG). Používajú sa rôzne konfigurácie v závislosti od toho, či sa všetka vyrobená para dodáva do rôznych spotrebičov pary (jednocyklus), alebo či sú GT a HRSG spojené s protitlakovou parnou turbínou alebo kondenzačnou turbínou s odberom strednotlakovej pary (kombinovaný cyklus - CCGT). Výhodou kombinovanej výroby elektriny a tepla (KVET) je zlepšenie celkovej efektívnosti a flexibility.

V prípade kogeneračných zariadení využívajúcich fosílna palivá alebo biopalivá (to platí pre väčšinu celulózk) je celková efektívnosť s protitlakovou turbínou 85 - 90 %. Pomer elektriny a tepla je v mnohých prípadoch približne 0,30. Výroba elektrickej energie musí byť vyvážená výrobou tepla. V tab. 2.12 sú rozsahy celkovej efektívnosti vypočítané použitím výhrevnosti palív s kompenzáciou vlhkosti biomasy (pozri slovník pojmov). Rozpätie elektrickej účinnosti sa vypočíta ako pomer vyrobenej elektrickej energie a vstupného paliva a rozpätie elektrickej a tepelnej účinnosti sa aproximuje energetickou účinnosťou zariadení.

Tabuľka 2.12: Kľúčové údaje pre rôzne druhy zariadení na kombinovanú výrobu elektriny a tepla

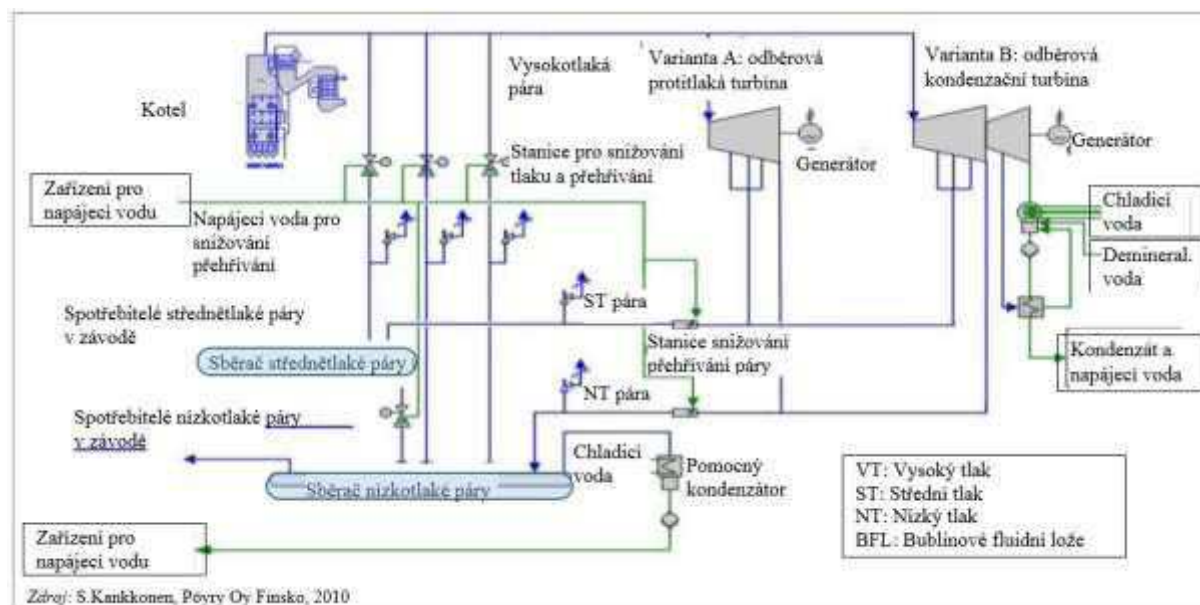
Druhy zariadení KVT	Celková efektívnosť (LCV) (miera použitia paliva)	Pomer elektrickej energie a tepla (i)
Plynný kotol a plynová turbína	85-90 %	0,20-0,35
Kotol na biomasu a ťažobná turbína	85-90 %	0,20-0,35
CCGT s parnou turbínou s výrobou energie na vnútorné použitie	85-92 %	0,40-1,10
CCGT s parnou turbínou s výrobou energie pre trh	75-80 %	1,50-2,00
Rozdiel pri podobnom 20 rokov starom zariadení s riadnou údržbou	1-4 %	NA

Poznámka: NA = neuplatňuje sa

(i) Pomer výkonu k teplu závisí aj od množstva pary privádzanej do kondenzačnej časti parnej turbíny, čo je dôvodom veľkého rozsahu pomerov výkonu k teplu pri kogeneračných aplikáciách, kde je parná turbína jedinou jednotkou vyrábajúcou energiu. Ak sa zvýšia potreby tepelnej energie, elektrická účinnosť sa znižuje, pretože energia z paliva sa rozdelí viac smerom k výrobe tepla (a naopak).

Zdroj: [167, BMUJF 1999], [170, Pöyry 2010]

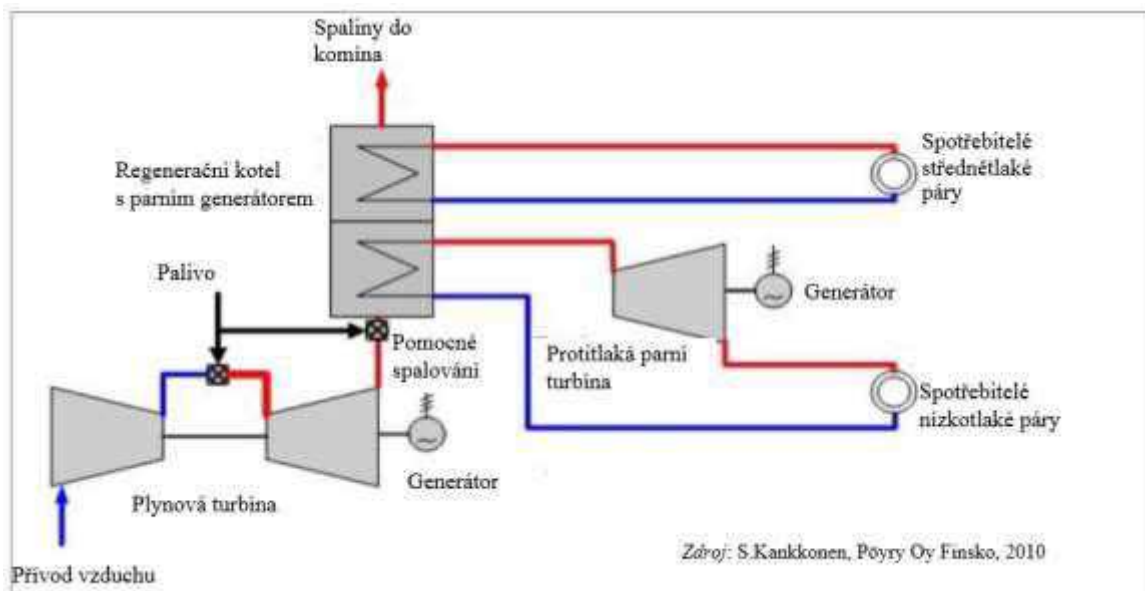
Kapacity kogeneračných jednotiek sa pohybujú od < 1 MW_t pre malé papierne až po > 500 MW_t regeneračné kotly veľkých celulózk. Na obr. 2.12 a 2.13 sú uvedené príklady kogenerácie v papierenskom priemysle. Kotol znázornený na obrázku 2.12, v tomto prípade bublinkový fluidný kotol, môže byť akéhokoľvek typu a spaľovať akékoľvek palivo. Je možné použiť buď protitlakovú turbínu (možnosť A na obrázku), alebo kondenzačnú turbínu (možnosť B na obrázku), alebo obe.



Obrázok 2.12: Príklad kogeneračného zariadenia v celulózk alebo v papierni

Táto technológia sa v celulózo-papierenskom priemysle používa od začiatku minulého storočia. Všetky sulfátové celulóžky majú parné turbíny rovnako ako veľké papierne.

Osobitným prípadom kogenerácie je plynová turbína s kombinovaným cyklom (CCGT), kde sa olej alebo zemný plyn spaľujú v plynovej turbíne, ktorá priamo poháňa generátor. Okrem toho sa energetický obsah horúcich spalín z plynových turbín premieňa na užitočnú energiu (paru alebo elektrinu) v kotli na regeneračné získavanie tepla. Princíp činnosti takejto jednotky CCGT ako kogeneračnej jednotky v závode s protitlakovou parnou turbínou a okruhom nasýtenej pary je znázornený na obrázku 2.13. Jednoduchý cyklus má podobnú konfiguráciu, ale nemá parnú turbínu a nasýtená para sa zvyčajne získava z kotla.



Obrázok 2.13: Príklad jednotky CCGT ako kogeneračnej jednotky v elektrárni s protitlakovou parnou turbínou a okruhom nasýtenej pary

Plynné turbíny sa začali inštalovať v priemyselných závodoch koncom 80. rokov. V súčasnosti sú veľmi rozšírené.

Pri kombinovanej výrobe elektriny a tepla s použitím plynovej turbíny s kombinovaným cyklom (CCGT) je celková efektívnosť 85-92 % a pomer elektriny k teplu je často vyšší ako pri iných zariadeniach na kombinovanú výrobu elektriny a tepla. Je možné, že dosiahne hodnotu vyššiu ako 1,0.

Flexibilitu z hľadiska potreby tepla na strane spotrebiteľa v papierni možno zvýšiť spaľovaním plynu v regeneračnom kotli s prebytkom kyslíka z plynovej turbíny (doplňkové pálenie; pozri obrázok 2.13).

K významným zlepšeniam zariadení používaných v KVET došlo najmä vďaka použitiu nových nástrojov počítačovej technológie pri navrhovaní a výrobe. Zvýšila sa účinnosť prietoku pary a plynu v turbínach a účinnosť pálenia v kotloch, čo viedlo k nižším emisiám.

2.6.1.2.3 Kotly s fluidným lôžkom

Vo výrobe buničiny a papiera sú fluidné kotly vhodné na spaľovanie „zložitých“ zmesných palív s premenlivými vlastnosťami. Pri spaľovaní vo fluidnom lôžku sa bežné fosílné palivá, biomasa, zvyšky a odpad privádzajú do pieskového lôžka fluidizovaného spaľovacím vzduchom. Pri teplote 750-900 °C sa palivá so spaľovacím vzduchom menia na horúci plyn a popol.

Existujú dva hlavné druhy kotlov s fluidným lôžkom: kotly s bublinkovým lôžkom (BFB) a kotly s cirkulujúcim fluidným lôžkom (CFB). V systéme BFB je pieskové lôžko vo vnútri kotla fluidizované a udržiavané v spodnej časti kotla, s výnimkou malej časti, ktorá uniká z lôžka. V systémoch CFB sa pieskové lôžko rozprestiera pod prvou sekciou výmeny tepla, za ktorou sa piesok oddelí od plynu vo veľkom cyklóne a vracia sa na dno lôžka. Za normálnych okolností kotly do 50 MW_t používajú spaľovanie BFB. Technológia CFB sa zvyčajne používa len pre väčšie kotly, napr. s výkonom > 50 MW_t. Ak je v palive vysoký obsah uhlia, je vhodnejší typ s cirkulačným lôžkom ako prevencia proti vysokej koncentrácii tepla, ktorá vzniká pri pálení uhlia v lôžku.

Vďaka samovoľnému spaľovaniu a širokej škále možností riadenia teploty umožňuje fluidné pálenie širokú škálu výhrevností a palív. Fluidné kotly používané v závodoch na výrobu papiera sa používajú predovšetkým na pokrytie základného zaťaženia parou.

Z hľadiska používaných palív sa do zariadení na fluidné spaľovanie privádzajú fosílné palivá (lignit a uhlie, olej, zemný plyn), bioplyn, biomasa (napr. kôra), drevné zvyšky, drevný odpad a iné interné zvyšky z výroby a niekedy aj externý odpad alebo palivo vyrobené z odpadu. Okrem toho sa môžu súčasne vykonávať procesy pálenia rôznych druhov kalov (napr. kaly z biologického čistenia odpadových vôd). Energetický obsah dehydrovaného čistiarenskeho kalu (20 - 40 % sušiny) je vo väčšine prípadov dostatočný na pokrytie strát odpadových plynov pri pálení čistiarenskeho kalu. Na pálenie papiera a kalu z plniarní je možné použiť bežné roštové kotly a kotly s fluidnou vrstvou. Technológia fluidnej vrstvy je však flexibilnejšia, pokiaľ ide o prípustné vlastnosti paliva. Vďaka homogénnym podmienkam, pokiaľ ide o teplotu, miešanie palív, kontrolu spaľovacieho vzduchu a ďalšie faktory (pozri odseky priamo nižšie), sú vyššie emisie CO, SO₂ (je možné zníženie in-situ) a NO_x v porovnaní s roštovými systémami.

Obsah vody v bežných palivách spaľovaných v tomto odvetví je dôležitým konštrukčným a prevádzkovým parametrom: výhrevnosť vlhkej kôry alebo rašeliny pri 40-60 % vlhkosti je 4,5 až 10,5 MJ/kg. Naproti tomu kal z mechanického odvodňovania buničiny má vyššiu výhrevnosť, ktorá sa vyskytuje v rozmedzí 2,5 - 6,0 MJ/kg, a to z dôvodu často vyššieho obsahu vlhkosti a popola. Výhrevnosť suchého celulóзовého odpadu môže vyskytnúť hodnotu 20 MJ/kg alebo vyššiu.

Čím vyšší je obsah vlhkosti v palivách, tým vyššia je celková energetická hospodárnosť kotla a tým náročnejšia je aj jeho prevádzka, ak sa nepoužije účinná technológia. Fluidný kotol je menej citlivý na vlhkosť paliva a vyšší obsah popola v palive ako roštový kotol.

Predovšetkým sa líšia roštovým spaľovaním a technológiou fluidnej vrstvy spôsobom prenosu tepla. Pri roštovom pálení sa časti paliva ohrievajú predovšetkým žiarením. Vďaka tomu sú teplota pri pálení a čas zdržania veľmi dôležité a je možné, že sa zníži výkon systému, keď sa zvýši vlhkosť paliva. Kolísanie obsahu sušiny v kale na vstupe do roštového kotla sťažuje hospodárenie s účinným pálením v dôsledku poklesu teploty. Vo fluidných kotloch je hlavným spôsobom prenosu tepla vedenie, ktoré použitím fluidného pieskového lôžka vo vnútri kotla stabilizuje kapacitu systému a robí ho necitlivým na výkyvy vlhkosti a výhrevnosti. Sú tiež menej citlivé na vyšší obsah popola v palive (napr. pri pálení kalu z odfarbovania).

Zlepšenia roštových kotlov spolu s modernizáciou rekuperácie odpadového tepla a externého čistenia spalín slúžia na zlepšenie ekonomických a environmentálnych parametrov týchto zariadení, ale nie na úroveň fluidných systémov. Pálenie vo fluidnom kotle prebieha pri vyššej teplote (750-950 °C), ako je potrebná v prípade spaľovania na rošte, čo je výhodné pre zníženie emisií NO_x. Okrem toho je prenos tepla na jednotku plochy vo fluidných systémoch o niečo vyšší. Keďže význam roštových kotlov vo výrobe buničiny a papiera klesá, tieto zariadenia tu nie sú priamo opísané.

Systémy na sušenie poskytujú reguláciu emisií SO₂ a NO_x na mieste a okrem toho aj nízke emisie CO.

Merania emisií (monitorovanie) pomocou online meračov plyných zložiek sa často používa vďaka ich najvyššej spoľahlivosti a prijateľnej cene. Bežné je aj viacbodové meranie teploty a kyslíka v kotloch.

Zníženie emisií je možné dosiahnuť použitím týchto opatrení v spaľovacej komore:

- I. inštalácia procesu spaľovania, ktorý znižuje emisie NO_x ;
- II. zaručenie dostatočného času zdržania, teploty, turbulencie v spaľovacej komore a zabránenie preťaženiu z dôvodu znižovania emisií CO a uhlíkovodíkových znečisťujúcich látok (C_{org}) a hospodárenie na veľmi nízkej úrovni;
- III. vstrekovanie vápna alebo vápenca do kotla pre odsírenie;
- IV. vstrekovanie amoniaku alebo zložiek amoniaku do spaľovacej komory (SNCR: selektívna nekatalytická redukcia oxidov dusíka).

Na riadenie teploty spaľovania možno uplatňovať nasledujúce opatrenia:

- I. recirkulácia spalín,
- II. chladenie s riadenou cirkuláciou popola,
- III. postupné spaľovanie.

Pri modernom riadení spaľovania a prívodu vzduchu je možné dosiahnuť nízke hodnoty NO_x , CO a C_{org} . Typické prevádzkové hodnoty kyslíka pre moderné fluidné kotly sa pohybujú medzi 2 % a 3 % v suchých spalínach.

Pokiaľ ide o sekundárne zariadenia na čistenie spalín, v závislosti od paliva alebo odpadu a zákonných požiadaviek, ktoré musia byť splnené, sa používajú tieto zariadenia:

- I. dobre navrhnuté, prevádzkované a udržiavané elektrostatické odlučovače,
- II. dobre navrhnuté, prevádzkované a udržiavané textilné filtre (aj s vstrekaním vápna a aktívneho uhlia),
- III. škrabané elektrostatické filtre.

Vo väčšine zariadení je čistenie plynu obmedzené na adsorpciu a znižovanie prachu. Zariadenia s kotlom nepoužívajú skrubery a zariadenia na katalytické čistenie odpadových plynov. Zariadenia na selektívnu nekatalytickú redukciu (SNCR) sú nainštalované len v niektorých závodoch.

2.6.2. Konvenčné emisie do ovzdušia z výroby pary a elektriny

2.6.2.1 Emisie prachu

Emisie prachu závisia predovšetkým od obsahu popola v palive (ak sú podmienky spaľovania dobré). Obsah popola sa tiež značne líši, od takmer nulového pri plyne a rope cez približne 1 - 2 % pri dreve a kôre až po 20 % pri veľmi vysokom obsahu popola uhlia. Podobne aj rašelina a iné palivá môžu obsahovať rôzne množstvo síry a popola.

K technikám bežne používaným na zníženie emisií tuhých znečisťujúcich látok (prachu) zo spaľovacích zariadení prevádzkovaných v celulózkach a papierňach patria tkaninové filtre (FF) a elektrostatické odlučovače (ESP). Niekedy sa používajú aj mechanické/inertné lapače (cyklóny alebo multicyklóny), a to buď pred vstupom odpadových plynov do filtra, alebo ako samostatné techniky v starších a menších kotloch na biomasu.

V tab. 2.13 sú uvedené rozsahy emisií tuhých znečisťujúcich látok dosiahnuté pri kotloch na fosílna palivá, biomasu a zmiešané palivá a technológie používané na zníženie emisií. Vyšší obsah síry v oleji je často súvisiaci s vyšším obsahom popola a dusíka.

Staršie a menšie kotly, najmä kotly na biomasu, uhlie a iné látky s vysokým obsahom popola, môžu mať vyššie emisie prachu v dôsledku menej účinného spaľovania, horšieho riadenia spaľovania a menej účinných sekundárnych opatrení na zníženie emisií. Podľa súboru údajov AF a správy CEPI [189, Norrström 2010] priemerné ročné emisie prachu pre tieto kotly môžu vyskytnúť

veľmi viac ako 50 mg/Nm³ a v niektorých prípadoch až 250 mg/Nm³. Technicky je možné dosiahnuť hodnoty emisií prachu približne 100 mg/Nm³ inštaláciou cyklónu. Vyššie hodnoty môžu zahŕňať situácie, keď sekundárne zariadenie na odstraňovanie prachu nie je správne dimenzované, zlyhalo alebo je zle udržiavané. Hodnoty emisií prachu nad 100 mg/Nm³ sú zvyčajne výsledkom výlučnej prevádzky cyklónu. Dokonca aj veľmi staré ESP dosiahnu úrovne emisií prachu pod 100 mg/Nm³. Na väčšie zariadenia s výkonom nad 50 MW sa vzťahuje smernica o priemyselných emisiách a mali by spĺňať ciele stanovené v tejto smernici.

V niektorých členských štátoch (napr. v Rakúsku) sú dokonca staré fluidné reaktory (dátum uvedenia do prevádzky: 1983-1986) vybavené ESP alebo textilnými filtrami. Žiadne z uvedených spaľovacích zariadení (spolu osem) neprekročí hodnotu emisií 30 mg/Nm³ (ako ročný a mesačný priemer). Ďalším príkladom je nemecké technické nariadenie o riadení kvality ovzdušia TA Luft, ktoré obsahuje limitnú hodnotu emisií 20 mg/Nm³ pre kotly s menovitým tepelným príkonom vyšším ako 5 MW_t. Táto limitná hodnota sa musí dodržiavať bez ohľadu na použité palivo. V moderných zariadeniach a v zariadeniach, v ktorých bola modernizácia ESP alebo textilného filtra vykonaná, sa hodnoty pohybujú v rozmedzí 0,5 až 10 mg/Nm³ (určenie ako denný priemer, 6 % a 11 % O₂).

Tabuľka 2.13 ukazuje pomerne veľké rozdiely medzi pomocnými kotlami v prevádzke v európskych celulózkach a závodoch na výrobu papiera. Cieľom tabuľky je poskytnúť celý rozsah nameraných emisií z pomocných kotlov na biomasu, fosílna paliva alebo zmiešané paliva.

Tabuľka 2.13: Rozsah dosiahnutých emisií látok z viacpalivových parných kotlov a kontrola (suchý plyn, štandardné podmienky) uplatňovaná v európskych zariadeniach

Palivá	Denný priemer (mg/Nm ³ pri 6 % O ₂)	Ročný priemer (mg/Nm ³ pri 6 % O ₂)	Technika riadenia emisií
Plyn	< 5	< 5	Riadené spaľovanie
olej 0,05 % S	< 5	< 5	Výber paliva a riadené spaľovanie
< 1 % S olej	310-590	450	Niektoré závody nepoužívajú žiadnu techniku na znižovanie emisií a vykonávajú merania prašnosti dvakrát ročne (2)
< 1 % S olej	5-100	20-55	Výber oleja a ESP (2)
> 1 % S olej	≤ 20	≤ 10	ESP
Kôra, iná biomasa a zmiešané palivá	1-300 (1)	1-250 (1)	Pri vyšších hodnotách cyklónu; zvyčajne ESP alebo tkaninový filter
Uhlie a zmiešané palivá	1-300 (1)	1-250 (1)	Pri vyšších hodnotách cyklónu; zvyčajne ESP alebo tkaninový filter

(1) Hodnoty maximálneho rozsahu emisií pre biomasu a uhlie sú prevzaté zo súboru údajov AF (údaje z meraní a rôznych testov a štúdií kotlov; približne 50 zariadení): [189, Norrström 2010]
V prípade hodnôt minimálneho rozsahu sa použili údaje z vyplnených dotazníkov (2008) a [229, Stubenvoll a kol. 2007]; pri textilných filtroch sú emisie prachu zvyčajne výrazne pod 20 mg/Nm³.

(2) Údaje získané z portugalských dotazníkov 2009

2.6.2.2 Emisie SO₂ a iných plynných znečisťujúcich látok

Vlastnosti a zloženie paliva používaného v kotloch majú významný vplyv na emisie do ovzdušia a spolu s typom a dizajnom kotla a druhmi, formou a realizáciou opatrení na zníženie emisií určujú konečné emisie do ovzdušia z kotla. Obsah síry v palivách sa môže pohybovať od 0,05 % alebo menej v prípade biomasy a ropy s nízkym obsahom síry až po približne 4 % v prípade uhlia a ropy s vysokým obsahom síry.

Najbežnejší a často najhospodárnejší spôsob riadenia SO₂ vo výrobe buničiny a papiera je použitie fosílnych palív s nízkym obsahom síry. Ak sa spaľuje samotná kôra, SO₂ sú nízke. V prípade fluidných kotlov je efektívnym opatrením vstrekovanie vápna do kotla. Technológie sekundárnej regulácie emisií zahŕňajú skrúpané elektrostatické filtre, procesy vstrekovania sorbentu (pozri kap. 2.9.7.3), mokré skrubery (mokré skrubery sa však v priemysle nepoužívajú s výnimkou regeneračných kotlov).

V tabuľke 2.14 sú zhrnuté hodnoty dosiahnuté pre SO₂ z rôznych druhov pomocných kotlov. Faktory, ako je skutočný druh paliva a prevádzkové podmienky, bude potrebné zohľadniť v každom jednotlivom prípade, keďže priamo získané údaje vo väčšine prípadov neuvádzali konkrétne podmienky, za ktorých boli tieto hodnoty namerané. Rozsahy uvedené v tabuľke pokrývajú rozsah obsahu síry v palive od približne 0,05 % (napr. lesná biomasa, olej s nízkym obsahom síry) do približne 1,5 %. Nízkosírny olej s obsahom síry menej ako 0,05 % (w/w) je dostupný v mnohých oblastiach od viacerých dodávateľov. Tento olej s nízkym obsahom síry má tiež nízky obsah dusíka (približne 0,05 % hm.) a popola (približne 0,005 % hm.), čo znamená nižší obsah NO_x a pevných častíc.

Niektoré staršie pomocné kotly, najmä tie na uhlie a olej, môžu emitovať vyššie množstvo SO₂ v dôsledku vyššieho obsahu síry v palive, menej účinnej regulácie spaľovania a menej účinných opatrení na zníženie emisií. V kotloch sa často okrem hlavných fosílnych palív (napr. plyny, ropa alebo uhlie) spaľujú aj niektoré zvyšky alebo kaly (napr. kaly, zvyšky z výroby alebo iné palivá). Pre tieto zmiešané palivá boli zhromaždené určité údaje.

Tabuľka 2.14: Dosiahnuté hodnoty SO₂ z pomocných kotlov pre rôzne druhy palív a použité opatrenia (pri 6 % O₂, suchý plyn, štandardné podmienky)

Palivá	Denný priemer (mg/Nm ³ pri 6 % O ₂)		Ročný priemer (mg/Nm ³ pri 6 % O ₂)		Použité techniky riadenia emisií
	(mg/Nm ³)	(mg/MJ) (2)	(mg/Nm ³)	(mg/MJ) (2)	
Plyn	5	1	5	1	Nízky obsah síry
Olej 0,05 % S	10	3	10	3	NA
Olej 1,5 % S	50	15	50	15	Práčka
Biomasa	1-30	15	1-20	10	Čistenie kôry a zvyškov
Zmiešané palivá (napr. kôra, uhlie, olej, kal, plyn)	35-77	Žiadne údaje	6-75	Žiadne údaje	Elektrostatický filter, vstrekovanie + ESP alebo textilný filter
Uhlie 0,5 % S	150	60	100	40	Elektrostatický filter, vstrekovanie
Uhlie 1,5 % S	200	80	150	60	Elektrostatický filter, vstrekovanie
<i>Poznámka:</i> NA = údaje nie sú k dispozícii (1) Biokal a vláknitý kal slúžia na zvýšenie obsahu síry v palive, a tým aj emisií. Na druhej strane, v prípade jedného nemeckého kotla na biomasu boli zaznamenané priemerné denné hodnoty 0-2 mg/Nm³, z čoho vyplýva ročný priemer 0,63 mg/Nm³ (Zdroj: UBA, 2010). (2) Vzťahuje sa na efektívnu výhrevnosť paliva. <i>Zdroje:</i> Na základe súboru údajov ĽF. Súbor údajov LF sa týka údajov z meraní (monitorovanie) nových kotlov v priebehu preberacích skúšok a z meraní (Monitorovanie) existujúcich kotlov v rámci environmentálneho výkazníctva organizácie; údaje z vyplnených dotazníkov (2008)					

2.6.2.3 Emisie NO_x

Príslušné zložky dusíka sú oxid dusnatý (NO) a oxid dusičitý (NO₂), spoločne označované ako NO_x a najmä v prípade fluidných kotlov oxid dusný (N₂O).

Možným zdrojom ďalšieho dusíka, a teda aj oxidov dusíka, je kal z biologického čistenia a chemickej flokulácie odpadových vôd. V niektorých prípadoch môžu fosilne palivá, ako napríklad uhlie alebo ťažký olej, mať pomerne vysoký obsah dusíka. Okrem dusíka viazaného v palive prispieva k celkovému množstvu NO_x zo spaľovacieho zariadenia termické NO_x.

NO_x však ovplyvňuje aj množstvo prebytočného vzduchu, teplota a rozloženie teploty v peci. Vzhľadom na vyššie teploty spaľovania je tepelný vznik NO_x v reaktoroch s fluidnou vrstvou nízky.

Opatrenia na zníženie emisií NO_x z kotla zahŕňajú primárne a sekundárne opatrenia.

a) Vo fluidných reaktoroch v celulózovo-papierenskej výrobe sa uplatňujú tieto základné opatrenia (pozri kap. 2.6.1.2.3):

- minimalizácia prebytku vzduchu
- triedenie vzduchu (nad spaľovacím vzduchom)
- recirkulácia plynu.

b) V plynových turbínach sa používa vstrekovanie pary alebo vody alebo suché vstrekovanie s nízkym obsahom NO_x (DLN). Ako sekundárne opatrenie je možné použiť SCR (selektívna katalytická redukcia).

Vstrekovanie pary alebo vody je bežná technika (napr. v Kanade; (pozri BREF LCP [271, COM 2006])). Dosiahnutie miery zníženia je pre NO_x rozpätie 60 % - 80 %. Zároveň, ak sa majú dosiahnuť nízke emisie CO, miera zníženia je o niečo vyššia (40-60 %).

Suchý nízky obsah NO_x je možné použiť v malých (4-25 MW_e) ako aj vo veľmi veľkých (400 MW_e) plynových turbínach. Emisnú hodnotu 25 ppm NO_x (čo zodpovedá 50 mg NO_x/Nm³) je možné dosiahnuť v menších zariadeniach, zatiaľ čo vo veľkých zariadeniach je hodnotu NO_x možné priamo znížiť na < 20 mg/Nm³ (pozri [271, KOM 2006] a [167, BMUJF 1999]). V celulózovo-papierenskom priemysle sa zvyčajne používajú plynové turbíny s výkonom < 50 MW_e. Tieto majú emisie 25 ppm NO_x (50 mg NO_x/Nm³) pri 15 % O₂, ak je suchý nízky obsah NO_x.

c) Pri kvapalných a plyných palivách sa používajú horáky s nízkou úrovňou NO_x. Emisné hodnoty pre plyné palivá sa pohybujú v rozpätí 60-90 mg NO_x/Nm³. Ukázalo sa, že je možné udržať emisie na veľmi nízkej úrovni použitím systému nepretržitej kontroly lambda senzorov. To si však vyžaduje inštaláciu systému nepretržitého merania emisií (používa sa napr. v Hamburgu (Rakúsko); dotazník 2008).

Medzi sekundárne opatrenia patria:

- SNCR (selektívna nekatalytická redukcia) a
- SCR (selektívna katalytická redukcia).

Metóda SCR sa v celulózovo-papierenskom priemysle zatiaľ nepoužíva z dôvodu relatívne malých rozmerov kotla, ale aj z dôvodu obsahu sodíka v popole z kotla na biomasu, ktorý deaktivuje katalyzátor. Metóda SCR tu preto nebude priamo opisovaná.

V systémoch SNCR sa do pece pri vhodných teplotných rozpätiach vstrekuje amoniak alebo močovina. NO_x je možné znížiť o 30-70 % reakciou medzi NO_x a činidlom za vzniku dusíka a vody. Teplotné rozpätie pre efektívnu SNCR je zvyčajne od 800 °C do 1 000 °C. Vyššie rýchlosti redukcie môžu zvýšiť koncentráciu NO₂. Distribúcia činidiel sa musí starostlivo riadiť. Na monitorovanie zmien teploty, ktoré sú spôsobené zmenami v zaťažení kotla, sa bežne používa viacero bodov vstrekovania. Prínos v podobe zníženia NO je potrebné zvážiť v porovnaní s rizikom zvýšeného výskytu NH₃. V dobre riadených systémoch SNCR sú emisie NH₃ v rozsahu 1-10 mg/Nm³ (pozri BREF LCP).

V tab. 2.15 sú uvedené hodnoty NO_x z kotla dosiahnuté pomocou kombinácie vyššie opísaných techník. Údaje o emisiách sa vzťahujú na 3 % O₂ pre plyn a 6 % O₂ pre ostatné palivá za predpokladu štandardných podmienok a suchých plynov. Rozsahy uvedené v tabuľke odrážajú najmä vplyv rôzneho obsahu dusíka v palivách a účinnosť použitých sekundárnych opatrení. Niektoré staršie kotly s menej účinnými regulačnými opatreniami budú mať vyššie emisie: priemerné denné emisie do približne 200 mg NO_x/Nm₃ alebo dokonca vyššie. Pomocné kotly v celulózovom a papierenskom priemysle pracujú pri rôznych podmienkach zaťaženia, ktoré môžu emitovať NO_x. Emisné rozsahy uvedené v tabuľkách však zahŕňajú podmienky čiastočného zaťaženia.

Tabuľka 2.15: Dosiahnutie NO_x z pomocných kotlov pre rôzne palivá a použité opatrenia

Palivo	Denný priemer		Ročný priemer		Použité techniky riadenia emisií
	mg/Nm ³	mg/MJ	mg/Nm ³	mg/MJ	
Plyn	60-150	40	60-120	30	Horáky s nízkym obsahom NO _x alebo technika DLN
Olej 0,05 % S	200	50	150	40	Palivo s nízkym obsahom N, horáky s tvorbou NO _x , SNCR
Olej 1,5 % S	240	60	200	50	Horáky s nízkou hladinou NO _x , SNCR
Biomasa	100	45	80	40	SNCR
Biomasa	75-470	Žiadne priamo dostupné údaje	190-290	80-95	Bez SNCR (3 kotly)
Zmiešané palivá (napr. kôra, uhlie, olej, kal, plyn)	130-330	Žiadne priamo dostupné údaje	150-300	Žiadne priamo dostupné údaje	Kotly na kvapaliny
Uhlík 0,5 % S	125	50	100	40	SNCR
Uhlík 1,5 % S	75	30	60	25	SCR

Zdroj: Na základe súboru údajov LF. Súbor údajov LF sa týka údajov z monitorovania nových kotlov priebehu preberacích skúšok a kontroly (monitorovania) existujúcich kotlov v rámci environmentálneho výkazníctva organizácie; údaje z vyplnených dotazníkov (2008) [229, Stubenvoll et al. 2007] sú doplnené pre plyn. Údaje z rakúskej UBA pre kotly na zmiešané palivá.

2.6.2.4 Emisie CO

Emisie CO a uhlíkovodíkov súvisia najmä s množstvom prebytočného vzduchu a podmienkami spaľovania. Palivo s nízkym obsahom sušiny, nerovnomerný obsah sušiny a rýchle zmeny zaťaženia sú možné príčiny zvýšených emisií CO a uhlíkovodíkov (TOC), ktoré je potrebné riadiť. Prevádzka pri nízkom alebo nerovnomernom tepelnom zaťažení má tendenciu zvyšovať emisie.

V prípade neúplného spaľovania sa z uhlíka obsiahnutého v palive tvorí oxid uhoľnatý. Podmienky spaľovania, ktoré vedú k zvýšeným úrovňam CO, majú za následok aj vyššie emisie uhlíkovodíkov. Na dosiahnutie úplného a účinného spaľovania, a tým aj minimalizácie emisií CO a uhlíkovodíkov, sa musia kontrolovať tieto parametre kotla a spaľovania:

- prívod kyslíka
- teplota pece
- miešanie paliva a spaľovacieho vzduchu (kyslíka)
- čas zdržania.

Napríklad pálenie, ktoré uprednostňuje nízke emisie CO, si vyžaduje použitie vysokých teplôt v peci a dimenzovaný prísun kyslíka na úplné spálenie organických látok. Znižovanie obsahu CO v spalínach si vyžaduje riadený prebytok spaľovacieho vzduchu. Prebytok spaľovacieho vzduchu však zvyšuje obsah NO_x. Úsilie o hospodárenie s NO_x/CO bude preto do určitej miery protichodné. Riadenie podmienok spaľovania a spaľovacieho vzduchu je preto dôležitým prvkom pri riadení emisií CO. Ďalším predpokladom je stabilné palivo z hľadiska výhrevnosti a zaťaženia kotla.

Regulácia rýchlosti spaľovania by mala zabezpečiť dostatočné zabezpečenie prísad kyslíka. V jednoduchom systéme riadenia sa prívod vzduchu reguluje prostredníctvom monitorovania kyslíka. Komplexné systémy monitorujú aj zaťaženie kotla, výhrevnosť paliva, zásobu paliva a ďalšie parametre.

Teplotu v peci možno regulovať recirkuláciou plynu, ohrevom vzduchu, prebytkom vzduchu a tiež použitím palív. Recirkulácia spalín, a najmä ohrev vzduchu, umožňuje použiť vo fluidnom kotle palivá so širokým rozsahom výhrevnosti.

Najmä v prípade kombinovaného spaľovania kalov z čističiek odpadových vôd je dôležité zabezpečiť účinné miešanie paliva, aby malo výsledné palivo dostatočnú výhrevnosť na zabezpečenie dostatočnej teploty spaľovania.

Dizajn kotla by mal byť taký, aby zabezpečil dostatočne dlhý čas zdržania, teplotu pri spaľovaní a účinné miešanie spaľovacieho vzduchu a paliva atď. s cieľom znížiť emisie CO a látok.

V tab. 2.16 sú uvedené dosiahnuté emisie CO z kotlov s riadeným spaľovaním (pri 6 % O₂, suchý plyn, štandardné podmienky). Staršie kotly bez účinnej kontroly spaľovania, s nekonzistentnou kvalitou paliva a zmenami prevádzkových podmienok môžu mať výrazne vyššie emisie, najmä ak sa merajú denne.

Tabuľka 2.16: Dosiahnuté hodnoty emisií CO pre rôzne palivá a použité opatrenia

paliva/palivo	Denný priemer		Ročný priemer		Použité techniky riadenia emisií
	mg/Nm ³	mg/MJ	mg/Nm ³	mg/MJ	
Plyn	5-15	5	< 5	< 2	Nie je špecifikované
Olej 0,05 % S	15	5	< 5	< 2	Nie je špecifikované
Olej 1,5 % S	25	8	< 10	50	Nie je špecifikované
Biomasa	5-300	150	140	70	Nie je špecifikované
Zmiešané paliva (napr. kôra, uhlie, olej, kal, plyn)	5-150	Žiadne údaje	6-100	Žiadne údaje	Žiadne údaje
Uhlík 0,5 % S	250	100	125	50	Práškové uhlie

Zdroj: Na základe súboru údajov ĽF. Súbor údajov LF sa týka údajov z meraní nových kotlov počas preberacích skúšok a z meraní existujúcich kotlov v rámci správ prostredia; údaje z vyplnených dotazníkov (2008) a [229, Stubenvoll et al. 2007] sa považovali za minimálne hodnoty pre emisný rozsah.

Kotly v celulózovom a papierenskom priemysle sa často musia vyrovnat' s výraznými a rýchlymi zmenami zaťaženia, ako aj s výkyvmi obsahu sušiny a výhrevnosti paliva. Napriek pokročilým riadiacim systémom a správne mu miešaniu palív to je možné, že to spôsobí výrazne vysoké emisie CO. Tieto špičky môžu viesť k vysokým hodnotám priemerných denných emisií, hoci sa niekedy odrážajú aj v ročnom priemere.

2.7 Čistiarne odpadových vôd

Zaťaženie odpadových vôd z celulózovo-papierenského priemyslu je možné znížiť zmenami a optimalizáciou procesov (integrováný prístup k procesu) a čistením odpadových vôd v mieste, kde opúšťajú proces (prístup na konci potrubia). V praxi je možné tieto dva prístupy skombinovať tak, aby sa dosiahli požadované výsledky s minimálnymi nákladmi. V tomto sektore existuje aj množstvo aplikácií na úpravu vody v procesoch, kde sú systémy úpravy integrované do časti vodného okruhu, a preto ich možno označiť za akési „obličky“, ktoré v prevádzke odstraňujú nežiaduce látky, kým sa nedosiahne potrebná úroveň kvality.

Úprava je vždy spojená so samotným výrobným procesom. Zmeny v procesoch, a najmä náhodné úniky znečisťujúcich látok, zvyčajne ovplyvňujú čistiareň odpadových vôd, najmä pokiaľ ide o biologický proces. Optimalizácia procesov a výkonnosť čistiarní odpadových vôd sú teda vzájomne prepojené. Pri navrhovaní a prevádzke čistiarní odpadových vôd sa zvyčajne vychádza z analýzy procesov a predovšetkým z tokov odpadových vôd. Pozornosť by sa mala zamerať predovšetkým na implementáciu interných opatrení v procese. Opatrenia integrované do procesu znižujú zaťaženie pri zdroji a je možné dosiahnuť priame úspory nákladov na suroviny (vlákna, plnivá a prísady) a v mnohých prípadoch aj vyššiu spotrebu energie. Potrebné opatrenia slúžia na to, aby ich vykonali zamestnanci závodu. Prechod na menej škodlivý proces je však možný s tým, že môže vyžadovať značné výdavky v dôsledku potreby vykonať zavedenie zložitejšej technológie. Účinné riešenia sú zvyčajne kombináciou interných a externých opatrení.

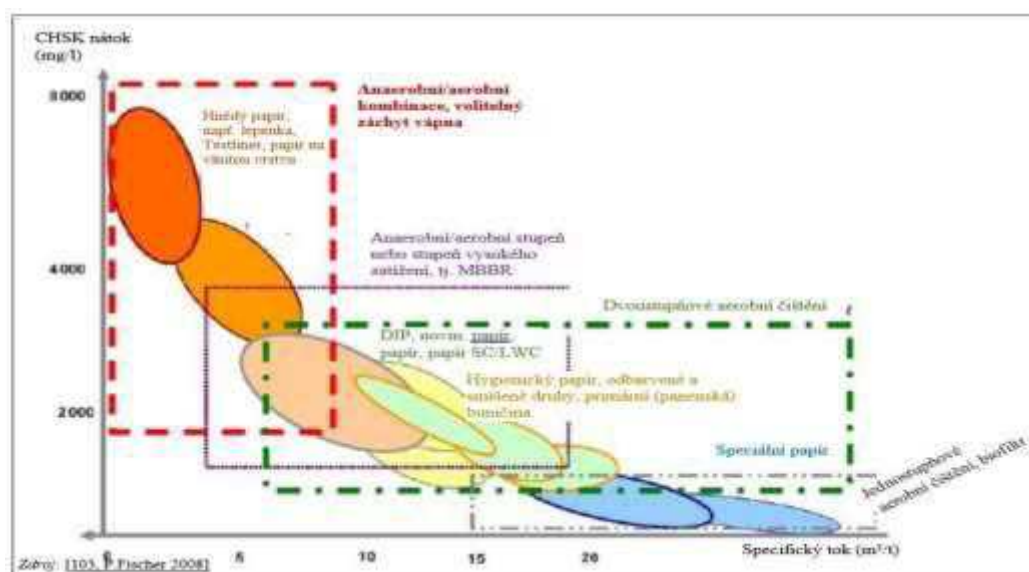
Ak papierené vypúšťa odpadové vody kanalizáciou do mestskej alebo priemyselnej čistiarní odpadových vôd mimo podniku, možná je zmena celkovej účinnosti externej čistiarní v dôsledku kvality a množstva iných tokov odpadových vôd, ktoré sa čistia spolu s odpadovými vodami z podniku. V niektorých prípadoch môžu úspory z kolektívneho hromadného čistenia odpadových vôd v konzorciu slúžiť na dosiahnutie rovnakých alebo dokonca lepších znížení emisií, ako by sa dosiahlo pri porovnateľnom čistení na mieste. Dôvodom je, že papierené a iné priemyselné závody, ktoré sú napojené na bežnú čistiareň odpadových vôd, môžu mať prístup k účinnejším technikám čistenia pri vhodnom dohľade nad ich prevádzkou.

Odpadové vody z celulózok a papierní obsahujú látky, ktoré sa získavajú z dreva alebo recyklovaných vlákien. Obsahujú aj niektoré chemikálie používané v procesoch. Tieto chemikálie sa uvoľňujú z procesov a nezostávajú vo vláknach vyrobenej buničiny alebo papiera/lepenky. Odpadová voda obsahuje pevné látky alebo materiál v koloidnej alebo rozpustené forme. Až na niekoľko výnimiek (rozvlákňovanie eukalyptu) sú počiatočné hodnoty dusíka a fosforu nízke a tieto prvky sa pridávajú do biologickej čistiarní odpadových vôd ako živiny pre biomasu. Odpadová voda môže byť tiež farebná, najmä ak pochádza z výroby buničiny. Niektoré neupravené odpadové vody sú pre ryby toxické, napríklad odpadové vody z odkôrňovania dreva.

V závislosti od druhov produkovanej odpadovej vody a súvisiaceho zaťaženia celulózky a papierené prevádzkujú rôzne systémy čistenia, ktoré sú vhodné na účinné spracovanie prichádzajúceho zaťaženia. Čistenie odpadových vôd zvyčajne zahŕňa vyrovnávanie kolísania prietoku a zloženia, po ktorom nasleduje odstránenie pevných látok (napr. primárna sedimentácia). Fyzikálne alebo chemické metódy čistenia majú na starosti odstránenie najmä pevných látok a koloidov s vysokou molekulovou hmotnosťou. Biologické metódy odstraňujú rozpustené organické zlúčeniny, ktoré sa biochemicky oxidujú alebo premieňajú na biomasu. Nežiaduce uvoľňovanie tejto biomasy je riadené pomocou nosiča (biofilmu), sekundárnej sedimentácie, flotácie alebo v niektorých prípadoch filtrácie.

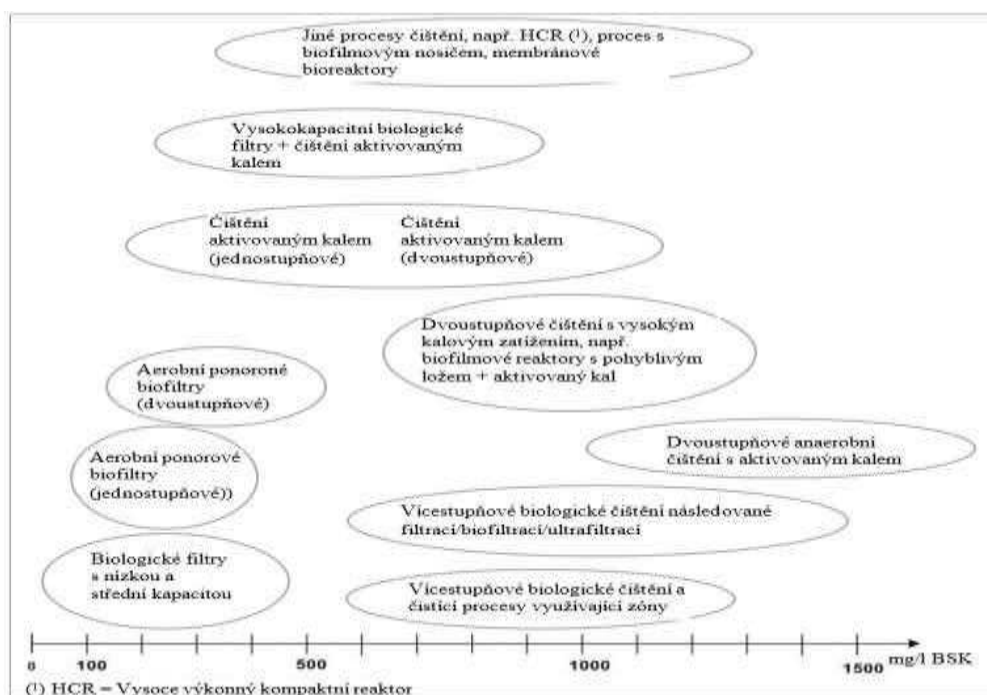
V závislosti od kvality odpadovej vody a organického zaťaženia sa v celulózkach a závodoch používajú rôzne koncepcie čistenia. Na obrázku 2.14 je uvedený prehľad bežných biologických metód čistenia odpadových vôd a ich možnosti využitia v závodoch na výrobu papiera. Obrázok znázorňuje, ktoré systémy sa používajú na odpadové vody z výroby uvedených druhov papiera (chemické rozvlákňovanie nie je zahrnuté), ktoré sa vyrábajú buď z primárneho alebo zberového vlákna (alebo zo zmesi vlákien) a ktoré sa často vyskytujú v tomto odvetví. Špecifická spotreba vody (m^3/t) a počiatočná úroveň CHSK pred úpravou uvedená na osiach x a y je len orientačná. Dobrej efektívnosti znižovania znečisťujúcich látok môžu slúžiť aj iné koncepcie úpravy, napr. jednostupňová úprava s aktivovaným kalom. Existujúce aplikácie uvedených čistiacich systémov, opis používania techniky a ich výkonnosť sú opísané

v príslušných kapitolách 3 až 7, ktoré sa zaoberajú anaeróbnym alebo aeróbnym čistením odpadových vôd.



Obrázok 2.14: Rôzne koncepcie aplikácií biologického čistenia odpadových vôd pre rôzne druhy papiera/lepenky a zjednotenie trendov organického zaťaženia

Existuje široká škála konštrukčných riešení aeróbného čistenia odpadových vôd z výroby buničiny a papiera/lepenky: Systémy s aktivovaným kalom, ako sú (ale nielen) konvenčné jednostupňové alebo viacstupňové reaktory s aktivovaným kalom, stupňovité in-line reaktory, vysokovýkonné kompaktné reaktory a prevzdušňované lagúny, a systémy s biofilmom, ako sú (ale nielen) aeróbne ponorné biofiltry, reaktory s biofilmovým lôžkom alebo reaktory s pohyblivým biofilmovým lôžkom (MBBR), biologické filtre a rotujúce biologické kontakty (RBC). Tieto kroky úpravy sa používajú ako jednostupňové alebo viacstupňové alebo ako kombinácia oboch techník. Okrem toho sa používa aj anaeróbna úprava (pozri kap. 2.9.11.2.2). Hlavné technológie biologickej úpravy a koncentračné rozsahy pre vhodné použitie sú uvedené na obrázku 2.15.



Obrázok 2.15: Hlavné postupy čistenia odpadových vôd z výroby celulózy a papiera a rozsah vhodných aplikácií

Hodnoty koncentrácií sa vzťahujú na vstupné koncentrácie a mali by sa chápať len ako orientačné, poskytujúce všeobecný prehľad o systémoch čistenia odpadových vôd používaných pri použití celulózok a papierní. Účelom tohto údaje nie je vylúčiť alebo diskriminovať konkrétnu aplikáciu alebo systém úpravy, napr. ak organické zaťaženie nie je v uvedenom rozsahu (podľa [113, PTS 1998]).

V tab. 2.17 sa uvádza prehľad najdôležitejších systémov biologickej úpravy, vhodný rozsah ich použitia, niektoré výhody a nevýhody a niekoľko ďalších poznámok.

Tabuľka 2.17: Biologické čistenie odpadových vôd z výroby buničín a papiera

Proces	Aplikácia (priemerná vstupná úroveň BOD)	Výhody	Nevýhody	Poznámky
Aeróbne ponorné biofiltre (jednostupňové)	20-100 mg/l	Bezpečný proces; imobilizovaná biomasa; nízka úroveň suspendovaných látok v odpadových vodách	Citlivé na vyššie úrovne suspendovaných látok	NA
Aeróbne ponorné biofiltre (dvojestupňové)	100-300 mg/l (alebo veľmi veľa)	NA	NA	NA
Biologické filtre s nízkou a strednou kapacitou	< 400 mg/l	Jednoduchý dizajn; nízka spotreba energie; chladenie odpadovej vody, rýchla regenerácia po krátkodobom toxickom šoku (1)	Riziko upchatia v niektorých prípadoch; zápach spôsobený stieraním, vyššie emisie P potrebné na optimálnu prevádzku (1,0-1,5 mg/l)	Riziko upchatia a zápachu je pri správnom riadení živín vylúčené. Očakávaná životnosť 15 rokov alebo veľmi dlhá pri správnej prevádzke systému
Vysokokapacitné biologické filtre + aktívny kal	200-800 mg/l	NA	NA	NA
Aktivovaný kal (jednostupňový)	100-1 000 mg/l	Konvenčný proces s mnohými variantami; zavedená technika čistenia	Spotreba energie; prebytočný kal; problémy so zmiešaným alebo plávajúcim kalom	NA
Aktivovaný kal (dvojestupňový)	300 -> 1 000 mg/l	NA	NA	Dôležité je oddelenie systémov kalu
Aktivovaný kal (dvojestupňový s veľmi vysokým zaťažením kalom)	600-1 200 mg/l	Zlepšené vlastnosti aktivačného procesu	Spotreba energie; prebytočný kal	NA
Biofilmové reaktory s pohyblivým lôžkom, MBBR (pevná biomasa na mobilnom nosiči)	300-1 500 mg/l	Pevná biomasa; menšie objemy reaktora; žiadny návrat kalu; menej citlivá na dočasné extrémne vysoké zaťaženie	Prebytočný kal	Umožňuje veľkoobjemové zaťaženie
Rotačné biologické kontaktné reaktory (RBC): systém pevného biofilmu/biodisku	Používa sa ako krok hromadného odstránenia alebo na pokročilú úpravu	Nákladovo efektívne pre menšie prevádzky; nízky dopyt energie (< 0,3 kWh/kg odstráneného BOD ₅)	V mnohých európskych krajinách je menej skúseností s RBC	Úspešná žiadosť v závodoch na výrobu papiera v USA a Taliansku
Aktívny kal ako reaktor s odstupňovanou vrstvou (SBR)	100-1 000 mg/l	Flexibilnejšia prevádzka procesu	Veľmi veľa úsilia pri riadení procesu; diskontinuálny proces	NA
Poznámka: NA = údaje nie sú k dispozícii (1) Zdroj: Príručka na úpravu vody, kapitola 11.2 Biologické filtre, 6. vydanie, Degremont. zdrojov :: [113, PTS 1998], s zmenený a doplnený EIPPCB.				

V priebehu biologického čistenia sa rozpustené organické látky menia na biomasu, ktorá sa hromadí ako kal (štyri príklady množstva kalu sú uvedené priamo nižšie). Buničina z primárnej usadzovacej nádrže a prebytočný kal zo zariadenia na spracovanie aktivovaného kalu sa zahusťujú v samostatných zahusťovacích nádržiach. Odvodnenie môže prebiehať použitím skrutkového lisu s predhustením alebo v odvodňovacích strojoch s pásovými lismi. Odvodnený kal sa často mieša s kôrou a spaľuje v kotloch na kôru. Ďalšou možnosťou je pálenie v elektrárni na biomasu, vo fluidnej spaľovni kalu alebo v regeneračnom kotli. V ostatných prípadoch sa kal dodáva externým dodávateľom (spoločnostiam zaoberajúcim sa odpadovým hospodárstvom) na výrobu bioplynu, skládkovanie alebo iné alternatívy.

2.8 Prehľad zvyškov z výroby a tuhého odpadu

Pri výrobe papiera a celulózy vznikajú rôzne druhy zvyškov, napr. tie, ktoré sú uvedené v tabuľke 2.18.

Tabuľka 2.18: Príklady zvyškov z procesov výroby buničiny a papiera/lepenky

Proces	Príklady pevných zvyškov/odpadu
Úprava dreva	Kôra a úlomky dreva, piesok a kameň
Upravenie surovej vody	Kal
Bielenej rozvlákňovanie	Prebytočné vápno, kal a štrk z regeneračného systému; popol vyťažený z ESP; výplne a vlákna z linky na úpravu vlákien
Sulfitové rozvlákňovanie	Popol z regeneračného kotla; kal z fermentačného systému; výplne a vlákna z linky na úpravu vlákien
Mechanické rozvlákňovanie	Piesok a úlomky dreva z prania štiepok; výplne a vlákna z liniek na úpravu vlákien
Úprava odpadového papiera	Zvyšky z úpravy surovín (nevláknité zvyšky, napr. piesok, kovový šrot), buničina a kaly z odfarbovania
Výroba papiera	Výplne, buničina, pigmenty z maľovania
Energetické kotle	Popol
Úprava odpadových vôd	Vláknitý kal, biologický a chemický kal
Bežné zvyšky	Kovy, plasty, sklo, stavebný odpad, odpad z domácností, nebezpečné zvyšky ako chemikálie, rozliaty olej a mazivá

Niektoré z uvedených materiálov, ktoré pochádzajú z výrobného procesu, možno považovať za materiál, ktorý nie je odpadom podľa článku 3 ods. 1 rámcovej smernice o odpadoch (RSO), ale je vedľajším produktom, ak sú splnené podmienky stanovené v článku 5 RSO [205, RSO 98/ES 2008] .

Množstvo a charakter zvyškov, ktoré vznikajú v rôznych druhoch závodov, sa značne líši. Hlavné zložky odpadu a hlavné spôsoby použitia, opätovného použitia alebo odstránenia sú opísané v príslušných častiach kap. 3 až 7.

Podľa komplexného „zoznamu odpadu“ [50, rozhodnutie 2000/532/ES 2000] sú hlavné druhy „odpadov z výroby a úpravy buničiny, papiera a lepenky“ tieto:

- 03 03 01 kôra a drevo (kôra, piliny, odpad z hrubého a jemného triedenia)
- 03 03 02 kal zo zeleného lúhu a kal (z regenerácie vriaceho lúhu počas sulfátového rozvlákňovania)
- 03 03 05 kal zo zosvetľovania (odfarbovania) recyklovaného papiera
- 03 03 07 mechanicky separovaný odpad z rozvlákňovania zberového papiera a lepenky
- 03 03 08 odpady z triedenia papiera a lepenky na recykláciu
- 03 03 09 odpadové kaustifikačné kaly (sulfátové celulózky)
- 03 03 10 vláknité kaly, kaly z mechanickej separácie obsahujúce vlákna, plnivá a zvyšky náterov
- 03 03 11 kal z čistenia odpadových vôd na mieste ich vzniku iný ako uvedený v 03 03 10
- 03 03 99 odpady inak nešpecifikované.

Tento zoznam odpadov, ktoré nie sú nebezpečné, predstavuje 88 % celkového množstva odpadu z výroby celulózy a papiera [139, ASPAPEL 2008].

Okrem toho je potrebné zohľadniť tieto odpadové materiály v závislosti od dodávok energie do mlyna a celulózky a výroby pary a elektriny na mieste:

- 10 01 odpady z elektrární a iných pecí, ako sú:
- 10 01 01 troska, škvara a kotlový prach

10 01 02 popol zo spaľovania uhlia

10 01 03 popol zo spaľovania rašeliny a neošetreného dreva a v prípadoch niektorých ďalších materiálov.

Bežné zvyšky/odpad

Väčšina celulózo a papierní má aj bežné zvyšky alebo odpad, ktoré nie sú špecifické pre toto odvetvie. Tieto zvyšky môžu byť:

- kovové časti a kovy z údržby
- elektrické a elektronické zariadenia a ich časti vrátane žiaroviek, žiariviek atď.
- drôty a plst'
- stavebný odpad, ako je sklo, drevo, betón, tehly atď.
- chemikálie vrátane zvyškov farieb
- laboratórny odpad (väčšinou chemikálie)
- rozliate oleje a mazivá
- obalový materiál (nádoby na chemikálie, palety atď.)
- odpad z domácností (z jedální a kancelárií)

V mnohých závodoch boli zavedené systémy triedenia odpadu pre hlavné zložky, aby sa zabezpečilo najefektívnejšie nakladanie s týmito bežnými odpadmi. Tieto systémy uľahčujú opätovné použitie, recykláciu alebo regeneračný postup a zabezpečujú minimalizáciu množstva, ktoré je potrebné poslať na odstránenie alebo špeciálnu úpravu.

Nebezpečné materiály by sa mali zbierať vždy oddelene a ich zber by sa mal organizovať podľa rôznych „skupín“, ako sú zvyšky rozpúšťadiel, uniknuté oleje a mazivá, použité chemikálie. Následná úprava takéhoto materiálu by mala prebiehať u certifikovaných spoločností.

2.9 Všeobecné techniky, ktoré treba zvážiť pri určení BAT spoločných pre všetky celulózky a papierne

V tejto časti sú opísané techniky (alebo kombinácie techník) a následné monitorovanie, ktoré slúžia na dosiahnutie vysokej úrovne ochrany životného prostredia pri činnostiach opísaných v tomto dokumente. Opis techník zahŕňa použitú technológiu, ako aj spôsob, akým sa zariadenia navrhujú, budujú, udržiavajú, prevádzkujú a nakoniec vyradujú z prevádzky.

Zahŕňa systémy environmentálneho manažérstva, integrované BAT a výstupné opatrenia procesov. Zohľadňuje sa aj predchádzanie vzniku odpadu a nakladanie s ním vrátane postupov minimalizácie odpadu a recyklácie, ako aj techniky, ktoré znižujú spotrebu surovín, vody a energie optimalizáciou ich použitia a opätovného použitia. Opis techník zahŕňa aj opatrenia na prevenciu alebo zníženie environmentálnych dôvodov havárií a mimoriadnych udalostí, ako aj opatrenia na sanáciu na mieste. Zahŕňajú aj opatrenia prijaté na prevenciu alebo zníženie emisií v iných ako bežných prevádzkových podmienkach (napr. pri nábehoch a odstávkach, únikoch, poruchách, dočasnom prerušení a trvalom zastavení prevádzky).

V prílohe III k smernici je uvedených niekoľko kritérií na určenie BAT a informácie v tejto kapitole sa týkajú týchto aspektov. Ak je to možné, na zhrnutie informácií o každej výrobnéj technike sa používa štandardná štruktúra uvedená v tabuľke 2.19 s cieľom umožniť porovnanie techník a ich posúdenie podľa vymedzenia BAT v smernici o priemyselných emisiách.

Táto kapitola nemusí nevyhnutne obsahovať vyčerpávajúci zoznam techník, ktoré by sa mohli použiť v tomto sektore. Môžu existovať alebo sa vyvíjať aj iné techniky, ktoré sú tiež možné považovať za BAT pre danú prevádzku.

Tabuľka 2.19: Informácie pre všetky techniky

Nadpisy v kapitolách
Opis
Technický popis
Dosiahnutie environmentálnych prínosov
Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje
Priebežné vplyvy
Technické kritériá uplatniteľnosti
Ekonomika
Dôvody implementácie
Príklady závodov
Literatúra

2.9.1. Systémy environmentálneho riadenia (EMS)

Opis

Formálny systém zameraný na dosiahnutie súladu s environmentálnymi cieľmi.

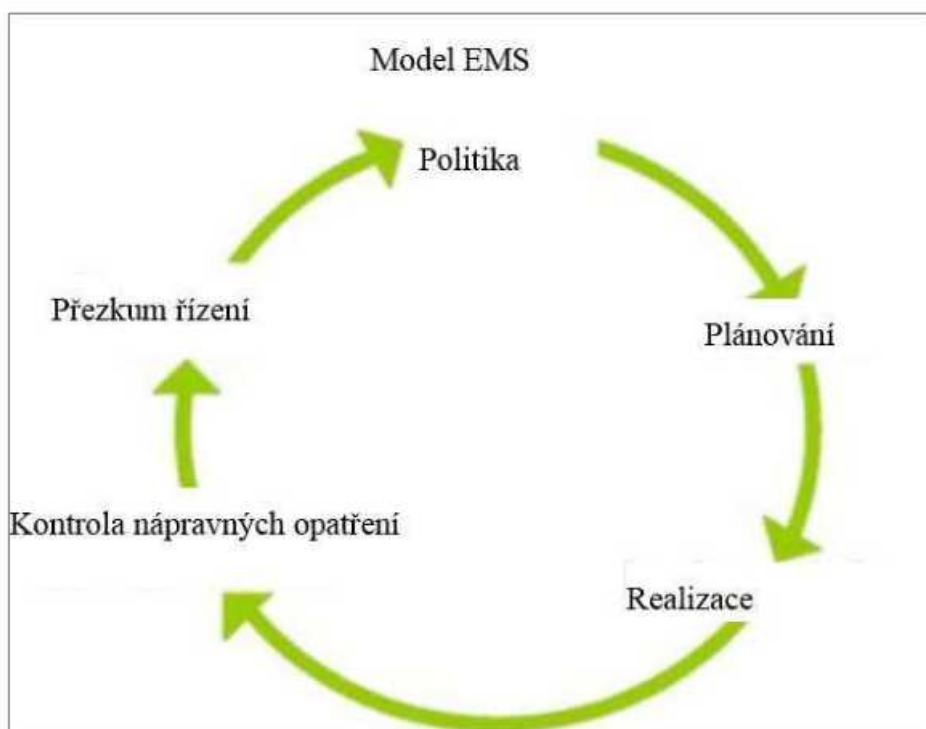
Opis technický

Smernica definuje „techniky“ (v zmysle „najlepších dostupných techník“) ako „použitú technológiu, ako aj spôsob, akým je zariadenie navrhnuté, vybudované, udržiavané, prevádzkované a vyradené z prevádzky“.

V tomto ohľade je systém environmentálneho manažérstva (EMS) technikou, ktorá umožňuje prevádzkovateľom zariadení systematicky a preukázateľne riešiť otázky prostredia. EMS je najefektívnejší a najúčinnnejší tam, kde je neoddeliteľnou súčasťou celkového riadenia a prevádzky zariadenia.

EMS zameriava pozornosť prevádzkovateľa na vplyv činností závodu na životné prostredie, najmä prostredníctvom uplatňovania jasných prevádzkových postupov pre bežné aj neštandardné prevádzkové podmienky a stanovenia súvisiacich úrovní zodpovednosti.

Všetky efektívne environmentálne EMS obsahujú koncepciu neustáleho zlepšovania, čo znamená, že environmentálne manažérstvo je nepretržitý proces, a nie projekt, ktorý sa raz skončí. Existujú rôzne návrhy procesov, ale väčšina EMS je založená na cykli PDCA (plánuj - urob - skontroluj - konaj), ktorý je široko používaný v iných kontextoch vedenia. Cyklus je iteračný dynamický model, v ktorom ukončenie jedného cyklu znamená začiatok ďalšieho (pozri obrázok 2.16).



Obrázok 2.16: Neustále zlepšovanie modelu EMS

EMS môže mať podobu štandardizovaného alebo neštandardizovaného („prispôbeného“) systému. Zavedením a dodržiavaním medzinárodne uznávaného štandardizovaného systému, ako je EN ISO 14001: 2004, je možné dodať EMS vyššiu dôveryhodnosť, individuálne, ak je systém podrobený riadne prebiehajúcemu externému overeniu. EMS poskytuje dodatočnú dôveryhodnosť prostredníctvom interakcie s verejnosťou prostredníctvom environmentálneho vyhlásenia a tiež prostredníctvom mechanizmu na zabezpečenie dodržiavania platných environmentálnych predpisov. Neštandardizované systémy však slúžia na to, aby boli v zásade rovnako efektívne, ak sú správne navrhnuté a implementované.

Zatiaľ čo oba štandardizované systémy (ISO 14001: 2004 alebo EMS) a neštandardizované systémy sa v zásade uplatňujú na **organizácie**, tento dokument má užší rozsah pôsobnosti a zahŕňa len niektoré činnosti organizácie, napr. pokiaľ ide o jej výrobky a služby, zatiaľ čo smernica zahŕňa len niektoré činnosti organizácie, napr. pokiaľ ide o jej výrobky a služby **zariadení**.

EMS môže obsahovať tieto komponenty:

1. záväzok vedenia vrátane vrcholového vedenia;
2. vymedzenie environmentálnej politiky, ktorá zahŕňa neustále zlepšovanie prevádzok a činností zo strany manažmentu;
3. plánovanie a zavedenie potrebných postupov, cieľov a cieľových stavov v súvislosti s finančným plánovaním a investíciami;
4. vykonávanie postupov, ktorým sa venuje osobitná pozornosť:
 - (a) štruktúra a zodpovednosť
 - (b) odborná príprava, informovanosť a spôsobilosť
 - (c) komunikácia
 - (d) zapojenie zamestnancov
 - (e) dokumentácia
 - (f) efektívny proces riadenia
 - (g) programy údržby
 - (h) pripravenosť na núdzové situácie a reakcia na ne
 - (i) zabezpečenie súladu s právnymi predpismi v oblasti životného prostredia;
5. kontrola výkonnosti a vykonávanie nápravných opatrení s osobitným dôrazom na:
 - (a) monitorovanie a merania (pozri tiež referenčný dokument o všeobecných zásadách monitorovania) [269, COM 2003].
 - (b) nápravné a preventívne opatrenia
 - (c) vedenie
 - (d) nezávislý (ak je to možné) interný a externý audit s cieľom určiť, či EMS zodpovedá plánom a či sa riadne zavádza a udržiava;
6. preskúmanie EMS a jeho trvalej vhodnosti, primeranosti a efektívnosti vrcholovým manažmentom;
7. monitorovanie vývoja čistejších technológií;
8. posúdenie environmentálnych vplyvov následného vyradenia zariadenia z prevádzky vo fáze návrhu nového zariadenia a počas jeho prevádzky;
9. zavedenie pravidelných porovnaní v rámci sektora.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Systém EMS podporuje neustále zlepšovanie správania prostredia svojich zariadení. Ak má zariadenie už teraz dobré celkové vlastnosti prostredia, EMS pomáha prevádzkovateľovi udržať jeho vysokú úroveň.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Európsky papierenský priemysel sa prostredníctvom CEPI zaviazal zaviesť certifikované systémy environmentálneho manažérstva (EMS/ISO 14001).

Účinky medzi zložkami

Nie sú známe. Systematická analýza primárnych environmentálnych vplyvov a rozsahu zlepšenia pri zavedení EMS tvorí základ pre posúdenie najlepších riešení pre všetky environmentálne zložky.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Vyššie opísané komponenty možno zvyčajne použiť na všetky zariadenia v rozsahu pôsobnosti tohto dokumentu. Rozsah (napr. úroveň podrobnosti) a povaha EMS (napr. štandardizovaný alebo neštandardizovaný) budú vylúčené z úvahy vzhľadom na povahu, veľkosť a zložitosť zariadenia a stupeň možného vplyvu na životné prostredie.

Ekonomika

Je ťažké presne určiť náklady a ekonomické prínosy zavedenia a hospodárenia s dobrým EMS. Použitie EMS prináša aj ekonomické výhody, ktoré sa v jednotlivých odvetviach značne líšia.

Externé náklady spojené s overovaním systému možno odhadnúť na základe usmernení vydaných Medzinárodným akreditačným fórom [31, IAF 2010].

Dôvody implementácie

Dôvody zavedenia EMS zahŕňajú:

- zlepšovanie správania prostredia činností
- lepšia informovanosť o environmentálnych aspektoch spoločnosti; to je možné využiť na splnenie environmentálnych požiadaviek zákazníkov, regulačných orgánov, bánk, poisťovní alebo iných zainteresovaných strán (napr. ľudí žijúcich alebo pracujúcich v blízkosti zariadenia)
- lepší základ pre rozhodovanie
- lepšia motivácia zamestnancov (napr. manažéri môžu mať istotu, že sa riadia vplyvy na životné prostredie, a zamestnanci môžu mať pocit, že pracujú pre spoločnosť zodpovednú za životné prostredie)
- ďalšie možnosti zlepšenia kvality výrobkov a zníženia prevádzkových nákladov
- zlepšenie imidžu spoločnosti
- znížovanie nákladov na záväzky za zodpovednosť za škody, poistenie a porušenie povinností.

Príklady závodov

EMS sa používajú v mnohých zariadeniach v celej EÚ. 83 % celulózok a papierní v EÚ už zaviedlo EMS. V roku 2010 bolo v Európe certifikovaných 469 celulózok a papierní (76 % z celkového počtu); zdroj: CEPI). Napríklad v Španielsku 94 % celkovej produkcie buničiny a papiera vyrobili celulózky s certifikátom EMS (zdroj: ASPAPEL: Aktualizácia správy o udržateľnosti za rok 2009).

Literatúra

Nariadenie EMS (ESP) č. 1221/2009: [83, Reg. 1221/2009]; webová stránka GR pre životné prostredie o EMS: [30, GR pre životné prostredie 2010]; EN ISO 14001: 2004: webová stránka série noriem ISO 14000: [29, ISO 2004]; Technická komisia ISO 14000: [25, ISO 2010]; [82, Clausen J., M. Keil a M. Jungwirth 2002].

2.9.2. Skladovanie a manipulácia so surovinami

2.9.2.1 Znižovanie emisií zo spracovania dreva

Opis

Rozsiahle environmentálne aspekty úpravy dreva a opatrenia na zníženie emisií sú zhrnuté v tabuľke 2.20. Odtoky do vody z úpravy dreva pochádzajú z bubnového odkôrňovača a z vody rozprašovanej na skládky dreva. Minimalizácia odpadovej vody z odkôrňovania je možná využitím suchého odkôrňovania (pozri kap. 2.9.2.2). Pri postreku skládok by sa malo množstvo vody minimalizovať monitorovaním okolitej teploty a vlhkosti a zodpovedajúceho odparovania vody zo skládky a následného postrekovania. Kontaminácii pôdy a podzemných vôd sa predchádza spevnením plochy na skladovanie dreva (najmä plochy používanej na skladovanie drevnej štiepky) a systémami na zachytávanie vody. Znečistená voda si môže vyžadovať dodatočnú úpravu, zatiaľ čo neznečistená voda si nevyžaduje žiadnu úpravu.

Dochádza aj k uvoľňovaniu prachu z úlomkov dreva a štiepok a zo samotného skladu. Zvyčajne ide o veľmi lokálny problém, ktorý má len zriedkavo vplyv mimo závodu. Skládky dreva a štiepok emitujú prchavé organické zlúčeniny (VOC) z extrahovateľných látok. V praxi sa však na zníženie uvedených VOC neuplatňujú žiadne opatrenia.

Tabuľka 2.20: Environmentálne aspekty a opatrenia na zníženie vplyvu úpravy dreva na životné prostredie

Environmentálne aspekty	Opatrenia
Emisie (vypúšťanie) do vody	Minimalizujte množstvo odpadových vôd použitím suchého odkôrňovania, recyklujte filtrát z lisovania kôry do sulfátového procesu, organizujte oddelenie pevných látok z odpadových vôd zo skladovania dreva pred sekundárnym spracovaním alebo flokuláciou. Pri kropení skládok dreva by sa mala vykonať kontrola prietoku, aby sa dosiahla minimalizácia odtoku; systémy zachytávania vody zo skladov dreva pomáhajú zabrániť uvoľňovaniu organických látok (CHSK, toxicita) na kropených skládkach.
Emisie do ovzdušia	Zabráňte prachu a vetru, ktorý by ho odvíal zo skladovacej plochy a hromady štiepok.
Tuhý odpad	Kôra a zvyšky dreva sú znečistené pieskom a kameňmi. Minimalizácia ich kontaminácie spočíva vo vhodnej manipulácii. Kôra a jemné časti, ktoré sa majú znovu získať.
Použitie energie	Použite kôru a úlomky dreva ako palivo alebo pripravte ich energetické využitie. Snažte sa o vysoký obsah sušiny lisovaním a sušením, aby ste zvýšili výhrevnosť.
Hluku	Vhodné usporiadanie a umiestnenie skladu dreva. Bubnové odkôrňovače, štiepkovače a zariadenia na triedenie štiepok umiestnite podľa možnosti do interiéru. Použite nákladné vozidlá a dopravníky, ktoré nevydávajú veľký hluk.

Kôra a všetky zvyšky dreva zo skladu dreva by sa mali zbierať v čo najsuchšej a najmenej znečistenej forme na použitie ako palivo buď v kotle na kôru alebo v kotle na biopalivo na mieste, alebo v kotle na rekuperáciu tepla mimo miesta. Napriek opatrnému zaobchádzaniu je nevyhnutné, že sa v niektorých prípadoch časť materiálu znečistí pieskom a kameňmi. Takýto materiál je možné použiť na rekultiváciu pôdy.

Najdôležitejším energetickým aspektom úpravy dreva je čo najefektívnejšie využitie dostupnej zvyškovej biomasy (kôra, štiepka) na výrobu energie. Vhodné druhy kotlov a environmentálne opatrenia sú opísané v časti o výrobe pary a energie (pozri kap. 2.6).

Spotreba elektrickej energie v sklade dreva je zvyčajne približne 10 kWh/m³ spracovaného dreva zbaveného kôry. To znamená približne 25 kWh/t buničiny v prípade mechanickej celulózky a menej ako 60 kWh/t buničiny v prípade chemickej celulózky. Elektromotory a ich ovládacie prvky sú potrebné, aby boli vhodne dimenzované, aby bola spotreba nízka. Pásové dopravníky sú dobrou alternatívou s nízkou spotrebou na prepravu štiepok v rámci drevoskladu.

V oblasti skladovania dreva sa nachádza niekoľko zdrojov relatívne vysokej hladiny hluku, napr. bubnové odkôrňovače a rezačky štiepok. Medzi spôsoby znižovania hluku (pozri tiež kap. 2.9.13) patria najmä umiestnenie uvedených zariadení v budovách alebo výstavba protihlukových stien. Použitie nákladných vozidiel na vykládku a manipuláciu s guľatinou a štiepkami je samo o sebe hlučné. Tvorba ďalšieho hluku vo forme nárazových zvukov sa vyskytuje aj pri ukladaní guľatiny na hromady alebo na príjmové plochy. Medzi opatrenia, ktoré by sa mali použiť, patrí nákup nákladných vozidiel s menšou hlučnosťou a školenie o „mäkkej“ jazde. Je možné zvážiť aj ochranné bariéry proti hluku z príjmu.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Znižovanie emisií do vody a ovzdušia, zníženie hluku, úspora energie.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Nie sú k dispozícii žiadne informácie.

Účinky medzi zložkami

Táto technika má predovšetkým pozitívne účinky, pretože zabraňuje znečisťovaniu všetkých zložiek životného prostredia.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Opatrenia/techniky je možné použiť vo všetkých prevádzkach.

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Nie sú k dispozícii žiadne informácie.

Príklady závodov

Nie sú k dispozícii žiadne informácie.

Literatúra

Nie sú k dispozícii žiadne informácie.

2.9.2.2 Suché odkôrnenie

Opis

Pri úprave dreva je možné, že suché odkôrňovanie zníži spotrebu vody a vypúšťanie organických zlúčenín a suspendovaných látok. Pri mokrom odkôrňovaní sa uvoľňuje 3 až 10 m³ vody na tonu buničiny. Organické zložky, ako sú živicové kyseliny, masné kyseliny atď., a vysokofarebné materiály sa vylúhujú z kôry a dostávajú sa do prietoku odpadovej vody.

Pri suchom odkôrňovaní sa technologická voda používa len na umývanie a rozmrazovanie guľatiny (v chladnom podnebí sa na rozmrazovanie dreva používa voda alebo para) a efektívne sa recirkuluje s minimálnym množstvom odpadových vôd a znečisťujúcich látok. Pri odkôrňovaní vzniká kôra s nižším obsahom vody, čo znamená zlepšenie energetickej bilancie pre celý závod. Na odkôrňovanie je potrebné menej vody a znižuje sa množstvo rozpustených organických látok. Na vstupe do bubnového odkôrňovača sa používa voda, ktorá znižuje emisie prachu. Nečistené odpadové vody zo závodu na odkôrňovanie kôry sú toxické pre vodovodné organizmy. Biologické spracovanie sa ukázalo ako veľmi účinné na odstránenie tejto toxicity. Zaťaženie CHSK a BOD sa v porovnaní s mokrým odkôrňovaním výrazne znižuje (pozri tabuľku 2.21).

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Znižuje spotrebu vody a emisie látok.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Suché odkôrňovanie má veľmi uspokojivé výsledky, pokiaľ ide o odkôrňovanie väčšiny druhov dreva a všetkých druhov výrobkov. Odkôrňovanie niektorých druhov eukalyptov môže byť nemožné, ak boli kmene po výrube uskladnené (suché a mokré odkôrňovanie však predstavuje rovnaké problémy).

Pri suchom odkôrňovaní sa objem odpadových vôd zo úpravy dreva zvyčajne pohybuje v rozpätí 0,5-2,5 m³ADt. Dosiahnutie zníženia množstva odpadovej vody sa dosiahne zvýšenou vnútornou cirkuláciou vody. Po prechode z mokrého na suché odkôrňovanie nečistôt sa množstvo odpadovej vody často znižuje o 5 až 10 m³ADt. Pri suchom odkôrňovaní koreňov sa celkové zaťaženie CHSK môže znížiť až o 10 %. Obvyklé hodnoty na výstupe z suchého odkôrňovania sú uvedené v tabuľke 2.21. Nezabudnite, že tieto údaje sa vzťahujú na chemické rozvlákňovanie. Hodnoty na tonu výrobku budú približne polovičné v prípade mechanického rozvlákňovania z dôvodu vyššej výťažnosti mechanickej buničiny z mäkkého dreva (smrek) (> 90 - 95 %) ako bielenej buničiny zo škandinávského mäkkého dreva (44 - 46 %) a buničiny z tvrdého dreva (47 - 49 %). Výnos eukalyptu (*Eucalyptus globulus*) je približne 51-54 %.

Tabuľka 2.21: Znečistenie odpadových vôd pred biologickým čistením v prípade mokrého a suchého odkôrňovania

Technika odkôrňovania	Prietok odpadovej vody (m ³ /t buničiny)	BOD ₅ (kg/t buničiny)	CHSK (kg/t buničiny)	Pcelk. (g/t buničiny)
Odkôrňovanie za mokra a lisovanie kôry	3-10	5-15	20-30	25-35
Suché odkôrňovanie a lisovanie kôry	0,5-2,5	0,5-2,5	1-10	10-20

Poznámka: BOD₇ bola prevedená na BOD₅ použitím vzorca $BOD_7/1,16 = BOD_5$ navrhnutého v tej istej správe; kg znečisťujúcej látky/m³ dreva bolo prepočítané na kg znečisťujúcich látok/t buničiny za predpokladu obvyklej spotreby drevnej hmoty, t. j. 5 m³ dreva na 1 t buničiny. 5m³ dreva/ADt je založené na chemickom rozvlákňovaní; mechanické alebo polomechanické rozvlákňovanie má výrazne vyššiu špecifickú spotrebu dreva.

Zdroj: [1, Finnish BAT Report 1997] a súbor údajov LF Engineering (2009).

Účinky medzi zložkami

Spotreba energie na odkôrňovanie je možné, že sa zvýši v dôsledku prevádzky bubnového odkôrňovača v režime suchého odkôrňovania. To je však úplne kompenzované značným množstvom energie získanej pri použití kôry ako ďalšieho paliva v dôsledku vyššieho obsahu vody v kôre pri suchom odkôrňovaní. Zlepšenie energetickej účinnosti kotla na kôru znižuje emisie na MJ vyrobenej energie.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Suché odkôrnenie je možné použiť v nových aj existujúcich prevádzkach pri väčšine procesov odkôrnenia (ihličnaté a listnaté stromy) a pri všetkých procesoch odkôrnenia (mechanické odkôrnenie, chemické odkôrnenie atď.). V tomto sektore už prevládajú stroje na suché odkôrňovanie a mokré systémy sa postupne vylučujú. Nové prevádzky používajú takmer výlučne suché odkôrňovanie a čoraz viac existujúcich prevádzok naň prechádza. Z dôvodov kvality však môže byť pri výrobe sulfátom bieleného TDF s vysokou svetlosťou potrebné mokré odkôrňovanie.

Ekonomika

Náklady na bubnový odkôrňovač na suché odkôrňovanie sa výrazne nelíšia od nákladov na skruber. Typické investičné náklady na úplne nový systém suchého odkôrňovania od príjmu guľatiny po dopravníky (vrátane štiepkovača a súvisiacich dopravníkov) sú približne 15 miliónov EUR pri kapacite približne 1 300 ADt bielennej celulózy denne (súbor údajov AF Engineering, 2009).

Prechod zo súčasného skruberu na suchý systém odkôrňovania stojí 4 až 6 miliónov EUR. Tieto náklady zahŕňajú zariadenie a inštaláciu. Náklady sa môžu ďalej zvýšiť v dôsledku možných individuálnych potrieb - nové budovy, špeciálne protihlukové opatrenia atď. nie sú v tejto sume zahrnuté. Prevádzkové náklady sú 250 000 až 350 000 EUR ročne, ale v oboch prípadoch môžu zahŕňať značné investície do zariadenia.

Dôvody implementácie

Suché odkôrňovanie znižuje celkové zaťaženie NL, BOD a CHSK a pomáha tiež znižovať množstvo organických zlúčenín, ako sú živice a masné kyseliny, ktoré sa vylúhujú z kôry do odpadovej vody. Niektoré z uvedených látok sa považujú za toxické pre vodné organizmy. Toto opatrenie tiež zvyšuje energetický výnos.

Príklady závodov

Väčšina závodov v Európe.

Literatúra

[1, Finnish BAT Report 1997], [75, Pöyry 1997], [130, SEPA report 1997].

2.9.2.3 Bezpečné skladovanie a manipulácia so základnými chemikáliami a chemickými prísadami

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Niektoré chemikálie a chemické prísady používané v celulózkach a závodoch na výrobu papiera sú charakterizované ako nebezpečné pre vodné prostredie, ak sa uvoľňujú v koncentrovanej forme. Kontrola prepravného, vykladacieho a skladovacieho reťazca v procese je nevyhnutná na minimalizáciu rizika pre pracovníkov a prostredie. Nižšie sú uvedené niektoré všeobecné pokyny.

- Vodiči zodpovední za zásielky s chemickým obsahom by mali mať príslušné (certifikované) školenie na správne nakladanie a vykladanie týchto zásielok. Mali by tiež absolvovať školenie o všetkých uplatniteľných núdzových postupoch.
- Pred povolením vjazdu nákladného vozidla alebo vozňa do závodu by mala byť informovaná zodpovedná osoba v závode a v prípade potreby by mala vozeň nasmerovať na správne miesto vykládky.
- Násypy nádrží na chemikálie na mieste závodu by mali byť rozlíšené a jasne označené, aby sa zabránilo naplneniu nádrže „nesprávnou“ chemikáliou.
- Priestory na nakladanie a vykladanie chemikálií by mali byť vybavené nepriepustnými povrchmi, aby bolo možné riešiť prípadné úniky chemikálií.
- Skladovanie, používanie a manipulácia s chemikáliami by sa mali vykonávať tak, aby sa zabránilo úniku a kontaminácii pôdy, povrchových alebo podzemných vôd.
- Nádoby na chemikálie by mali byť umiestnené na nepriepustnom povrchu a vo vani alebo by mali byť vybavené rovnocenným zabezpečením (napr. dvojitémi stenami) s dimenzovaným objemom na zachytenie obsahu najväčšej nádoby a primeranej časti obsahu ostatných nádob v tej istej vani. Zberné komory nemajú mať žiadne otvory na priame vypúšťanie.
- Nádrže na chemikálie by mali byť vybavené alarmom preplnenia.
- Úniky a netesnosti zo všetkých častí zariadenia, ktoré prichádzajú do kontaktu s nebezpečnými látkami, by sa mali rýchlo a spoľahlivo zistiť (detektor úniku).
- Nádrže, kontajnery, potrubia a potrubné mosty pre chemikálie by mali byť jasne označené a chránené pred poškodením vozidlami prostredníctvom vhodných ochranných opatrení.
- Za manipuláciu s potenciálne nebezpečnými látkami by mal byť zodpovedný špeciálne vyškolený personál; prebieha pravidelná kontrola a údržba nádrží, potrubí a dávkovacích systémov.
- Mali by sa vypracovať a dodržiavať prevádzkové usmernenia vrátane plánov kontroly (monitorovania), údržby a signalizácie.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Vyššie opísané usmernenia pre bezpečné skladovanie a manipuláciu so základnými chemikáliami a chemickými prísadami sa bežne používajú v celulózkach a závodoch na výrobu papiera. Ak sa pri posudzovaní environmentálnych rizík a auditoch environmentálneho riadenia zistia nedostatky, čo najskôr sa vykonajú nápravné opatrenia.

Účinky medzi zložkami

Táto technika má pozitívne účinky, pretože zabraňuje znečisteniu všetkých zložiek.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Tieto opatrenia/postupy sú možné použiť v nových aj existujúcich prevádzkach.

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne informácie. Údaje o nákladoch sa považujú za špecifické pre konkrétny prípad.

Dôvody implementácie

Právne požiadavky.

Príklady závodov a literatúra

Väčšina európskych celulózk a papierní má zavedené opatrenia na zabránenie uvoľňovania chemikálií v koncentrovanej forme do pôdy a vody.

2.9.2.4 Systém posudzovania vplyvu na životné prostredie pre chemikálie

Opis

S cieľom znížiť a predchádzať potenciálnym negatívnym vplyvom na životné prostredie a dosiahnuť minimalizáciu rizika náhodného alebo bežného vypúšťania nebezpečných látok do životného prostredia by sa mali pravidelne prehodnocovať všetky druhy chemikálií používaných v procesoch výroby celulózy a papiera a podľa možnosti by sa mali nahradiť chemikáliami, ktoré sú bezpečnejšie pre životné prostredie. Mali by sa používať správne, t. j. v čo najnižších množstvách.

Mnohé závody majú tím, ktorý posudzuje vplyv chemikálií na životné prostredie a je zodpovedný za posudzovanie súčasného použitia chemikálií a nahrádzanie potenciálne nebezpečných chemikálií bezpečnejšími, ak sú k dispozícii. Takýto tím zvyčajne tvorí skupina kompetentných zástupcov z rôznych oddielov papierne vrátane logistiky a bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. Títo zástupcovia zvyčajne absolvovali školenie o použití a interpretácii dostupných environmentálnych databáz.

Tento tím bude zodpovedný za vedenie aktuálnych záznamov o chemikáliách používaných v papierni a ich množstve. Táto skupina je často zodpovedná aj za zhromažďovanie informácií o používaní chemikálií v závode a podávanie správ príslušným vnútroštátnym orgánom, ako aj za úlohy vyplývajúce z nariadenia REACH. Ďalšou kľúčovou úlohou je priebežné overovanie chemikálií, ktoré sa v súčasnosti používajú, a návrhy na ich nahradenie, ak je to možné, s uplatniteľnosťou ekologických alternatív.

Každá nová chemikália, ktorá sa má v závode používať, pred schválením jej použitia týmto tímom prejde kontrolou z hľadiska environmentálnych rizík. K ďalším úlohám tohto tímu patrí zabezpečiť, aby sa v závode dodržiavali požiadavky smernice Seveso. Ďalšími aspektmi sú možné požiadavky v prípadoch, keď je vyrobený papier v styku s potravinami. Ďalšou možnou úlohou tejto skupiny odborníkov môže byť testovanie a hodnotenie osudu chemických prísad v systéme čistenia odpadových vôd (absorpcia, eliminácia, biologická biodegradácia v čistiarňach odpadových vôd), ako aj zabezpečenie neprítomnosti látok všeobecne známych ako kritické, napr. „látky vzbudzujúce mimoriadne obavy“ (SVHC).

Prístup k spoľahlivým a aktuálnym informáciám o životnom prostredí a chemikáliách je kľúčovým prvkom práce tímu pre hodnotenie chemikálií. Dôležitými vstupmi sú preto informácie z nariadenia REACH, iných databáz a kariet údajov o bezpečnosti chemikálií. Možným prístupom na dosiahnutie úspešného systému hodnotenia môže byť zapojenie konkrétnych zodpovedných odborníkov, napr. chemikov alebo odborníkov na skladovanie a ochranu vody, zodpovedných pracovníkov zameraných na aspekty kontaktu s potravinami, pracovníka zodpovedného za bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci alebo odborníkov na environmentálne označovanie. Všetci sa musia vysporiadať s problémami súvisiacimi s použitím určitých chemikálií. Celý proces môže pre spoločnosť vytvárať rôzne výhody a mal by byť zdokumentovaný.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Minimalizácia rizika nežiaduceho uvoľňovania všetkých druhov chemikálií používaných v procesoch výroby buničiny a papiera do životného prostredia. Pravidelné prehodnocovanie používania chemikálií a, ak je to možné, ich nahrádzanie ekologicky bezpečnejšími chemikáliami a ich správne používanie (t. j. v čo najmenších množstvách) znižuje uvoľňovanie potenciálne škodlivých látok do životného prostredia.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Bežným nástrojom pre celulóžky a papierne v Európe je použitie chemických databáz, ktoré poskytujú prístup k environmentálne relevantným informáciám o chemikáliách a uľahčujú prácu hodnotiaceho tímu. Tieto databázy sú zákazníkom k dispozícii online a obsahujú, napríklad v prípade švédskej databázy, informácie o viac ako 17 000 chemických produktoch a 8 000 chemikáliách. Táto databáza obsahuje pokročilý model hodnotenia rizík a podporuje podávanie správ podľa nariadení REACH a CLP. Obsahuje aj informácie o fyzikálnych a chemických vlastnostiach chemikálií, ako aj rozsiahle informácie o účinkoch produktov a ich zložiek na zdravie a prostredie. Táto databáza chemikálií je obzvlášť užitočná pri nahrádzaní potenciálne nebezpečných chemikálií.

Účinky medzi zložkami

Žiadne negatívne aspekty.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Táto metóda je uplatniteľná pre nové aj existujúce prevádzky. Tento systém je možné použiť u každej papierne, ktorá používa viacero chemikálií vo veľkom množstve. To platí pre niektoré špeciálne papierne; pri výrobe veľkých objemov novinového papiera alebo vlnitého papiera sa použije menej chemikálií, ale vo väčšom množstve, čo môže byť dôvodom na zavedenie takéhoto systému. Veľkosť a rozsah špecializácie tímu pre hodnotenie chemických látok bude závisieť od veľkosti závodu a množstva a druhov používaných chemických prísad.

Ekonomika

Pracovná záťaž tímu pre hodnotenie chemických látok je závislá od zložitosti závodu a počtu používaných chemikálií. V priemere je potrebný približne jeden zamestnanec ročne na jeden závod. Okrem toho sa na ňom zvyčajne podieľa viacero osôb. Mal by existovať rozpočet pre karty bezpečnostných údajov, predplatné databáz atď. Všetkých prípadov sa týka potreba týchto nákladov na dosiahnutie súladu s nariadením REACH. Pri výbere vhodnej veľkosti tímu by sa toto úsilie malo vyplatiť na väčšine závodov.

Dôvody implementácie

Zodpovedné využitie nebezpečných látok. Právne predpisy na európskej a vnútroštátnej úrovni.

Príklady závodov

Chemické databázy sú bežným nástrojom v celulózovom a papierenskom priemysle. Mnohé závody už niekoľko rokov úspešne uplatňujú Systém hodnotenia vplyvu chemikálií na životné prostredie.

2.9.2.5 Nahradenie potenciálne škodlivých látok menej škodlivými látkami

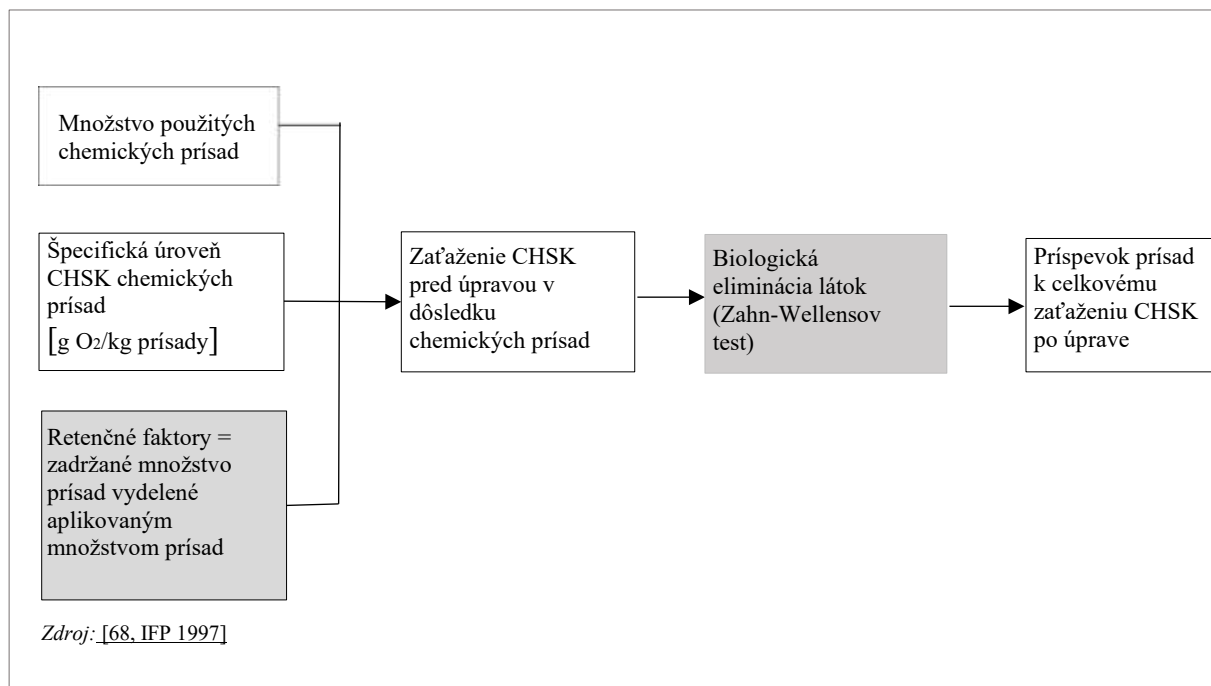
Opis

V papierenskom priemysle je voda zložkou, v ktorej môže skončiť väčšina uvoľnených látok, pretože aditíva sa zvyčajne pridávajú do vodnej suspenzie vlákna a plniva a potom sa zachytávajú v papieri alebo prechádzajú do bieliacich látok. Emisie do ovzdušia sú menšieho významu a pôda môže byť ovplyvnená likvidáciou odpadu (kompostovanie, použitie papierových kalov v poľnohospodárstve, skládkovanie).

Predpokladané vypúšťanie prísad do vody súvisí priamo so zadržiavaním chemikálií vo výrobku z papiera, rozložiteľnosťou látok a ich zadržiavaním v čistiarni odpadových vôd. Čím vyššia je retencia, tým nižšie je vypúšťanie odpadových vôd a tým nižší je potenciálny vplyv použitých prísad na životné prostredie. V prípade prísad (látok) je z ekonomického (strata prísad) aj ekologického hľadiska žiaduca najvyššia miera zadržania. Keďže tieto látky sú navrhnuté tak, aby priamo dodali papieru konkrétne vlastnosti, z dôvodu nákladov a efektívnosti majú zvyčajne pomerne vysokú úroveň zadržania v celulózových vláknach.

Látky (pomocné látky) sa zvyčajne nezachytávajú v rovnakej miere, pretože sú časťou cirkulujúcej vody v závodoch na výrobu papiera a celulózok. Veľká časť sa vypúšťa spolu s odpadovou vodou. Treba priamo poznamenať, že papier z opakovaných výtlačkov sa zvyčajne znovu rozvlákňuje, takže časť prísad sa vracia do vodného okruhu. Znalosť uchovávaní prísad je preto dôležitá. Na druhej strane, znalosť rozložiteľnosti látky je veľmi dôležitá aj na to, aby sa látka nehromadila v životnom prostredí a organizmoch.

Pri hodnotení a minimalizácii príspevku prídavných látok k CHSK po úprave vody niektoré vodohospodárske orgány používajú retenčné faktory aj biologicky odbúrateľné látky. Napríklad v Nemecku viedlo použitie metódy uvedenej na obrázku 2.17 k zníženiu používania alebo nahradeniu niektorých prísad, ktoré mali významný podiel na CHSK po spracovaní (princíp substitúcie). Okrem toho musel závod podať správu o tom, ako a prečo sa chemikália použila.

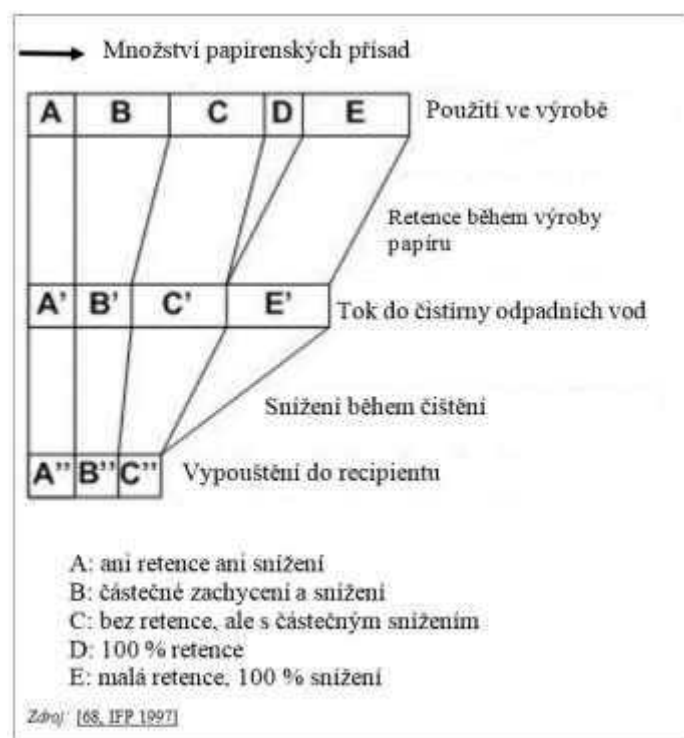


Obrázok 2.17: Pragmatický prístup k hodnoteniu množstva biologicky nerozložiteľných prísad, ktoré možno očakávať v odpadových vodách z papierní po ich spracovaní

Okrem všeobecného prístupu k znižovaniu uvoľňovania chemikálií do vody môžu existovať prípady, keď sa môžu používať kandidáti na nahradenie alebo náhradu z environmentálneho hľadiska. Môže to byť najmä v prípade, keď sa chemikálie považujú za nebezpečné a existujú menej nebezpečné náhrady, ktoré spĺňajú rovnaký účel. Vždy, keď je to možné, by sa mali uprednostňovať biologicky odbúrateľné, netoxické chemikálie, ktoré sa nehromadia v organizmoch. Chemikálie podozrivé z toho, že predstavujú riziko pre ľudí alebo životné prostredie, by sa mali vylúčiť - napr. látky s účinkami na ozónovú vrstvu, látky podozrivé z narušenia endokrinného systému, tzv. látky CMP (karcinogénne, mutagénne, toxické pre reprodukciu). Uhl'ovodíky ako benzén (karcinogénny), toluén (toxický) a xylén (toxický) z rozpúšťadiel a čistiacich prostriedkov, ktoré sa môžu použiť pri úprave sít, plsti a strojov, by sa mali nahradiť rozpúšťadlami, ktoré majú menej toxické účinky. K dispozícii sú alternatívy (napr. estery mastných kyselín), ktoré sú tiež čiastočne biologicky odbúrateľné.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Možný výsledok takéhoto prístupu k aditívnemu monitorovaniu môže byť podobný tomu, ktorý je znázornený na obrázku 2.18. V prípadoch, keď sa vyskytujú látky, najmä prídavné látky (pomocné látky), nie je možné ich zachytiť ani biologicky rozložiť (látka A). V tomto prípade použité prísady končia úplne v príjemcovi. Iné sú čiastočne zachytené a čiastočne odstránené v čistiarni odpadových vôd (látok B), zatiaľ čo iné sú zachytené takmer na 100 % a do čistiarne odpadových vôd sa ani nedostanú. Dá sa predpokladať, že väčšina pomocných látok (aditív) sa čiastočne zachytí a odstráni v čistiarni odpadových vôd. Pomocné prísady majú nízku retenciu v celulózových vláknach, a preto je možné, že sa dostanú do odpadových vôd.



Obrázok 2.18: Schéma osudu chemických prísad pri výrobe papiera vrátane vonkajšej úpravy

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

V prípade chemických prísad a koformulantov stále neexistuje „transparentný“ informačný systém, v ktorom by výrobcovia, dovozcovia a používatelia chemikálií mohli vykonávať „samohodnotenie“ chemikálií v tej fáze ich životného cyklu, za ktorú sú zodpovední. Príslušné údaje by sa potom odovzdávali medzi prevádzkami, aby sa zabránilo duplicite práce. Zatiaľ čo niektoré vlády poskytujú výrobným závodom poradenstvo a hodnotenie chemických látok, iné chcú, aby spoločnosti robili viac pre zlepšenie „ekologickej účinnosti“ chemickej výroby, aby využívali menej zdrojov a vytvárali menej zvyškov na jednotku výrobku. Prehľad vývoja a súčasného stavu vybraných programov hodnotenia environmentálnych rizík pre určité látky je uvedený v [165, ZELLCHEMING 2008].

V nasledujúcom prehľade sú uvedené niektoré príklady pozitívnych skúseností so substitúciou látok vzbudzujúcich obavy:

- (a) **Použitie činidiel namiesto biocídov ako látok proti kalom a usadeninám** Príklad: RCF NL 1. Závod úplne nahradil biocídy činidlami proti kalom a sedimentácii [89, RFC NL 1 2010].

Špeciálne funkcie: Relatívne vysoké teploty procesnej vody (do 55 °C), relatívne nízka teplota vodovodných systémov a nádrží, čo zabraňuje dlhému času zdržania pre rast baktérií, maximálne zamedzenie vzniku slepých miest vo vodovodných a kanalizačných systémoch a konkrétne (nižšie) požiadavky na kvalitu surového vlnitého papiera na báze RCF, ktoré umožňujú prevádzku malých záchytných vaní.

Záver: Možnosť vyhnúť sa biocídom je špecifická pre každý závod a výrobok. Pre tie závody, ktoré môžu tento proces prevádzkovať za podmienok porovnateľných s vyššie uvedenými, by to mohla byť uprednostňovaná výrobná metóda. Biocídy používané na kontrolu mikrobiálnych usadenín v papierňach často vykazujú relatívne rýchlu degradáciu, používajú sa na veľmi nízkej úrovni účinnosti, a preto je ťažké ich zistiť v konečnej odpadovej vode; účinnosť biologickej degradácie však môže byť ovplyvnená, najmä ak sa vykonáva anaeróbne čistenie odpadovej vody.

(b) Použitím katalytickej dezinfekcie na odstránenie patogénov a biofilmov

Príklady: (a) RCF DE 6, (b) Papierfabrik Vreden GmbH, (c) RCF DE 7, (d) Hakle-Kimberly Deutschland GmbH [nemecké poznámky D 1].

Opis: Použitím pevného kovového katalyzátora a roztoku peroxidu vodíka ako „aktivátora“ sa mikroorganizmy ničia prostredníctvom oxidu. Vďaka kladnému náboju katalyzátora sú k nemu priťahované záporne nabité mikroorganizmy a katalyzátor odoberá mikroorganizmom elektróny, čím ich čiastočne ničí. Zostávajúce fragmenty a ich vlastnosti (biotenzidové vlastnosti) vedú k oddeleniu od biofilmov prítomných v systéme vody. Biofilmy sú potom opäť priťahované ku katalyzátoru a ničené.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov prostredia:

- nevznikajú sírové látky ani zápach, organické kyseliny ani iné toxické látky;
- nedochádza k mikrobiologicky vyvolanej korózii;
- nemá nepriaznivé vedľajšie účinky na ľudí, životné prostredie ani materiály;
- H_2O_2 je oveľa menej nebezpečný ako iné biocídy.

Prevádzkové údaje:

Katalytická dezinfekcia sa trvalo používa v závodoch (príklady a) až c), pozri tab. 2,22) s výrobou papiera v rozsahu 10 - 100 kal/rok a uzavretým vodným okruhom (objem vody: 700-1 000 m³, CHSK: 25-40 g/l, sladká voda: 1-2 m³/t výrobku). Spotreba 30 % vodovodného roztoku H_2O_2 počas prvých šiestich mesiacov je 140 litrov týždenne. Odstránenú biologickú vrstvu je potrebné oddeliť. Po prvých šiestich mesiacoch je spotreba roztoku len 20-30 litrov týždenne. Roztok sa musí dávkovať blízko povrchu katalyzátora. Ďalšie biocídy alebo iné metódy založené na biocídoch nie sú potrebné. V jednom prípade bolo možné znížiť spotrebu flokulantov na polovicu.

Tabuľka 2.22: Príklady zariadení používajúcich katalytickú dezinfekciu

Závod	RCF DE 6	Papierfabrik Vreden	RCF DE 7
Kvalita papiera	lepenka	papier pre vrstvu vlnitej lepenky	papier na vlnitou lepenku
Výroba papiera v t/rok	12 500	75 000	60 000
Objem vody v m ³	700	1 000	-
Chemická spotreba kyslíka v mg/l	25 000	40 000	25 000
Spotreba čerstvej vody v m ³ /h	3-4	12,5	-
odpadovej	0	0	0
Roztok H_2O_2 (30%), prvých 6 mesiacov	140 l/týždeň	140 l/týždeň	140 l/týždeň
Roztok H_2O_2 (30 %) po 6 mesiacoch	28 l/týždeň	21 l/týždeň	-

Katalytická dezinfekcia sa niekedy používa v závodoch (príklad d)) s výrobou papiera 30 až 40 kt/rok a otvoreným vodným okruhom (objem vody: 500 m³, CHSK: 2 g/l, surová voda: 12 m³/t výrobku a odpadovej vody: 10 m³/t výrobku). Pri použití katalytickej dezinfekcie sa výroba papiera preruší na niekoľko dní, objem vody sa zníži o 250 m³ vodný okruh je uzavretý. Roztok peroxidu vodíka (100 - 1 000 kg/dávka) sa dávkuje niekoľkokrát za deň priamo v blízkosti katalyzátora. Po úprave sa katalyzátor z vodného systému odstráni a voda sa vymení. V priebehu tejto dočasnej katalytickej úpravy je možné použiť iné biocídy alebo iné metódy na báze biocídov.

Účinky medzi zložkami:

1 liter roztoku vyžaduje 1 Wh. Nepriaznivé účinky na ovzdušie neboli pozorované a neočakávajú sa. V dôsledku odstránenia biologickej vrstvy sa vo vode zvyšuje redoxný potenciál. V odstránenej biologickej vrstve sú adsorbované biotenzidy.

Technické kritériá uplatniteľnosti:

Katalytickú dezinfekciu možno použiť na úpravu surovej vody, obehovej vody, chladiacej vody a papierového kalu. Možno ju nainštalovať do nových alebo existujúcich zariadení.

Ekonomika:

Na výrobu 10 kt papiera ročne v uzavretom vodnom okruhu je potrebných 5 000 až 10 000 EUR ročne (odpady a prevádzka). V otvorenom vodnom okruhu sú náklady vyššie v závislosti od objemu odpadovej vody.

Pri použití BAT v existujúcom závode je spotreba roztoku v prvom roku výrazne vyššia ako v nasledujúcich rokoch. Cena jedného dočasného ošetrenia je približne 10 000 EUR.

Dôvody realizácie:

Zavedením katalytickej dezinfekcie sa zastaví tvorba toxických plynov a zápachu, najmä sírovodíka, a mikrobiologicky vyvolaná korózia. Použitím iných biocídov nie je potrebné sa zaoberať. V niektorých prípadoch bolo možné znížiť spotrebu flokulantov.

Účinky medzi zložkami

Znižovanie množstva škodlivých prísad pri úprave papiera bude mať za následok menšie účinky na vodu a odpad. Môže byť prínosom aj z hľadiska riadenia životného cyklu. Využitím pomocných prísad šetrných k životnému prostrediu možno zabrániť tomu, aby sa škodlivé látky dostali do výrobku, ktorý sa následne môže použiť ako surovina na úpravu recyklovaných vlákien.

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne údaje.

Dôvody implementácie

Niektoré vodohospodárske orgány ukladajú požiadavky na minimalizáciu podielu prísad na zaťaženie CHSK po úprave. Tu sú aj požiadavky na zníženie únikov biocídov. Všeobecne by sa mali uprednostňovať biologicky odbúrateľné, netoxické chemikálie a chemikálie, ktoré sa nehromadia v organizmoch. Chemikálie podozrivé z toho, že predstavujú riziko pre ľudí alebo životné prostredie, by sa mali vylúčiť - napr. látky s účinkami na ozónovú vrstvu, látky podozrivé z narušenia endokrinného systému, tzv. látky CMP (karcinogénne, mutagénne, toxické pre reprodukciu). Smernica Európskeho parlamentu a Rady ESP zo 16. decembra 2008 o environmentálnych normách kvality v oblasti vodnej politiky [263, Smernica 2008/105/ES 2008] (dcérska smernica k článku 16 rámcovej smernice EÚ o vode) obsahuje v prílohe II „Zoznam prioritných látok v oblasti vodnej politiky“ a v prílohe III „Látky podliehajúce preskúmaniu z hľadiska možnej identifikácie ako prioritné látky alebo prioritné nebezpečné látky“. Na tieto látky sa vzťahujú environmentálne ciele článkov 1 a 4 rámcovej smernice EÚ o vode [264, WFD 2000/60/EC 2000].

Príklady závodov

Obmedzený počet závodov v Európe, ako napríklad RCF NL 1, RCF DE 6, Papierfabrik Vreden GmbH, RCF DE 7 a Hakle-Kimberly Deutschland GmbH.

Literatúra

[11, Braunsperger et al. 1996], [68, IFP 1997], [89, RFC NL 1 2010], [165, ZELLCHEMING 2008], [263, smernica 2008/105/ES 2008], [264, WFD 2000/60/EC 2000].

2.9.3. Optimalizácia hospodárenia s vodou

Opis

Metódy znižovania množstva vody v papierenských a lepenkových strojoch sú zložitým problémom a majú veľkú závislosť na požadovanom stupni uzavretia vodného okruhu. Mala by sa nájsť rovnováha medzi výhodami a nevýhodami súvisiacimi s uzatvorením vodovodných systémov. Prijateľná úroveň uzavretia vody závisí od druhov vyrábaného papiera, použitých surovín, riadenia vodného a buničínového okruhu a cieľov, ktoré sa majú dosiahnuť. [281, Project PaperBREF 2002].

Pri realizácii rôznych opatrení, ktoré sú stručne uvedené v nasledujúcom texte a podrobnejšie v osobitných kapitolách 3 až 7 o výrobe buničiny a papiera, je veľmi dôležité posúdiť vplyv na fyzikálno-chemickú kvalitu technologickej vody, samotný výrobný proces, technické vybavenie a požadovanú kvalitu výrobku.

Na posúdenie potenciálnych vplyvov papierní na životné prostredie je potrebné úplne pochopiť ich procesy. Európske výskumné ústavy v oblasti papiera a niektorí špecializovaní poradcovia poskytujú simulačné nástroje, ktoré možno prispôbiť každej papierni a môžu pomôcť určiť optimálne usporiadanie procesov a zariadení potrebných na dosiahnutie konkrétnych cieľov. Poskytujú podrobný celkový pohľad na použitie surovej vody a možnosti najlepšieho usporiadania vodného okruhu a zariadení, ktoré by sa mali nainštalovať v prevádzke. Blokova schéma systémov surovín a vody v závodoch môže pomôcť získať prehľad o okruhoch buničiny a vody. Zníženie spotreby surovej vody môže zmeniť fyzikálno-chemické vlastnosti technologickej vody, preto prebiehajú analýzy v dôležitých referenčných bodoch vodovodného systému s cieľom zmerať počiatočné zaťaženie a očakávané zmeny. Všetky rozsiahle prípady spotreby surovej vody sa identifikujú a vykonávajú merania.

Táto podrobná analýza procesu spolu s odbornými znalosťami umožňuje:

- I. Vykonať odhad potenciálnych úspor surovej vody v závode. Podrobná analýza využívania surovej vody umožňuje identifikovať potenciálne „straty“, t. j. neznečistenú surovú vodu, ktorá sa dostáva do odpadových vôd alebo do životného prostredia bez toho, aby sa znova využila.
- II. Reorganizáciu systému s cieľom zlepšiť využívanie vody v procese výroby papiera a zlepšiť kvalitu procesnej vody používanej priamo v papierenskom stroji na tvorbu pásov.

Zmeny potrebné na dosiahnutie minimálnej spotreby surovej vody sa týkajú opätovného použitia neznečistenej surovej vody, úpravy technologickej vody, ktorá zodpovedá potrebám, návrhu a riadeniu vodného okruhu, recirkulácie surovej a čistenej vody a nahradenia surovej vody čistou technologicou vodou.

Všeobecne sa ako prvé používajú metódy, ktoré nemajú vplyv na organické a anorganické zaťaženie technologickej vody. Tieto metódy sa týkajú:

- I. Siete chladiacej vody s opätovným využitím tejto neznečistenej vody (z hľadiska organických a anorganických znečisťujúcich látok) ako surovej vody pre iné aplikácie v procese.
- II. Znižovania prietoku upchávkovvej vody pre obehové čerpadlá (zníženie strát vody pri výmene a odparovaní v chladiacej veži). Vákuové systémy sú k dispozícii s použitím turbodúchadiel s premenlivými otáčkami, ktoré nevyžadujú žiadne zaplňovanie vodou a sú energeticky účinnejšie ako bežné obehové čerpadlá alebo dúchadlá s pevnými otáčkami. [185, J.Zürcher 2009], [186, Lahtinen a kol. 2009].
- III. Všetkých ostatných strát surovej vody zistených v rámci podrobnej a konkrétnej analýzy surovej vody používanej v papierenskom stroji.

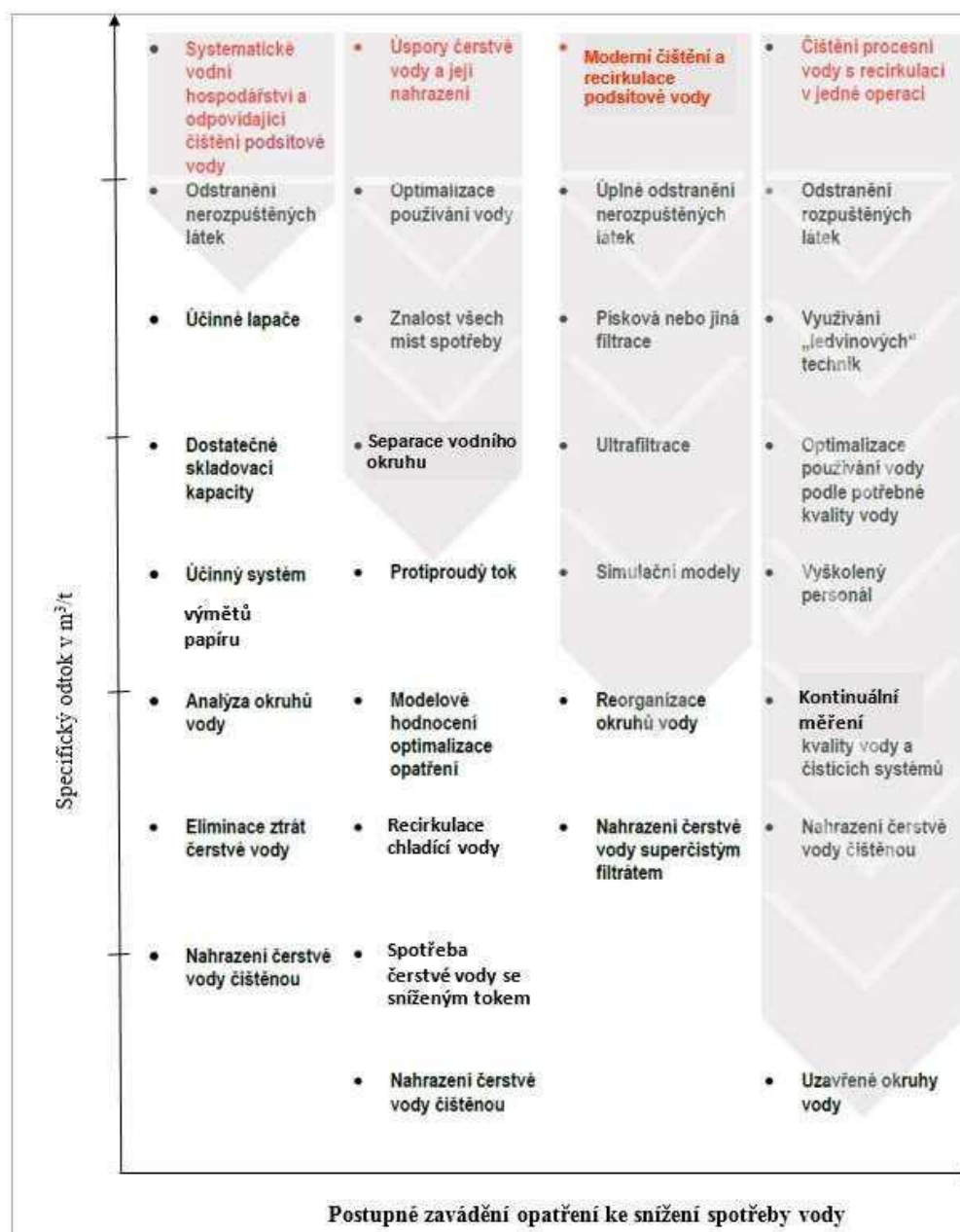
Na minimalizáciu spotreby surovej vody a možných komplikácií pri zníženej spotrebe vody je potrebná kombinácia ďalších techník:

- I. Primeraná kapacita zásobníka a účinné riadenie systému bez strát majú z hľadiska stability systému technologickej vody zásadný význam;
- II. Účinné odlučovače, ktoré poskytujú vyčistenú vodu s nízkym obsahom suspendovaných látok, sú nevyhnutné pri použití technologickej vody namiesto surovej vody v aplikáciách, ako sú napríklad stieracie stroje na papierňach;

III. Malo by sa uplatňovať aj opätovné použitie technologickej vody v systémoch pred prietokom vlákien.

Pre integrované celulóžky a papierne a najmä pre papierne spracúvajúce papier na recykláciu (pozri kap. 6.3.3) je veľmi dôležité prísne oddelenie vodných systémov spolu s protiprúdmi, aby sa znížilo organické zaťaženie procesnej vody približne v okolí papierenského stroja.

Opatrenia na zníženie spotreby vody by sa mali prijímať postupne. Obrázok 2.19 poskytuje schematický prehľad hlavných krokov, nástrojov, techník a trendov v spotrebe vody pri uplatňovaní tohto procesu. Prvý záznam v každom stĺpci na obrázku 2.19 uvádza, ktoré látky sa z bieliacej vody odstraňujú, a spomína najdôležitejší krok pri znižovaní prietoku odpadovej vody. Uvedené sú hlavné opatrenia. Niektoré z nich sú opísané v kapitolách 3 až 7 o procesoch. Je zrejmé, že dosiahnutie nízkej spotreby vody sa dosahuje zavedením viacerých techník. Znížené objemy a koncentrovanejšie prietoky prinášajú výhody súvisiace s následnou úpravou. Prispôbené a vhodné techniky možno použiť pri nižších nákladoch a je možné dosiahnuť nižších celkových emisií.



Obrázok 2.19: Kroky na zníženie spotreby vody a zaťaženia

Opatrenia možno rozdeliť do štyroch skupín: systematické hospodárenie s vodou a úprava bieliacej vody, ktorá zodpovedá potrebám, úspora a výmena surovej vody, pokročilá úprava bieliacej vody a recirkulácia a úprava technologickej vody s recirkuláciou v jednej prevádzke.

Posledné kroky na zatvorenie vodných systémov by sa mali použiť len vtedy, ak už prebiehajú predchádzajúce kroky, napr. „poznanie všetkých miest spotreby“ je predpokladom pre následné činnosti (výmena surovej vody). Modelové hodnotenie optimalizačných opatrení je účinným nástrojom na efektívne hodnotenie a realizáciu znižovania množstva surovej vody, oddelenia vodných slučiek a prietoku vody proti prietoku. „Spotreba surovej vody so zníženým prietokom“ sa vzťahuje na viaceré bežné spôsoby použitia surovej vody, ako je napríklad tesniaca voda pre vákuové čerpadlá, voda pre injekčné striekačky alebo voda na riedenie chemikálií. Úprava technologickej vody s recirkuláciou v rámci jednej prevádzky je stále obmedzená na niektoré konkrétne prípady a závisí od miestnych podmienok a environmentálnych cieľov (pozri kap. 7.3.3). Všetky z nich, vrátane použitia „obličkových“ techník a „uzavretých vodných systémov“, sú však už v plnej prevádzke (pozri kap. 6.3.4).

Konkrétne otázky týkajúce sa hospodárenia s vodou v súvislosti s chemickým rozvlákňovaním alebo integrovanými chemickými celulózkami a papierňami nájdete v kap. 3.3.8 o sulfátovej forme rozvlákňovania a 4.3.8 o sulfitovej forme rozvlákňovania; mechanickej forme rozvlákňovania sa venujú kap. 5.3.6 alebo 5.3.8, 6.3.2-6.3.5 a 7.3.1-7.3.3.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Znižuje spotrebu vody a priame vypúšťanie.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Väčšina európskych papierní už zaviedla progresívne opatrenia na úsporu vody. Konkrétne údaje pre rôzne druhy buničiny a papiera sú k dispozícii v kap. 3 až 7.

Účinky medzi zložkami

Zlepšená recirkulácia technologickej vody v papierenských a lepenkových strojoch spôsobuje zvýšenie úrovne koloidných a suspendovaných organických a anorganických zložiek v týchto prúdoch. V závislosti od vlastností vstupnej buničiny a chemikálií používaných v procese výroby papiera, hospodárenia s vodou v procese a prevádzky papierne môžu mať uzavreté vodné systémy nepriaznivý vplyv na fungovanie strojov, kvalitu konečného výrobku a výrobné náklady z dôvodu zvýšeného používania chemikálií. Hromadenie organických a anorganických materiálov možno do určitej miery kompenzovať použitím konkrétnych chemikálií, ktoré nahradia alebo doplnia už používané chemikálie, ako aj množstvom ďalších opatrení uvedených v tomto dokumente.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Táto technika je opísaná predovšetkým s ohľadom na možné zlepšenie procesu výroby papiera a prevádzky papierenských strojov. V prípade výroby vlákien a integrovaných závodov sa čitateľ môže oboznámiť aj s kap. 3 až 6. Uplatniteľné pre existujúce a nové prevádzky. V rokoch 2001 až 2003 prebiehal prieskum v 30 závodoch v regióne Toskánsko (Taliansko). [274, CTP 2002]. Medzi druhy papiera vyrábané v týchto závodoch patrí baliaci papier a tenký papier vyrobený z pôvodných alebo zberových vlákien. Štúdia potvrdila uplatniteľnosť a dostupnosť uvedených opatrení. Vzhľadom na zložitosť systémov výroby papiera bolo v mnohých prípadoch potrebné odborné know-how na analýzu potenciálu na zlepšenie, výber najúčinnějších BAT a ich správne použitie.

Ekonomika

V rámci projektu „Paper BREF“ financovaného EÚ (pozri www.paperbref.info) sa skúmali náklady na zavedenie systematickejšieho plánu hospodárenia s vodou v 30 papierňach v Taliansku. Výsledky štúdie uskutočnenej v závodoch ukázali, že pri veľmi nízkych investíciách by sa mohli vyskytnúť potenciálne úspory vo výške 12,3 % spotrebovanej vody; úspory 22 % úspory sú možné pri lepšom využívaní vody a niektorých rozsiahlych investíciách. Vďaka značným investíciám do prestavby mnohých častí závodu možno dosiahnuť úspory vo výške 40 %.

Dôvody implementácie

Keďže náklady na čistenie odpadových vôd sa v budúcnosti pravdepodobne zvýšia, dostupnosť technických možností na úsporu vody je pre papierenský priemysel dôležitá.

Príklady závodov

Všetky environmentálne účinné celulózky a papierne v rôznej miere uplatňujú systematický prístup k hospodáreniu s vodou a snažia sa o optimalizáciu pomocných systémov pre vlákno, vodu a chemické prísady. Metódy zvolené v prevádzke a rozsah, v akom sa tieto opatrenia uplatňujú, sa však vo všetkých prípadoch líšia.

Literatúra

[185, J.Zürcher 2009], [186, Lahtinen et al. 2009], [274, CTP 2002], [281, Project PaperBREF 2002].

2.9.4. Modelové hodnotenie optimalizačných opatrení pre vodné okruhy

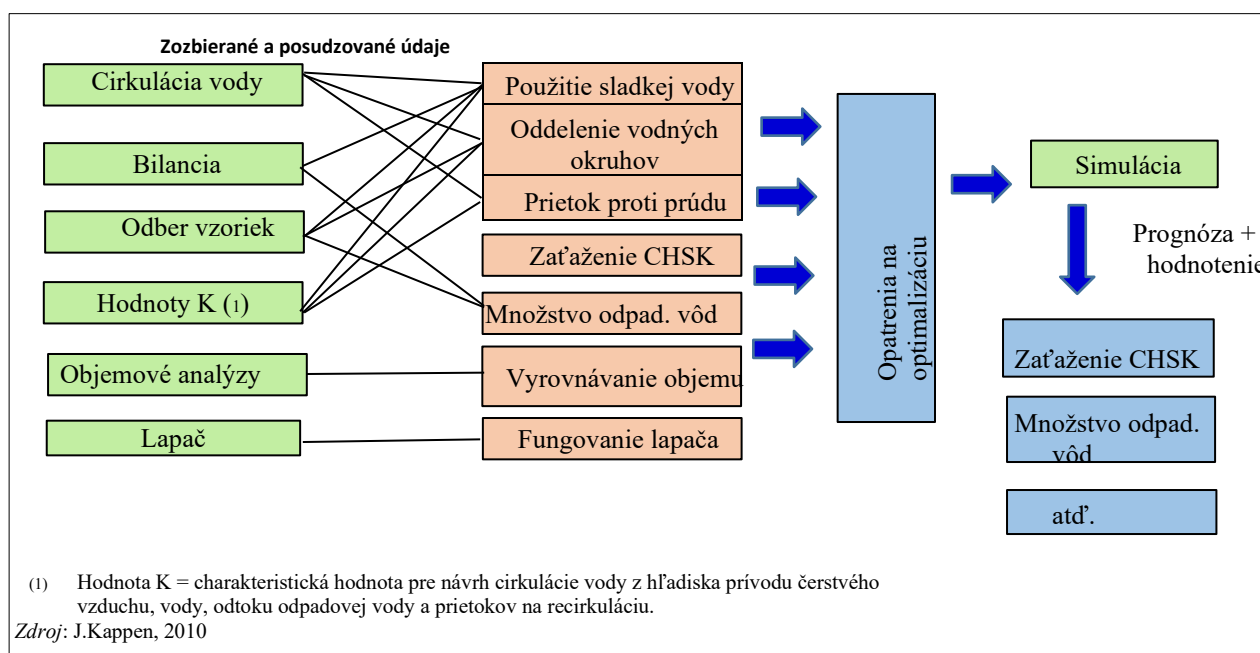
Opis

Výroba papiera sa vyznačuje vysokým stupňom interakcie medzi rôznymi výrobnými procesmi, používanými surovinami, vodným a energetickým systémom, kvalitou výrobkov a funkčnosťou všetkých zúčastnených technických jednotiek. Matematické modelovanie a simulácia sú určitou pomôckou pri riešení tejto zložitosti. Matematické modely a simulácie sa používajú na štúdium javov, ako je prietok, miešanie, reakcie, prenos tepla a hmoty, s cieľom dôkladne pochopiť, čo sa v skutočnosti deje v prevádzkových procesoch a ako ich možno zlepšiť. Pri navrhovaní procesov sa modely a simulácie používajú na optimalizáciu procesov a na hľadanie najlepších spôsobov využívania surovín (vlákna, voda, chemické prísady) a energie. Simulácia je zaujímavým nástrojom aj pre prevádzkové procesy. Používa sa napríklad pri analýze prevádzkových porúch a alarmov, pri plánovaní času nábehu a odstávky, pri riadení a optimalizácii v reálnom čase a pri školení obsluhy.

Prieskum dostupných softvérových balíkov na simuláciu procesov v celulózovo-papierenskom priemysle [184, Alonso a kol. 2006] potvrdil, že pre priemysel je k dispozícii viac ako šesť vhodných softvérových balíkov na praktické použitie a aplikácie.

Prvým krokom pri hodnotení modelu optimalizácie procesu je vymedzenie cieľa alebo cieľov, ktoré sa majú dosiahnuť prostredníctvom optimalizácie procesu. Použitie systematického prístupu pomáha vyvíjať, simulovať a posudzovať vhodné optimalizačné opatrenia. Základom hodnotenia optimalizačných opatrení je analýza súčasného stavu procesu. Ako je znázornené na obrázku 2.20, analýzu možno rozdeliť na niekoľko krokov:

- získavanie údajov (napr. návrhy systémov, objemové prietoky, objemy, objemy úniku a odpadu, vzorky a analýzy)
- posudzovanie údajov (použitím vodnej a tepelnej bilancie, objemových analýz, Sankeyho diagramov)
- hodnotenie (napr. kľúčové hodnoty, štruktúra systému vodného okruhu).



Obrázok 2.20: Analýzy údajov a simulačný prístup

Na základe získaných údajov je možné zostaviť simulačný model a prispôbiť ho skutočnému procesu. Úroveň podrobnosti simulačného modelu je závislá od cieľov optimalizácie, napr.

- dimenzovanie systémov, hľadanie spôsobov modernizácie, ktoré slúžia na ušetrenie vody a energie;
- optimalizácia riadenia hladín v nádržiach;
- optimalizácia riadenia obmedzených, ale zložitých procesov.

Upravený model slúži ako základný scenár a predstavuje súčasnú situáciu. Predpovedanie vplyvu jednotlivých opatrení na optimalizáciu sa dosahuje prostredníctvom rôznych simulačných scenárov.

Posledným krokom simulačnej štúdie je hodnotenie. Vyhodnotenie rôznych scenárov odhalí najvhodnejšiu kombináciu na zachovanie alebo zlepšenie kvality výrobku (napr. nízke zaťaženie systému v obvodoch papierenského stroja) za optimálnych ekonomických podmienok. Výsledky simulácie vedú k vytvoreniu konečného akčného plánu, ktorý opisuje jednotlivé kroky na dosiahnutie požadovaného cieľa.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Hlavným prínosom modelovania procesov a simulačných techník vo výrobe celulózy a papiera je lepšie pochopenie mechanizmov procesov a ich riadiaceho cyklu. Pomáhajú nájsť optimálne riešenia v mnohých oblastiach, ako je napríklad znižovanie emisií prostredníctvom lepšieho návrhu procesu, monitorovanie procesu a podpora rozhodovania v priebehu prevádzky, zlepšenie kvality papiera, optimalizácia použitia chemikálií na skruber a zlepšenie prevádzkyschopnosti papierenského stroja.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Keďže vodné systémy v celulózkach a závodoch na výrobu papiera sú čoraz rozsiahlejšie, modelovanie a simulácia týchto systémov sú užitočnými nástrojmi na optimalizáciu ich usporiadania a prevádzky. Simulácia umožňuje predpovedať dôsledky jednotlivých alternatív optimalizácie procesu. To môže minimalizovať riziká súvisiace s implementáciou ostatných koncepcií optimalizácie. Poskytuje tiež možnosť efektívne riešiť dynamické aspekty použitím simulačného softvéru. Integrácia ďalších prvkov, napr. energie a tvorby odpadov, do takýchto modelov umožňuje ďalší pokrok v integrovaných analýzach vodných systémov na účely porovnávacej analýzy.

Obvyklé aplikácie na modelové hodnotenie optimalizačných opatrení sú:

- Znižovanie spotreby čerstvej vody a objemu odtoku
- Recirkulácia biologicky upravenej vody [180, A.Well 2006]
- Optimalizácia vodných systémov
- Optimalizácia dynamického vyrovnávania objemu vody
- Vodné hospodárstvo s fuzzy procesorom
- Znižuje teplotu odtoku [179, O.Blum 2006]
- Optimalizácia tepelnej bilancie.

Príklad 2.9.4.1: Optimalizácia tepelnej bilancie v MD Albbbruck (Nemecko)

[182, J.Kappen a kol. 2004]

Cieľom hodnotenia procesu na základe modelu bolo vypracovať koncepciu optimalizácie tepelnej bilancie. Hlavný cieľ optimalizácie bol definovaný predovšetkým ako zlepšenie správania sa pri bielení a zároveň zníženie nákladov na bielenie. Na tento účel bolo potrebné upraviť vodný systém elektrárne zavedením protiprúdu. Ďalším cieľom bolo zvýšiť teplotu v systéme papierenského stroja, aby sa zvýšila kapacita odvodnenia zo sitovej a lisovej časti. Kombinovaný účinok vyššieho obsahu sušiny po lisovaní a vyššej teploty pred sušiacou časťou znižuje spotrebu pary.

Na základe výsledkov simulácie sa realizovalo takmer úplné oddelenie vodných okruhov v zariadení na výrobu drevnej hmoty, v oxidačnom bielení a v papierenskom stroji v zariadení, čím sa dosiahlo dosiahnutie niekoľkých výhod (žiadna zmena teploty oxidačného bielenia 70 °C), zvýšenie teploty redukčného bielenia zo 40-48 °C na 66-74 °C, zvýšenie teploty papierenského stroja v priemere o 10 °C, zníženie CHSK vody z papierenského stroja (27-51 %) a žiadne výrazné zvýšenie teploty a zaťaženia CHSK na výstupe).

Príklad 2.9.4.2: Optimalizácia využitia sladkej vody a vodných systémov

Oddiel výskumného projektu [181, Kappen et al. 2003] b skúmal potenciál zníženia špecifického objemu odpadových vôd prostredníctvom optimalizácie vodných systémov v rôznych závodoch vyrábajúcich bezdrevné druhy papiera. Na kvantifikáciu vplyvov nápravných opatrení a identifikáciu možností optimalizácie sa použili simulačné modely. Preskúmali sa rôzne existujúce prevádzky. Simulácia ukázala účinky zníženej spotreby sladkej vody a predpovedala vplyv zmien vo vodných systémoch a usporiadaní procesov na zaťaženie CHSK vodných cyklov. Napríklad v prípade jedného závodu boli vypočítané tri scenáre na zlepšenie spotreby vody zamedzením strát čerstvej vody a optimalizáciou usporiadania systémov vodných okruhov. Zamedzenie strát čerstvej vody a optimalizácia protiprúdu viedli k výraznému zníženiu CHSK vo vodnom okruhu papierenského stroja.

Účinky medzi zložkami

Neboli hlásené žiadne nežiaduce účinky. Cieľom modelovania a simulácie je nájsť riešenia, ktoré pomôžu v rôznych oblastiach súčasne, napr. pri optimalizácii tepelnej bilancie a teploty systému v papierenskom stroji, zlepšení procesov a nákladov alebo úprave vodovodného systému v papieri (napr. inštaláciou protiprúdu).

Technické kritériá uplatniteľnosti

Ukázalo sa, že cieľená simulácia je vhodným simulačným nástrojom pre papierenský priemysel a simulačný softvér je dobre nastavený. Zaťaženie systému je možné relatívne presne predpovedať simuláciou vodných okruhov a odhadom teploty, CHSK, suspendovaných látok a solí (okrem vápnika) vo vodných okruhoch aj v odpadovej vode.

Simulačné modely sú ľahko dostupné. Cieľová simulácia je však založená na empirických poznatkoch a do všetkých modelov sa musia vložiť skutočné údaje o existujúcom závode. Preto je potrebné vynaložiť značné úsilie na určenie materiálovej a tepelnej bilancie. Jedným z najdôležitejších krokov v každom projekte modelovania a simulácie je preto úprava údajov.

Ekonomika

Štúdia stredne veľkej papierne založená na modelovaní a skúmaní opatrení na optimalizáciu usporiadania a prevádzky vodných systémov môže stáť približne 30 000 EUR (hrubý odborný odhad). Rozhodovacie orgány závodov však uvádzajú, že najdôležitejším aspektom implementácie simulačného softvéru sú celkové náklady na systém vrátane školení a pracovného času (pri vytváraní alebo prebiehaní simulácie).

Dôvody implementácie

Optimalizácia výrobných procesov pri zachovaní alebo znížení spotreby energie, vody a emisií.

Príklady závodov

Platnosť použitého softvéru a rozsah, v akom ho možno použiť, boli dôkladne opísané v rámci „Akcíe COST E36“ v [183, J.Kappen a kol. 2005]. Modelovanie a simulácia sa používajú v mnohých európskych krajinách a závodoch (napr. Norske Skog Bruck, Rakúsko; MD Albbbruck, Nemecko) a považujú sa za osvedčené technológie.

Literatúra

[179, O.Blum 2006], [180, A.Well 2006], [181, Kappen et al. 2003], [182, J.Kappen a kol. 2004], [183, J.Kappen a kol. 2005], [184, Alonso et al. 2006].

2.9.5. Analýzy energetickej efektívnosti, energetický manažment a energetické audity

Opis

Systematický trojstupňový prístup alebo podobná analýza efektívnosti spotreby energie sú užitočnými nástrojmi na zavádzanie trvalého zlepšovania spotreby energie v závodoch na výrobu papiera [249, Blum et al. 2007]. Systematická analýza energetickej účinnosti pomáha papierňam dosiahnuť pokrok alebo hodnoty BAT pre spotrebu energie. Priamo sú opísané tri kroky: (a) posudzovanie skutočnej energetickej situácie a významu nápravných opatrení (krok 1); b) využitie metódy lokalizácie, kvantifikácie a optimalizácie potenciálu (krok 2); c) určenie spôsobu merania (monitorovania) a zabezpečenia optimalizovanej situácie (krok 3). Energetická efektívnosť sa zvyčajne meria ako špecifická spotreba energie, t. j. spotreba sekundárnej energie na výrobnú linku.

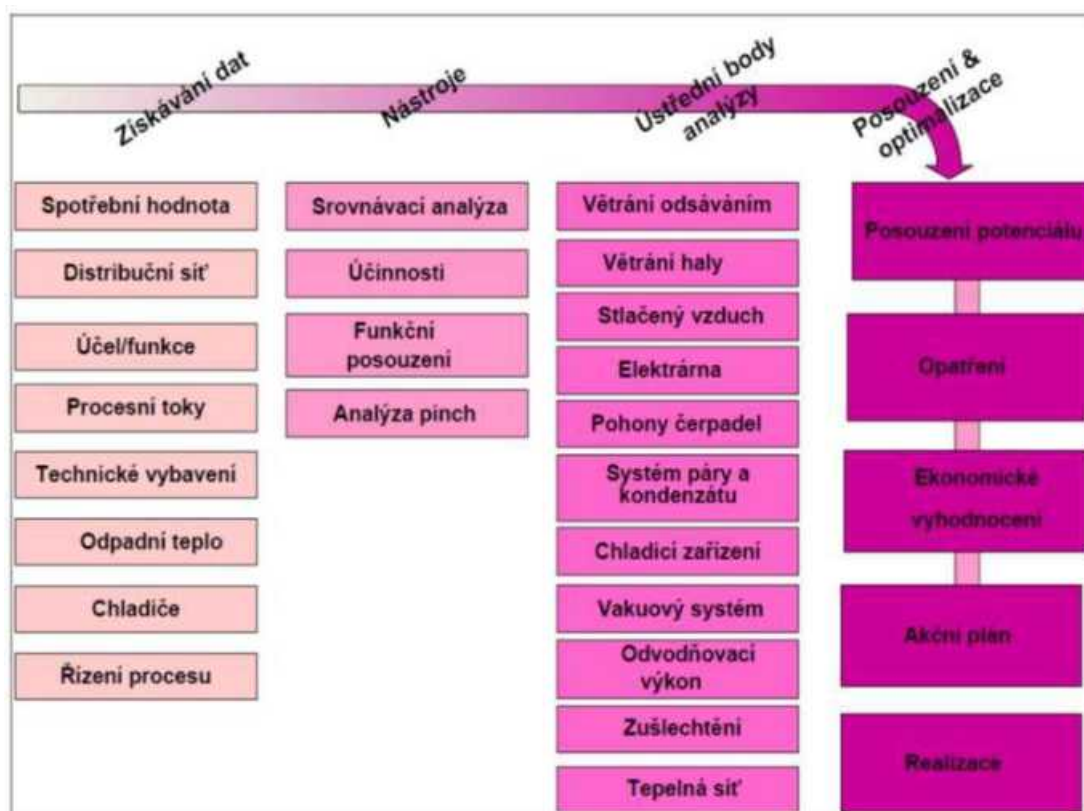
- **Krok 1: Posudzovanie počiatočnej energetickej situácie v papieri a porovnanie**

V prvom kroku je potrebné určiť špecifickú spotrebu energie v procese (elektrickej a súvisiacej tepelnej energie používanej vo výrobe) v rámci lokality. Porovnanie týchto údajov s hodnotami spotreby v iných papierňach rovnakého typu (benchmarking) ukáže potenciál úspor energie. Porovnanie možno vykonať s hodnotami v tab. 2.9, navrhovanými hodnotami pri BAT pre energeticky účinné prevádzky v tomto dokumente alebo s hodnotami v iných relevantných referenčných dokumentoch (napr. [193, Axegård et al. 2003] pre sulfátové celulózy). Toto počiatočné porovnávanie je užitočné aj na určenie priorít akéhokoľvek projektu energetickej optimalizácie v rámci iných činností v závode.

V druhej fáze je možné zostaviť rozpis spotreby energie pre jednotlivé výrobné linky. Použitie pomáha zamerať sa na linky s najvyššou spotrebou energie, a teda s najväčšou potrebou optimalizácie. V mnohých závodoch, najmä v tých starších, zavedený interný systém merania a kontroly (monitorovanie) spotreby nepostačuje na rozčlenenie spotreby na jednotlivé linky. V takom prípade bude pravdepodobne potrebný špeciálny projekt energetickej analýzy.

- **Krok 2: Podrobná analýza a zlepšenie systému prostredníctvom optimalizácie**

Vzhľadom na zložitosť procesov využívania energie v celulózkach a papierňach, ktoré môžu zahŕňať stovky jednotiek spotrebúvajúcich energiu, je na identifikáciu potenciálnych úspor a možných opatrení na optimalizáciu nevyhnutná podrobná a priamo špecifická energetická analýza závodu. V tejto analýze sa posudzuje a hodnotí súčasná spotreba energie papierne a skúma sa, či v súčasnosti nainštalované stroje pracujú efektívne. Energetickú analýzu môžu vykonávať interní zamestnanci aj externí konzultanti. Obrázok 2.21 (k dispozícii sú aj iné podobné prístupy) uvádza príklad systematického hodnotenia a zlepšovania spotreby energie v závodoch na výrobu papiera [196, Blum 2006].



Obrázok 2.21: Systematické hodnotenie a zlepšenie použitia energie v závodoch na výrobu papiera

Analýza energetickej efektívnosti, ako je napríklad analýza navrhnutá na obrázku 2.21, zvyčajne obsahuje tieto kroky:

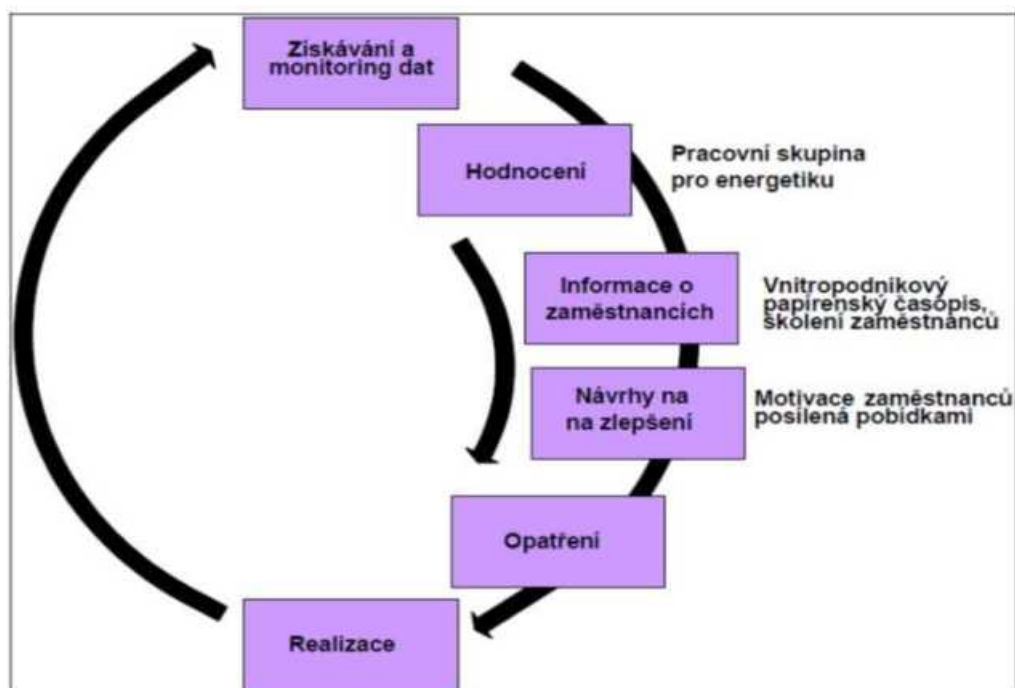
- získavanie konkrétnych údajov v príslušných oblastiach
- vyhodnocovanie a posudzovanie uvedených údajov pomocou vhodných nástrojov
- rozsiahle skúmanie ťažiskových bodov analýzy, v ktorých je najvyššia uplatniteľnosť potenciálnych úspor energie
- identifikácia optimalizačného potenciálu a možností (prípade optimalizácia použitím simulácie)
- ekonomické hodnotenie, ktoré zahŕňa výpočet dosiahnuteľných úspor a potrebných investícií
- vypracovanie akčného plánu a realizáciu určených prioritných opatrení.

V závislosti od jednotlivých prípadov nemusí byť potrebné preskúmať všetky ťažiskové body uvedené na obrázku 2.21. Vďaka modulárnej konštrukcii tohto procesu je možné, aby prebiehal výber príslušných bodov.

- **Krok 3: Merania (monitorovanie) a udržateľné udržiavanie úspor**

Znázornený systém energetického manažmentu zvyčajne vedie k neustálemu zlepšovaniu spotreby energie v papiarni. Na dosiahnutie uspokojivých a udržateľných výsledkov by sa mali postupne riešiť nedostatky alebo medzery v reťazci analýz a jednotlivých opatrení. Na tomto obrázku je

uvedený príklad metódy energetického manažmentu pre nepretržitú optimalizáciu, ktorá je veľmi podobná metóde opísanej v kap. 2.9.1.



Obrázok 2.22: Metóda riadenia na nepretržité merania (monitorovanie) a optimalizáciu spotreby energie

Nástrojom, ktorý je podobný analýze energetickej účinnosti a je rovnako účinný, je energetický audit [191, FFIF 2007], ktorý je tiež systematickým procesom vedúcim k zodpovednému poznaniu súčasného profilu spotreby energie v podniku a identifikuje faktory, ktoré ovplyvňujú spotrebu energie. Identifikuje a zohľadňuje aj nákladovo efektívne možnosti úspor energie.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Zavedením nových prevádzkových režimov alebo nástrojov, ako je analýza energetickej účinnosti, systémy energetického manažmentu alebo energetické audity, je možné dosiahnuť výrazné zlepšenie energetickej účinnosti.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Analýzy energetickej účinnosti, systémy energetického manažmentu a energetické audity sú už mnoho rokov osvedčenými nástrojmi na zlepšenie energetickej účinnosti v celulózo-papierenskom priemysle. Mnohé z väčších celulózok a papierní (napr. SCA, Stora Enso, Holmen) používajú určitý druh systému energetického manažmentu, ale nie nevyhnutne vo všetkých svojich závodoch. V Európe je ešte stále veľa papierní, ktoré nezaviedli systém energetického manažmentu alebo energetický audit. To platí najmä pre menšie závody. Tieto prevádzky majú veľký potenciál na zlepšenie energetickej efektívnosti.

V roku 2009 bola uverejnená nová európska norma pre systémy energetického manažérstva EN 16001:2009 „Systémy energetického manažérstva - požiadavky s návodom na použitie“. [195, CENY 2009], ktorú je možné využiť aj na uplatňovanie systematického hodnotenia a zlepšovania využívania energie v závodoch na výrobu papiera. Táto nová európska norma poskytuje organizáciám a spoločnostiam jednotný uznávaný rámec a nástroj, ktorý im pomôže zaviesť systémy a postupy potrebné na zlepšenie energetickej účinnosti a zabezpečiť, aby sa energetický manažment stal súčasťou organizačných obchodných štruktúr. Táto norma je uplatniteľná aj v celulózkach a závodoch na výrobu papiera.

Účinky medzi zložkami

Neexistujú žiadne negatívne účinky medzi jednotlivými zložkami.

Opatrenia na úsporu energie zvyčajne súvisia s investíciami do výmeny, obnovy alebo modernizácie technologických zariadení. Tieto opatrenia sa však nepoužívajú len na úsporu energie. Zaslúžia si osobitnú pozornosť, pretože súčasne zvyšujú efektívnosť výroby, zlepšujú kvalitu výrobkov a znižujú celkové náklady. Preto je nevyhnutné, aby sa techniky úspory energie integrovali do všetkých aspektov a úrovni výroby papiera. Pri diskusii o využívaní energie a energeticky účinných technikách by sa malo pamätať na prepojenie medzi energiou a procesmi (synergie).

Technické kritériá uplatniteľnosti

Táto metóda je uplatniteľná pre nové aj existujúce prevádzky. Za normálnych okolností bude pre menšie závody ťažšie ju zaviesť z dôvodu obmedzeného počtu špeciálne vyškolených pracovníkov (napr. nedostatok vlastných pracovníkov pre energetickú analýzu).

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Rastúce náklady na energiu a potreba znížiť emisie skleníkových plynov nútia európsky celulózo-papierenský priemysel na optimalizáciu spotreby energie.

Hlavné ciele priemyselnej výroby zahŕňajú spoľahlivosť procesov a vysokú efektívnosť výroby spolu s nákladovou efektívnosťou. Účelom zlepšenia energetickej efektívnosti je podporiť uvedené ciele. Zlepšenia energetickej účinnosti sú často následne sprevádzané zlepšeniami efektívnosti výroby. Znižovanie počtu pretrhnutí papierového pásu a z toho vyplývajúce kratšie prestoje zlepšujú napríklad aj energetickú efektívnosť. Okrem toho skladovanie energie znižuje náklady na energiu, a tým zlepšuje nákladovú efektívnosť.

Príklady závodov

Vo Fínsku sa všetky celulóžky a papierne zaviazali k dobrovoľnej dohode o úsporách energie v priemyselných oblastiach. V rámci dodržiavania dohody sa spoločnosti zaviazali identifikovať možnosti úspor energie prostredníctvom energetickej analýzy svojich prevádzkových zariadení. Systémy energetického riadenia sú časťou systémov environmentálneho riadenia. Podobné dohody boli uzavreté aj vo Švédsku a Holandsku.

Literatúra

[191, FFIF 2007], [193, Axegård et al. 2003], [195, CENY 2009], [196, Blum 2006], [249, Blum a kol. 2007].

2.9.6. Zníženie spotreby energie uplatniteľné na všetky alebo väčšinu druhov zariadení

Na účely tohto dokumentu sa opatrenia na úsporu energie delia na všeobecné techniky, ktoré možno použiť na väčšinu typov celulóžok a papierní, ktoré sú opísané v tejto časti, a na opatrenia, ktoré sú uplatniteľné pri výrobe konkrétnych typov buničiny alebo papiera a súvisiacich procesov. Tie sú opísané v kapitolách 3 až 7, ktoré sa zameriavajú na jednotlivé postupy. Pre posúdenie významu rôznych technologických jednotiek pre celkovú spotrebu energie sa čitateľ odkazuje na kap. 2.5 a 2.5.3, ktoré sa zaoberajú najväčšími spotrebiteľmi energie v závodoch na výrobu papiera. Existuje však veľké množstvo ďalších menších spotrebičov (niektoré z nich sú uvedené v tejto kapitole), ktoré sú tiež dôležité pre celkovú energetickú bilanciu závodu. Zoznam techník nie je vyčerpávajúci, ale predstavuje len výber horizontálne (prierezovo) dostupných techník.

V tejto súvislosti poskytuje užitočné informácie aj referenčný dokument o najlepších dostupných technikách pre energetickú účinnosť (BAT) [268, COM 2009].

2.9.6.1 Znižovanie spotreby tepelnej energie

2.9.6.1.1 Rekuperácia tepla z radiálnych ventilátorov používaných vo vákuových systémoch

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Vďaka procesu kompresie vo vákuových ventilátoroch dosahuje odpadový vzduch z uvedených ventilátorov teplotu 130 až 160 °C. Tento horúci vzduch môže prechádzať cez výmenníky tepla vzduch-vzduch, ktoré umožňujú rekuperáciu až 75 % elektrickej energie absorbovanej vo vákuových ventilátoroch. Radiálne ventilátory sa používajú na odvodnenie sít a plsti pre všetky druhy papiera a zvyčajne sa inštalujú do väčších papierenských strojov. Opätovným využitím získaného tepla možno znížiť potreby pary v sušiacom oddiele papierenského stroja. Odpadové teplo z odvádzaného vzduchu je možné použiť na ohrev vzduchu privádzaného do procesu sušenia, čím sa dosiahne priama úspora pary.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

K dispozícii sú rôzne druhy výmenníkov tepla, ktoré sa musia navrhnuť pre každú aplikáciu individuálne. V niektorých prípadoch má zostávajúca vlhkosť vo výfukovom vzduchu ventilátora potenciál tvoriť koróziu. Preventívna údržba pomáha predchádzať zbytočným a nákladným prestojom spôsobeným upchatím alebo koróziou.

Účinky medzi zložkami

Nie je známy žiadny negatívny vplyv na životné prostredie.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Môže sa použiť pre všetky druhy v nových aj existujúcich zariadeniach, v ktorých sú nainštalované axiálne ventilátory na vytvorenie podtlaku. Tlak na výstupe z vákuového ventilátora musí byť dostatočne vysoký, aby prekonal tlakovú stratu vo výmenníku tepla. Vzdialenosť medzi zdrojom tepla (odvodňovacia časť papierenského stroja, kde je nainštalovaný ventilátor) a výmenníkom tepla (v časti stroja na sušenie) je zvyčajne krátka. V starších zariadeniach môžu byť problémy s priestorom, ktorý je k dispozícii pre zariadenia..

Ekonomika

Tieto druhy zariadení majú zvyčajne krátku návratnosť investícií. Nákladová efektívnosť je vo všetkých prípadoch iná. V jednom zariadení sa dosiahla úspora 26 kWh/t pary a návratnosť bola 1,5 roka. [249, Blum a kol. 2007].

Dôvody implementácie

Znižovanie nákladov vďaka úspore pary alebo zvýšenie výrobných rýchlostí vďaka vyššej kapacite sušenia.

Príklady závodov

V Európe existuje mnoho príkladov týchto závodov (najmenej dve v Nemecku). V prípade nových závodov sa toto opatrenie stáva normou.

Literatúra

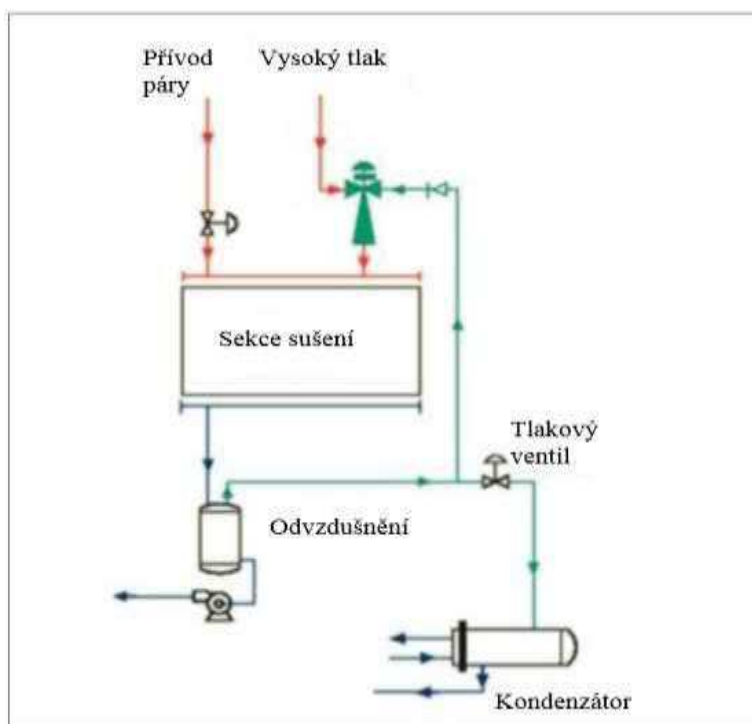
[249, Blum a kol. 2007]

2.9.6.1.2 Využívanie termokompresorov

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Táto technika vedie k úspore pary počas sušenia v dôsledku toho, že znižuje straty v kondenzátore. Využitie termokompresorov zvyšuje energetickú efektívnosť procesu sušenia, pretože do kondenzátora sa musí posilať menej pary. Na zhutnenie tlaku odpadových pár zo separátora sa používajú termokompresory. Odpadová para z posledného separátora v kaskádovom systéme pary a kondenzátu

má veľmi nízky tlak, ktorý nemožno použiť priamo v procese sušenia. Pomocou parného tryskového termokompresora sa táto odpadová para zvýši pomocou vysokotlakovej pary na hodnotu tlaku, ktorá umožňuje obnovenie a opätovné použitie pary v procese sušenia. Na obrázku 2.23 je znázornené využitie termokompresorov.



Obrázok 2.23: Schéma termokompresora

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Viacerí výrobcovia ponúkajú termokompresory s rôznym výkonom, ktoré je potrebné prispôbiť a navrhnuť pre každú aplikáciu. Pri väčšine aplikácií musí byť pri použití termokompresorov k dispozícii tlak pary 5 až 12 barov.

Účinky medzi zložkami

V mnohých závodoch sa chladiaca voda z kondenzátora používa ako teplá voda pre stierače. Keď sa systém pary a kondenzátu optimalizuje a znižuje sa množstvo strát v kondenzátore, zníži sa aj množstvo chladiacej vody a môže dôjsť k nedostatku horúcej vody. V takom prípade musíte posúdiť, či môžete znížiť množstvo vody do postrekovačov alebo nájsť iný vhodný zdroj odpadového tepla.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Môže sa používať v nových a existujúcich zariadeniach pre všetky druhy papierenských a lakovacích strojov, ak je k dispozícii strednotlaková para.

Ekonomika

Vo všetkých situáciách je potrebné posúdiť nákladovú efektívnosť. Návratnosť investície je v prípadoch niektorých aplikácií veľmi krátka. V jednom prípade bola úspora pary 25 kWh/t a návratnosť 0,8 roka. [249, Blum a kol. 2007].

Dôvody implementácie

Úspora energie pri výrobe pary.

Príklady závodov

Toto zariadenie je bežné vo všetkých nových závodoch, ale aj vo väčšine najnovších prestavaných závodov. V Európe existujú rôzne príklady takýchto závodov.

Literatúra

[249, Blum a kol. 2007]

2.9.6.1.3 Izolácia parného potrubia a potrubných armatúr kondenzátorov**Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie**

Izolácia potrubia znižuje tepelné straty sálavým teplom z potrubia. Izolácia je vhodná pre potrubia a tvarovky. Ide o horúcu vodu, kondenzát a paru a v celulózkach o prepravu horúcich kvapalín.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Izolácia parného a kondenzátového potrubia sa v Európe považuje za štandard. Izolácia armatúr nie je taká častá.

Účinky medzi zložkami

Toto opatrenie nemá žiadne negatívne účinky. Zvyšuje bezpečnosť práce v technike.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Môže sa použiť pre všetky závody.

Ekonomika

Ceny za izoláciu potrubia závisia od stavu siete. Jeden príklad z papierne v južnej Európe ukazuje, že izolácia parných a kondenzačných potrubí (vypočítaná pre 25 potrubí na všetkých médiách) mala dobu návratnosti 1,1 roka. [249, Blum a kol. 2007].

Dôvody implementácie

Zníženie nákladov vďaka úspore energie na výrobu pary. Vyššie zlepšenie bezpečnosti práce.

Príklady závodov

Mnoho (väčšinou nových) závodov v Európe. Izolácia parného potrubia sa považuje za štandard pri nových inštaláciách a neskorších prestavbách.

Literatúra

[249, Blum a kol. 2007]

2.9.6.1.4 Sušenie biopaliva a kalov s využitím prebytočného tepla**Opis**

Mnohé celulózky a papierne majú veľké množstvo biopalív a veľa nízкотеплотných zdrojov (prebytočné teplo). Táto energia sa však väčšinou stráca s odpadovým vzduchom a odpadovou vodou. Použitie nízкотеплотného zdroja je možné na sušenie biopalív a kalu. Sušenie biopalív a kalu je možné využiť na získavanie dodatočných príjmov (alebo na zníženie nákladov na nákup energie), a tým aj vytvorenie stimulov pre ďalšie úsporné upravenia hlavného procesu.

Vzhľadom na obsah vlhkosti sa v prípadoch, keď sa v kotloch na kôru používa spaľovanie kôry, pridávajú iné palivá (napr. olej). To je prípad, keď má mechanické odvodnenie nižší výkon. Sušenie kôry a kalu poskytuje dodatočnú energetickú hodnotu, ktorá umožňuje spaľovanie vysušeného organického materiálu bez ďalších palív.

Analýzou dostupných zdrojov prebytočného tepla v mieste výroby možno určiť energetický obsah týchto zdrojov tepla a porovnať ho s energiou potrebnou na sušenie. Štúdia analyzujúca švédske podmienky [252, Johansson et al. 2004] dospela k týmto záverom.

- V celulózkach a závodoch na výrobu papiera existujú veľké zdroje prebytočného tepla, ktoré by sa mohli použiť na sušenie.
- V celulózkach a závodoch na výrobu papiera by mali byť investície do sušičiek biopalív využívajúcich prebytočné teplo ziskové, ale bude potrebné ich ekonomicky vyhodnotiť pre rôzne prípady. V chemických celulózkach je najvýhodnejšia možnosť použitia spalín z regeneračného kotla ako sušiaci plyn (za predpokladu, že nie je nainštalovaný kondenzátor odpadových plynov). Ostatné druhy celulózk a papierní by museli použiť iné dostupné zdroje prebytočného tepla.
- Sušiace lôžko sa zdá byť najvhodnejšou technológiou z technického a obchodného hľadiska.

Sušenie biopalív a kalu je zvyčajne ekonomicky výhodné len vtedy, keď je možné pre tento účel použiť prebytočné teplo z iných procesov. Prebytočné teplo je možné použiť vo forme prietoku horúceho vzduchu alebo horúcej technologickej vody. Ďalšími drahšími možnosťami sú parné výmenníky tepla alebo plynové usné systémy. Minimálny požadovaný rozsah teplôt je od 4 °C do 60 °C.

Na prevádzku sušičky slúži výmenník tepla vzduch-vzduch alebo voda-vzduch, ktorý produkuje horúci vzduch, ktorý ventilátory vháňajú do sušiacej jednotky.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Zníženie obsahu vody v kôre, vlákňitom odpade, kalu a iných organických zvyškových látkach znižuje množstvo odpadu, ktoré je potrebné prepraviť na ďalšiu úpravu alebo likvidáciu, čo znamená úsporu nákladov. Sušenie zvyšuje výhrevnosť biopaliva a kalu a zvyšuje efektívnosť pálenia. Potreba primárnej energie vo forme elektrickej energie a voliteľného doplnkového vykurovania v obdobiach špičkového zaťaženia je nízka, keď je možné prebytočné teplo použiť na proces sušenia. Primárna energia vložená do procesu sušenia je v zásade vyššia ako zvýšená energetická hodnota paliva. Zlepšenie využitia energie a emisií CO₂.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Vo výrobe buničiny a papiera máme stále menej skúseností so sušením biopalív a kalu. Použitie preventívnej údržby zariadení pomáha predchádzať zbytočným a nákladným prestojom spôsobeným zablokovaním alebo poškodením koróziou.

- a) V závode na sušenie biopalív spoločnosti UPM-Kymmene v Raume sa po procese sušenia vyskytuje obsah sušiny v mokrom biopalive 60 %. Energia potrebná v sušiarňi (pásová sušiareň) pochádza z prebytočného tepla papierne (horúca odpadová voda a odpadový vzduch). Zariadenie znižuje spotrebu fosílnych palív a zvyšuje podiel biopalív o 10 %.

V prípade veľkého závodu v Raume sa CO₂ sa znižuje o 70 000 ton ročne.

- b) Závod Norske Skog Follum vykonáva sušenie sekundárneho (biologického) kalu, aby bolo možné vykonať jeho spaľovanie. Čistý vplyv na energiu je mierne negatívny a množstvo biopalív sa nakupuje na dodávku tepla na sušenie. Kôra je len stlačená. Technológia lisovania kôry dosahuje 43 % sušinu. Sušenie odpadových biopalív prispieva k energetickej bilancii pozitívne len prostredníctvom použitia prebytočného tepla.

Sekundárny kal je možné použiť aj ako pôdne hnojivo za predpokladu, že množstvo znečisťujúcich látok sa udrží na prijateľnej úrovni.

Pri konkrétnych aplikáciách (napr. použitím vlákňitého kalu v cementárskom a tehliarskom priemysle) a pre lepšiu manipuláciu s vysušeným kalom je možný určitý minimálny obsah vlhkosti.

Účinky medzi zložkami

Ak je možné prebytočné teplo použiť na sušenie, energetická bilancia procesu je kladná. Odsávaná vlhkosť môže spôsobiť problém so zápachom, a preto sa musí kontrolovať.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Toto opatrenie je možné vo všeobecnosti použiť v nových a existujúcich zariadeniach, ktoré majú vhodné zdroje prebytočného tepla na sušenie biomasy a kalu.

Sušenie je uplatniteľné najmä tam, kde je konečným použitím týchto vedľajších produktov pálenie na výrobu energie a kde sú náklady na proces sušenia (najmä investície a palivo) nižšie ako prínosy v podobe zvýšenej výroby energie.

V južnej Európe sa počas obdobia sucha do zariadenia privádza biopalivo (kôra a drevná biomasa, nie kal) s obsahom vody, ktorý umožňuje výrobu energie pri požadovanej teplote plameňa takmer počas celého roka, čo môže ovplyvniť ekonomickú životaschopnosť tohto opatrenia.

Použitie sekundárneho tepla na sušenie môže súvisieť s týmito obmedzeniami:

- Investičné náklady na toto riešenie sa zvyšujú využitím nízko-teplotného prebytočného tepla a z dôvodu potreby väčších sušičiek.
- Použitie vysokoteplotného prebytočného tepla, zvyčajne spalín, je spojené s problémom dosiahnutia kyslého rosného bodu plynu a následnou rozsiahlou koróziou alebo zvýšenými nákladmi. Tomu je možné predísť výberom stavebných materiálov alebo znížením teplotného rozsahu regenerácie.
- Realizácia tohto riešenia závisí aj od usporiadania zariadenia, konkrétne od vzdialenosti medzi sekundárnym zdrojom tepla a miestom, kde vznikajú kal a biopalivo.
- Sušenie a spaľovanie biomasy a kalov z čističiek odpadových vôd je len jednou z možností nakladania s odpadom. Existujú alternatívne spôsoby využitia čistiarenského kalu, ktoré tiež obnovujú hodnotu tohto materiálu.

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne údaje o nákladoch.

Ekonomická uskutočniteľnosť je závislá od technických vlastností závodu alebo klímy v prípade využitia tepla z prostredia. Pri posudzovaní nákladov sa musia zohľadniť úspory súvisiace s znížením prepravovanej hmotnosti. Ekonomické prínosy budú všeobecne závisieť aj od predpisov týkajúcich sa použitia biopalív na výrobu energie.

Dôvody implementácie

V niektorých zariadeniach prebieha sušenie kalu a kôry v zásade z dvoch dôvodov: na zvýšenie výhrevnosti pred spaľovaním alebo na uľahčenie manipulácie (zníženie hmotnosti, a tým aj nákladov na prepravu a skládovanie).

Príklady závodov

UPM-Kymmene, Rauma (Fínsko), Norske Skog, Follum (Nórsko).

Literatúra

[252, Johansson a kol. 2004]

2.9.6.1.5 Ďalšie opatrenia na zníženie spotreby tepelnej energie

Keďže techniky opísané v kap. 2.9.6.1 sú len výberom dostupných horizontálnych techník, pre ktoré boli poskytnuté údaje, sú uvedené aj niektoré opatrenia na zníženie tepelnej energie používané v celulózkach a papierňach.

- Vyváženie veka sušičky.
- Rekuperácia tepla z horúceho odpadového vzduchu zo sušičky IC (na sušenie nanesej farby).
- Optimalizácia klimatizácie v hale. Vhodným procesom je použiť teplo získané pri sušení časti prevádzky papierenského stroja alebo stroja na sušenie buničiny, kontrolovať vlhkosť a teplotu privádzaného čerstvého vzduchu a odsávacích ventilátorov, zabrániť vnikaniu rozptýleného vlhkého vzduchu, zatvoriť otvorené dvere a brány, aby sa zabránilo úniku vzduchu, zaručiť dobrú cirkuláciu a zabrániť skratu medzi privodom a odvodom vzduchu.

Ďalšie informácie o možných úsporách energie nájdete v kapitolách 3 až 7 v častiach o energii.

2.9.6.2 Znižovanie spotreby elektrickej energie

2.9.6.2.1 Energeticky účinné vákuové systémy pre odvodnenie

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Energeticky účinné vákuové systémy dosahujú úspory elektrickej energie vo vákuovom systéme približne 20-45 % a nepotrebujú vodu na upchávanie ako čerpadlá vodného okruhu (ale určité množstvo chladiacej vody). Efektívne systémy majú automatické riadenie otáčok, ktoré sa prispôsobuje zmenám rýchlosti, gramáže a veku plsti (pozri kap. 2.9.6.2.3).

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Moderné vákuové vývevy s riadením otáčok poskytujú väčšiu flexibilitu vákua v prevádzke, aby sa dosiahla lepšia plynulosť priebehu zvýšením alebo znížením hodnoty vákua podľa potreby vákua.

Účinky medzi zložkami

Úspora vody približne 95 %. Použitím rekuperácie tepelnej energie z odpadového vzduchu získať veľkú časť energie na čerpanie.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Je možné ho používať na všetkých zariadeniach. Pri rekonštrukcii alebo optimalizácii vákuového systému papierne ako celku sa zvyčajne uvažuje o novom vákuovom zariadení.

Ekonomika

Spoločnosti Stora Enso Kaukopää (FI), Clairefontaine (FR) a MM Baiersbronn (DE) dosiahli úsporu energie 45 %; spoločnosť M-real Lielähti (FI) ušetrila 46 % a spoločnosť Metsä Tissue Mäntä (FI) znižuje spotrebu energie vo svojom vákuovom systéme o 40 %.

Príklady závodov

SE Kaukopää, Clairefontaine Papierne, MM Baiersbronn, M-real Lielähti, Metsä Tissue Mäntä.

Literatúra

[163, J.Lahtinen a kol. 2009]

2.9.6.2.2 Používanie vysoko účinných elektromotorov

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Takmer všetka elektrická energia v papiarni sa spotrebúva na prevádzku elektromotorov. Pre asynchrónne motory, ktoré sú najčastejšie používaným typom, existujú rôzne triedy efektívnosti. Úsporu elektrickej energie možno dosiahnuť použitím vysokoúčinných elektromotorov. Do roku 2008 rozdeľoval CEMEP efektívnosť pohonov asynchrónnych motorov do troch kategórií: motory EFF1, EFF2 a EFF3, pričom EFF1 predstavovala najefektívnejšie motory. Od roku 2008 bol tento systém označovania nahradený novou normou pre energeticky účinné motory, ktorú vypracovala Medzinárodná elektrotechnická komisia: IEC 60034-30:2008. Táto norma definuje nové triedy efektívnosti motorov a harmonizuje hodnoty efektívnosti na celom svete.

Triedy efektívnosti elektromotorov sa teraz označujú IE1, IE2, IE3 (a IE4 je vylúčené), kde:

- IE4 - superprémiová efektívnosť (zvažuje sa)
- IE3 - prémiová efektívnosť (zodpovedá norme NEMA Premium)
- IE2 - vysoká efektívnosť (zodpovedá EFF1)
- IE1 - štandardná efektívnosť (zodpovedá EFF2)
- Bez označenia - pod štandardnou efektívnosťou - (zodpovedá EFF3).

Prednosť by mali mať motory s najvyššou triedou energetickej efektívnosti.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Medzi rôznymi triedami EFF alebo IE nie sú žiadne rozdiely v prevádzkach.

Účinky medzi zložkami

Žiadne problémy.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Môže sa použiť na všetkých zariadeniach.

Ekonomika

Pri pracovnom čase dlhšom ako 4 000 hodín ročne sa odporúča použiť najvyššiu triedu účinnosti (vo väčšine zariadení je už štandardom). Vzhľadom na náklady na životný cyklus asynchrónneho motora predstavuje nákupná cena motora približne 2 % nákladov na prevádzku počas celej životnosti. [164, M.kal 2007]. Preto je doba návratnosti vďaka najvyššej novej efektívnosti zvyčajne kratšia.

Príklady závodov

Väčšina závodov používa motory s najvyššou efektívnosťou bez akýchkoľvek problémov.

Literatúra

[164, M.kal 2007], [249, Blum et al. 2007]

2.9.6.2.3 Energeticky účinný frekvenčný menič pre čerpadlá, ventilátory a kompresory

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Vo väčšine papierní je prietok cez čerpadlá riadený ventilom, pričom čerpadlo beží konštantnou rýchlosťou. Pri upravení otáčok čerpadla podľa prietoku musí motor poskytovať len taký čerpací výkon, aký je potrebný na dané účely. Regulácia prietoku vody nastavením otáčok čerpadla je účinnejšia než použitie škrtiaceho ventilu.

Pomocou frekvenčného meniča je možné nastaviť frekvenciu dodávanú zo siete na riadenie otáčok asynchrónnych motorov (keďže otáčky asynchrónneho motora sú funkciou frekvencie).

Úspora elektrickej energie počas čerpania je výsledkom vyšších škrtiacich strát a vyššieho hydraulického výkonu čerpadiel. Typické úspory sa pohybujú v rozmedzí od 15 % do 25 % pri všetkých aplikáciách.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

V niektorých prípadoch vyžadujú dodávatelia mechanických tesnení minimálne otáčky čerpadiel. Meniče potrebujú väčšiu kapacitu v rozvodni. Motor musí byť vhodný na riadenie meničom. Musí byť zaručené dimenzované chladenie motora a v niektorých prípadoch je možné, že bude potrebné nútené vetranie.

Účinky medzi zložkami

Žiadne problémy.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Môže sa použiť pre nové a existujúce zariadenia, ktoré používajú trojfázové asynchrónne motory. Uplatniteľnosť frekvenčného meniča v čistiarni odpadových vôd je možná, ak je prietok odpadových vôd prerušovaný a podlieha náhlým zmenám.

Ekonomika

V posledných rokoch ceny frekvenčných meničov výrazne klesli. Nákladovú efektívnosť je potrebné posudzovať individuálne v každej situácii. Doba návratnosti je vyššia a pohybuje sa od 0,5 do 4 rokov (zdroj: Štúdia trhu PTS, december 2006, pre situáciu v Nemecku).

Dôvody implementácie

Zníženie nákladov vďaka úspore elektrickej energie a riadeniu procesov.

Príklady závodov

Meniče sú nainštalované takmer vo všetkých európskych elektrárňach. Vo väčšine závodov sú však meničom zvyčajne vybavené len niektoré pohony.

Literatúra

[249, Blum a kol. 2007]

2.9.6.2.4 Ďalšie opatrenia na zníženie spotreby elektrickej energie

Keďže techniky opísané v kap. 2.9.6.2 sú len výberom dostupných techník, pre ktoré boli poskytnuté údaje, sú uvedené aj niektoré opatrenia na zníženie spotreby elektrickej energie používané v celulózkach a papierňach:

- účinné miešadlá
- účinné čerpadlá
- vylepšené rafinérie (kapitoly 5 a 7)

Ďalšie informácie o potenciálnych úsporách energie sú možné v kapitolách 3 až 7 v častiach o energii, najmä v kap. 7.3.15 (úspory energie v papierňach).

2.9.6.3 Kombinovaná výroba elektriny a tepla

Opis

Súčasná výroba tepelnej energie a elektrickej alebo mechanickej energie v jednom procese v zariadení je kombinovaná výroba tepla a elektrickej energie a označuje sa ako kombinovaná výroba tepla a elektrickej energie (KVET). Viac informácií nájdete v kap. 2.6.1.2.2.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Zvýšenie energetickej efektívnosti, čím sa znižujú emisie na vyrobenú kWh alebo na MJ vstupného paliva. Inštalácia kogeneračnej jednotky môže znížiť spotrebu primárnej energie o 10 až 15 %, čo vedie k zníženiu emisií CO₂. Odpad v distribučnej sústave elektrickej energie sa znižuje na 5 %.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Kogeneračné zariadenia (kombinovaná výroba elektriny a tepla) založené na plynových turbínach v kombinovanom cykle sú dôležitým opatrením na zníženie spotreby paliva a emisií CO₂ vďaka ich relatívne vysokej celkovej efektívnosti palív, a to aj v prípade jednotiek s relatívne malou kapacitou (viac ako niekoľko MW_t). Vysoký pomer elektriny k teplu a vysoký stupeň konverzie palív používaných výrazne znižujú špecifické emisie CO₂, ako aj celkové emisie na vyrobenú kWh v porovnaní s kondenzačnými parnými elektrárnami. Dosahujú sa nižšie hodnoty CO a NO_x.

Straty energie pri výrobe elektrickej energie a tepla možno znížiť kombináciou výroby tepla a elektrickej energie (KVET). Kogeneračné zariadenia zvyšujú mieru premeny paliva (hodnotu efektívnosti paliva) z približne jednej tretiny konvenčných elektrární na približne 80-93 %. Charakteristika procesu výroby papiera/lepenky je priaznivá pre použitie zariadení na kombinovanú výrobu elektriny a tepla: vysoký dopyt po teple a elektrine s relatívne stabilným pomerom elektriny k teplu v priebehu celého roka.

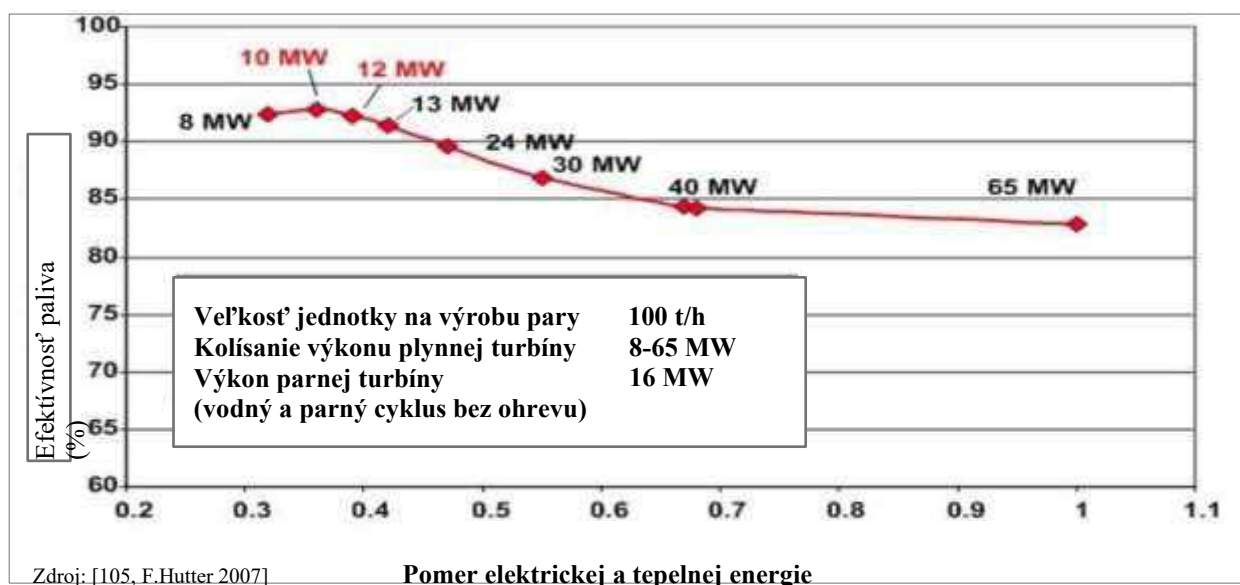
V závodoch sa používajú rôzne druhy kogeneračných procesov. Okrem konvenčných parných elektrární s protitlakovými turbínami sú od roku 1980 na trhu aj elektrárne s kombinovaným cyklom. Protitlaková parná elektráreň môže dosiahnuť pomer elektriny k teplu približne 0,2, čo nepostačuje na pokrytie dopytu po elektrine v moderných zariadeniach na výrobu papiera. Najmodernejšie papierenské stroje potrebujú pomer výkonu k teplu od 0,3 do 0,65 v závislosti od druhov a kvality papiera a zariadení na výrobu papiera (v prípade mechanických celulózočiek je tento pomer ešte vyšší). Tradičné parné elektrárne slúžia na zvýšenie výkonu modernizáciou parného cyklu a umiestnením plynovej turbíny pred kotol, ktorý sa potom nazýva kombinovaný cyklus s plynovou turbínou. V plynovej kotolni je možné pred existujúci prídavný parný kotol nainštalovať jednu alebo viac plynových turbín, aby sa na tomto zariadení vyskytla najvyššia výroba elektrickej energie. Ak je parná turbína už v prevádzke, plynovú turbínu je možné nainštalovať pred parný generátor, aby sa dosiahol vyšší výnos elektrickej energie.

Príkladom je moderná a účinná turbína s kombinovaným cyklom (CCGT), ktorá bola nainštalovaná v roku 2008 v závode na výrobu papiera a lepenky v Nemecku. Tento systém internej výroby elektriny a tepla sa vyznačuje 92 % účinnosťou paliva, znižuje emisie CO₂ nízkou tvorbou CO a NO_x. Ak je to možné, tento systém by sa mal považovať za uprednostňovanú možnosť.

Rovnako ako v bežnej plynovej turbíne sa vzduch odoberá z ovzdušia a stláča sa. V oddieli spaľovacej komory sa mieša palivo a vzduch z kompresora plynovej turbíny a prebieha spaľovanie. Po spálení sa odpadové plyny rozširujú do turbíny, ktorá prevádzkuje generátor. V elektrárnach s kombinovaným cyklom sa tepelná energia v spalínach z plynovej turbíny využíva v regeneračnom parnom kotle na výrobu pary, ktorá sa používa na výrobu ďalšej elektrickej energie prostredníctvom parnej turbíny (pozri tiež kap. 2.6.1.2.2).

Kogeneračné zariadenia premieňajú 80-93 % vstupnej energie z 50-80 % na teplo a 20-50 % na elektrinu v závislosti od konkrétnych potrieb pary a elektriny v zariadení a využitím systému výroby tepla.

Vyrobená (generovaná) elektrická energia a vyrobené teplo dávajú HPR, čo je pomer tepelnej energie k elektrickej energii. Pri výbere vhodného pomeru HPR pre konkrétny papierenský závod je potrebné zohľadniť základné fyzikálne limity hodnôt palivovej účinnosti. Na obrázku 2.24 je znázornený príklad závislosti medzi efektívnosťou paliva a zvoleným HPR.



Obrázok 2.24: Korelácia medzi účinnosťou paliva a zvoleným pomerom tepla k výkonu pre zariadenia CCGT

Na obrázku 2.24 sú uvedené výsledky termodynamických výpočtov: z technického hľadiska možno najlepšie možné hodnoty palivovej účinnosti dosiahnuť v rozpätí HPR 0,3-0,5. Pomer tepla k výkonu vyšší ako 0,5 znižuje hodnotu palivovej efektivity. Graf je znázornený pre konvenčnú parnú elektrárňu, ktorá vyrába 100 ton pary za hodinu. Výstupný výkon parnej turbíny sa udržiava na konštantnej úrovni 16 MW. Body v grafe predstavujú výsledky termodynamických výpočtov pre kotol s rôznymi veľkosťami plynových turbín (od 8 do 65 MW) umiestnených pred parným kotlom. V tabuľke sú uvedené aj niektoré relevantné výkonnostné triedenia pre plynne turbíny.

Ekonomické optimum je možné, aby sa líšilo od technického optima a nemusí sa s ním zhodovať. V závislosti od pomeru cien elektriny a paliva môžu ekonomické výpočty viesť k vyššej alebo nižšej hodnote HPR. Napríklad vysoký pomer ceny elektriny k cene paliva hodnoty 4 umožňuje vyšší pomer elektriny k teplu a vedie k tomu, že kogeneračné zariadenia dosiahnu vyššie hodnoty HPR, ale majú nižšiu účinnosť paliva, napr. len 75 %. Keď pomer ceny elektriny a paliva klesne na 3, kogeneračné zariadenia s vyššou účinnosťou paliva, ale nižším pomerom elektriny a tepla sú ekonomicky rentabilné.

Tab. 2.23 uvádza príklad zníženia emisií, ktoré sa dosiahli nahradením zariadenia plynovou turbínou s kombinovaným cyklom (CCGT) s využitím strednej úrovne zaťaženia. Príklad CCGT predstavuje proces kogenerácie s najlepšou možnou tepelnou efektivosťou. Kombinovaná výroba pary a elektriny (CCGT s 92 % účinnosťou paliva) sa porovnáva s nakúpenou elektrickou energiou vyrobenou v najmodernejšom zariadení na výrobu uhlia (42 % elektrická účinnosť, príklad z Nemecka) a parnou jednotkou na mieste (účinnosť kotla 88 %). Špeciálny systém klapiek zabezpečuje, aby sa do spaľovacieho zariadenia priamo dodávalo presne požadované množstvo kyslíka. Zariadenia na reguláciu paliva a kyslíka, ktoré fungujú použitím špecifického počítačom riadeného systému, zaručujú pálenie takmer bez CO. Nízky obsah NO_x môžu mať ďalšiu výhodu: príslušné orgány v tomto prípade rozhodli, že kontinuálne meranie NO_x stanovené podľa príslušných predpisov už nebude potrebné.

Tabuľka 2.23: Porovnanie vplyvu plynových turbín a elektrární s kombinovaným cyklom na životné prostredie a dodávky energie pre verejnú spotrebu v Nemecku

Príklad zariadenia na kombinovanú výrobu tepla a elektrickej energie navrhnutého na 95 t pary/h; výroba približne 90 t pary/h; výkon 24 MWe [1]					mg/MJ (2)
	Jednotka			Hodnota	NA
Výstupný výkon v kombinácii	MW			24,0	NA
Procesné teplo v kombinácii	MW			60,0	NA
Pomer výkonu k teplu	MW/MW			0,40	NA
Celková vyrobená energia	MJ/h			302 400	NA
		Použitie			
	Jednotka	Plynová turbína	Doplňkové spaľovanie	Celkom	mg/MJ (2)
Menovitý tepelný príkon	MW	37,9	53,6	91,5	NA
Prietok plynu (suchý plyn, normálne podmienky)	m3/h	NA	NA	109 000	NA
NOx (1)	mg/m3	NA	NA	70	NA
Emisie CO (1)	mg/m3	NA	NA	5	NA
SO2 (1)	mg/m3	NA	NA	0	NA
Hmotnosti NOx	kg/h	NA	NA	10,9	36,0
Hmotnosti CO	kg/h	NA	NA	0,5	1,8
Hmotnosti SO2	kg/h	NA	NA	0	0
Hmotnosti CO2	t/h	NA	NA	19,0	62 830
Nakúpená elektrická energia: 24 MW z verejnej dodávky stredne zaťažených uhoľných pecí prostredníctvom verejnej siete - technologickú paru vyrába parná jednotka: 90 t/h pary [2]					
	Jednotka			Hodnota	mg/MJ (2)
Nakúpená elektrická energia	MW			24	NA
Výroba tepla	MW			60	NA
Celková vyrobená energia	MJ/h			302 400	NA
		Použitie			
	Jednotka	Výroba elektriny	Výroba pary	Celkom	mg/MJ (2)
Menovitý tepelný príkon	MW	59,4	67,6	127	NA
Prietok plynu (suchý, normálne podmienky)	m3/h	73 070	69 030	142 100	NA
Emisie NOx	mg/m3	200	100	NA	NA
Emisie CO	mg/m3	200	50	NA	NA
Emisie SO2	mg/m3	200	0	NA	NA
Hmotnosti NOx	kg/h	14,6	6,90	21,5	71,1
Hmotnosti CO	kg/h	14,6	3,45	18	59,7
Hmotnostný tok SO2	kg/h	14,6	0	14,6	48,3
Hmotnostný tok CO2	t/h	19,6	13,9	33,6	110 950

Poznámka: NA = údaje nie sú k dispozícii

(1) Obsah kyslíka v odpadovom plyne je 3 %.

(2) Výpočet na prevod čísel na konkrétne hodnoty: 1 MW x 3600 = MJ/h; napríklad (24,0 + 60,0) x 3600 = 302 400 MJ/h; napríklad špecifické emisie NOx možno vypočítať ako 10900 g/h delené 302400 MJ/h = 36 mg/MJ.

Zdroje:

[1] Údaje z papierne s paroplynovou elektrárnou (elektrická energia) (Nemecko), ktorá bola uzavretá v roku 2008, nahlásené údaje z roku 2008 [106, F.Hutter 2010].

[2] Údaje z výskumnej správy BMFT-FB-T85-065, F. Hutter a kol.; v: Fichtner: Design of a Coal Fired Power Station with Environmental Protecting Components (Návrh uhoľnej elektrárne s komponentmi na ochranu životného prostredia), vydaný Ministerstvom pre výskum a technológie, Nemecko, 1985.

Príklad vypočítaný spoločnosťou F. Hutter GmbH Biberach, Nemecko, 2010. Predpokladá sa, že kogenerácia nahradí výrobu základného zaťaženia z dodávok verejných služieb. V Nemecku sa vysoké základné zaťaženie generuje v uhoľných peciach. Porovnanie prebieha so zariadením s efektívnosťou 42 %, s moderným odsírením a denitrifikáciou a s prenosovými stratami 2 %

V porovnaní s konvenčnou výrobou energie v modernej uhoľnej elektrárni a jej vlastným parným kotlom dosahuje systém CCGT opísaný v tab. 2.23 zníženie znečisťujúcich látok:

- Spotreba paliva: zníženie o 28 %
- NO_x: zníženie o 49 % (namiesto 21,5 kg NO_x/h produkuje kogeneračné zariadenie 10,9 kg NO_x/h)
- CO: zníženie o 97 % (namiesto 18 kg CO / h produkuje kogeneračné zariadenie 0,5 kg CO / h)
- SO₂: 100 % zníženie
- CO₂: zníženie o 43 % (namiesto 33,6 t CO₂/h vyprodukuje kogeneračné zariadenie 19 t CO₂/h).

Je potrebné poznamenať, že dosiahnutie zníženia emisií je závislé od porovnávaných systémov výroby energie.

Účinky medzi zložkami

Zariadenia na kombinovanú výrobu elektriny a tepla vytvárajú nové zdroje emisií do ovzdušia. Emisným bodom kogeneračného zariadenia je vylúčený kotol (HRSG).

Technické kritériá uplatniteľnosti

Systém KVET je uplatniteľný pre nové aj existujúce prevádzky. V existujúcich zariadeniach je možné realizovať kombinovanú výrobu napríklad prostredníctvom prestavby existujúcich parných protitlakových jednotiek a ich transformácie na kogeneračné zariadenia s kombinovaným cyklom. Kogenerácia má široké možnosti využitia v rôznych kapacitách. Kapacity na výrobu kogeneračných jednotiek sa pohybujú od ≤ 1 MW_t pre malé papierne až po ≥ 500 MW_t regeneračné kotle vo veľkých celulózkach. Administratívne procesy na získanie povolení potrebných na rekonštrukciu zariadenia a jeho pripojenie k verejnej sieti alebo v prípade potreby na vybudovanie vysokonapäťového vedenia na pripojenie zariadenia k sieti môžu slúžiť ako prekážka pri zavádzaní KVET.

Vzhľadom na relatívne malú veľkosť väčšiny papierní na výrobu tenkého papiera môžu byť KVET menej životaschopné ako väčšie papierne.

Ekonomika

Dosiahnutie úspor a doba návratnosti sú predovšetkým závislé od cien elektrickej energie a palív v danej krajine. Je potrebné zohľadniť investičné náklady a náklady na odpisy a údržbu. V prípade zariadení, ktoré využívali výrobu, išlo o nákladovo efektívne opatrenie (v rámci priamo daných cien energie).

Investičné náklady na kogeneráciu sú závislé od veľkosti zariadenia. Kapitálové investície na inštalovaný MW klesajú s veľkosťou zariadenia a závisia od inštalovanej technológie KVET. Boli poskytnuté informácie o týchto kapitálových investíciách potrebných v roku 2010 podľa veľkosti a technológie [ASPAPL, 2011]:

Jednoduchý cyklus s plynovou turbínou:

- 1 MW a výroba 3 t/h nasýtenej nízkotlakovej pary: 1,5 milióna EUR
- 4,5 MW a výroba 6 t/h nasýtenej nízkotlakovej pary: 5 miliónov EUR

Jednoduchý cyklus s motorom:

- 1 MW s výrobou pary alebo studenou prevádzkou: 1,3-1,5 milióna EUR

Plynová turbína s kombinovaným cyklom (CCGT):

- 25 MW a výroba 40 t/h nasýtenej nízkotlakovej pary: 30 miliónov EUR
- 48 MW a výroba 90 t/h nasýtenej nízkotlakovej pary: 54 miliónov EUR

Dôvody implementácie

Očakávané zvýšenie efektívnosti zariadenia a zníženie jeho nákladov na energiu.

Ak sa využije plný potenciál kogenerácie, je možné, že výroba elektriny v elektrárni prekročí jej dopyt po elektrine. Určité množstvo elektriny vyrobenej v procese výroby sa potom predáva do siete, ak sú trhové podmienky priaznivé.

Príklady závodov

Použitie kombinovanej výroby tepla a elektrickej energie je bežnou praxou a používa sa v mnohých závodoch na výrobu papiera v Európe (pozri tiež tabuľku 1.4). V odvetví výroby buničiny a papiera v Španielsku bolo v roku 2010 v prevádzke 50 kogeneračných zariadení. V prevádzke sú rôzne úpravy pre plynové turbíny s kombináciou cyklov a iné druhy kogeneračných zariadení. To, ktorý systém sa nakoniec použije, závisí predovšetkým od existujúcich elektrární, ktoré sú už v prevádzke, ako aj od miestnych a trhových podmienok.

Literatúra

[9, Smernica 2004/8/ES 2004], [12, smernica 2010/75/EÚ 2010], [105, F.Hutter 2007], [106, F.Hutter 2010].

2.9.7. Znižovanie emisií do ovzdušia z kotlov na zmiešané palivá a biomasu a pomocných kotlov

V celulózkach a papierňach sa na výrobu pary (zvyčajne v spojení s turbínou na výrobu energie) môžu použiť rôzne druhy biomasy, fosílnych palív (uhlie, hneď lignit, ropa alebo zemné plyny), prevádzkové zvyšky a odpad. Pokiaľ ide o rozsah, čitateľ je odkázaný na prvé odseky kap. 2.6. Stacionárne spaľovacie motory sú mimo tohto rozsahu.

Kotly na čistú biomasu (medzi tieto palivá patrí kôra, zvyšky dreva a triedený odpad) sú typické pre chemické alebo mechanické celulózky a papierne, ktoré prevádzkujú sklady dreva. Bežne sa používajú aj kotly na zmiešané palivá. Kôra sa ľahko používa ako palivo v pomocných kotloch v závode. Ak sa v týchto kotloch spaľuje odvodnený kal (s nižšou výhrevnosťou), musia sa zohľadniť niektoré vlastnosti prípravy a pálenia kalu (pridávanie podporného paliva s vysokou výhrevnosťou, zodpovedný dizajn pece, miešanie, predhrievanie spaľovacieho vzduchu atď.). Pri pálení týchto zmiešaných palív sa odporúčajú environmentálne šetrné techniky pálenia, ako aj metódy sekundárneho čistenia spalín s cieľom dosiahnuť minimalizáciu prašnosti a NO_x , SO_2 a iných plyných znečisťujúcich látok, ak sú prítomné.

Viac informácií o dostupných metódach na zníženie emisií zo spaľovní odpadov a kalu zo zariadení na úpravu odpadového papiera nájdete v kap. 6.3.14, kde sú uvedené štyri príklady. Konvenčné plynové alebo olejové parné kotly (parné jednotky) s menovitým tepelným príkonom vyšším ako 50 MW na pokrytie prevádzkovej potreby tepla celulózok a papierní sa nelíšia od parných generátorov v iných priemyselných odvetviach a opatrenia na zníženie emisií tu nie sú podrobne opísané (len niektoré údaje o emisiách NO_x). Čitateľ ich nájde v dokumente BREF Veľké spaľovacie zariadenia [271, COM 2006]. Tento dokument obsahuje rozsiahle informácie o technikách a opatreniach používaných na zníženie emisií zo spaľovacích zariadení, ktoré používajú komerčné palivá, ako je zemný plyn, čierne alebo hnedé uhlie a iné.

Emisie z kogeneračných zariadení v celulózovo-papierenskom priemysle sú úplne rovnaké ako emisie z čisto parných kotlov používajúcich rovnaké palivo. Emisným bodom pri kogeneračných aplikáciách je zvyčajne kotol. V prípade plynovej turbíny však proces spaľovania neprebíha v kotle, ale v spaľovacej komore. V prípade procesu CCGT sa pri výpočte emisií hodnoty NO_x a CO mali riadiť v plynovej turbíne. Emisie sa monitorujú aj za kotlami.

2.9.7.1 Znižovanie emisií prachu

Opis

V celulózkach a papierňach sa používajú rôzne druhy spaľovacích zariadení na výrobu pary a energie. Z hľadiska používaných palív sa v zariadeniach na spaľovanie môžu používať len zvyšky dreva (z kôry a drevného odpadu), len fosílna palivá (uhlie a lignit, olej, zemný plyn) a zmesi palív, ako sú bioplyn, biomas a fosílna palivá, iné zvyšky z výroby a rôzne druhy kalov (napr. kaly z biologického čistenia odpadových vôd).

Techniky, ktoré sa bežne používajú na zníženie emisií pevných častíc (prachu) z týchto zariadení, zahŕňajú tkaninové filtre a elektrostatické odlučovače (ESP).

Elektrostatické odlučovače využívajú elektrostatické sily na oddelenie a zachytávanie častíc z plynu z kotla. V prípade tkaninových filtrov sa prach oddeľuje pri prechode plynu cez tkaninový filter.

ESP aj tkaninové filtre sú vysoko účinné zariadenia na odstránenie častíc s konštrukčnou účinnosťou vyššou ako 99,5 %. Výber medzi ESP a tkaninovým filtrom vo všeobecnosti závisí od typu paliva, veľkosti zariadenia, druhov kotla a cieľa, ktorý sa má dosiahnuť pri odstraňovaní častíc. Textilné filtre môžu poskytnúť o niečo nižšie emisie prachu ako ESP. Podrobný opis elektrostatických odlučovačov a tkaninových filtrov je možné nájsť v dokumente BREF LCP [271, COM 2006].

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Znižuje prašnosť a jemný prach. Jemný prach sa všeobecne označuje ako PM₁₀ a PM_{2,5}, ktorý označuje pevné častice (PM) s aerodynamickým priemerom rovnajúcim sa 10 µm alebo menej, v druhom prípade 2,5 µm alebo menej. Textilné filtre sú pri znižovaní veľmi jemných častíc účinnejšie ako ESP.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Obe techniky vykazujú veľmi vysokú účinnosť odstraňovania častíc (viac ako 99 %) a osvedčili sa v priemyselných podmienkach. Obsah pevných látok v odpadových plynách po úprave je 5 až 20 mg/Nm³ pre vhodne navrhnuté zariadenie pracujúce za normálnych prevádzkových podmienok ESP a v rozmedzí 1 až 10 mg/Nm³ pre textilné filtre ako priemerná denná hodnota. V tabuľke 2.24 sú uvedené niektoré vzorové údaje pre fluidné kotly vybavené odlučovačmi alebo tkaninovými filtrami.

Tabuľka 2.24: Príklady údajov o emisiách prachu z kotlov v papierňach, ktoré používajú rôzne palivá a sú vybavené ESP alebo textilnými filtrami

Menovitý tepelný príkon (MW)	Rok uvedenia do prevádzky	Palivá	Systém úpravy odpadových plynov	Prach (mg/Nm ³)	O ₂ (%)	Druhy merania
48	1994	Kôra, kal, papier, drevný odpad	Suchá adsorpcia + textilné filtre	0-10 (DAV) 3-7 (MAV) 4 (YAV)	11	Nepretržite
4,8	2003	Odpadové drevo, výmety, kaly	Suchá adsorpcia + textilné filtre, SNCR	0,1- 0,3 (YAV)	11	Nepretržite
15	1984	Kôra, kal, uhlie, bioplyn	ESP + textilné filtre	1-4	11	Pravidelné (prerušované) (každý rok)
25	1982	Kôra, kal, bioplyn	ESP	15-16	11	Pravidelné (prerušované) (každý rok)
40	Nie je uvedené	Kôra	Textilné filtre	1,1-4,4 (DAV) 2 (YAV)	11	Nepretržite
32	Nie je uvedené	Kôra, biologicky vzniknutý kal	ESP	7 (YAV)	11	Nepretržite
35	2006	Biomasa (89 %), chybné výrobky zo skladu zberového papiera (11 %)	ESP	14- 23 (DAV) 19 (YAV)	8	2x/rok

Poznámka: DAV = denná priemerná hodnota; MAV = mesačná priemerná hodnota; YAV = ročná priemerná hodnota.

Príklady závodov sú z Rakúska, Nemecka, Francúzska a Portugalska (názvy závodov boli vylúčené).

Zdroje: vyplnené dotazníky z rokov 2007 a 2009; [229, Stubenvoll et al. 2007].

Účinky medzi zložkami

ESP má dopyt po energii. Textilné filtre zvyčajne spôsobujú väčšiu tlakovú stratu ako ESP, a preto slúžia na to, aby vyžadovali viac energie pre odsávacie ventilátory. Popol si vyžaduje environmentálne vhodné nakladanie a znižovanie.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Bežná technika v spaľovacích zariadeniach rôznych veľkostí a účelov. Obe techniky je možné použiť v nových zariadeniach a pri modernizácii existujúcich zariadení.

Ekonomika

Odhadované investičné náklady na inštaláciu ESP alebo textilného filtra sú približne 1 milión EUR pre zariadenia s výkonom 40 MW_t, 1,4 milióna EUR pre zariadenia s výkonom 60 MW_t, 2,1 milióna EUR pre zariadenia s výkonom 100 MW_t. Investičné náklady na ESP a tkaninové filtre sú pri kotloch s rovnakou kapacitou približne rovnaké [229, Stubenvoll a kol. 2007].

V tabuľke 2.25 sú uvedené ďalšie údaje o nákladoch na zariadenia na odstraňovanie prachu pre menšie spaľovacie zariadenia (2-20 MW).

Tabuľka 2.25: Údaje o nákladoch na zariadenia na odstraňovanie prachu pre menšie spaľovacie zariadenia

Náklady na odstránenie prachu (i)	Menovitý tepelný príkon: 2 MW	Menovitý tepelný príkon: 5 MW	Menovitý tepelný príkon: 20 MW	Poznámky
Investičné náklady - ESP v EUR	11 000 - 140 000	155 000-190 000	410 000-510 000	Vrátane inštalácie, izolácie, vykurovania, odsávania popola, elektronických zariadení
Investičné náklady - textilné filtre v EUR	110 000 - 135 000	180 000-230 000	590 000-710 000	Vrátane inštalácie, izolácie, vykurovania, odsávania popola, elektronických zariadení
Ročné prevádzkové náklady - ESP v EUR	5 500	7 800	15 000	8 000 prevádzkových hodín; vrátane nákladov na elektrickú energiu tlakové straty
Ročné prevádzkové náklady - textilné filtre v EUR	7 200	16 000	62 000	8 000 prevádzkových hodín; vrátane nákladov na výmenu filtračných rúrok, energiu, tlakové straty, stlačený vzduch

Zdroj: Fa. Scheuch (2006)

(i) V oboch prípadoch, ESP aj FF, musí byť z bezpečnostných dôvodov nainštalovaný multicyklón (odstránenie veľkých prachových častíc a iskier). Multicyklóny zvyšujú investičné náklady na zariadenia na znižovanie PM o 5 - 10 %.

Poznámka:

Pri nových zariadeniach, dokonca aj pri jednopólových ESP, je možné udržať priemernú dennú hodnotu približne 20 mg/Nm³.

Pre existujúce zariadenia: ak bol ESP navrhnutý tak, aby udržiaval úroveň PM pod 50 mg/Nm³, modernizácia môže byť náročná a môže byť potrebná výmena celého odlučovača.

Príklad vzťahu medzi investičnými nákladmi a efektívnosťou odstraňovania prachu ESP pre spaľovacie zariadenie s menovitým tepelným príkonom 1,2 MW (zdroj: Scheuch, 2006) je:

- ESP < 50 mg/Nm³; EUR 72 000-75 000
- ESP < 20 mg/Nm³; 82 000-85 000 EUR.

Dôvody implementácie

IED (smernica 2010/75/EÚ o priemyselných emisiách) a LCP (ESP), ako aj vnútroštátne právne predpisy.

Príklady závodov

Mnoho závodov v Európe.

Literatúra

[229, Stubenvoll a kol. 2007], [189, Norrström 2010], [Dotazníky 2007 a 2009].

2.9.7.2 Znižovanie emisií NO_x

V zásade možno na zníženie emisií NO_x použiť primárne opatrenia (integrované do procesu) a sekundárne opatrenia na odstránenie emisií NO_x po spaľovaní. Sekundárne opatrenia majú vplyv na tepelné a palivové NO_x.

2.9.7.2.1 Primárne opatrenia na zníženie emisií NO_x

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Tvorba NO_x v peci závisí v podstate od troch parametrov: teploty, prívodu kyslíka a obsahu N v palive. Primárne opatrenia na zníženie emisií NO_x zahŕňajú opatrenia ako optimalizácia pálenia v horáku, použitie palív s nízkym obsahom dusíka, nízky prebytok vzduchu, horáky s nízkym obsahom NO_x (pre kvapalné a plynné palivá), postupný prívod vzduchu (pri vŕhaní vzduchu nad plameň) a recirkulácia plynu. Táto kapitola opisuje len všeobecné princípy NO_x a metódy používané na ich zníženie. Podrobný opis nájdete v dokumente BREF LCP [271, COM 2006].

Horáky s nízkou hladinou NO_x pre kvapalné a plynné palivá sú navrhnuté tak, aby kontrolovali palivo a miešali ho so vzduchom a vytvárali väčšie a rozvetvenejšie plamene. Najvyššia extrémna teplota plameňa sa tak znižuje, čo vedie k menej tepelným emisiám NO_x. Vylepšená štruktúra ohňa tiež znižuje množstvo dostupného kyslíka v najhorúcejšej časti plameňa, čím sa zvyšuje efektívnosť horáka.

V bežných kotloch na olej alebo zemný plyn sú horáky dodávajúce zmes paliva a vzduchu zvyčajne navrhnuté tak, aby udržiavali podmienky spaľovania s nízkym obsahom NO_x. V bežných kotloch sa často spaľuje aj uhlie alebo rašelina vo forme jemne mletého prášku, ktorý sa privádza cez horáky, ktorých dizajn zabezpečuje nízku hladinu NO_x počas spaľovania. V horákoch s nízkym obsahom NO_x sa primárny spaľovací vzduch privádza cez horák v zmesi paliva a vzduchu. Sekundárny a terciárny vzduch sa privádzajú oddelene, aby sa zabezpečila zodpovedajúca rovnováha medzi primárnym, sekundárnym a terciárnym vzduchom v oblasti plameňa, aby sa udržiaval NO_x zo pálenia. Aj napriek tomu je možné v prípade potreby privádzať určité množstvo vzduchu nad hlavnú oblasť plameňa, aby sa dokončilo pálenie palív.

Účelom viacfázového prívodu vzduchu je spaľovanie paliva bez prebytku vzduchu a vlastne aj pri znižovaní obsahu kyslíka, čo znamená, že nie je dostatok kyslíka na podporu silného NO_x a že teplota plameňa je vyššia ako v bežných horákoch, čo priamo znižuje množstvo NO_x.

Horáky s nízkou hladinou NO_x možno kombinovať s ďalšími primárnymi opatreniami, ako je napríklad fúkanie vzduchu nad plameň alebo recirkulácia plynu. Kombinácia horákov s nízkou hladinou NO_x horákov a ďalších primárnych opatrení môže priniesť zníženie emisií NO_x až o 70 %.

Stupňovanie prívodu vzduchu znamená zavedenie dúchania vzduchu nad plameň do kotla alebo pece. Stupňovanie vzduchu v horáku (vnútorné triedenie vzduchu) je možno jedným z konštrukčných prvkov horákov s nízkou hladinou NO_x. Pece s fúkaním vzduchu nad plameňom vyžadujú, aby sa spaľovací vzduch rozdelil na primárny a sekundárny vzduch, aby sa dosiahlo úplné spaľovanie N₂, a nie NO_x. Primárny vzduch (70-90 %) sa mieša s palivom a vytvára relatívne nízku teplotnú zónu s nedostatkom kyslíka a bohatú na palivo, zatiaľ čo sa tvorí stredné množstvo NO_x. Sekundárny (10-30 %) spaľovací vzduch sa privádza nad spaľovaciu zónu.

Druhá fáza s relatívne nízkou teplotou znižuje tvorbu tepelného NO_x . Na efektívne spaľovanie je dôležité umiestnenie vstrekovacích otvorov a miešanie prehriateho vzduchu.

Recirkulácia spalín zahŕňa recirkuláciu plynu do pece alebo horáka. Pri tejto technológii sa časť plynu (napr. 20 - 30 %) recirkuluje (pri 350 - 400 °C) a mieša so spaľovacím vzduchom. Výsledné zriedenie v plameni znižuje teplotu a dostupnosť kyslíka, a tým aj tvorbu vysokoteplotného NO_x . Modernizácia kotlov s recirkuláciou spalín zahŕňa inštaláciu systému na rekuperáciu spalín z kotlovej jednotky, ďalšieho potrubia, ventilátora a lapača popola. Na úpravu prachu z odpadových plynov pred recirkuláciou je potrebný lapač popola. Distribúcia tepla v peci môže byť ovplyvnená zvýšením výkonu. Nadmerná recirkulácia odpadových plynov môže byť tiež príčinou problémov s nestabilitou plameňa a zvýšením teploty pary. Samotná recirkulácia plynu dosahuje pri znižovaní NO_x malú účinnosť, ale je možné ju kombinovať s inými opatreniami na zníženie emisií.

Konkrétny druh horáka s nízkym obsahom NO_x je takzvaná technológia DLN so sušeným horákom s nízkym obsahom NO_x), ktorá sa používa najmä v plynových turbínach. Spaľovací systém DLN produkuje nízke emisie v priebehu prevádzky v suchom, predmiešanom režime so zemným plynom, t. j. v jednotke plynného paliva sa nepoužíva vstrekovanie vody ani pary. Systém suchého pálenia s nízkym obsahom NO_x znižuje emisie vopred pripravenej chudobnej zmesi vo viaczómovej spaľovacej komore a tiež prostredníctvom radiaceho zariadenia, ktoré usmerňuje palivo do rôznych zón spaľovacej komory v závislosti od prevádzkového režimu. Nízkoemisné horáky, ako aj iné horáky na NO_x nie sú špecifické pre celulózovo-papierenský priemysel, ale sú uplatniteľné na kotly a plynové turbíny všeobecne.

Použitie technológií s nízkymi emisiami NO_x pri pálení tuhých palív a zvyškov z výroby buničiny a papiera (kôra, drevný odpad, kal) vo fluidnom kotle je opísané v kap. 2.6.1.2.3. Uhlie a hnedé uhlie sú vhodné na pálenie predovšetkým ako hlavné alebo pomocné palivo vo fluidných systémoch, ktoré pri použití s odstupňovaním vzduchu alebo recirkuláciou plynu podporujú nízke hodnoty NO_x .

Medzizložkové vplyvy

Medzizložkové vplyvy primárnych opatrení sú všeobecne malé. Optimalizované pece zabráňujú prebytku kyslíka a vysokým teplotám, ktoré podporujú tvorbu NO_x . Príliš nízky nadbytok kyslíka však zvyšuje riziko nedokonalého pálenia, a tým aj najvyšších emisií CO (oxidu uhoľnatého) a TOC. Ak sa snažíme dosiahnuť veľmi nízke hodnoty NO_x znížením prietoku vzduchu, je potrebné nastaviť správnu rovnováhu. V niektorých prípadoch je možné, že recirkulácia spalín zvýši kontrolu spaľovania a následne zníži emisie CO. V dôsledku nižšej teploty je možné, že v niektorých závodoch sa zníži energetická účinnosť.

Vo fluidných reaktoroch je možné, že vstrekovanie sekundárneho vzduchu zníži spotrebu energie, pretože sekundárny vzduch sa vstrekuje pri vyššom tlaku ako primárny vzduch.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

NO_x z pomocného kotla na biomasu závisia od použitého paliva a podmienok spaľovania. Obsah dusíka v biomase sa medzi rôznymi druhmi dreva líši a obsah dusíka v konkrétnych druhoch biomasy sa líši aj v rámci jednotlivých častí rastliny. Vyššie emisie spôsobené použitím viac znečisťujúcich surovín (s vyšším obsahom N) alebo procesov možno kompenzovať väčším úsilím v oblasti prevencie a kontroly znečistenia (primárne alebo sekundárne opatrenia).

Meranie emisií pomocou online merania NO_x a emisií kyslíka pomôže zabezpečiť, aby sa udržiavali podmienky spaľovania, ktoré vedú k nízkym emisiám NO_x , a tým k dosiahnutiu emisných cieľov. Účinné zníženie NO_x použitím primárnych opatrení si vyžaduje inštaláciu kvalitného systému regulácie rýchlosti pálenia vo fluidných kotloch.

Primárne BAT vykazujú efektívnosť odstránenia NO_x v rozsahu od 20 % pre jednotlivé primárne opatrenia (nízke hodnoty NO_x , stupňovanie vzduchu, recirkulácia plynu) až do 70 % pri kombinácii primárnych opatrení.

Emisie z moderných fluidných kotlov pri pálení rozvlákňovacieho kalu a odpadového kalu spolu s pomocnými palivami možno účinne kontrolovať a optimalizovať. Dosiahnuté hodnoty emisií sú ovplyvnené rôznymi palivami, dodatočnými technikami znižovania emisií použitými v kotloch

a stanovenými emisnými cieľmi. Príklady dosiahnutých emisií pre rôzne palivá a kotly sú uvedené ďalej.

I. Vo fluidných kotloch, v ktorých sa spaľujú predovšetkým tuhé palivá a kaly, sa horáky s nízkou hladinou NO_x nepoužívajú. Slúžia na použitie počas priebehu spúšťania a vypínania. Odstupňovanie vzduchu a recirkulácia plynu slúžia na zníženie množstva NO_x na 200 mg/Nm³ (6 % O₂) bez závislosti na použitej palivovej zmesi.

V tabuľke 2.26 sú uvedené technológie zníženia emisií a hodnoty emisií NO_x a CO pre niektoré spaľovacie zariadenia v prevádzkach európskych celulózok a papierní (Rakúsko, Nemecko, Francúzsko) a spaľujúce rôzne palivové zmesi. Pre niektoré z týchto zariadení sa používajú primárne a sekundárne opatrenia (pozri kap. 2.9.7.2.2).

Tabuľka 2.26: Emisie NO_x z fluidných kotlov v závodoch na výrobu papiera, ktoré používajú primárne alebo sekundárne opatrenia

Menovitý tepelný príkon (MW)	Rok uvedenia do prevádzky	Palivá	Systém úprav y plynu	NO _x (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	O ₂ (%)	Pozorovania
48	1994	Kôra, kal, papier, drevný odpad	Primárne opatrenia	90-220 (DAV) 142-187 (MAV) 165 (YAV)	3-20 (DAV) 4-9 (MAV) 6,4 (YAV)	11	C _{org.} < 2 mg/Nm ³
4,8	2003	Odpadové drevo, výmety, kaly	Primárne opatrenia, SNCR	161-171 (YAV)	2,3-2,8 (YAV)	11	C _{org.} < 1 mg/Nm ³
40	Nie je uvedené	Kôra	Prehriaty vzduch	80-150 (DAV) 116 (YAV)	70-170 (DAV) 95 (YAV)	11	C _{org.} 4 mg/Nm ³
32	Nie je uvedené	Kôra, biologicky vzniklý kal	Primárne opatrenia	148 (YAV)	54 (YAV)	11	NA
<i>Poznámka:</i> Všetky údaje sú založené na nepretržitých meraniach. NA = údaje nie sú k dispozícii; DAV = denná priemerná hodnota; MAV = mesačná priemerná hodnota; YAV = ročná priemerná hodnota <i>Zdroj:</i> dotazníky z rokov 2007 a 2009							

II. V parných generátoroch alebo kotloch na plyn sa nízkoemisnými horákmi dosahujú emisie NO_x 60 mg/Nm³ až takmer 100 mg/Nm³ (pri 3 % O₂), ako je uvedené na niekoľkých príkladoch v tabuľke 2.27. Emisie CO sú zvyčajne vyššie ako 20 mg/Nm³ (pri 3 % O₂). Hodnoty emisií sa uvádzajú ako priemerné denné hodnoty a sú vykonávané merania v plynových kotloch s kapacitou od 17 MW do > 50 MW. V niektorých prípadoch sa využíva nepretržité meranie NO_x a CO.

Tabuľka 2.27: Príklady údajov o emisiách NO_x z plynových kotlov v rakúskych papierňach používajúcich techniky znižovania emisií NO_x

Menovitý tepelný príkon (MW)	Rok uvedenia do prevádzky	Systém úpravy plynu	NO _x (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	O ₂ (%)	Druhy merania
17	NA	Horák s nízkou tvorbou NO _x	95 (YAV)	19 (YAV)	3	Diskontinuálne
45	2002	Horák s nízkou tvorbou NO _x	56-72 (DAV) 61 (MAV) 60 (YAV)	3-5 (DAV) 4 (MAV) 4 (YAV)	3	Nepretržite
48	1977	Horáky s nízkou hladinou NO _x (modernizovaná) recirkulácia plynu	86-96 (DAV) 92 (MAV) 88 (YAV)	4-13 (DAV) 7 (MAV) 7 (YAV)	3	Nepretržite
<i>Poznámka:</i> NA = údaje nie sú k dispozícii. Palivom vo všetkých kotloch je plyn. DAV = denná priemerná hodnota; MAV = mesačná priemerná hodnota; YAV = ročná priemerná hodnota. <i>Zdroj:</i> dotazníky z rokov 2007 a 2009.						

III. NO_x v plynových turbínach s kombinovaným cyklom (CCGT) dosahujú úrovne NO_x 40 mg/Nm³ (pri 15 % O₂) pre nové zariadenia a 60-90 mg/Nm³ (pri 15 % O₂).

Ako je uvedené v prípade príkladov zariadení v tabuľke 2.28, emisie CO sú zvyčajne nižšie ako 40 mg/Nm³ (pri 15 % O₂). Hodnoty emisií sú uvedené ako priemerné denné hodnoty a boli namerané v novších a starších zariadeniach s rôznou kapacitou. Väčšina kotlov CCGT má kontinuálne meranie NO_x a CO.

Tabuľka 2.28: Údaje o emisiách NO_x pre príklad zariadenia CCGT v rakúskych papierňach používajúcich techniky znižovania emisií NO_x

Menovitý tepelný príkon (MW)	Rok uvedenia do prevádzky	Systém úpravy plynu	NO _x (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	Druhy merania
23	1997	DLN	70-90 (DAV)	0-40 (YAV)	Nepretržite
<i>Poznámka:</i> Všetky údaje sú založené na nepretržitých meraniach a O₂ 15 %; použité palivo bol plyn. DAV = denná priemerná hodnota; MAV = mesačná priemerná hodnota; YAV = ročná priemerná hodnota. <i>Zdroj:</i> dotazníky z rokov 2006 a 2008.					

IV. V prípade parných generátorov spaľujúcich olej neboli poskytnuté údaje o emisiách NO_x pri aplikácii primárnych opatrení.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Horáky s nízkymi emisiami NO_x, stupňovanie vzduchu a recirkulácia plynu (vo fluidných kotloch) sa môžu úspešne použiť pri modernizácii existujúcich kotlov a pri výstavbe nových kotlov). V tomto sektore sa osvedčili primárne opatrenia.

Tu opísané primárne opatrenia sú bežnými technikami v nových zariadeniach a majú už mnoho rokov využitie. Modernizácia existujúcich zariadení prostredníctvom primárnych opatrení je v zásade možná. Modernizácia je v prípade niektorých kotlov náročná z týchto dôvodov:

- Reaktory s fluidným lôžkom: sklad a potreba inštalovať účinnú reguláciu rýchlosti spaľovania môžu v niektorých závodoch viesť k vyšším nákladom.
- CCGT: Inštalácia DLN nemusí byť možná, ak sa s ňou nepočítalo v pôvodnej koncepcii budovy. V každom prípade je však možné vstrekovanie pary alebo vody.
- Olejové a plynové kotly: v každom zariadení je možné nainštalovať horáky s nízkou tvorbou NO_x; veľmi staré zariadenia s obmedzeným priestorom môžu mať ťažkosti.

Ekonomika

Odhadované investičné náklady na nízkoemisné horáky sú 1-2 milióny EUR pre kotly s výkonom 50-100 MW (priamo LF Engineering, 2009). Nepredpokladá sa rozsiahle zvýšenie prevádzkových nákladov.

Dôvody implementácie

IED (smernica o priemyselných emisiách 2010/75/EÚ) a LCP (smernica ESP 2001/80/ES), ako aj vnútroštátne právne predpisy. Hlavným dôvodom implementácie sú právne požiadavky a ciele v oblasti kvality ovzdušia v Európe, ako napríklad národné emisné stropy, ktoré boli stanovené pre znečisťujúce látky spôsobujúce acidifikáciu a eutrofizáciu s cieľom zabezpečiť väčšiu ochranu životného prostredia a ľudského zdravia pred ich nepriaznivými účinkami (smernica Európskeho parlamentu a Rady ESP 2001/81/ES o národných emisných stropoch pre určité látky znečisťujúce ovzdušie).

Príklady závodov

Početné súťaže v Európe aj mimo nej.

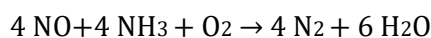
Literatúra

[1, Finnish BAT Report 1997], [229, Stubenvoll et al. 2007], [Dotazníky 2007 a 2009].

2.9.7.2.2 Selektívna nekatalytická redukcia (SNCR)

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

V systémoch SNCR sa do pece pri vhodnom teplotnom rozsahu vstrekuje amoniak alebo močovina. NO_x sa môžu znížiť o 30 % až 70 % v dôsledku reakcie medzi NO a redukčným činidlom pri tvorbe dusíka a vody. Najbežnejšími činidlami používanými v procesoch SNCR sú bezvodý amoniak, vodný amoniak a oxid uhličitý. V procese SNCR je aktívnym redukčným činidlom molekula amoniaku. Ak sa na zníženie emisií NO_x používa roztok močoviny, močovina sa pred procesom znižovania NO_x prevedie na amoniak. Dominantnou reakciou v procesoch SNCR v rámci spaľovacích procesov, kde je NO hlavnou zložkou NO_x, je:



Pri účinnejšom procese SCR je na jeden mol NO potrebné 1 mol amoniaku_x alebo približne 0,5 mólu močoviny na jeden mol NO_x. Proces SNCR nie je taký efektívny ako proces SCR pri používaní činidiel. Pri tomto procese sa činidlá musia dávkovať vo vyššom ako stechiometrickom pomere. V prípade SNCR to môže byť v rozpätí 1,5-2 moly (v niektorých prípadoch aj viac). Približná spotreba činidiel pre procesy SCR a SNCR je:

SCR: znižuje 1 kg NO_x vyžaduje 0,37 kg NH₃ alebo 0,653 kg močoviny.

SNCR: znižuje 1 kg NO_x vyžaduje 1,2-1,9 kg NH₃ alebo 2,2 - 3,3 kg močoviny.

Teplotné rozpätie pre účinnú prevádzku SNCR je zvyčajne v rozpätí 800 až 1 050 °C. Keď reakčná teplota stúpne nad 1 000 °C, rýchlosť odstraňovania NO_x sa kvôli tepelnému rozkladu amoniaku zníži. Pri teplotách nižších ako 800 °C klesá rýchlosť znižovania NO_x a môže sa zvýšiť únik amoniaku. Čím dlhšie je činidlo v optimálnom teplotnom rozsahu, tým väčšie je zníženie NO_x. Optimalizované emisie NO_x sa dosiahnu pri čase zdržania dlhšom ako jedna sekunda.

K úniku amoniaku zo systémov SNCR dochádza v rámci vstrekovania pri teplotách, ktoré sú príliš vysoké na účinnú reakciu s NO_x alebo pri nadmernom vstrekaní činidiel. Kontrola úniku amoniaku zo systémov SNCR je zložitá, pretože neexistuje účinná spätná väzba na reguláciu vstrekovania činidiel. Ďalším problémom je, že činidlá by sa mali umiestniť tam, kde majú najväčšiu uplatniteľnosť, pretože tvorba NO_x sa mení v závislosti od prierezu kotla.

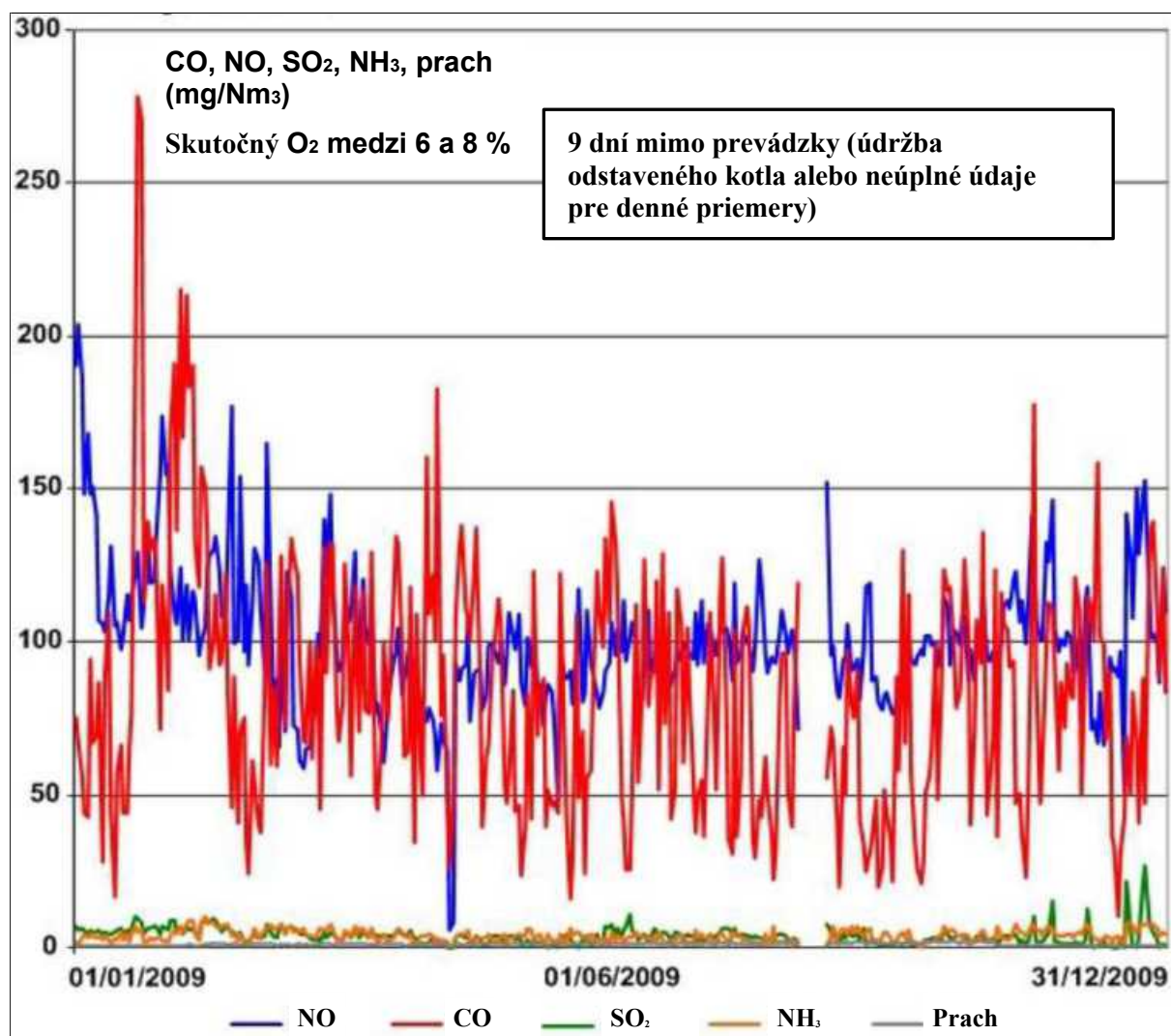
Dávkovanie činidiel sa musí kontrolovať najmä vo väčších kotloch kvôli veľkej vzdialenosti potrebnej na pokrytie celého prierezu kotla. Na monitorovanie zmien teploty spôsobených zmenami zaťaženia kotla sa bežne používa viacero bodov vstrekovania. V riadených systémoch SNCR sa NH_3 v rozsahu 1-10 mg/Nm^3 (pozri odsek „Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje“ a BREF LCP).

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Pri systémoch SNCR bolo zaznamenané zníženie o 30 % až 70 % (súbor údajov AF Engineering, 2009). Výsledok aplikácie SNCR je veľmi citlivý na zmeny prevádzkových podmienok kotla a dávkovanie močoviny/amoniaku sa musí priebežne kontrolovať. Nepretržité merania NO_x a skúsenosti ukazujú spoľahlivé výsledky.

Najvyššie možné zníženie NO_x z kotla na kôru sa dosiahne približne 30 - 50 % zmenou techniky pálenia alebo použitím procesu SNCR. NO_x by potom boli 40-60 mg/MJ , čo zodpovedá približne 100-200 mg/Nm^3 . V tabuľke 2.26 sú uvedené aj údaje o emisiách v prípade použitia SNCR vo fluidných kotloch

Na obrázku 2.25 sú znázornené namerané priemerné denné údaje o emisiách (2009) z fluidného kotla s prebublávaním v celulózke KRAFT SE 1. Kotol na biomasu má menovitý tepelný príkon 132 MW_t . Použité palivá (vyjadrené ako vstup energie) sú: 0,16 % ľahký olej; 2,07 % rašelina; 1,92 % odpad z vnútorného spracovania papiera/lepenky; 91,56 % kôra, zvyšky dreva a pilín a 4,29 % odpadové drevo. Kotol je vybavený fúkaním vzduchu nad plameňom, SNCR, ktoré znižuje emisie NO_x tkaninovým filtrom so vstrekaním vápna ako predbežnou ochrannou vrstvou na odstránenie prachu. Močovina sa do kotla vstrekuje na rôznych miestach a v rôznych množstvách v závislosti od jeho zaťaženia. Vápno sa používa ako predbežná ochranná vrstva len pri zavedení nových filtrov. Alkalické časti z kôry, ktoré sa používajú ako palivo, majú rovnaký účinok ako vstrekovanie vápna. NO sa meria online (okrem toho sa NO meria raz ročne)²; v roku 2009 bol NO_2 k celkovému množstvu NO_x ($\text{NO} + \text{NO}_2$) 7,4 %, t. j. 100 $\text{mg NO}/\text{Nm}^3$ sa rovná 108 $\text{mg NO}_x/\text{Nm}^3$). HCl bola < 1 $\text{mg HCl}/\text{Nm}^3$ počas celého roka. Emisie TOC sa pohybovali v rozpätí < 1 mg/Nm^3 - 5 mg/Nm^3 za rok.



Štatistika	NO (mg/Nm ₃)	CO (mg/Nm ₃)	SO ₂ (mg/Nm ₃)	NH ₃ (mg/Nm ₃)	Prach (mg/Nm ₃)
Ročný priemer	101,0	83,3	3,9	4,0	1,1
1. decil	78,2	36,1	1,1	1,7	0,6
Denné maximum	203,7	278,2	26,6	10,0	2,6
Štandardná odchýlka	23,1	40,8	2,9	1,9	0,4
95. percentil	147,5	139,1	8,0	7,6	1,9
zdrojov :: [166, KRAFT SE 1 mill 2010]					

Obrázok 2.25: Údaje o priemerných denných emisiách pre fluidný kotol so SNCR v celulóžke KRAFT SE 1

SNCR v kotloch na kôru je niekedy ťažké kontrolovať, pretože je možné, že dochádza k pomerne rýchlym zmenám zaťaženia. To má za následok kolísanie NO_x dosiahnutých použitím uvedených techník. Preto je niekedy ťažké dosiahnuť stabilné zníženie emisií NO_x použitím SNCR v kotloch s rýchlo sa meniacimi prevádzkovými podmienkami.

Medzizložkové vplyvy

Vstreknutá močovina alebo amoniak nezreagujú úplne, ale malá časť činidiel unikne do odpadových plynov. Efektívne zníženie NO by malo byť vyvážené zvýšením NH₃ a únik amoniaku by sa mal udržiavať na čo najnižšej úrovni (pozri priamo „Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje“). V závislosti od stochiometrie sa pridáva močovina a je možné je mierne zvýšenie úniku amoniaku, ale merania ukazujú, že riziko je zanedbateľné.

Potenciálne nebezpečenstvo predstavuje nezreagovaný amoniak v súvislosti s SO_3 vzniku hydrogénsíranu amónneho. Pri prevádzkových teplotách ohrievača vzduchu je možné, že sa zráža hydrogénsíran amónny, čo môže viesť k jeho upchatiu a zablokovaniu. Ak proces SNCR nie je riadne regulovaný, existuje určité riziko, že vzniká oxid dusný (N_2O), ktorý prispieva k skleníkovému efektu. Pravdepodobnejší je však výskyt emisií N_2O v kotloch na uhlie než v kotloch spaľujúcich biomasu (pozri BREF LCP).

Emisie CO_2 súvisiace s používaním močoviny a amoniaku na zníženie emisií NO_x sú relatívne malé a zanedbateľné v porovnaní s celkovými emisiami CO_2 z výroby celulózy a papiera. Znižovanie NO_x je však potrebné na ochranu zdravia a životného prostredia pred nepriaznivými účinkami (napr. eutrofizácia, acidifikácia a tvorba ozónu).

Technické kritériá uplatniteľnosti

Systémy SNCR sa vo veľkom používajú v rôznych závodoch a priemyselných odvetviach a sú nákladovo efektívnym opatrením na zníženie emisií NO_x na nízke úrovne. Inštalácia je bežnou praxou v prípade nových zariadení a mnohé existujúce fluidné reaktory boli tiež dodatočne vybavené technológiou SNCR. V niektorých prípadoch existujúcich kotlov môže byť ťažké dosiahnuť optimálne reakčné podmienky, čo obmedzuje potenciálne zníženie emisií NO_x na približne 40 %.

Ekonomika

Investičné náklady na inštaláciu technológie SNCR v kotloch v závislosti od menovitého tepelného príkonu boli uvedené následne takto: 40 MW: 0,7 milióna EUR; 60 MW: 0,8 milióna EUR; 100 MW: 1 milión EUR [229, Stubenvoll et al. 2007]. Investície zahŕňajú vstrekovacie zariadenia, potrubia, čerpadlá, nádrže a prestavbu alebo upravenie kotla. Prevádzkové náklady zahŕňajú najmä nákup močoviny. Na 1 kg odstráneného NO_x je potrebných 1-2 kg močoviny.

Iný odhad (LH Engineering data set, 2009) predpokladá investíciu do SNCR pre kotly s výkonom 50-100 MW vo výške približne 0,2-0,3 milióna EUR. Okrem toho je potrebné zohľadniť prevádzkové náklady, najmä v prípade amoniaku.

Dôvody implementácie

IED (smernica o priemyselných emisiách 2010/75/EÚ) a LCP (smernica ESP 2001/80/ES), ako aj vnútroštátne právne predpisy. NO_x má acidifikačný potenciál a je možné, že bude zvyšovať eutrofizáciu. V prípadoch citlivých jazerných oblastí v Európe by ďalšie zníženie NO_x Použitím sekundárnych opatrení, ako je SNCR, sa považuje za potrebné. Ďalším dôvodom môže byť plnenie cieľov kvality ovzdušia a skutočnosť, či vnútroštátne kritické zaťaženie NO_x podľa smernice o NEC (smernica ESP) je alebo nie je prekročené, a preto sa už nebudú vykonávať žiadne ďalšie merania NO_x . Poplatok za emisie NO_x vo Švédsku bude zrejme tiež podnetom na ich ďalšie znižovanie.

Príklady závodov

Vo Švédsku, Rakúsku a Nemecku sa v mnohých zariadeniach používajú techniky SNCR pre kotly na kôru, na pálenie kalu a pre rôzne druhy fluidných kotlov. Vo Švédsku je používanie SNCR v kotloch na kôru zavedenou technikou.

Literatúra

[166, KRAFT SE 1 mill 2010], [189, Norrström 2010], [229, Stubenvoll et al. 2007], [Správa SEPA 4008], [Správa SEPA 4713-2, 1997].

2.9.7.3 Znižovanie emisií SO_2 a ďalších plyných znečisťujúcich látok

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Emisie SO_2 a iných plyných znečisťujúcich látok závisí od použitých palív, dizajnu a prevádzky pece a použitej technológie na zníženie emisií. Potreba techniky znižovania emisií a potom konkrétny typ techniky znižovania emisií, ak existuje, sa zvyčajne určuje na základe potenciálu paliva uvoľňovať znečisťujúce látky a druhov spaľovacích procesov. Napríklad emisie sírnych plynov sú nízke, ak sa používa len kôra. V tomto prípade sa neprijmú žiadne opatrenia na zníženie emisií SO_2 .

Ak sa spaľujú zmesi palív vrátane fosílnych palív s premenlivým potenciálom znečistenia, sú k dispozícii tieto opatrenia na prevenciu alebo zníženie emisií SO₂:

- použitie paliva s nízkym obsahom síry
- použitie kontrolných metód, ako sú:
 - vstrekovanie vápna alebo vápenca do kotla (v prípade fluidných kotlov) na odsírenie;
 - skrúpané elektrostatické filtre;
 - mokré skrubery (v odvetví menej používané);
 - iné postupy vstrekovania sorbentu (napr. aktívne uhlie).

Najbežnejší a často najhospodárnejší spôsob regulácie SO₂ v sektore buničiny a papiera je použitie paliva s nízkym obsahom síry. Paliva s nízkym obsahom síry obsahujú približne 0,02-0,05 % hmotn. síry (napr. drevná biomasa, olej s nízkym obsahom síry). Nízkosírny olej s 0,05 % hmotnosti síry je dostupný v mnohých oblastiach od viacerých dodávateľov. Olej s nízkou hladinou síry má tiež nízku hladinu dusíku (približne 0,05 % hmotn.) a popola (približne 0,005 % hmotn.), a teda nízku hladinu NO_x a pevných častíc [189, Norrström 2010].

V prípade fluidných kotlov popol z kotla už obsahuje určité množstvo vápnika, ktorý viaže síru obsiahnutú v palive. Ďalšie zníženie obsahu SO₂ sa dosiahne vstrekaním vápna do kotla v pomere vápnika k síre 1 až 3. Vysoký prebytok vápnika zabezpečí 80-95 % odstránenie síry v kotlovom popole, pričom dosiahnutie vyššieho odstránenia sa dosiahne systémom s cirkulujúcou fluidnou vrstvou (CFB). Optimalizované zachytávanie síry sa vyskytuje pri teplote pálenia približne 850 °C. Nevýhodou vstrekovania vápna je zvýšené množstvo popola. V prípade roštových kotlov neexistuje účinná metóda na zníženie emisií SO₂ neexistuje.

Možno použiť aj externé metódy merania vápna a SO₂. K dispozícii sú mokré alebo polomokré metódy, pričom v oboch prípadoch sa na viazanie síry používa alkalická premývacia kvapalina. K dispozícii sú aj suché metódy. Suché metódy sú menej účinné ako zdokonalená regulácia vo fluidnej vrstve, vstrekovanie vápna do kotla alebo externé mokré metódy. Mokré práčky sa však používajú len vo veľmi malom počte prípadov.

Suché a polosuché postupy sa používajú predovšetkým na oddelenie menších znečisťujúcich látok. Zvyčajne slúžia ako zariadenia na čistenie odpadových plynov pre rôzne znečisťujúce látky, napr. SO₂, HCl, HF, TOC, ťažké kovy, PCDD/PCDF (posledné dve skupiny znečisťujúcich látok sa v celulózovo-papierenskom priemysle bežne nenachádzajú vo významných koncentráciách). Tieto zariadenia pozostávajú najmä zo suchého reaktora alebo skrubera, za ktorým nasleduje efektívne zariadenie na separáciu častíc, napr. ESP alebo tkaninový filter, a príslušenstvo na manipuláciu s adsorbentmi a separáciu prachu.

Bežne používaným adsorbentom je vápno alebo oxid vápenatý. Vápenná suspenzia sa vstrekuje do plynu v reaktorovej nádobe a voda sa odparuje teplom obsiahnutým v plyne. Čas zdržania (približne 10 sekúnd) v reaktore je dostatočný na to, aby SO₂, SO₃ a HCl alebo iné kyslé plyny reagovali s haseným vápnom za vzniku suchej zmesi síranu a siričitanu vápenatého. Čistenie odpadových vôd nie je v prípade skrúpaných elektrostatických filtrov potrebné, pretože voda sa úplne odparí v absorbéri. Vedľajšie produkty obsahujú aj nezreagované vápno, ktoré je možné recyklovať a zmiešať s čerstvou vápennou kašou na lepšie použitie sorbentu.

Komerčné používané elektrostatické odlučovače dosiahnu účinnosť odstraňovania až 90 %, pričom v niektorých prípadoch dodávatelia uvádzajú, že možno dosiahnuť SO₂ > 95 %. Okrem znižovania emisií SO₂ v spalínach filtračný systém zabezpečuje odstránenie ďalších kyslých zložiek, ako sú HCl a HF.

Do systému možno pridať aktívne uhlie na odstránenie ortuti a organických zložiek, ako sú dioxíny a furány. Aktívne uhlie môže byť potrebné pre kotly, v ktorých prebieha spoluspaľovanie.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

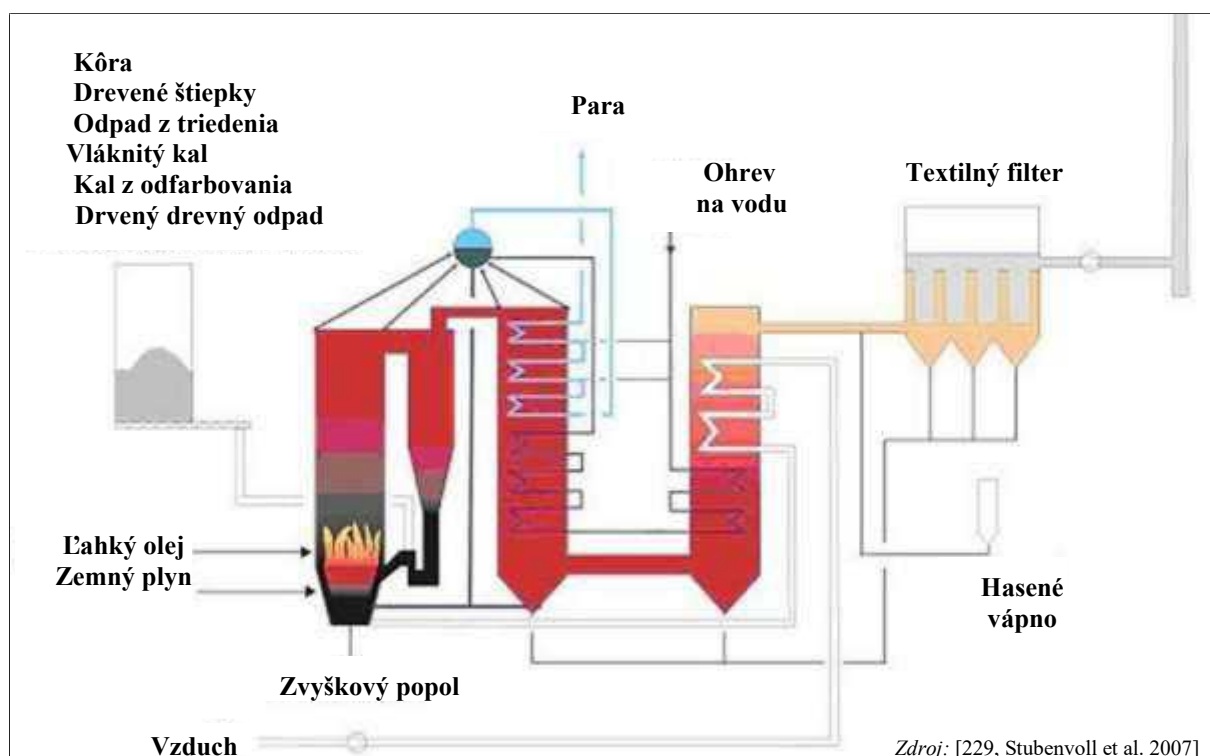
Efektívnosť odstránenia pri použití paliva s nízkym obsahom síry závisí od predtým použitého paliva. Sekundárne opatrenia vykazujú rozpätie účinnosti znižovania emisií od 50 % do viac ako 90 % v závislosti od použitej metódy a prevádzkových podmienok (súbor údajov LF Engineering, 2009). V celulózo-papierenskom priemysle sa osvedčili primárne aj sekundárne opatrenia. V tab. 2.29 sú uvedené emisie SO₂ dosiahnuté s rôznymi palivami a BAT. Kotly na kôru dosahujú hodnoty emisií < 20 mg SO₂/Nm³ (pri 6 % O₂) v zariadeniach, v ktorých je SO₂ kontrolujú pomocou suchej adsorpcie a efektívnych skrubero.

Tabuľka 2.29: SO₂ na príklade fluidných kotlov z papieri, ktoré využívajú rôzne palivá alebo zmesi palív (AT, DE, FR, FI)

Menovitý tepelný výkon (MW)	Rok uvedenia do prevádzky	Palivo	Systém úpravy plynu	SO ₂ (mg/Nm ³)	O ₂ (%)	Druhy merania
48	1994	Kôra, kal, papier, odpadový	Suchá adsorpcia + textilný filter	0-10 (DAV) 1-2 (MAV) 1,8 (YAV)	11	Nepretržité
4,8	2003	Odpadové drevo, výmety, kaly	Suchá adsorpcia + textilný filter	2,5-3,9 (YAV)	11	Nepretržité
15	1984	Kôra, kal, uhlie, bioplyn	ESP + textilný filter	2-6	11	Pravidelné (prerušované)
25	1982	Kôra, kal, bioplyn	ESP	1,7-13 (KAT)	11	Pravidelné (prerušované)
40	Nie je uvedené	Kôra	Textilný filter	1.8 (YAV)	11	Pravidelné (prerušované)
24	Nie je uvedené	Kôra	NA	5 (YAV)	6	Nepretržité

Poznámka: NA = údaje nie sú k dispozícii; DAV = denná priemerná hodnota; MAV = mesačná priemerná hodnota; YAV = ročná priemerná hodnota.
Zdroj: Dotazníky 2006 a 2008.

Na obrázku 2.26 je znázornený príklad externého kotla s cirkulujúcou fluidnou vrstvou, ktorý na pálenie používa zmes palív; zvyšky z mechanických procesov výroby buničiny a papiera (kôra, vláknité zvyšky) a z papierne na báze RCF (kal z odfarbovania) a externý drvený drevný odpad.



Obrázok 2.26: Bloková schéma cirkulačného fluidného kotla UPM-Kymmene Austria

Na zníženie emisií NO_x sa používa recirkulácia plynu a odkalovanie vzduchu. Na odstránenie SO_2 a iných kyslých zložiek, ako je HCl , sa do plynu vstrekuje vápenná suspenzia a voda sa odparuje teplom z plynu. Po elektrostatickom filtri nasleduje textilný filter, ktorý odstraňuje prach. V prípade potreby je možné do pece privádzať aj vápennú kašu. V tabuľke 2.30 sú uvedené hodnoty emisií dosiahnuté uplatnením opatrení na zníženie emisií.

Tabuľka 2.30: Údaje o emisiách od závodu UPM-Kymmene Austria

Znečisťujúce látky	Úroveň emisií [mg/Nm ³ , 11 % O ₂ ,] polhodinové hodnoty	Uplatnené opatrenia na zníženie emisií
NO _x	165 (ročný priemer)	Recirkulácia plynu a eskalácia vzduchu
SO ₂	0-5	Elektrostatický filter s vápennou kašou
HCl	0-2	Elektrostatický filter s vápennou kašou
C _{org}	0-2	Cirkulačná fluidná vrstva so správnym riadením prívodu kyslíka, teploty v peci, miešania paliva a spaľovacieho vzduchu a času zdržania
CO	3-10	Cirkulačná fluidná vrstva so správnym riadením prívodu kyslíka, teploty v peci, miešania paliva a spaľovacieho vzduchu a času zdržania
Prach	0 - 5	Textilný filter

Zdroj: [229, Stubenvoll et al. 2007]

Ostatné kotly používajúce iné palivá budú potrebovať účinné zariadenie na redukciu tuhých častíc, ako je napríklad ESP alebo tkaninový filter, len ak emisie SO_2 a iných kyslých zložiek neprekročia prípustné hodnoty. To platí v prípade, ak sú hlavnými palivami výšky kôry a drevných vlákien, pri použití podporných palív sa používajú prírodné fosílné palivá alebo palivá s nízkym obsahom síry a pridáva sa určité množstvo kalu z biologického čistenia odpadových vôd.

Medzizložkové vplyvy

Okrem znižovania emisií SO₂ v spalinách odstraňujú skruberové systémy aj ďalšie kyslé zložky, ako sú HCl a HF. Pri sekundárnych opatreniach vzniká určité množstvo pevného odpadu (popola), s ktorým je potrebné nakladať.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Všetky techniky boli s dobrými výsledkami použité na kotly v výrobe buničiny a v papierenskom priemysle. Okrem biomasy s nízkym obsahom síry sú k dispozícii aj palivá s nízkym obsahom síry, ktoré však predstavujú dodatočné náklady.

Ekonomika

Dodatočné náklady na nákup oleja s nízkym obsahom síry v porovnaní s olejom s vyšším obsahom síry sa líšia, ale je možné odhadnúť ich v priemere na 20 %. Odhadovaná investícia potrebná na systém mokrého čistenia je 3 až 5 miliónov EUR pre kotly s výkonom 50 až 100 MW. Dodatočné náklady na zariadenie na pridávanie uhličitanu vápenatého alebo vstrekovanie sorbentu sa pri nových kotloch pohybujú okolo 0,5 milióna EUR. [189, Norrström 2010].

Dôvody implementácie

Primárne a sekundárne BAT znižujú obsah SO₂, a tým aj potenciál kotla vytvárať kyseliny. Ďalším dôvodom sú vnútroštátne a európske predpisy.

Príklady závodov

Mnohé zariadenia v Európe a na celom svete.

Literatúra

[189, Norrström 2010], [229, Stubenvoll et al. 2007].

2.9.8. Predchádzanie vzniku, minimalizácia, recyklácia a úprava zvyškov z procesov - minimalizácia tuhého odpadu ukladaného na skládky

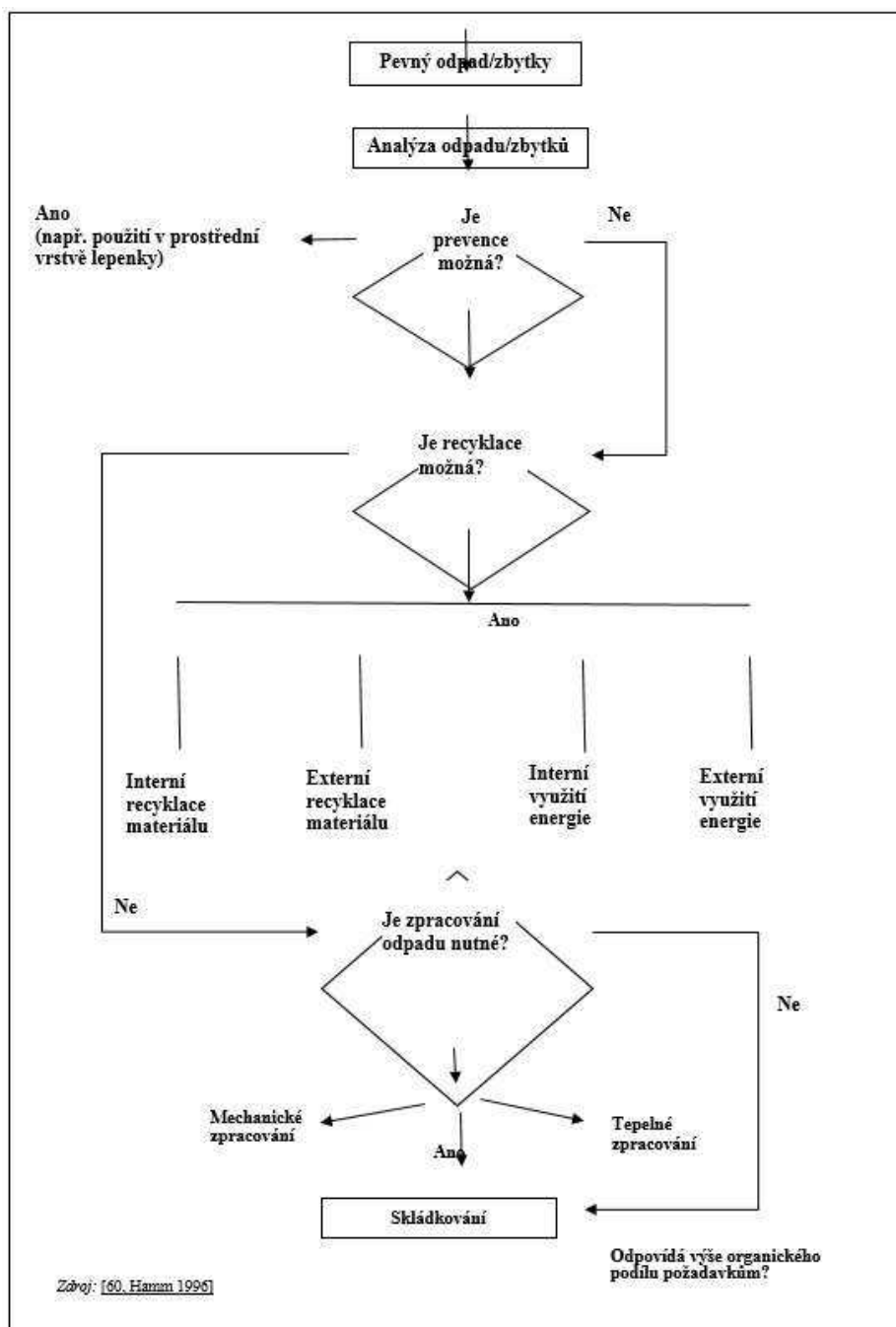
Opis

Väčšinu zvyškov súvisiacich s týmto procesom (pozri tiež kap. 2.8) možno z veľkej časti opätovne použiť, recyklovať alebo využiť regeneračný postup. Triedenie odpadu podľa smernice o odpadoch je možné použiť ako pomôcku pri plánovaní, aby sa zvyšky určené na odstránenie znížili na minimum. [205, WFD 98/EC 2008].

Niektoré odpady alebo zvyšky z výrobného procesu možno považovať za odpad, ktorý nie je odpadom, ale produktom podľa článku 3 ods. 1 rámcovej smernice o odpadoch (RSO), ak sú splnené podmienky uvedené v článku 5 RSO [205, WFD 98/EC 2008].

S účelom predchádzať vzniku odpadu alebo jeho minimalizácie by sa mali preskúmať všetky postupy s cieľom identifikovať oblasti, v ktorých je možné dosiahnuť zlepšenie. Evidencia odpadov umožňuje identifikovať a klasifikovať druhy, vlastnosti a množstvo jednotlivých zložiek odpadu a uvádza miesto tvorby odpadu. Po zhromaždení jednotlivých zložiek odpadu alebo zvyškov v mieste pôvodu sa tieto zložky alebo zvyšky uchovávajú oddelene alebo sa kombinujú v závislosti od uprednostňovaných možností opätovného použitia alebo recyklácie a prípadne ďalšej úpravy a zneškodnenia.

Hodnotenie odpadu a plány odpadového hospodárstva sú užitočnými nástrojmi na hľadanie uskutočniteľných možností predchádzania vzniku odpadu, prípravy na opätovné použitie, zhodnocovania, recyklácie a bezpečnej likvidácie odpadu a zvyškov. Tieto systémy nakladania s odpadom slúžia tiež na zvýšenie miery použitia zdrojov a vyššej prevádzkovej efektívnosti. Rozhodovací diagram pre nakladanie s odpadom z papieri na obrázku 2.27 opisuje všeobecný prístup, ktorý usmerňuje triedenie odpadu a pomáha nájsť možnosti energetického použitia alebo recyklácie materiálov.



Obrázok 2.27: Možný rozhodovací diagram pre nakladanie s odpadom z papierní

Zvyšky z papierní sa zvyčajne vyznačujú pomerne vysokým obsahom organických látok. Medzi všeobecné možnosti nakladania s odpadom zamerané na minimalizáciu odpadu a postupné znižovanie skládkovania patrí energetické zhodnocovanie pri pálení na mieste alebo v elektrárni na biomasu, energetické a materiálové zhodnocovanie v iných odvetviach, ako je výroba cementu, tehál, stavebníctvo a v niektorých prípadoch aj poľnohospodárske zhodnocovanie za predpokladu, že zloženie odpadu alebo materiálu spĺňa kritériá na takéto použitie.

a) Prevencia

Predchádzanie vzniku odpadu neuplatňuje sa predovšetkým v procese výroby, kde by sa mali podľa možnosti používať vhodné techniky. Medzi príklady patrí minimalizácia množstva chybných vlákniťých odpadov, ktoré sa musia z procesu odstrániť (pozri kap. 5.3.3), vhodná manipulácia a regenerácia (pozri kap. 7.3.5), ktoré zabráňujú potrebe vyradiť chemikálie na nanášanie farieb alebo použitie vysokokvalitných dodatočných (pomocných) chemikálií na zníženie množstva materiálu, ktorý sa musí odkloniť zo systému na regeneráciu síranov alebo siričitanov.

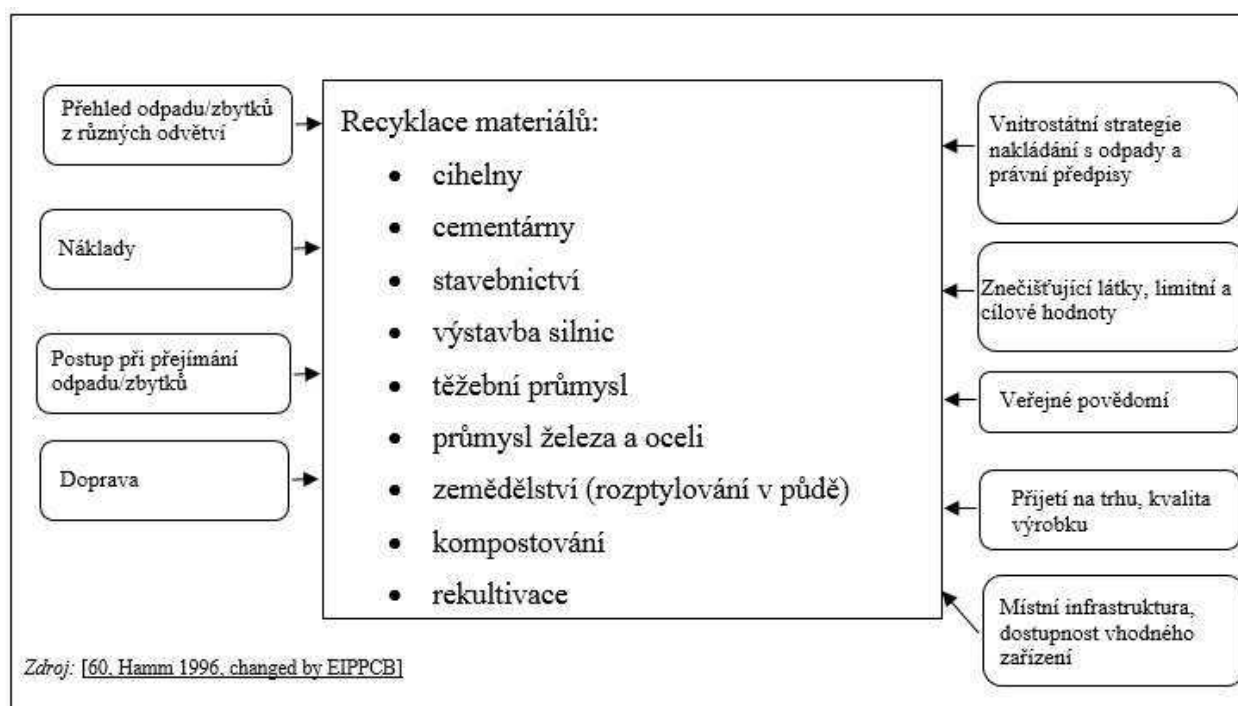
V mnohých prípadoch nie je možné zabrániť vzniku zvyškov - napr. kôra a zvyšky dreva z úpravy dreva, vlákna z balíkov buničiny alebo odpadového papiera, biologicky znížené kaly alebo chemické kaly z čistenia odpadových vôd. Množstvo primárneho kalu, ktoré často pozostáva predovšetkým z vlákien a ich úlomkov, je možné minimalizovať tým, že sa v čo najväčšej miere zabráni úniku vlákien a vláknitých výplní na vstupe do odpadovej vody (pozri kap. 7.3.4).

Priame opätovné použitie sa najčastejšie uplatňuje na zariadenia v celulóзовom a papierenskom priemysle. Zariadenia, ktoré sú v dobrom stave, sú po renovácii alebo oprave možné znovu použiť a niekedy sa dokonca celé papierenské stroje, kotly atď. demontujú, renovujú a prepravujú na použitie na nových miestach.

Odreзки, zvyšky papiera, nekvalitné celulóзky a iné zvyšky z výroby papiera sa recyklujú a vytvárajú sa z nich nové výrobky, najčastejšie v papierni, z ktorej tieto zvyšky pochádzajú, alebo v inej papierni, ktorá použije recyklované vlákno.

b) Recyklácia materiálov

Prehľad predovšetkým hlavných možností úpravy recyklovaných materiálov a faktorov, ktoré ovplyvňujú výber metódy úpravy, je uvedený na obrázku 2.28. Z hľadiska dopravy, nákladov a vplyvu na životné prostredie sú na menších vzdialenostiach nižšie.



Obrázok 2.28: Možnosti recyklácie zvyškov z mlynov a factory, ktorými sa riadi výber metód úpravy

Možnosti recyklácie sú závislé od príslušného procesu výroby papiera, použitých surovín a následne od druhu a fyzikálno-chemických vlastností vzniknutých Zvyškov. V niektorých krajinách sa kompostovanie papierových kalov alebo aplikácia na poľnohospodársku pôdu vykonáva, ak sú zložky odpadu vhodné pre túto možnosť, napr. kompostovanie má zmysel len vtedy, ak je kal biologicky rozložiteľný (vysoké množstvo organických látok vo vláknach v porovnaní s anorganickými pigmentmi) a aplikácia na pôdu závisí od množstva živín v kale a jeho schopnosti regulovať pH (pigmenty/plnivá).

Kontrola potenciálnych znečisťujúcich látok je pri poľnohospodárskych aplikáciách nevyhnutná. Kal z papieru zvyčajne neobsahuje viac znečisťujúcich látok ako kal z komunálnych čistiarní odpadových vôd a jeho obmedzené použitie môže mať pozitívny vplyv na pôdu (CaCO_3 je neutralizačným činidlom pre kyslé pôdy, vlákna a jemné častice zadržiavajú vlhkosť v suchej pôde, obsah dusíka je nízky). Potenciálne výhody sa líšia v závislosti od druhov pôd. Obdobie zapracovania do pôdy je obmedzené na ostatné mesiace v roku. Preto je potrebné zabezpečiť dostatočnú kapacitu na skladovanie tohto kalu.

Uskutočniteľnosť zapracovania do pôdy je silne závislá od akceptácie použitia kalu na poľnohospodársku pôdu v členských štátoch. V niektorých členských štátoch je tento postup povolený za predpokladu, že sú splnené osobitné právne požiadavky na použitie kalov v poľnohospodárstve, najmä pokiaľ ide o ochranu pôdy; v iných členských štátoch je použitie papierových kalov zakázané. Hlavné obavy súvisiace s možnou kontamináciou pôdy nízkymi úrovňami ťažkých kovov a organických mikropolutantov, ako aj s možnými negatívnymi postojmi miestnych obyvateľov v dôsledku zápachu alebo charakteru poľnohospodárskych produktov pochádzajúcich z kontaminovanej pôdy.

Pri kompostovaní sú požiadavky na kvalitu kompostu najdôležitejšie pre výrobu výrobkov, ktoré sa dajú predávať. Komposty vyrobené z organického odpadu zmiešaného s rôznym množstvom zberového papiera a Zvyškov z papierenského priemyslu spĺňajú tieto požiadavky, ako je zrelosť alebo vhodnosť pre rast rastlín. Okrem toho sú pozitívne ovplyvnené parametre ako obsah solí a organických látok a emisie výluhov z konkrétneho procesu. Úroveň škodlivých látok, najmä tých obsahujúcich ťažké kovy, sa musí považovať za limitujúci faktor.

Ďalšou možnosťou recyklácie papierových kalov je ich Použitie v cementárskom a tehliarskom priemysle (na zlepšenie pórovitosti) alebo ako doplnkový stavebný materiál. V cementárskom priemysle je možné z zvyškov papiera získať materiál aj energiu. Kal z primárnych usadzovacích nádrží (alebo zmiešaný s prebytočným kalom z biologickej úpravy) obsahujúci vlákna, jemné častice a anorganické zlúčeniny (napr. plnivá, pigmenty do farieb) je obzvlášť vhodný na použitie v cementárskom priemysle. Tento kal (s obsahom vlhkosti približne 50 %) sa suší odpadovým teplom z prípravnej sušičky cementu, takže na zníženie obsahu vlhkosti kalu na 10 - 15 % nie sú potrebné žiadne ďalšie energie. Pri pálení vysušeného kalu v cementárskej rotačnej peci sa využíva výhrevnosť organických látok a popol zo spaľovania kalu zostáva z veľkej časti v produktoch (cemente). Anorganické látky v popole zo spaľovaného kalu sú tiež zložkou cementového slinku. Ak v blízkosti Papierne nachádza cementový závod alebo tehelná, ktorá môže kal využiť, je to výhodné riešenie. Boli poskytnuté aj informácie, že vláknitý kal zmiešaný s popolčekom sa používa na stavebné účely, napr. na cesty a logistické centrá.

Anorganické zložky odpadu (piesok, kamene, štrk, popol, vápno) je možné často použiť napríklad pri výstavbe dláždených chodníkov, ciest, ako krycie vrstvy. Pri použití najlepších dostupných techník je len malá časť pôvodných Zvyškov ekonomicky nevyužiteľná a musí sa zlikvidovať. V niektorých prípadoch si priamo daná zložka odpadu vyžaduje pred odstránením predchádzajúcu úpravu, aby sa splnili zákonné limity pre obsah organických látok v odstránenom materiáli.

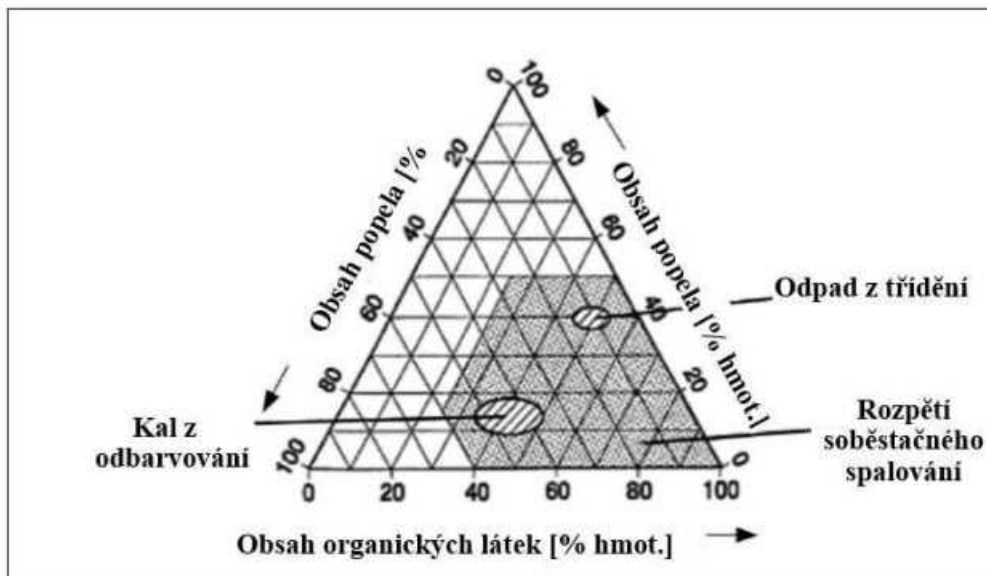
c) Použitie energie

Väčšinu organického odpadu a zvyškov z výroby buničiny a papiera (kôra, zvyšky dreva, zvyšky vlákien) možno zhodnotiť a spáliť na mieste na výrobu tepla. Ďalšie možné úpravy sú na energetické Použitie mimo závodu (napr. sušená kôra) alebo v iných odvetviach, ako je výroba cementu a tehál. Kôra a zvyšky dreva z úpravy dreva sú uhlíkovo neutrálne paliva. Kôra by mala byť pred pálením čo najsuššia, čo možno dosiahnuť jej vysušením (v horúcom podnebí priebehu obdobia dažďov), aby sa dosiahla vysoká energetická účinnosť. Popol z kotla na kôru obsahuje živiny z lesa. Tento popol môže byť vhodný ako hnojivo, ak je možné účinne zabezpečiť jeho prepravu a zapracovanie do pôdy a ak nie je kontaminovaný, napr. vysokým obsahom kovov.

Na pálenie organických zvyškov z papierenského priemyslu sa zvyčajne používajú fluidné kotly alebo vsádzkové pece. Tieto zariadenia dosiahnu zákonné požiadavky na pálenie, ak sa uplatňujú príslušné znížovania emisií do ovzdušia (pozri kap. 2.9.7). Viac informácií o pálení zvyškov a kalov zo spracovania zberového papiera nájdete v kap. 6.3.14 tohoto dokumentu.

Spoluspaľovanie odpadu a zvyškov z papierenského priemyslu v iných odvetviach sa praktizuje v cementárskych peciach, spaľovniach komunálneho odpadu, vysokých peciach (železiarsky a oceliarsky priemysel) a v kupolách (zlievarne). Odpad a zvyšky s vysokou výhrevnosťou sú pre túto možnosť obzvlášť vhodné a nahrádzajú fosilné palivá (napr. uhlie, olej). Zvyšky papiera sa v týchto zariadeniach zvyčajne miešajú s inými palivami. Pred spaľovaním sa musia podrobiť odvodneniu a niekedy vysušiť (napr. v cementárskom a oceliarskom priemysle). Dôležitá je aj homogenita sekundárneho paliva a jednotné a stabilné zloženie zvyškov.

Obrázok 2.29 znázorňuje správanie sa pri pálení odpadu z papiera a zvyškov, ako sú kaly z odfarbovania, zvyšky z čistenia a triedenia alebo kaly z odpadových vôd. Obrázok znázorňuje súvislosť medzi obsahom horľaviny alebo organických látok, obsahom popola a obsahom vody.



Obrázok 2.29: Palivový trojuholník pre odpad a zvyšky z papierenského priemyslu (poskytol IFP)

Oblasť, v ktorej sa nachádza odvodnený kal z odkalovania a odvodnené zvyšky z mechanickej úpravy a triedenia, je vyšrafovaná. Ukazuje, že sebestačné pálenie, pri ktorom nie sú potrebné žiadne ďalšie paliva, je možné dosiahnuť pre: (i) zvyšky s relatívne vysokou výhrevnosťou a (ii) kaly z odfarbovania s relatívne vysokým obsahom popola. Kalu odpadových vôd je možné tiež spaľovať, ale čistá vyrobená energia je nulová alebo záporná, ak má kal obsah sušiny nižší ako približne 40 % alebo obsahuje vysoké množstvo anorganických látok. V takýchto podmienkach je nevyhnutné používať doplnkové palivo, najlepšie kôru a iný drewný odpad. Spaľovaním sa znižuje objem odpadu a anorganické látky zostávajú vo forme popola, ktorý sa skládkuje alebo ďalej používa v stavebníctve.

Pri chemickom zrážaní sa kal nemôže spaľovať samostatne bez použitia pomocného paliva z dôvodu vysokého obsahu anorganických látok a vody. Napriek tomu sa takýto kal niekedy spaľuje, aby sa dosiahla minimalizácia objemu uloženého na skládku. V súčasnosti sa skúmajú metódy regenerácie chemikálií používaných na zrážanie, ale stále sa musia považovať za vyvíjané. Kaly z flokulácie, pri ktorej sa použili len syntetické organické polyelektrolyty, sú vhodné na pálenie.

Vplyv spoluspaľovania papierových odpadov, zvyškov a kalov na emisie do ovzdušia závisí od zloženia materiálu, ktorý sa pri pálení spaľuje. Spoluspaľovanie vláknitých a papierových kalov - najmä kalov s vysokým obsahom alkalických látok - v elektrárňach spaľujúcich uhlie alebo lignit buď nemá žiadny vplyv na emisie do ovzdušia, alebo vedie k miernemu zníženiu znečisťujúcich látok. SO_2 , HCl a HF sa znižujú spoluspaľovaním kalov s vysokým obsahom alkalických látok (odfarbovacie kaly, vláknité kaly obsahujúce pigmenty a výplne). Obsah ťažkých kovov vo vláknitých a papierových kaloch je tiež nízky v porovnaní s uhlím a hnedým uhlím. Odpad z prípravy surovín (zberový papier) v závodoch na výrobu vlnitej lepenky má najvyšší obsah chlóru (1 - 3 % hm.). Skúsenosti ukazujú, že spoluspaľovanie zvyškov napr. v elektrárňach spaľujúcich hnedé uhlie je možné bez zvýšenia emisií dioxínov (pozri kap. 6.3.14).

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Tieto opatrenia chránia životné prostredie a ľudské zdravie predchádzaním alebo znižovaním nepriaznivých účinkov tvorby odpadu a nakladania s ním, ako aj znižovaním celkových vplyvov Použitia zdrojov a Zlepšením účinnosti Použitia zdrojov.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Typické rozsahy množstva zvyškov, ktoré sa majú odovzdať na zneškodnenie tuhého odpadu, sú uvedené v tabuľke 1. 2,31 pre rôzne druhy výroby buničiny a papiera. V tabuľke je uvedená situácia v roku 2009 vo švédskych závodoch, ktoré prijali ambiciózne opatrenia na minimalizáciu rezíduí.

Tabuľka 2.31: Typické rozsahy pevných zvyškov (mokrú hmotnosť) odoslaných na kal z rôznych druhov výroby buničiny a papiera

Druhy výroby	Odpad určený na zneškodnenie (kg/t (1))
Neintegrováná výroba sulfátovej buničiny	0-50
Výroba papiera na krycie vrstvy	0,5-5
Integrovaná výroba bieleného papiera	0-20
Integrovaná výroba NSSC papiera	0,5-5
Integrovaná výroba lepenky	0-15
Drevom-papier	0-5
Neintegrováná papierňa	0-10
(1) Konkrétne množstvo zvyškov sa vypočíta na tonu celkovej výroby, t. j. v prípade integrovanej výroby na celkové množstvo buničiny a papiera vyrobeného na mieste. Zdroj: Tabuľka vychádza zo štatistik švédskeho priemyslu, ktoré prevádzkuje Švédská federácia lesného priemyslu.	

Z tabuľky vyplýva, že pri všetkých druhoch výroby možno dosiahnuť veľmi nízke množstvá zvyškov určených na kal.

Tieto rozsahy tiež naznačujú, že závody vyrábajúce sulfátovú buničinu majú tendenciu posilať na odstránenie najvyššie množstvá zvyškov ako závody vyrábajúce sulfitovú alebo mechanickú buničinu. Dôvodom je potrebné odstránenie nečistôt z regeneračnej časti sulfátových zariadení (zelená kalová voda, štrk a iné anorganické materiály). Výsledkom neintegrovanej výroby papiera je zvyčajne veľmi malé množstvo tuhých zvyškov, ktoré sa odosielajú na odstránenie. Ďalšie príklady sú uvedené v kapitolách 3 až 7, ktoré sa zaoberajú jednotlivými procesmi.

Zariadenia niekedy nie sú schopné vyskytnúť nízke množstvo zvyškov, ktoré sa majú odstrániť, ako je uvedené na dolnej hranici limitov v tabuľke 1. 2.31. Dôležitým predpokladom sú dobre fungujúce systémy na minimalizáciu zvyškov procesu a triedenie zvyškov podľa zamýšľaného ďalšieho spracovania. Ďalšou podmienkou je, že zvyšky musia mať Použitie na mieste alebo mimo neho.

Medzi zvyšky, ktoré sa zvyčajne ťažko odstraňujú a pre ktoré sa ťažko hľadá Použitie, patrí zelená kalová voda z procesu získavania sulfátov, popol z kotla a zmes piesku, kameňov, úlomkov dreva a kôry zo spracovania dreva. V mnohých prípadoch sa tieto materiály používajú ako stavebný materiál pri upravení skládok alebo výstavbe ciest. Na zlepšenie pôdy po pridaní potrebných živín je možné použiť napríklad zmes piesku, kôry a úlomkov dreva. Už dlhšie prebiehajú pokusy s Použitím popola na recykláciu živín a stopových kovov do lesov. Existujú aj spoločnosti, ktoré sa špecializujú na úpravu a inováciu takýchto materiálov pre rozmanitejšie možnosti.

Závody, ktoré nevykazujú žiadne alebo len veľmi malé množstvo zvyškov odoslaných na odstránenie, môžu títo koneční užívatelia využívať aspoň počas určitého obdobia. Keďže dopyt koncových užívateľov môže kolísať, nemusí to byť vždy možné, a preto je dôležité, aby takmer všetky druhy celulózy a papierní mali kapacitu na bezpečnú a dostatočnú likvidáciu.

V tabuľke 2.32 sú uvedené dva príklady zariadení, ktoré dokázali znížiť množstvo zvyškov odosielaných na odstránenie na nízke úrovne. Závod A je neintegrovaná papiereň a závod B je integrovaná celulóžka s výrobou tlačiarenského a písacieho papiera a komerčnej buničiny.

Tabuľka 2.32: Dva príklady zariadení s nízkym objemom zvyškov odoslaných na konečné odstránenie

Druhy zvyškov a ich spracovanie	Zvyšok/spracovanie	Závod A (kg/t) (i)	Závod B (kg/t) (i)
Druh zvyšku	Špecifické pre sektor papiera	25	306
	Všeobecne	4	2
	Nebezpečné	0,8	0,5
	celkovej	30	309
úprave	Recyklácia materiálov	28	31
	Použitie energie	1	255
	Ostatné recyklácia/bezpečné	0,8	0,5
	Na odstránenie	0,3	22

(i) Množstvo zvyškov je uvedené ako mokrá hmotnosť. Špecifické množstvo Zvyškov sa vypočíta na tonu celkovej výroby, t. j. v prípade integrovanej výroby (závod B) na celkové množstvo buničiny a papiera vyrobeného v závode. Príklady, t. j. prevádzky A a B, boli prevzaté zo štatistik švédskeho priemyslu, ktoré zostavila Švédska federácia lesného priemyslu.

Zvyšky kôry, drewná štiepka, popol, zelená kalová voda atď. sú špecifické pre papierenský priemysel a používajú sa na recykláciu alebo energetické zhodnocovanie. V prípade sulfátovej celulóžky a Papierne sa prakticky všetky zvyšky kôry a dreva používajú v kotli na kôru. V oboch prípadoch nebezpečný odpad spracúvajú certifikované organizácie ("iná recyklácia") a pripravujú ho na ďalšie použitie alebo bezpečné odstránenie. Vďaka použitému spôsobu nakladania s odpadom je množstvo zvyškov odoslaných z lisovne na odstránenie takmer nulové. Zvyšky odoslané zo sulfátového zariadenia na odstránenie sú predovšetkým zelené kalové vody, ktoré by sa mohli použiť ako krycia vrstva pri odstraňovaní tuhého odpadu.

Medzizložkové vplyvy

Znižovanie množstva zvyškov, ako dôvod zníženia spotreby surovín a súvisiacich nákladov. Odpad sa využíva a jeho potenciál znečistenia sa znižuje. Okrem toho sa zlepšuje efektívnosť a hospodárnosť procesov.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Uplatniteľné pre všetky rasy. Potenciál recyklácie môže závisieť od použitého procesu výroby papiera a použitých surovín (v závislosti od vyrábaného výrobku z papiera). Napríklad možnosť kompostovania papierového kalu závisí od biologickej rozložiteľnosti kalu (množstvo organických vlákien v porovnaní s anorganickými pigmentmi).. Začlenenie do pôdy v poľnohospodárstve závisí od množstva živín v kale (surovinu) a jeho schopnosti regulovať pH (pigmenty).

Ekonomika

Uplatňovanie triedenia odpadu umožňuje využívať zdroje s vysokou hospodárnosťou, najmä predchádzať tvorbe zvyškov, a to prostredníctvom použitia čistejších technológií.

Dôvody implementácie

Predchádzanie opätovnému použitiu, recyklácii a zhodnocovaniu zvyškov z procesov alebo príprava na ne má ekonomické výhody, pretože umožňuje lepšie využitie zdrojov a najvyššiu nákladovú efektívnosť. Použitie energetického zhodnocovania zvyškového materiálu spaľovaním je nevyhnutné na zvýšenie nadhodnoty a minimalizáciu konečného objemu určeného na odstránenie. Ďalšími dôvodmi sú európske a vnútroštátne právne predpisy

na odpadov. Pre úpravu zvyškov z celulózky a lepenky sú mimoriadne dôležité dve smernice EÚ: rámcová smernica o odpade a smernica o pálení odpadu.

Rámcová smernica o odpadoch 2008/98/ES [205, WFD 98/EC 2008] obsahuje vymedzenia, podporuje vypracovanie plánov odpadového hospodárstva a podporuje triedenie odpadu, ktoré sa uplatňuje pri predchádzaní vzniku odpadu a nakladaní s ním podľa týchto priorít: predchádzanie vzniku odpadu, príprava na opätovné použitie, recyklácia, iné spôsoby využitia, ako je energetické zhodnocovanie, a napokon zneškodňovanie. Ak tento proces plne uplatňuje, potom by sa mal akýkoľvek zvyškový odpad recyklovať, zhodnotiť ako surovina, zdroj energie alebo v krajnom prípade bezpečne zlikvidovať.

Smernica o pálení odpadu [203, Smernica 2000/76/ES 2000] upravuje požiadavky na povolenia pre spaľovne a zariadenia na spoluspaľovanie a stanovuje emisné limity a požiadavky na monitorovanie určitých znečisťujúcich látok vypúšťaných do ovzdušia alebo vody. Táto smernica neuplatňuje sa ani na zariadenia na spoluspaľovanie (zariadenia, ktoré predovšetkým slúžia na výrobu energie alebo materiálových produktov a ktoré využívajú odpad ako bežné alebo doplnkové palivo, pričom odpad sa odstraňuje tepelnou úpravou). Podľa článku 2 ods. 2 smernice sa to neuplatňuje na spaľovne, ktoré spaľujú len "vláknitý rastlinný odpad z výroby primárnych vlákien a celulózového papiera" alebo "drevný odpad". Opis najlepších dostupných techník pre pálenie odpadu nájdete v referenčnom dokumente o najlepších dostupných technikách pre pálenie odpadu [273, COM 2006].

Príklady závodov

Mnohé celulózky a papierne v Európe už zaviedli plány odpadového hospodárstva alebo integrované koncepcie odpadového hospodárstva. Všetky prevádzky sa snažia o minimalizáciu množstva tuhého odpadu na jeho odstránenie.

Literatúra

[60, Hamm 1996]., [139, ASPAPEL 2008], [203, smernica 2000/76/ES 2000]., [205, WFD 98/EC 2008], [273, COM 2006], [Švédská federácia lesného priemyslu, 2008].

2.9.9. Zníženie emisií z používania komplexotvorných (chelačných) činidiel v bieliacich technológiách na báze peroxidu vodíka

Opis

V chemických alebo mechanických celulózkach sa komplexotvorné činidlá používajú na ochranu bieliacich chemikálií na báze kyslíka pred katalytickým rozkladom buď pred bielením, alebo v priebehu neho. Komplexotvorné činidlá sa používajú v neutrálnych, mierne kyslých alebo mierne zásaditých (v závislosti od zloženia a požiadaviek procesov) prácach krokoch a pri bielení buničiny na zníženie obsahu látok (predovšetkým Mn, Fe a Cu). Najčastejšie používanými komplexotvornými činidlami sú EDTA (skratka pre chemickú zlúčeninu kyseliny etyléndiamintetraoctovej) a DTPA, polyaminokarboxylová kyselina, v rôznych zloženiach produktov.

- Hoci DTPA a EDTA sú silné komplexotvorné činidlá, sú zle biologicky odbúrateľné a v procese sa uvoľňujú do prijímajúcich vôd. Hoci sa EDTA a DTPA považujú za stabilné molekuly, v prípadoch štúdií sa uvádza, že v náročných podmienkach bielenia do značnej miery degradujú [208, Langi et al. 2007]. Bieliace činidlá ozón, oxid chlóričitý a kyselina peroctová slúžia na rozklad EDTA aj DTPA, ktoré sa do určitej miery zavádzajú do bielenia chemickej buničiny. Iné pozorovali výraznú redukciu EDTA v biologicky upravovaných čistiarňach odpadových vôd za mierne alkalických podmienok (pH medzi 7 a 8) [206, Akso Nobel 2007]. Toto odstránenie je výsledkom rozkladu alebo premeny EDTA na neznáme produkty rozkladu. Napr. iné štúdie [209, Aschacher et al. 2007] prevádzkovatelia čistiarň zistili, že použitá EDTA je takmer úplne detegovateľná v odpadových vodách z ich biologických čistiarň odpadových vôd (menej ako 10 % biodegradácie). DTPA je v vodnom prostredí rozložiteľnejší ako EDTA, ale je pravdepodobné, že DTPA sa v priebehu procesu bielenia alebo v priebehu čistenia odpadových vôd rozkladá na EDTA. [Sillanpää M, 1997], [Remberger M, 2001].

Preto je možné zaviesť tento postup v jednotlivých krokoch, ktorý vedie k účinnému zníženiu emisií z použitia komplexotvorných činidiel:

1. Prevádzka zjednodušenej "hmotnostnej bilancie", ktorá poskytuje informácie o osude komplexotvorných látok v procese a v biologickej čistiarni odpadových vôd (použitie, zadržanie alebo degradácia počas bielenia a prania, eliminácia alebo degradácia v priebehu čistenia odpadových vôd). To určuje množstvo komplexotvorných látok, ktoré sa uvoľňujú do životného prostredia. Z environmentálneho hľadiska môžeme rozlišovať medzi kvalitou a formami väzby vypúšťaných komplexotvorných látok.
2. Pravidelné merania kvalifikovanými certifikované laboratória a dokumentácia komplexotvorných činidiel v odpadových vodách.
3. Preskúmanie a zdokumentovanie možností pre:
 - (i) Obmedzené používanie biologicky nerozložiteľných komplexotvorných činidiel v procese, napr. optimalizáciou pH, dávkovania a času zotrvania, regeneračný proces a skladovanie komplexotvorných činidiel v procese;
 - (ii) regenerácia a skladovanie uvedených chemikálií v procese;
 - (iii) ich znižovanie v systéme čistenia odpadových vôd (možná zvýšená biologická odbúrateľnosť komplexotvorných látok pri predĺženom čase zdržania, napr. vek kalu > 28 dní a mierne alkalické pH). Zahŕňa monitorovanie vývoja biologicky odbúrateľných alebo odstrániteľných náhrad, ktoré zodpovedajú požiadavkám na bielenie.
4. Pri prednostnom použití biologicky odbúrateľných alebo odstrániteľných činidiel a procesom Zníženie množstva činidiel, ktoré nie sú biologicky odbúrateľné, sa v čo najväčšej miere zohľadní ich technická a ekonomická vhodnosť a životaschopnosť. Podľa normy pre testy biologickej odbúrateľnosti (EN ISO 7827) alebo podobných metód by alternatívne komplexotvorné činidlá mali vyskytnúť mieru biologickej odbúrateľnosti nad 70 - 80 %.

Proces zavedenia uvedených nových chemických prísad je zvyčajne sľubný. Na dosiahnutie účinnosti nových komplexotvorných látok je potrebné ich najprv otestovať, určiť správne zloženie a upraviť prevádzkové podmienky bieliacich procesov (pH, teplota, iné použité chemikálie, dávkovacie body).

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Táto technika by mala priniesť zníženie emisií zle biologicky odbúrateľných EDTA/DTPA obmedzením ich používania. Tým sa má znížiť aj koncentrácia komplexotvorných látok v povrchovej vode po prúde od závodu. EDTA/DTPA majú schopnosť remobilizovať ťažké kovy (olovo, ortuť, kadmium) z prírodných vodovodných sedimentov, ktoré slúžia na hromadenie v vodných útvaroch alebo na vstup do pitnej vody z odpadových vôd.

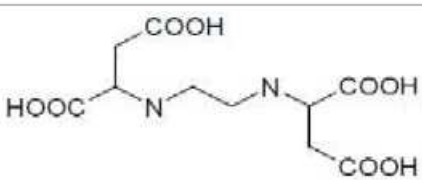
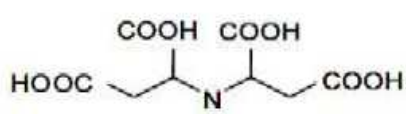
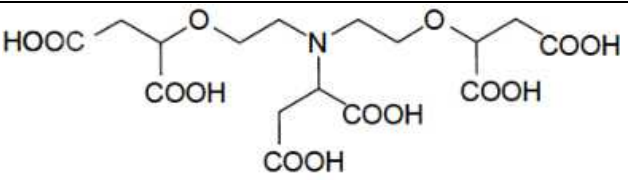
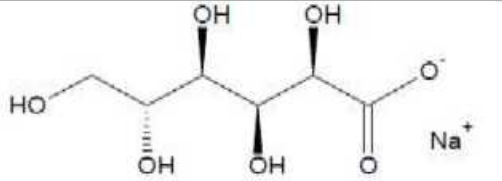
Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Použitie komplexotvorných činidiel sa používa len pri peroxidovom bielení. Množstvo potrebných komplexotvorných činidiel závisí od viacerých faktorov, medzi ktoré patrí kvalita a obsah ťažkých kovov v použitom dreve alebo drevnej štiepke, konečná svetlosť, ktorá sa má dosiahnuť, a v prípade chemickej buničiny aj kvalita použitých chemických látok (nečistôt). Pokiaľ ide o obsah ťažkých kovov v využitom dreve a chemikáliách na varenie (v prípade sulfitového varenia s oxidom horečnatým), existujú významné rozdiely. Závody používajúce drevo s vyšším obsahom látok alkalických zemín nedosiahli požadovanú kvalitu buničiny po bielení bez použitia DTPA alebo EDTA. Niekoľko ďalších by mohlo pracovať s peroxidovým bielením bez použitia komplexotvorného činidla. Obdobia môžu slúžiť na ovplyvnenie potrieb komplexotvorných činidiel pri bielení. V lete sa pri rovnakej úprave vyskytne nižšia svetlosť u uskladneného dreva. Dlhodobo skladované drevo stráca svoju svetlosť.

Podľa normy pre testy biologickej odbúrateľnosti EN ISO 7827 [262, ISO 7827 1994] v prípadoch niektorých nových komplexotvorných činidiel sa dosiahne biologická odbúrateľnosť vyššia ako 70 % alebo 80 %. Niektorí dodávatelia chemikálií uvádzajú, že boli vyvinuté systémy biologicky odbúrateľných komplexotvorných činidiel, ktoré zodpovedajú účinnosti tradičných komplexotvorných činidiel v chemických procesoch rozvlákňovania. Napríklad sodná soľ kyseliny imino-dijantárovej (IDS) je ľahko biologicky odbúrateľné komplexotvorné činidlo [223, H. Hyvönen et al. 2003]. Uvádza sa, že biologická odbúrateľnosť N-bis-dikarboxyetoxyetyl kyseliny asparágovej (AES) je 20-70 % v závislosti od použitého kalu [222, S. Metsärinne et al. 2007]. Toto nové komplexotvorné činidlo (AES) nie je ľahko biologicky odbúrateľné, ale vykazuje miernu biologickú odbúrateľnosť.

Týchto látok bolo testované s pozitívnymi výsledkami, t. j. podľa Holzforschung Austria spĺňajú biologickú odbúrateľnosť 80 %. Z hľadiska funkčnosti sú látky uvedené v tab. 2,33 takmer dosiahnutie účinku EDTA/DTPA, ale v niektorých prípadoch nie úplne.

Tabuľka 2.33: Biologicky odbúrateľné komplexotvorné (chelačné) činidlá s takmer úplnou funkčnosťou

Názov účinnej látky	Chemická zlúčenina	Chemická štruktúra
EDDS	N, N'-etyléndiamín kyselina dijantárová	
IDS	Kyselina imino-dijantárová (napr. ako sodná soľ)	
AES	Kyselina N-bis-dikarboxyetoxyetyl N-hydroxyetyl asparágová	
Glukonát sodný (je potrebné veľké množstvo, nemožno ho používať)	NA	

Poznámka: NA = údaje nie sú k dispozícii
Zdroj: [224, Aschacher 2009].

Je ťažké posúdiť efektívnosť biologicky odbúrateľných komplexotvorných činidiel v prevádzkach, pretože väčšina výsledkov sa považuje za dôverné. Výskumné ústavy, ako napríklad Holzforschung Austria, uvádzajú, že skúšky v teréne zatiaľ neposkytli jasné dôkazy o tom, že alternatívne bieliace prísady dosiahnu účinok tradičných komplexotvorných činidiel. Výsledky dosiahnuté s najslubnejšími činidlami však zatiaľ plne nezodpovedajú technologickým parametrom DTPA alebo EDTA. To je potrebné mať na pamäti najmä vtedy, keď je potrebné dosiahnuť najvyššiu svetlosť (pri pretekoch už nie je prijateľná strata 1 percentuálneho bodu). Preto pokračuje výskum upravenia komplexotvorných činidiel a variantov ich použitia [209, Aschacher et al. 2007]. Na druhej strane iní uvádzajú, že výsledky skúšok v plnej prevádzke a ďalšie skúsenosti stálych zákazníkov ukazujú, že biologicky odbúrateľné komplexotvorné látky slúžia na nahradenie DTPA/EDTA bez straty účinnosti procesov [221, Sankari 2009].

Pri rozlišovaní medzi predovšetkým hlavnými druhmi buničiny sú priamo zhrnuté niektoré prevádzkové skúsenosti týkajúce sa znižovania emisií komplexotvorných látok.

I. Výroba sulfátovej buničiny:

Existujú prípady, keď sa biologické čistenie odpadových vôd (pozri kap. 3.3.13) znižuje EDTA približne o 90 %. [159, Steube et al. 2005]. Napríklad v nemeckej celulózke Stendal sa úroveň 34-63 mg EDTA/l na prítoku znižuje na úroveň 0,4-7 mg EDTA/l na odtoku (ročná priemerná úroveň za rok 2008): 1,8 mg/l; merania sa vykonávajú 12-krát ročne v 24-hodinových zmiešaných vzorkách; metóda analýzy: DIN 38413-3). Na prítoku (24-hodinová zmesová vzorka) sa nameralo v priemere 50 mg EDTA/l [160, LVSA 2009].

Neboli predložené žiadne iné dôkazy zo skutočných závodov ani z iných celulózok na výrobu bielinej buničiny.

II. Výroba sulfitovej buničiny:

Takmer vo všetkých zariadeniach sa v bieliacich systémoch používa DTPA (1 - 2 kg DTPA/ADt). V závislosti od zatvorenia bieliacich zariadení sa 10 - 90 % tohto činidla dostane do odpadových vôd. V čistiarni odpadových vôd sa za normálnych okolností možná neočakáva žiadna významná biologická transformácia DTPA. Preto celulózky, ktoré nemajú prvý stupeň bieliacich procesov na báze MgO, ktorý umožňuje recirkuláciu časti pracieho lúhu späť do Regeneračného procesu (pozri kap. 4.3.8), potom uvoľnia prakticky 90 - 100 % použitého DTPA alebo 1 - 2 kg DTPA/ADt.

Jedna nemecká celulózka s postupnosťou bielenia $P_{MgO-A-P_{NaOH}}$ recirkuluje 80 - 90 % použitého DTPA do zariadenia na regeneráciu, čím účinne zabraňuje uvoľňovaniu DTPA do prijímajúcich vôd. Závod, ktorý vyrába 500 - 600 ton buničiny denne, používa približne 1 000 kg DTPA denne, z čoho sa do životného prostredia skutočne uvoľní len 50 - 60 kg DTPA denne.

Zdá sa, že účinnosť náhrad EDTA alebo DTPA závisí od viacerých faktorov, ako je metóda rozvlákňovania a bielenia, druh použitého dreva a obsah kovov v ňom, ako aj obsah látok alkalických zemín a ťažkých kovov (nečistôt) v bieliacej chemikálii (napr. prídavok MgO pre sulfitové celulózky) a konečná svetlosť alebo cieľ škvrn spôsobené nečistotami. Jedna nemecká celulózka používa zmes DTPA a DTMPA, hydridfosforečnanu, ktorý je možná biologicky odbúrateľný, ale lepšie sa adsorbuje v biologickom kalu. Keďže sa DTMPA hromadí na biomase v čistiarni odpadových vôd, je možné ho odstrániť z odpadových vôd a do prijímajúcich vôd sa uvoľňuje menej komplexotvorných látok. [216, Patt 2009].

Švédska NSSC celulózka Nordic Paper používa 0,7-1,0 kg EDT/ADt, z čoho väčšina končí v čističke odpadových vôd. Pri použití trojstupňového bioreaktora s technológiou MBBR je možná 40 % degradácia EDTA.

III. Drevo

Niekoľko štúdií oxidačného bielenia buničiny v závode Holzforschung v Rakúsku jasne ukázalo, že odstránenie DTPA vedie k zníženiu belosti o 5 až 6 bodov na stupnici belosti ISO. Pokusy s nahradením DTPA inými chemikáliami (ktoré ich dodávatelia predávajú ako biologicky odbúrateľné) ukázali, že je možné určité zníženie (napr. z 0,3 % na 0,05 %) DTPA, aj keď so stratou 1 - 2 bodov belosti. Náhrady na báze fosfonátov mali v niektorých prípadoch podobné výsledky ako DTPA. Ak alternatíva obsahuje fosfonáty, je možné, že to spôsobí prevádzkové problémy v čistiarni. Existujú závody, v ktorých sa tieto problémy nepozorovali pri použití fosfonátov ako odstrániteľných alternatív komplexotvorných látok, ktoré dosiahli komplexotvorné vlastnosti blízke DTPA [161, C.Hoelger et al. 2008]. Jedna celulózka a papierňa v Nemecku výrazne znížila množstvo DTPA používaného v linke na výrobu drevnej buničiny z 2 kg DTPA/t na 0,4 kg DTPA/t buničiny (zdroj: Nemecká agentúra EPA, 2010).

IV. Bielená buničina z úpravy zberového papiera

Vo väčšine prípadov nie sú komplexotvorné činidlá potrebné na výrobu bielených bielených druhov na báze zberového papiera. Dosiahnutie stabilizácie peroxidu potrebnej na oxidačné bielenie sa dosahuje predovšetkým prostredníctvom prírodných alebo modifikovaných kremičitanov sodných (kremičitany sodné alebo draselné). Vzhľadom na vysoký obsah vápnika v technologických vodách sa účinok EDTA alebo DTPA výrazne znižuje, takže ich použitie zvyčajne nie je účinné. Výnimočne sa DTPA používa ako komplexotvorné činidlo pri výrobe vysokokvalitných papierov, ako sú papiere SC-B na báze 100 % odľahčenej buničiny (DIP) alebo papiere SC-A s Použitím 25 % DIP (napríklad papierňa v Nemecku). Pred peroxidovou fázou sa zavádza ďalšia fáza techniky prania. Množstvo DTPA použité v týchto prípadoch je relatívne malé.

Medzizložkové vplyvy

Ak sa biologicky odbúrateľné komplexotvorné (chelačné) činidlá používajú, neočakávajú sa žiadne negatívne medzisúčiastkové účinky (pokiaľ zodpovedajú účinkom tradičných komplexotvorných chelačných činidiel).

Uplatniteľnosť: Predovšetkým lepšia adsorpčná kapacita (napr. niektoré hydridfosforečnany) znamená, že komplexy kovov sa nerozkladajú biologicky. Nevypúšťajú sa však spolu s odpadovými vodami, ale absorbujú sa na bielené vlákna alebo biologické odpady, ktoré sa vo väčšine prípadov spaľujú.

Štúdie prebiehajúce v oddieli Holzforschung Austria (HFA) v súvislosti s znižovaním hydridových fosforečnanov (testy podľa EN ISO 7827) ukázali, že fosfonáty nie sú biologicky odbúrateľné. Ukázalo sa tiež, že tieto látky nie sú adsorbované na biologickej čistiarni v takom rozsahu, ako sa uvádza v iných zdrojoch, a že sú zistiteľné len s veľkým úsilím a môžu zvyšovať obsah fosforu v odpadovej vode.

Pri plnom prevádzkovom použití komplexotvorných (chelatačných) činidiel na báze fosfonátov, napr. v papieri Albbrock v Nemecku, je možná miera odstránenia približne 90 %. [161, C.Hoelger a kol. 2008].

Technické kritériá uplatniteľnosti

Postupy na zníženie emisií z používania komplexotvorných (chelačných) činidiel sú uplatniteľné na nové aj existujúce zariadenia. V závislosti od použitia náhrad je možné, že budú potrebné menšie alebo rozsiahle úpravy procesu, aby sa zaručil účinok komplexotvorných (chelatačných) činidiel. Zistilo sa napríklad, že na optimalizáciu procesu na novú zmes budú potrebné určité upravenia procesu, zvyčajne úprava pH alebo dávkovací bod chelačného činidla.

Biologicky odbúrateľné alternatívy k EDTA/DTPA sú možná veľmi špecifické, t. j. pri iných procesoch rozvlákňovania a bielenia sa musia používať iné chelačné činidlá. Neexistuje univerzálne chelačné činidlo ako EDTA/DTPA. Pred použitím je potrebné upraviť procesy a určiť vhodné bieliace prísady.

Ekonomika

Hmotnostná bilancia používania a rozkladu komplexotvorných (chelatačných) činidiel (EDTA alebo DTPA) zahŕňa výpočet nákladov na odber vzoriek, chemickú analýzu a prípravu správy. Ak sa rozložiteľné náhrady testujú za plnej prevádzky, dodávateľa chemikálií sa zvyčajne postarajú o odber vzoriek, analýzy atď. vo fáze testovania, t. j. pre celulóšku by to nemalo predstavovať žiadne dodatočné náklady. Hospodárnosť výpočtov hmotnostnej bilancie a testov konvenčných činidiel alebo náhrad je vylúčená, pretože pre obe činidlá je potrebný rovnaký proces.

Ak prevádzkovateľ rozhodne použiť ľahšie biologicky odbúrateľnú náhradu, je potrebné dávkovacie čerpadlo a potrubia. Ak sa však biologicky odbúrateľné komplexotvorné (chelačné) činidlá používajú pravidelne, zariadenie používa rovnaké dávkovacie čerpadlo alebo nádrže a potrubia ako pri DTPA/EDTA, takže by nemali vzniknúť žiadne dodatočné náklady. Je nepravdepodobné, že by boli potrebné výrazné upravenia zariadenia, takže výmena bieliacich prísad si vyžaduje len veľmi malé investície.

Predovšetkým sa náklady odrážajú v cene biologicky odbúrateľného alternatívneho komplexotvorného činidla. Jednotková cena za 100 % účinnej látky bola v roku 2010 vyššia v prípade biologicky odbúrateľných alebo odstrániteľných náhrad ako v prípade DTPA alebo EDTA. Jeden dodávateľ chemikálií uviedol, že jednotkové ceny sú uvedené

biologicky rozložiteľné alternatívy sú približne o 10 - 15 % vyššie ako jednotková cena DTPA. Naproti tomu rakúska papierňa SCA Laakirchen uviedla, že náklady na bielenie by sa výrazne zvýšili (až o 200 %), ak by sa použilo výlučne testované alternatívne chelačné činidlo. [162, U.Hamm 2009].

Dôvody implementácie

Odporúčanie Komisie o rizikových opatreniach pre látky ako EDTA [260, odporúčanie KOM 2006/283/ES 2006], v oddiele 6 navrhuje niekoľko opatrení na zníženie emisií EDTA, ktoré sú uplatniteľné aj na iné zle rozložiteľné komplexotvorné (chelačné) činidlá, ako je DTPA:

- zaviesť normy environmentálnej kvality (EQS) a opatrení na zníženie znečistenia na národnej úrovni;
- zvážiť použitie EDTA v povoleniach vydaných podľa smernice 2010/75/EÚ;
- monitorovať zavedenie BAT, pokiaľ ide o EDTA, a oznamovať Komisii akýkoľvek relevantný vývoj v rámci výmeny informácií o BAT.

V oznámení Komisie o výsledkoch hodnotenia rizík a stratégiách znižovania rizík pre rôzne látky, z ktorých jednou je EDTA [259, oznámenie KOM 2006/C90/04 2006], sa odporúča, aby sa v aktualizovanom dokumente BREF poskytli usmernenia o BAT v súvislosti s použitím EDTA. Smernica Európskeho parlamentu a Rady ESP zo 16. decembra 2008 o environmentálnych normách kvality v oblasti vodnej politiky [263, Smernica 2008/105/ES 2008], (dcérska smernica podľa článku 16 rámcovej smernice EÚ o vode) zahŕňa EDTA aj do svojej prílohy III "Látky, ktoré sú predmetom preskúmania z hľadiska možnej identifikácie ako prioritné látky alebo prioritné nebezpečné látky"

Niektoré vnútroštátne predpisy a príslušné regionálne orgány žiadajú celulózky, za ktoré sú zodpovedné, aby znížili emisie EDTA alebo DTPA pre prijímajúce vody (napr. v Rakúsku alebo Nemecku) a v rôznych prípadoch posudzujú dostupnosť náhradných látok. Ak sa povrchová voda z prijímajúcich vôd používa ako zdroj pitnej vody, povoľujúci orgán (vodohospodársky orgán) stanovuje stále rozsiahlejšie limity prípustných úrovní EDTA a DTPA.

Príklady závodov

Niekoľko sulfitových celulózok nepoužíva žiadne komplexotvorné (chelatačné) činidlá na kontrolu kovov, hoci väčšina celulózok ich používa. Iné sa snažia znížiť uvoľňovanie chelačných činidiel zo závodu do prijímajúcich vôd. Podľa dôverných informácií istá celulózka v strednej Európe od januára 2009 úspešne používa vo svojom procese biologicky odbúrateľné komplexotvorné (chelatačné) činidlo. Jeden závod na výrobu RCF v strednej Európe pravidelne používa biologicky odbúrateľné komplexotvorné (chelačné) činidlo.

Vzhľadom na dôvernosť všetkých skúseností s prevádzkami nie je možné poskytnúť podrobnejšie informácie.

Literatúra

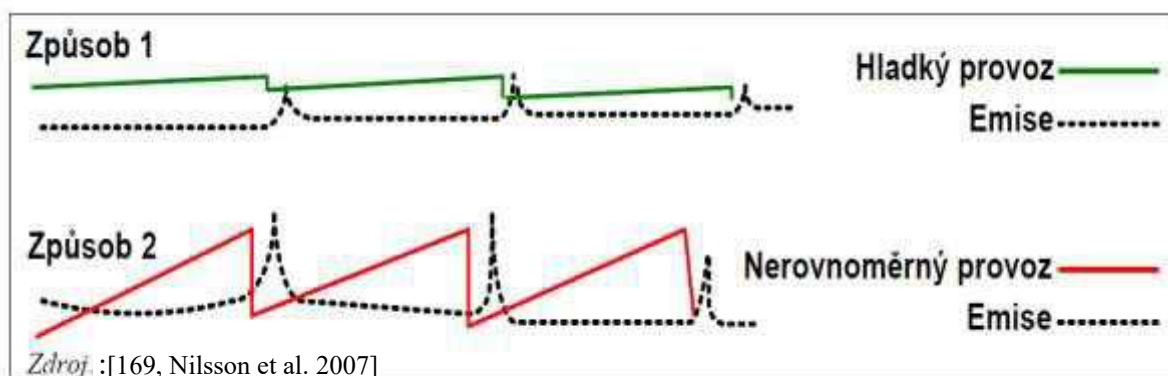
[161, C.Hoelger a kol. 2008], [162, U.Hamm 2009], [206, Akso Nobel 2007], [208, Langi et al. 2007], [209, Aschacher a kol. 2007], [216, Patt 2009], [221, Sankari 2009], [222, S. Metsärinne et al. 2007], [223, H. Hyvönen a kol. 2003], [224, Aschacher 2009], [259, KOM 2006/C90/04 2006], [260, Odporúčanie KOM 2006/283/ES 2006], [263, smernica 2008/105/ES 2008], [264, WFD 2000/60/EC 2000].

2.9.10. Zabezpečenie bezproblémovej prevádzky a minimalizácia náhodných únikov

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Zabezpečenie bezproblémovej prevádzky a minimalizácia náhodných únikov má v mnohých prípadoch významný vplyv na dosiahnutú výkonnosť techník, ktoré je dobré zohľadniť pri určení BAT a ktoré sú opísané v kapitolách 3 až 7. Hladký priebeh procesu zlepšuje efektívnosť materiálu, znižuje znečistenie, spotrebu energie a náklady [169, Nilsson et al. 2007]. Na druhej strane opakované prerušenia výroby, technické odstávky a náhodné úniky zvyšujú emisie a spôsobujú zbytočné postupy. Hladká a bezpečná prevádzka strojov a procesov zabezpečuje nízke emisie bez ďalších investícií do nápravných opatrení. V celulózo-papierenskom priemysle však existujú obdobia, keď je miera využitia celulózk a papierní relatívne nízka - môže to byť spôsobené obchodnými dôvodmi alebo neistotou na trhu práce alebo inými dôvodmi, ktoré firma nemôže ovplyvniť. Tým sa zvyšuje špecifická spotreba a hodnoty emisií (vyjadrené v kg znečisťujúcich látok na tonu buničiny alebo papiera/lepenky). Z environmentálneho hľadiska je preto vhodné prevádzkovať nepretržitú výrobu bez prerušenia. Rôzne trhové podmienky si však vyžadujú zmeny v kapacite a nastavení výroby. To znamená, že neexistuje najlepší postup pre výrobu, ale len ako produkovať a dobre riadiť zmeny druhov pomocou najlepších postupov a opatrení.

Na obrázku 2.30 sú znázornené korelácie medzi plynulou a nerovnomernou prevádzkou a tvorbou emisií. Plynulá prevádzka zabráňuje špičkám a výkyvom vo výrobe, ako aj spúšťaniu a zastavovaniu, a tým zabráňuje abnormálne vysokému alebo nižšiemu zaťaženiu. Takáto prevádzka znižuje emisie a spotrebu energie. Oplyvňuje aj kvalitu výrobkov.



Obrázok 2.30: Hodnoty emisií v závislosti od spôsobu prevádzky závodu

Sústrediť sa na plynulú prevádzku znamená využívať dostupné informácie, byť si vedomý rušivých podmienok a v prípade potreby včas konať. V týchto opatreniach sú opísané opatrenia na zníženie náhodných únikov, ktoré by sa mali zväžiť v rôznych prípadoch.

- Moderné informačné, automatizačné a počítačom riadené systémy s on-line meraním, najmä pri meraní emisií do ovzdušia, znižujú potreby samostatného znižovania emisií a umožňujú štatistickú úpravu.
- Nepretržité meranie a kontrola (monitorovanie) parametrov procesu, dokazovanie jeho stability pre výrobné procesy aj techniky znižovania emisií, pričom poskytuje údaje potrebné na prevádzku pri optimálnych parametroch procesu a snaží sa stabilizovať najdôležitejšie parametre procesu.
- Určenie hodnôt N a P v dlhodobých intervaloch neposkytuje prevádzkovateľovi informácie potrebné na prijatie včasných opatrení v prípadoch nevhodného dávkovania živín alebo zlého fungovania biologickej čistiare odpadových vôd. Online merania dusíka a fosforu sú možné ako časti interného merania na reguláciu dávkovania živín. On-line analýzy vzoriek umožňujú priebežné vyhodnocovanie stavu živín v čistiarni odpadových vôd a rýchle opatrenia v prípade slabého výkonu alebo nedostatočného dávkovania živín. V mnohých prípadoch bude použitie online meraní na poskytovanie dodatočných informácií o hodnotách a odchýlkach živín dopĺňať interné monitorovanie založené na laboratórnych analýzach.
- Optimalizované objemy nádrží a zásobníkov na zvládnutie núdzových únikov.

- Optimalizovaná úroveň výroby vzhľadom na maximálnu kapacitu. Prevádzka pri plnej výrobnej kapacite vystavuje závod možným poruchám a neistote pri kontrole emisií.
- Zdieľané informácie podporujú schopnosť včas prijať správne opatrenia. Komunikácia si vyžaduje angažovanosť na všetkých úrovniach a pravidelné stretnutia všetkých oddelení. Mali by byť zapojení aj zamestnanci z prevádzky.
- Aktívne oznamovanie núdzových podmienok. Všetky informácie o životnom prostredí by sa mali prenášať do systému riadenia zariadenia prostredníctvom interného informačného systému. Čistiareň odpadových vôd by sa mala ovládať z tejto riadiacej jednotky, nie samostatne.
- Starostlivé plánovanie odstávok a súvisiacich činností - príprava na poruchy.

Techniky regulácie emisií do ovzdušia a vody možno navrhnuť a prevádzkovať tak, aby sa výrazne znížilo neočakávané špičkové zaťaženie a havarijné úniky (pozri tiež kap. 10.2.2).

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Nie sú k dispozícii žiadne informácie.

Medzizložkové vplyvy

Táto technika má pozitívne účinky, pretože zabraňuje znečisteniu všetkých zložiek.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Opatrenia a postupy možno použiť na nové aj existujúce zariadenia.

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Hladký priebeh procesov a menej náhodných únikov zlepšujú účinnosť materiálu, znižujú znečistenie (odpad, emisie) a vo väčšine prípadov aj náklady. Hladká a bezpečná prevádzka strojov a procesov zabezpečuje nižšie emisie.

Príklady závodov

Mnohé celulózky a papierny v Európe prijali opatrenia na zabezpečenie bezproblémovej prevádzky procesov a techník zameraných na zníženie emisií do vody a ovzdušia, čím sa znížilo množstvo náhodných únikov do životného prostredia.

Literatúra

[169, Nilsson a kol. 2007].

2.9.11. Zníženie zaťaženia spôsobeného znečistením odpadových vôd

2.9.11.1 Primárne čistenie odpadových vôd

Opis

Primárne čistenie odpadových vôd pozostáva z fyzikálno-chemického čistenia, ako je vyrovnávanie prietoku, neutralizácia alebo sedimentácia.

Primárne čistenie sa zameriava na prevenciu výrazne vysokých hodnôt znečistenia, prietoku alebo teploty na prítoku do čistiarene odpadových vôd, čím sa chráni následné biologické čistenie. Ďalším cieľom je znižovať znečistenie na začiatku, čo umožňuje účinné biologické spracovanie a tvorbu menších objemov kalu. Primárna úprava v celulózkach a závodoch na výrobu papiera môže zahŕňať vyrovnávanie prietoku, neutralizáciu, sedimentáciu, flotáciu a filtráciu atď. Pri vyrovnávaní (napr. vo vyrovnávacích nádržiach alebo veľkých skladovacích nádržiach) sa prítok zhromažďuje, mieša a dočasne zadržiava, čím sa eliminujú výrazne vysoké prietoky. Suspendované látky (vlákna, kúsky kôry a organické látky, ako sú plnivá) sa odstraňujú

mechanickými prostriedkami (sedimentácia, flotácia a filtrácia). Koloidy a určité rozpustené koagulanty alebo flokulanty slúžia na podporu Úpravy a separácie určitých suspendovaných pevných látok.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Znižovanie znečistenia, najmä celkového množstva suspendovaných látok.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Primárna úprava sa zvyčajne nepoužíva ako samostatný krok, ale ako krok pred úpravou. Preto sú informácie o vplyve na životné prostredie a prevádzkové údaje súčasťou informácií poskytnutých o sekundárnom čistení v kap. 3 až 7.

Medzizložkové vplyvy

Primárne čistenie odpadových vôd si vyžaduje energiu na čerpanie atď. a tiež produkuje kal.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Uplatniteľné je pre nové a existujúce zariadenia.

Informácie o medzifázových vplyvoch, uplatniteľnosti, ekonomike, dôvodoch realizácie, ako aj príklady zariadení a literatúra sú uvedené v kap. 6.3.6 a 7.3.10.

2.9.11.2 Sekundárne čistenie odpadových vôd

2.9.11.2.1 Aeróbne biologické čistenie odpadových vôd

Opis

Pri aeróbnom biologickom čistení odpadových vôd sa biologicky rozložiteľné zaťaženie znižuje za prítomnosti kyslíka rozkladom mikroorganizmov, pričom vzniká biomasa, Oxid a voda.

Po primárnom čistení, ktoré sa zvyčajne vykonáva na ochranu biologickej čistiarne odpadových vôd pred nadmerným zaťažením a znečisťujúcimi látkami, sa biologicky rozložiteľný suspendovaný a koloidný materiál v odpadovej vode premieňa na pevné látky (biomasu) a na oxid uhličitý a vodu pomocou mikroorganizmov a za prítomnosti vzduchu. Po biologickej biodegradácii sa biomasa a voda oddelia, zvyčajne pomocou sedimentačných nádrží (separácia je možná pomocou flokulačných prostriedkov atď.). Pre tento proces sú k dispozícii aj iné zariadenia, ktoré možno rozdeliť do dvoch hlavných kategórií: systémy s aktivovaným kalom (napríklad jednostupňové alebo dvojestupňové zariadenia s aktivovaným kalom alebo prevzdušňované lagúny) a systémy s biofilmom (napríklad biofilmové reaktory s pohyblivým lôžkom (MBBR) alebo membránové bioreaktory (MBR)). Používa sa aj technika s biofilmom a aktivovaným kalom.

a) Proces aktivovaného kalu

Zariadenie s aktivovaným kalom pozostáva z dvoch predovšetkým hlavných jednotiek, aeračnej nádrže a sekundárneho odlučovača (sedimentačná nádrž - usadzovacia nádrž). V prevzdušňovacej nádrži sa odpadová voda čistí mikroorganizmami (aktivovaným kalom) vo vysokej koncentrácii. Kal sa potom oddelí od vody v usadzovacej nádrži. Väčšina kalu sa vracia do prevzdušňovacej nádrže, čo je potrebné na udržanie vysokej úrovne koncentrácie kalu. Malá časť kalu sa v závislosti od rýchlosti prírastku odstraňuje zo systému ako prebytočný kal.

Okysličovanie a miešanie v prevzdušňovacej nádrži je zabezpečené mechanickým prevzdušňovacím zariadením. Používajú sa rôzne druhy prevzdušňovačov, ako sú povrchové prevzdušňovače, ponorné turbínové prevzdušňovače, mikrobublinové prevzdušňovače a prúdové prevzdušňovače. Posledné tri druhy vyžadujú stlačený vzduch z dúchadiel alebo kompresorov. V rámci aktivačného procesu existuje veľké množstvo usporiadaní jednotlivých zariadení a procesov.

Tieto alternatívy sa môžu líšiť z hľadiska konštrukcie prevzdušňovacej nádrže, počtu fáz, odlučovača (usadzovacej nádrže) a prevzdušňovacieho zariadenia, ako aj recyklácie kalu.

b) Prevzdušňovaná lagúna

Prevzdušňovaná lagúna má veľký objem s dobou zdržania odpadovej vody 3-20 dní. Mikroorganizmy rastú v suspenzii v celom objeme kvapaliny a v lagúne dosahujú relatívne nízke úrovne sušiny: 100-300 mg/l. Rast mikroorganizmov si vyžaduje kyslík, ktorý je zabezpečený takmer výlučne mechanicky. prevzdušňovaním zariadením. Najčastejšie prevzdušňovanie jednotky sú povrchové turbínové prevzdušňovače, ale v hlbokých lagúnach sa používajú aj dnové prevzdušňovače s nasávaním alebo príivodom stlačeného vzduchu. Prevzdušňovacie zariadenie tiež zabezpečuje miešanie potrebné na udržanie pevných látok v suspenzii a zvýšenie mikrobiálnej aktivity. Prevzdušňované lagúny vyžadujú veľký priestor a objem, sú navrhnuté ako zemné nádrže a môžu slúžiť s usadzovacou časťou alebo bez nej. V prvom prípade sa koniec lagúny ponechá bez prevzdušňovania a miešania, čo umožňuje usadzovanie pevných látok. V druhom prípade prebieha usadzovanie v samostatnej lagúne. Biologický proces nezahŕňa recirkuláciu biomasy zo začiatku na koniec lagúny. Usadený kal sa odstraňuje zriedkavo, približne raz za rok až 10 rokov.

Použitie prevzdušňovaných lagún sa postupne stáva neobvyklým z mnohých dôvodov: má vyššiu účinnosť odstraňovania nečistôt z odpadových vôd v porovnaní s aktivačným procesom, vyžaduje sa veľká plocha a objem nádrže, nároky na energiu sú vysoké a prevzdušňovanie a miešanie majú nízku energetickú účinnosť. Ambicióznejšie požiadavky na čistenie odpadových vôd prispeli k tomu, že mnohé existujúce lagúny v celulózovo-papierenskom sektore boli zatvorené alebo prestavané na proces s aktivovaným kalom s vysokou účinnosťou alebo na ďalšie nádrže na ďalšie čistenie odpadových vôd.

c) Biofilmové reaktory s mobilným sušením

Proces v biofilmových reaktoroch s pohyblivým lôžkom (MBBR) je založený na podporných prvkoch biofilmu, ktoré sú vyrobené z polyetylénu. Tieto prvky poskytujú veľký chránený priestor pre biofilm a optimálne podmienky pre rast baktérií. Bakteriálne kultúry rozožierajú rozpustné organické látky, ktoré postupne dozrievajú a oddeľujú sa. Tieto kultúry tvoria prírodné vločky, ktoré je možné ľahko oddeliť od vody.

d) BAS – úprava na báze biofilmu a aktivovaného kalu

S cieľom znížiť objem a spotrebu energie boli v posledných rokoch vyvinuté kompaktné biologické čistiare odpadových vôd, ktoré kombinujú mobilné nosiče a aktivovaný kal (BAS).

Výhodou nosiča biofilmu je, že veľké množstvo biomasy zostáva na nosiči a nemusí cirkulovať cez sedimentačnú nádrž. Výhodou mobilných nosičov biofilmu v porovnaní s pevnými lôžkami je, že nehrozí riziko ich upchatia.

Použitie tejto technológie znižuje čas zdržania minimálne o 50 % v porovnaní s tradičnými systémami s aktivovaným kalom. Menší objem umožňuje budovanie čistiarní na biologickú úpravu v blízkosti výrobných liniek, čím sa šetrí energia a náklady. Zníženie CHSK je podobné vo všetkých rôznych druhoch čistiarní s aktivovaným kalom, ale tvorba kalu je nižšia ako v aktivačných čistiarniach, keď sa kal rozkladá v poslednom stupni zariadenia BAS (napr. BAS 0,15 kg sušiny/kg zníženia CHSK v porovnaní s čistiacim zariadením obsahujúcim dlhodobu aktivovaný kal (LAS): 0,3 kg sušiny/kg zníženia CHSK (odkaz: závody Södra). Redukcia chlorečnanov je vysoká, 95 – 100 %, v dôsledku anoxického prostredia počas rastu biomasy. Vďaka svojmu kompaktnému objemu spotrebujú čističky BAS menej energie ako iné čističky (BAS 23 kWh/ADt v porovnaní s LAS 33 kWh/ADt (odkaz: závody Södra)). Tieto kompaktné systémy sú však citlivé na nedostatok živín, pretože čas zdržania je krátky. Preto sa tieto systémy prevádzkujú s nadbytkom živín, čo vedie k vyšším emisiám fosforu a dusíka.

e) Membránový bioreaktor

Membránový bioreaktor (MBR) sa zvyčajne skladá z prevzdušňovaného bioreaktora (podobne ako aktivačný proces) súvisiaceho s membránovým procesom na oddelenie biomasy od čistenej vody. Existujú dve základné konfigurácie MBR: v prvej sú membrány ponorené v reaktore a tvoria neoddeliteľnú časť biologického reaktora (vnútorné/ponorné) a v druhej sú membrány samostatnou jednotkou,

ktorý nasleduje za biologickým reaktorom (vonkajší/vedľajší tok). Vyčistený filtrát z úrovne membrán sa môže znova použiť v procese, zatiaľ čo oddelená biomasa sa recirkuluje do bioreaktora. Vďaka vysokej kvalite filtrátu je technológia MBR ideálna na použitie pri čistení vnútorného vodného okruhu. Preto, aby sa zabránilo hromadeniu pevných látok na povrchu membrány, membránový systém si vyžaduje mechanické alebo chemické čistenie v určených intervaloch. Toto sa zvyčajne vykonáva úplne automaticky a priamo v nádrži MBR (odstránenie membrány nie je potrebné).

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Zníženie emisií organických látok (Chemická spotreba kyslíka, BOD), AOX, fosforu, dusíka a komplexotvorných látok do vody.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Skrubery aktívneho kalu sa široko používajú v celulóзовom a papierenskom priemysle. Podľa hrubého odhadu je Použitie aktivačného procesu v 60-75 % všetkých biologických čistiarní odpadových vôd v tomto skladovacom sektore. Tento proces je tiež najbežnejšou technológiou čistenia odpadových vôd v priamo vybudovaných zariadeniach. Aktivačný proces - alebo porovnateľné BAT, napríklad biofilmové reaktory s pohyblivým lôžkom - všeobecne vyskytuje vysokú účinnosť čistenia. Biomasa je však citlivá na poruchy a prevádzkovú nestabilitu. Prevádzkovatelia preto zvyčajne prijímajú opatrenia, aby sa vyhlili prevzdušňovaným nádržiam na biomasu s extrémne vysokým zaťažením alebo prietokom alebo určitým odpadovým vodám obsahujúcim toxické látky. Tieto opatrenia zahŕňajú riadenie stability výrobného procesu (pozri kap. 2.9.10), zabránenie prítoku rozliatych zápachajúcich kvapalín (pozri kap. 3.3.9) a použitie zachytých nádrží (pozri kap. 3.3.12) a vyrovnávacích nádrží. Najčastejšie dôvody dimenzované fungujúce čistiarne zahŕňajú zvolené usporiadanie a dimenzovanie, príliš vysoké zaťaženie alebo nedostatočná údržba a prevádzka systému.

Fungovanie biologického procesu ovplyvňuje aj teplota odpadovej vody. Pri aeróbnych procesoch nesmie teplota prekročiť 30-35 °C a môže byť potrebné chladenie.

Ďalšie konkrétne informácie o vplyve na životné prostredie a prevádzkové údaje o aplikácii v jednotlivých pododvetviach výroby buničiny a papiera sú uvedené v príslušných oddieloch kapitol 3 až 7 o čistení odpadových vôd.

Medzizložkové vplyvy

Aeróbne biologické čistenie odpadových vôd spotrebúva energiu (napr. na prevádzku aerátorov a čerpadiel) a produkuje kal, ktorý si zvyčajne vyžaduje úpravu pred ďalším použitím alebo zneškodnením.

V niektorých zariadeniach na biologické čistenie odpadových vôd v celulóзовom priemysle bola zistená prítomnosť baktérie *Legionella*. Tomuto problému musia prevádzky v spolupráci s príslušnými orgánmi venovať pozornosť a zabezpečiť minimalizáciu a kontrolu šírenia uvedených baktérií.

V kompaktných biologických čistiarnach môže Použitie nadbytočných živín viesť k vyšším emisiám fosforu a dusíka.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Uplatniteľné pre nové a existujúce zariadenia. Konkrétne informácie o uplatniteľnosti, ekonomike atď. sú v kap. 3 až 7 v jednotlivých oddieloch venovaných sekundárnej úprave.

Informácie o ekonomike, dôvodoch realizácie, príkladoch zariadení a literatúre sú pre túto techniku uvedené v príslušných častiach o aeróbnom čistení (pozri kap. 3.3.13, 4.3.16, 5.3.12, 6.3.8 a 7.3.11).

2.9.11.2.2 Anaeróbne biologické predčistenie odpadových vôd

Opis

Pri anaeróbnom biologickom čistení odpadových vôd sa zaťaženie biologicky rozložiteľnými látkami znižuje za neprítomnosti kyslíka mikroorganizmami, ktoré spôsobujú tvorbu najmä metánu a oxidu uhličitého.

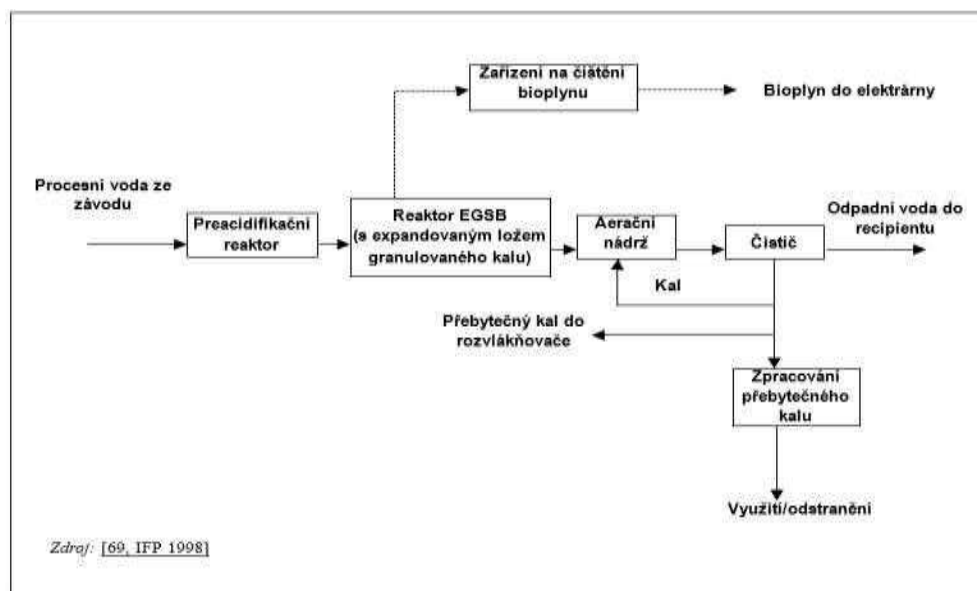
Výsledný bioplyn je možné po odsírení použiť na výrobu energie. V núdzových situáciách je zvyčajne k dispozícii možnosť spaľovať bioplyn vo fackli.

K dispozícii sú aj rôzne úpravy tohto procesu. Predovšetkým sa používajú druhy reaktorov: reaktor s pevným lôžkom, procesy kontaktného kalu, vysokorýchlostný anaeróbny reaktor s rozšírenou biomasou (UASB), vysokorýchlostný reaktor s rozšíreným granulovaným kalovým lôžkom (EGSB) a relatívne nové reaktory s vnútornou cirkuláciou (IC). V reaktoroch UASB a EGSB sa častice kalu udržiavajú vo fluidnom lôžku použitím vzostupného toku. V reaktoroch s integrovanou tepelnou izoláciou plyn, ktorý vzniká v systéme, poháňa cirkuláciu a miešanie kvapaliny a tuhej látky v reaktore.

Hlavným účelom rôznych koncepcií reaktorov je zabezpečenie vysokej koncentrácie biomasy v reaktore. Dosiahnutie vysokých úrovní sa uskutočňuje buď prostredníctvom recyklácie opláchnutej biomasy po usadení vo vonkajšom separátore (systém kontaktného reaktora), alebo fixáciou biomasy na nosnom médiu vo vnútri reaktora (reaktor s pevným lôžkom), alebo autoimobilizáciou, pri ktorej vzniká granulovaná biomasa (reaktor UASB a EGSB). Prevádzka reaktora je možná ako samostatná jednotka alebo ako modulárna kombinovaná jednotka.

Anaeróbna vyčistená odpadová voda nespĺňa požiadavky na konečný bod Chemická spotreba kyslíka (COD) a BOD pre vyčistenú odpadovú vodu. Preto sa anaeróbna úprava zvyčajne nepoužíva ako samostatná úprava. Odtok z anaeróbných systémov sa vždy priamo upravuje aeróbnou biologickou úrovňou.

Na obrázku 2.31 je znázornená zjednodušená schéma kombinácie anaeróbnej a aeróbnej čistiarne odpadových vôd (v prípade výroby grafického a jemného papiera na báze RCF sa prebytočný kal nemôže vracaať do rozvlákňovača alebo zmiešavacej nádrže).



Obrázok 2.31: Zjednodušená schéma kombinácie anaeróbnej a aeróbnej čistiarne odpadových vôd

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Anaeróbne predčistenie znižuje zaťaženie odpadových vôd organickým znečistením, znižuje množstvo produkovaného kalu v porovnaní so samotným aeróbnym čistením a využíva energiu obsiahnutú v organickom znečistení (výroba bioplynu).

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

V porovnaní so samostatnými aeróbnymi čističkami sa kombinované anaeróbne a aeróbne čističky ukázali ako stabilnejšie systémy, pokiaľ ide o zmeny v zaťažení Chemickou spotrebou kyslíka a toxickými alebo inhibičnými látkami v technologickej vode. Použitelnosť zariadenia je takmer 100 %.

Aby bolo použitie anaeróbných techník ako prvého stupňa biologického čistenia odpadových vôd ekonomicky životaschopné, úroveň Chemickej spotreby kyslíka v procesnej vode by nemala byť nižšia ako 1 000 - 2 000 mg/l.

V závislosti od konštrukcie anaeróbného reaktora môžu suspendované látky na úrovni nad 200-500 mg/l spôsobovať problémy v anaeróbných systémoch, najmä v reaktoroch s pevným lôžkom. V niektorých prípadoch reaktoroch UASB bol pozorovaný pomalý rozpad peliet z biomasy. V tomto prípade je možné nahradiť biomasu novými peletami z iných reaktorov UASB, aby sa zachovala efektívna prevádzka reaktora. Anaeróbne predčistenie výrazne znižuje pravdepodobnosť vzniku objemového kalu v následnej aeróbnej fáze.

V kombinovaných anaeróbných a aeróbných čističkách je energia potrebná na odstránenie 1 tony Chemickej spotreby kyslíka (spotrebuje sa najmä na čerpanie a prevzdušňovanie) približne 200-300 kWh, zatiaľ čo v samostatných a dobre navrhnutých aeróbných čističkách je energia potrebná na odstránenie 1 tony Chemickej spotreby kyslíka 500-600 kWh. Objem bioplynu vyprodukovaného v priebehu anaeróbnej fermentácie sa pohybuje od 400 do 600 m³/t odstránenej Chemickej spotreby kyslíka a tento bioplyn pozostáva z metánu (60 - 75 %), CO₂ (20 - 35 %) a malého množstva sírovodíka. Predtým, ako sa bioplyn použiť v elektrárnach ako náhrada fosílnych palív, prebieha odsírenie. V opačnom prípade sa môže vyskytnúť SO a vyššia hladina SO₂.

Keďže výhrevnosť metánu je 35,7 MJ/m³, energia z Použitia bioplynu pri kombinovanej výrobe tepla a elektriny sa pohybuje v rozpätí 1 900 - 2 900 kWh/t odstránenej Chemickej spotreby kyslíka pri predpokladanej účinnosti zariadenia 75 %. Použitie bioplynu na energetické zhodnocovanie pokryje celkovú potrebu energie pre kombinovanú anaeróbnú a aeróbnú čistiareň. Časť vyrobenej energie (približne 70 - 80 %) je možné použiť v iných oblastiach závodu, napr. v procesoch výroby papiera/lepenky.

Predovšetkým sa používa parameter Chemická spotreba kyslíka (CHSK), ktorý sa zvyčajne analyzuje denne na kontrolu výkonnosti anaeróbných a aeróbných techník čistenia odpadových vôd. V prípade anaeróbných systémov je ďalším dôležitým parameterom pre riadenie rýchlosť produkcie bioplynu, ktorá sa nepretržite meria plynomerom, a množstvo CO₂, CH₄ a H₂S v bioplyne.

Účinky medzi zložkami možná.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Uplatniteľné pre nové a existujúce inštalácie. Modernizácia existujúcej aeróbnej čistiarene odpadových vôd vrátane pridania anaeróbnej fázy predčistenia je zvyčajne uskutočniteľná, ak je zloženie technologickej vody, obsah síranov a Chemická spotreba kyslíka vhodný na anaeróbne čistenie. Modernizácia anaeróbného predčistenia je vhodným opatrením, keď aeróbna fáza dosiahla svoju maximálnu kapacitu a je preťažená.

Anaeróbna čistenie odpadových vôd si môže vyžadovať väčšiu pozornosť a možné zmeny v používaní chemických prísad (napr. detergentov, odpeňovačov a protišmykových látok), pretože anaeróbne mikroorganizmy sú citlivejšie na tieto chemické prísady a toxické účinky.

Informácie o medzifázových vplyvoch, uplatniteľnosti, ekonomike, dôvodoch realizácie, príkladoch zariadení a odkazoch na túto techniku sú uvedené v príslušných častiach o anaeróbnej predúprave (pozri kap. 4.3.15 a 6.3.7).

2.9.11.2.3 Riadenie biologických čistiarní odpadových vôd a optimálne dávkovanie živín

Opis

Emisie živín sa znižujú riadením funkčnosti biologického čistenia odpadových vôd a úpravou a optimalizáciou dávkovania živín, aby sa zabránilo ich predávkovaniu.

Mikroorganizmy používané pri biologickom čistení odpadových vôd potrebujú na správny rast dusík a fosfor. V odpadových vodách z výroby buničiny a papiera je množstvo živín zvyčajne nízke v porovnaní s množstvom organických látok. Preto je často potrebné pridávať do odpadovej vody fosfor a dusík, aby sa dosiahlo dosiahnutie účinného čistenia. Odporúča sa však posúdiť, či sú počiatočné zásoby živín v odpadovej vode dostatočné. V niektorých prípadoch, napr. pri použití eukalyptu ako suroviny, je v odpadovej vode prítomný dostatok fosforu a prídavok dusíka je malý alebo žiadny. Pri riadení funkčnosti biologického čistenia odpadových vôd sú dôležité tieto aspekty.

Technika I. Denzitné dávkovanie živín pre mikroorganizmy

Mikroorganizmy v biologických čistiarniach odpadových vôd potrebujú na rozklad suspendovaných organických látok v odpadovej vode dimenzovaný prísun N a P. Odpadová voda z celulózok a papierní zvyčajne obsahuje len nízku úroveň N a P, preto sa na účinnú prevádzku biologickej čistiare odpadových vôd pridávajú živiny, napr. vo forme močoviny a kyseliny fosforečnej. Výnimkou sú prevádzky, ktoré sa zaoberajú úpravou dreva iberského eukalyptu, z ktorého sa v priebehu rozvlákňovania uvoľňuje viac fosforu. Preto sa do biologického čistenia odpadových vôd z celulózok spracúvajúcich eukalyptus nepridáva žiadny fosfor.

Prídavok živín prebieha Použitím ľahko dostupných výživných zložiek, ktoré prednostne obsahujú amónium (NH_4^+) a fosforečnany (PO_4^{3-}) ióny. V niektorých prípadoch už technologická voda obsahuje vyššie úrovne živín (niekedy s kolísavými úrovňami a zložením). V takýchto prípadoch, ako aj v prípade kolísavých prietokov, sa prebytok živín meria za biologickou čistiarnou odpadových vôd, pokiaľ dávka nebola zodpovedne upravená. Prevádzkovateľ biologickej čistiare odpadových vôd musí nájsť správnu rovnováhu medzi dimenzovaným prísunom N a P do biologického systému a nežiaducim predávkovaním. Nedostatočný prísun živín môže poškodiť biocenózu - spoločenstvo organizmov obývajúcich určitý priestor (pozri priamo "objemový kal") a následne môže znižovať rýchlosť procesu v zariadení. Predávkovanie je nežiaduce, pretože nadbytok uvoľnených živín môže zvýšiť eutrofizáciu povrchových vôd.

Mnohé závody sa nezaobierajú obsahom N a P v privádzanej technologickej vode ani kolísaním hydraulického zaťaženia a do odpadovej vody neustále pridávajú rovnaké množstvo živín. V niektorých prípadoch sa však organické zlúčeniny dusíka z použitých chemikálií dostávajú do odpadových vôd a v biologickom systéme sa hydrolyzujú a premieňajú na amónne ióny. To môže viesť k situácii, keď úroveň biologicky dostupného dusíka prekročí potreby biologického systému. Potreby na živiny sa v jednotlivých závodoch líšia. Maximálna teoretická požiadavka je priamo daná pomerom BOD:N:P 100:5:1 [146, Möbius 2008]. V praxi sa v mnohých čistiarniach úspešne používa pomer 100:(2,3 - 2,5):0,5.

Technika II. Dávkovanie živín

Výživové požiadavky rôznych aeróbných a anaeróbných systémov biologického čistenia sú v určitých medziach. Vhodný prísun živín možno regulovať z troch rôznych strán.

a) Z prívodu do biologickej čistiare odpadových vôd. Spočiatku by mal byť prísun živín založený na pomere BOD:N:P na prítoku do aeróbnej biologickej úrovne približne 100:3,0:0,5 a potom optimalizovaný podľa skutočných potrieb. Keďže sa ukázalo, že je veľmi ťažké spoľahlivo stanoviť BOD odpadových vôd v danej dobe (analýzy trvajú príliš dlho), v niektorých prípadoch sa používa Chemická spotreba kyslíka ako (on-line) parameter a uplatňuje sa počiatočný pomer Chemická spotreba kyslíka:N:P 100:1:0,2. Iné prevádzky pri regulácii dávkovania živín merajú nepretržite TOC a TN._b.

b) Upravenej odpadovej vody. Pre dostatočný prísun živín by mali byť priemerné ročné hodnoty pre biologickú úpravu: 0,5-1 mg/l $\text{NH}_4\text{-Nový}$ a 0,5-1 mg/l $\text{PO}_4\text{-P}$ [100, M.Cordes-Tolle 2000] alebo vo vzťahu ku všetkým nameraným hodnotám, napr. za celý rok, hodnoty jednotlivých meraní by mali byť v rozpätí 0-2 mg/l.

Čističky odpadových vôd s veľmi stabilnými prevádzkovými podmienkami a malými výkyvmi v zaťažení môžu potrebovať nižšie priemerné úrovne, ako je možné uviesť v písmene b), najmä pokiaľ ide o fosfor. Uvedené cieľové hodnoty sú založené na skúsenostiach a slúžia len ako usmernenie. Všetky biologické systémy sa musia optimalizovať a nastaviť samostatne.

c) samotná analýza biomasy. Kontrola úrovni odpadových vôd v systémoch s aktivovaným kalom často neposkytuje jasný dôkaz o optimalizácii prísad do biomasy. Zloženie biomasy je možné monitorovať prostredníctvom analýz popola, Kjeldahlovho dusíka (TKN) a P_{celkovej} vo vzorkách aktivovaného kalu, najmä ak sú vlastnosti kalu nepriaznivé alebo ak kapacita čistiarne odpadových vôd na rozklad látok nespĺňa očakávania. Cieľové hodnoty pre analyzované vzorky aktivovaného kalu sú tieto (v sušine):

P: > 10 mg P_{celkovej} /g sušiny)
N: 50 - 60 mg TKN/g sušiny).

Vlastnosti kalu (kalový index) ovplyvňuje veľmi prísun fosforu. Kalový index by sa mal stanovovať denne alebo týždenne. Je to jeden z najdôležitejších parametrov na riadenie procesu aktivácie. Mikroorganizmy by sa mali podrobiť kontrole každú sobotu.

Pri kombinácii anaeróbného a aeróbného čistenia odpadových vôd je potrebné poznamenať, že anaeróbne baktérie majú nižšie požiadavky na živiny ako aeróbne baktérie. Optimálny pomer N a P pre organické zaťaženie sa musí určiť v prípade individuálne. Skúsenosti ukázali dobré výsledky pri pomere Chemická spotreba kyslíka:N:P:S 350:5:1:1 [101, G.Weinberger 2004]. Zistilo sa, že znižovanie dávok živín potrebných pre anaeróbnou biomasu má vplyv na prevádzkové podmienky, ktoré sú príliš nestabilné pre následnú aeróbnou fázu. Preto je potrebné dávkovať N a P potrebné na následnú aeróbnou úpravu na vstupe do anaeróbnej fázy.

Technika III. Regulácia dávkovania živín

Aby sa dosiahlo optimálne dávkovanie živín, musí sa pre každý závod vybrať najvhodnejší parameter riadenia. Pri meraniach úrovni N a P na vstupe (najmä v prípade dusíka) by sa mala zohľadniť biologická dostupnosť zložiek dusíka. Merania $\text{NH}_4\text{-N}$ nie je vždy dostatočné, napr. ak značné množstvo organických zlúčenín (meraných ako Kjeldahlov dusík) obsahujúcich sa v odpadovej vode mení na biologicky dostupné amonné zlúčeniny. Na druhej strane nie všetky organické zlúčeniny dusíka (TNC) sú uplatniteľné pre mikroorganizmy a čiastočne prejdú biologickou úpravou v nezmenenej forme. Kľúčové parametre, ktoré treba sledovať pri dávkovaní živín, sú nadbytok amoniaku a rozpustený celkový P alebo $\text{PO}_4\text{-P}$ na odtoku z ČOV spolu s percentuálnym podielom N a P v kalu a jeho sedimentačnou kapacitou. Reguláciu môžu doplniť on-line merania COD alebo TOC.

Správna regulácia dávkovania živín je potrebná z ekonomických a environmentálnych dôvodov. Vhodným prístupom k riadeniu aplikácie živín je kontrola dávok N a P vo vzťahu k zaťaženiu TOC. Na dávkovanie je možné použiť empiricky stanovené pomery TOC:N:P, pričom sa musia zohľadniť nepretržité merané úrovne N a P v neupravenej odpadovej vode. Vhodnými nástrojmi na kontrolu živín sú on-line merania TOC a on-line merania N a P, najmä v prípade väčších zariadení. V mnohých čistiarnach odpadových vôd prebieha dávkovanie živín bez zohľadnenia zmien v organickom alebo hydraulickom zaťažení. To je vhodné len v systémoch, ktoré vykazujú mierne výkyvy. Rámci veľkých výkyvov v organickom alebo hydraulickom zaťažení je možné, že dôjde k predávkovaniu, ak sa dávkovanie primerane neupraví. Pre tieto systémy je vhodnou možnosťou on-line riadenie a dávkovanie živín podľa objemového prietoku.

Technika IV. Online merania

Online analyzátory živín ponúkajú prevádzkovateľom možnosť zaznamenávať údaje v reálnom čase vo forme kriviek pre vybrané miesto odberu vzoriek. Na základe týchto údajov môžu prevádzkovatelia v primeranom čase reagovať, ak sú v odtoku prekročené cieľové hodnoty, alebo ak je na prítoku mimoriadne vysoké zaťaženie, alebo ak dôjde k výrazným výkyvom stability procesov v čistiarni odpadových vôd. Nízke cieľové hodnoty emisií živín, kontrola účinnosti odstraňovania znečisťujúcich látok a požiadavky na stabilitu procesov a kontrolu čistenia odpadových vôd viedli k rozsiahlejšiemu používaniu meracích prístrojov on-line. Ďalšími dôvodmi ich použitia sú väčšie časové a personálne požiadavky konvenčných metód a ich nedostatočná flexibilita. Online merania sú však drahšie a vyžadujú si aj častú kalibráciu a spoľahlivú údržbu. Pre menšie preteky je možné, že online merania budú príliš nákladné.

Technika V. Znižovanie celkového množstva NL a prevencia vzniku objemového kalu

Sedimentačné nádrže sa zvyčajne používajú na oddelenie pevnej biomasy od upravenej technologickej vody. Kľúčové je preto hospodárenie s dobrou sedimentačnou kapacitou aktivovaného kalu a zabránenie vzniku objemového kalu. Okrem vhodného dimenzovania a prevádzky odlučovača (sekundárne zaťaženie povrchu odlučovača alebo hydraulické zaťaženie) má veľký význam aj meranie a kontrola mikrobiálneho zloženia biomasy. Masívny rast určitých druhov mikroorganizmov, najmä vláknitých baktérií, je často znakom degenerácie aktivovaného kalu a vedie k zvýšeným stratám celkového NL.

K splošteniu kalu pri spracovaní aktivovaného kalu zvyčajne dochádza vtedy, keď je biologický systém nejakým spôsobom narušený, napr. v dôsledku kolísania zaťaženia znečisťujúcimi látkami, kolísania množstva rozpusteného kyslíka v nádrži aktivovaného kalu, nedostatku alebo prebytku dusíka a fosforu alebo kolísania množstva recyklovaného kalu vráteného do aeračnej nádrže.

Vhodné opatrenia na prevenciu a kontrolu (masívnej) tvorby objemového kalu v biologickej čistiarni odpadových vôd sú tieto:

- Merania prítoku odpadovej vody. Je potrebné zabrániť vzniku anaeróbných zón (napr. krátkym časom zdržania v primárnom odlučovači alebo dočasným prevzdušňovaním) a zabezpečiť dostatočný prísun živín, ktorý je dimenzovaný tak, aby pokryl potreby procesu. V niektorých prípadoch sa zistilo, že nižšie karboxylové kyseliny, ako napríklad kyselina octová, sú predovšetkým príčinou prevažujúceho rastu vláknitých baktérií, ktoré spôsobujú sploštenie kalu. Vlákňité baktérie sa môžu vyskytnúť aj vtedy, keď je v odpadových vodách prítomná síra.
- Správne navrhnutá Čistiareň odpadových vôd [111, Möbius 2009]. Pomer živín k hmotnosti musí byť v určitom rozmedzí, aby sa zabránilo splošteniu kalu a zabezpečili sa dobré výsledky znižovania Chemickej spotreby kyslíka. V jednostupňových reaktoroch s aktivovaným kalom môžu kaskády, ustálený prietok alebo selektorové nádrže znížiť riziko zaplavenia kalom; prevzdušňovanie, rozsah úrovne koncentrácie kyslíka a gradient úrovne koncentrácie kyslíka možno využiť na zvýšenie účinnosti procesu a prevenciu zaplavenia kalom. Dvojstupňové biologické spracovanie lepšie zabraňuje riziku kontaminácie kalu v poslednej fáze a ponúka možnosť prevádzky pri relatívne nízkom zaťažení kalu BOD. Prvá fáza je často veľmi zaťažená materiálom nesúcim biofilm (biofilmový reaktor s pohyblivým lôžkom). Ak je odpadová voda vhodná na anaeróbné čistenie, je možné vybudovať prvý anaeróbný biologický stupeň s vysokým zaťažením, v súčasnosti zvyčajne druhu EGSB.
- Denná kontrola prevádzky čistiarne odpadových vôd.
- Mikroskopická analýza aktivovaného kalu.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Znižovanie emisií dusíka, fosforu a celkových emisií NL.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje*BAT I až IV*

V tabuľke 2.34 sú uvedené príklady Nanorg a P_{celkovej} dosiahnuté pri optimálnom dávkovaní živín a kontrolných meraniach.

Tabuľka 2.34: Príklady opatrení na kontrolu živín a emisií dosiahnutých v deviatich celulózkach a papierňach

Papierne a [zdrojov údajov]	Priemer $N_{anorg.}$ [mg/l]			Priemer hodnoty $P_{celkovej}$ [mg/l]			Poznámka
	denný	Mesačne	Ročný	denný	Mesačne	Ročný	
MD Paper Plattling Myllykoski (< 50 % RCF), [4] (1)	2,8	NA	2,1	1	NA	0,77	Denné priemery 80. percentil
Papierne Lang Ettringen (RCF, GW) [1] (1)	0,3	NA	NA	0,5	NA	NA	Priemer z 2-hodinových zmiešaných vzoriek
UPM Schongau (> 50 % RCF), novínový papier, časopisový papier, [1] (2)	0,1-10,0(3)	1,3-2,6	1,8	0,2-3,0	NA	0,8	NA
Hans Kolb, Papierne Kaufbeuren, vlnitý papier, [1]	NA	1,1-7,5	4,8	NA	0,6-1,3	1,0	NA
Papierne Rieger Trostberg (100 % RCF lepenka) [1] (4)	NA	3,1-6,2	4,4	NA	0,7-2,2	1,2	NA
Papierne Palm Eltmann, 100% RCF papier, [1]	NA	0,6-1,6	1,2	NA	0,2-0,3	0,2	NA
ČOV Südwasser pre papierňu Carl Macher (100 % RCF)	$N_{ges.}$: 0,4-4,9	3,8	NA	0,2-1,0	0,6	NA	Mesačný priemer 05/2001
Wepa Giershagen, tenký papier: primárne a sekundárne vlákna, [3]	TNb: 6,1-9,4	NA	NA	0,08-0,5	NA	NA	Polhodinové priemery
DeliTissue Stendal, primárne vlákna, [2]	0,0-1,31(5) Priemer $N_{anorg.}$: 3,08 TNb: 3,7-10(6) Priemer TNb: 8,4	NA	NA	0,08-1,9 Priemer hodnoty $P_{celkovej}$: 0,44	NA	NA	Dvojhodinové zmiešané vzorky
Poznámka: N = údaje nie sú k dispozícii, $N_{ges.}$ = súčet amónneho, dusičnanového a dusitanového dusíka (1) Raz kontrolné meranie za deň. (2) On-line merania živín a TOC. (3) V roku 2009 boli len dva denné priemery nad 10 mg/l: 15,6 a 10,4 mg/l. (4) Ďalšie techniky: aktivovaný kal s predchádzajúcou denitrifikáciou. (5) Raz jedna hodnota nad 10 mg/l: 19 dňa 26.11.2009. (6) Raz jedna hodnota nad 10 mg/l: 29 dňa 26.11.2009. Zdroje: [1] Údaje príslušného bavorského úradu (Rörig, 2009, Ročné správy). [2] Údaje príslušného orgánu Saská-Anhaltska (Ziem, správa o analýzach 2006-2010). [3] Údaje príslušného orgánu Severného Porýnia-Vestfálska (Dreher, správa o analýzach 2010). [4] MD Plattling, údaje pochádzajú z nemeckého dotazníka 2006.							

Technika IV (On-line merania)

V niekoľkých nemeckých závodoch sa využívajú on-line merania na určenie TOC (EN 1484:1997), rýchle určenie BOD, PO_4 (EN 1189:1996), $P_{celk.}$ (EN 1189:1996), NH_4 (DIN 38 406, časť 5) a TNb (DIN 38 409, časť 27). TOC je najčastejšie meraným parametrom na určenie vstupného zaťaženia (kontrola procesu) alebo na meranie limitných hodnôt v odtoku. Iné zariadenia majú použitie on-line meraní na monitorovanie úrovni dusíka a fosforu v odpadových vodách alebo na kontrolu dávkovania dusíka a fosforu; ďalšou aplikáciou je dávkovanie flokulantu v prípade odstraňovania fosforu.⁴ PO_4 a $P_{celkovej}$ (riadna údržba a vyškolený personál) sú zväčša spoľahlivé, hoci sú online zariadenia ľahko dostupné [94, F.Schmid a kol. 2002], [95, M.Cordes-Tolle a kol. 2000], [98, G.Weinberger et al. 2002]. Online meracie zariadenia majú kratšiu dobu návratnosti pre väčšie zariadenia, pretože náklady na možné nevhodné dávkovanie živín sú v týchto zariadeniach relatívne vyššie. Pri posudzovaní ekonomickej

užitočnosti online merania sa vyžaduje posúdenie nákladov (investície, náklady na chemikálie, náhradné diely a zmluvy o údržbe) a prínosov v rôznych prípadoch.

Účinky medzi zložkami
možná.

Technické kritériá uplatniteľnosti
Uplatniteľné pre všetky rasy.

Ekonomika
Nie sú k dispozícii žiadne informácie.

Dôvody implementácie
Požiadavky príslušných orgánov. Znižuje náklady na dávkovanie živín. Ciele kvality pre N a P v povrchových vodách. Keďže účelom biologického čistenia odpadových vôd je predovšetkým znížiť množstvo organických látok vypúšťaných do recipientu, emisie nadbytočného N, P a suspendovaných látok by mohli ohroziť úspešnosť čistenia..

Príklady závodov
Pozri tabuľku. 2.34.

Literatúra
[87, Jouttijärvi et al. 2006], [94, F.Schmid a kol. 2002], [95, M.Cordes-Tolle a kol. 2000], [98, G.Weinberger a kol. 2002], [100, M.Cordes-Tolle 2000], [101, G.Weinberger 2004], [111, Möbius 2009], [146, Möbius 2008].

2.9.11.2.4 Techniky znižovania P a N

Posúdenie obsahu látok N a P v chemikáliách používaných pri ich použití a ich nahradenie chemikáliami s vyšším obsahom látok N a P je možné znížiť zaťaženie živinami na prítoku do čistiarny odpadových vôd a následne na odtoku. Ďalšie techniky znižovania fosforu a dusíka sú opísané v kap. 2.9.11.3.

2.9.11.3 Terciárne čistenie odpadových vôd

Terciárne čistenie sa zvyčajne používa na odstránenie nečistôt, ktoré predchádzajúce kroky čistenia (napr. biologické čistenie) neodstránili alebo nemohli dostatočne odstrániť, napr. celkové NL, Chemická spotreba kyslíka, dusík a fosfor. Moderná úprava môže zahŕňať techniky, ako je flokulácia, zrážanie, biofiltrácia, použitie membrán pri pokročilej filtrácii, ozonizácia atď.

2.9.11.3.1 Chemické zrážanie

Opis
Chemická flokulácia rozpustených a suspendovaných pevných látok vytvára vločky, ktoré sa následne oddeľujú filtráciou alebo čistením.

- hliníkové soli: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ a $\text{Al}^{\text{Nový}}(\text{OH})_m\text{Cl}_{3n-m}$;
- soli železa (Fe(iii)): FeCl_3 a $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$;
- soli železa (Fe(II)): FeSO_4 ;
- vápno.

2.9.11.3.4 Ďalšie techniky znižovania celkových NL

Opis

Zhoršená sedimentácia biomasy alebo nadmerné hydraulické zaťaženie sekundárneho odlučovača (usadzovacej nádrže) zariadenia na biologické čistenie môže slúžiť na zvýšenie úrovne suspendovaných látok v konečnej odpadovej vode. Alternatívou k rozšíreniu sedimentačnej nádrže je inštalácia filtračných jednotiek za prevzdušňovacími nádržami, ktoré slúžia na nepretržitú prevádzku alebo ich možno použiť len v prípade poruchy. V celulózkach a závodoch na výrobu papiera sa používajú rôzne druhy mikrofiltrov, textilných alebo pieskových filtrov. Zvýšenému zaťaženiu zabraňuje aj flokulácia alebo flotácia, a to buď jednotlivými metódami, alebo v kombinácii s filtráciou.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Znižovanie celkových emisií NL. Filtrácie jednotky zvyšujú prevádzkovú spoľahlivosť a zabraňujú prekročeniu cieľových hodnôt v dôsledku poruchy zariadenia [92, F.Schmidt a kol. 2002].

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Za normálnych okolností a aj bez ďalších opatrení sa po biologickej Úprave dlhodobo vyskytuje úroveň 20 mg NL_{celkovej}/l. Pri menej stabilných procesoch je možné používať textilný filter nepretržite alebo v režime dočasného vypnutia ako pohotovostné opatrenie (filter určený na čistenie v prípade poruchy) a zaručiť trvalo nízku hladinu celkového NL.

Nízke celkové emisie NL tiež znižujú uvoľňovanie organických látok a živín do povrchových vôd a sú predpokladom úspešného čistenia. 1 mg zadržanej NL_{celkovej}/l zodpovedá približne 1 mg CHSK/l (0,8 - 1,5 mg CHSK/l), ktoré sa nevypúšťajú do prijímajúcich vôd.

V tabuľke 2.35 je uvedený príklad celkových hodnôt NL dosiahnutých v jednej celulózke papiera/lepenky.

Tabuľka 2.35: Príklad opatrení na kontrolu celkových emisií NL a dosiahnutých emisií z výroby buničiny a papiera

Papierne a [zdrojov]	Techniky používané na odstránenie celkového NL	Dosiahnuté hodnoty NL _{celk.} (mg/l) denné + ročné priemery
50 000 t/rok bezdrevného natieraného a nenatieraného papiera	Mikrofiltrácia, biofilter	Denný priemer: 0,0 - 12 Ročný priemer: 0,02
Zdroj: Dotazník 2006 (nemecké prevádzky).		

Príklad zariadenia v prevádzke využívajúceho biofilter potvrdzuje, že biofiltre odstraňujú prakticky všetky suspendované látky (ročný priemer = 0,02 mg/l).

Účinky medzi zložkami

Nie sú známe.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Nie sú známe.

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Znižovanie celkových emisií NL.

Príklady závodov

Závody používajúce biofiltre: Glatz Neidenfels, Drewsen Lachendorf, papírna Königstein, Norske Skog Walsum nebo RCF DE 5.

2.9.12. Prevencia rizík znečistenia počas vyradovania z prevádzky

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Po zatvorení papierne, celulóžky alebo ich časti je ochrana pôdy a vody hlavným problémom. Priamo sú uvedené všeobecné opatrenia v priebehu prevádzky, ktoré slúžia na zabránenie rizikám znečistenia v fáze odstavenia zariadenia.

- Minimalizácia vnášania látok do pôdy prostredníctvom únikov, usadzovania vo vzduchu a nesprávneho skladovania surovín, výrobkov alebo zvyškov v priebehu prevádzkovej fázy zariadenia.
- Zabezpečte, aby podzemné nádrže a potrubia boli vylúčené z potreby alebo sú dobre zdokumentované.
- Zavedenie programu riadenia prípadov a rozšírenie oblasti zadržiavania pri príslušných zdrojoch, aby sa zabránilo znečisteniu pôdy a podzemných vôd.
- Stanovte pokyny na vyprázdňovanie procesných zariadení, nádob a potrubí.
- Zabezpečenie čistej (nekontaminujúcej) izolácie v prípade odstavenia zariadenia, napr. upravenie a rekultivácia miesta s ohľadom na budúce Použitie. Prírodné funkcie pôdy by sa mali zachovať všade, kde je to možné.
- Využite program monitorovania, ktorý sa zameriava najmä na podzemné vody, aby ste identifikovali možné budúce vplyvy na lokalitu alebo priľahlé oblasti.
- Navrhnete plán vyradovania z prevádzky, ktorý zahŕňa jasnú organizáciu techniky a zohľadňuje konkrétne príslušné miestne podmienky. Tento plán môže uľahčiť jednotlivé opatrenia a komunikáciu, pretože dostupnosť informácií sa zvyčajne znižuje, ak environmentálni pracovníci opustia uzavretú spoločnosť.

Prevádzkovatelia celulóžky alebo papierne by mali zabezpečiť, aby činnosti potrebné na vyradenie zariadenia z prevádzky vykonával odborne vyškolený personál. Dobré vzťahy s príslušným správnym orgánom, vybudované na základe pravidelných stretnutí a otvorenej diskusie v priebehu obdobia prevádzky, sú predpokladom hladkého ukončenia prevádzky.

Správy z lokality závodu sú opatrením, ktoré pri najbližšej príležitosti umožní určitú základnú úroveň, na základe ktorej bude možné posúdiť ďalšie znečistenie lokality. Túto počiatočnú (východiskovú) správu možno potom porovnať s neskoršími správami z obdobia predaja, uzavretia alebo rekonštrukcie zariadenia. Základná (východisková) správa je možné použiť aj na zostavenie zoznamu prioritných opatrení, ktoré sa majú pre zariadenie prijať.

Kroky, ktoré je potrebné prijať, sú špecifické pre každé jednotlivé miesto a triedenie kvality vyrábaného papiera alebo buničiny. V prípade nových elektrární by sa vyradovanie z prevádzky malo zväžiť už vo fáze projektovania, aby sa minimalizovali riziká a zbytočné náklady súvisiace s neskorým vyradovaním. Návrh plánovaného zariadenia môže zahŕňať:

- Zabezpečenie toho, aby bola do projektu zapracovaná povinnosť vyprázdniť a vyčistiť kontajnery a potrubia pred ich demontážou;
- navrhovanie prevzdušňovaných lagún a skládok s ohľadom na ich prípadné vyčistenie alebo uzavretie; hodnotenie rizík môže byť užitočným nástrojom na posudzovanie konkrétnych požiadaviek;
- uprednostňovanie recyklovateľných materiálov.

Pred výstavbou nového závodu by sa mal posúdiť počiatočný stav lokality.

Pre existujúce zariadenia je potrebné vypracovať a pravidelne aktualizovať všeobecný plán zatvorenia alebo vyradenia z prevádzky. V takomto pláne sa zohľadní aj plánované Použitie danej lokality. Individuálny plán a ciele prevádzky sú potom založené na analýze rizík. Plán by sa mal dokončiť pred skutočným uzavretím, aby sa preukázalo, že zariadenie môže byť vyradené z prevádzky bez rizika kontaminácie a že miesto, kde bolo zariadenie v prevádzke, bude uvedené do uspokojivého stavu. V rámci tohto programu by sa mali riešiť potenciálne vplyvy na životné prostredie a navrhnúť opatrenia na jeho zlepšenie. Program by sa mal aktualizovať, ak dôjde k významným zmenám v materiáloch.

Plán alebo program prevádzky môže zahŕňať tieto kroky:

- ak sú nainštalované podzemné nádrže a potrubia, mali by byť vybavené vhodným systémom na úpravu a vyprázdňovanie;
- opatrenia potrebné na zabezpečenie uspokojivého stavu prevzdušňovaných lagún;
- predvídateľné opatrenia na zabezpečenie stavu miestnych skládok, ktoré umožnia ich uzavretie v súlade s environmentálnymi predpismi;
- opatrenia na zabezpečenie toho, aby sa izolácia odstránila bez toho, aby vznikol prach alebo iné nebezpečenstvo;
- opatrenia na odstránenie alebo prepláchnutie potrubí a nádrží, ak je to vhodné, a na úplné vyprázdnenie potenciálne škodlivého obsahu;
- program vyradovania z prevádzky by mal vypracovať sériu plánov a metód na analýzy možných problémov, napr:
 - Špecifikácie všetkých podzemných nádob a potrubí;
 - metódy a zdroje potrebné na zabezpečenie uspokojivého stavu prevzdušňovaných lagún na základe posúdenia rizika;
 - Metódy prestavby a upravenia čistiarne odpadových vôd s cieľom znížiť zaťaženie odpadovými vodami;
 - prostriedok na zabezpečenie toho, aby po ukončení činnosti nepredstavovali žiadne miestne skládky riziko;
 - metódy demontáže budov a iných stavieb tak, aby sa zabránilo vzniku stavenísk a demolácií prachu, chráni pôdu a povrchové a podzemné vody;
 - Analýza pôdy na určenie rozsahu kontaminácie spôsobenej prevádzkou a potreby sanácie na uvedenie lokality do uspokojivého stavu, ako je definované v správe o počiatočnom stave (základná správa).

Ak je pôda na lokalite niekedy silne kontaminovaná, opatrenia môžu slúžiť na dočasné zakrytie pôdy, zachytávanie a čistenie vôd, odstránenie kontaminovanej pôdy a zabezpečenie geologických bariér.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Verejne zdokumentovaných informácií o zatváraní celulózok a papierní je menej. Zozbierali sa niektoré skúsenosti, ktoré možno použiť ako všeobecný zoznam problémov, ktorým môžu prevádzkovatelia a orgány čeliť v prípade zatvorenia celulózky alebo celulózy.

Jedna z praktických skúseností je opísaná v dokumente "Inquiry of measures related to closing of pulp and paper mills", ktorý vypracovalo Regionálne environmentálne centrum pre juhovýchodné Fínsko v roku 2009. Tento dokument sa týkal opatrení súvisiacich s Uzatvorením siedmich celulózok a papierní vo Fínsku a bol zaslaný orgánom životného prostredia a Fínskej lesníckej federácii. Projekt poskytol odpovede na otázky a dokumenty týkajúce sa zatvorenia dotknutých závodov. Odpovede siedmich spoločností, štyroch environmentálnych centier a Fínskej lesníckej federácie sú v týchto oddieloch zhrnuté.

- Rámci priebehu uzavretia čistiarne odpadových vôd nedochádza k žiadnym mimoriadnym únikom odpadových vôd. V prípade externého čistenia odpadových vôd z papierní alebo konvenčného čistenia spolu s komunálnymi odpadovými vodami je možné, že ukončenie činnosti spôsobí problémy, ak sa výrazne zmení vstupné zaťaženie. Čistiareň odpadových vôd by potom potrebovala určité upravenia.
- Úprava kalu z ešte v prevádzke nachádzajúcich sa zariadení môže spôsobiť problémy, ak bol kal predtým podrobený páleniu v pomocnom kotle uzavretého zariadenia. Nahromadený kal môže spôsobiť škodlivé účinky, a preto je potrebné zabezpečiť uspokojivé nakladanie s odpadom.
- Demolačný odpad môže tvoriť rozsiahlu časť, ktorú je možné recyklovať, odviezť na skládku alebo čiastočne odovzdať do zariadenia na spracovanie komunálneho odpadu. Problémy môžu nastať aj v prípade, že na skládke nie je miesto a environmentálne povolenie nepovoľuje použitie uzavretých skládok.
- Po zatvorení skládky vo vlastníctve spoločnosti sa vyžaduje množstvo opatrení, ako napríklad analýza pôdy a priesakových kvapalín, vývoj plynov, rekultivačné opatrenia, čistenie odtokových vôd a plynov, kontrola kvality a Monitorovanie. Tieto činnosti sú časťou požiadaviek vyplývajúcich

z povolenia na skládku. Potenciálne riziko kontaminácie pôdy je možné preskúmať odberom vzoriek na základe posúdenia riziká a informácie o histórii lokality a príslušnej spoločnosti. Plán a environmentálne povolenie sa týkajú odstránenia kontaminácie pôdy na základe výsledkov analýzy vzoriek. Toto preskúmanie by sa malo zahrnúť do plánu vyrad'ovania, t. j. plánu, ktorý sa zvyčajne vypracúva po rozhodnutí o vyradení z prevádzky. Závody, ktoré sú stále v prevádzke, takéto plány nemajú. V niektorých prípadoch je už ťažké určiť, kde sa kontaminovaná pôda skutočne nachádza. Pri nedostatku historických informácií je možné, že existuje neistota týkajúca sa umiestnenia rekultivovanej a kontaminovanej pôdy a toho, kto je zodpovedný za obnovu oblasti.

- Použitie a úprava zvyšných surovín a polotovarov prebiehajú v súlade s plánom vyrad'ovania z prevádzky, ktorý bol vypracovaný po prijatí rozhodnutia o vyradení z prevádzky. Uplatniteľné chemikálie, dávky buničiny, drevo atď. sa môžu prepravovať do iných závodov. S materiálmi nevhodnými na Použitie sa nakladá ako s odpadom alebo nebezpečným odpadom.
- Demolačná technika spôsobuje zhutnenie dopravy a hluku. Riadenie demolácie si vyžaduje dohľad a osobitné dohody. Problémom môže byť aj absencia platného povolenia na odstránenie odpadu z demolácií. Azbestový odpad si vyžaduje osobitné opatrenia.
- V jednom prípade boli hlásené značné problémy so zápachom v dôsledku prevzdušňovanej lagúny, do ktorej sa vypúšťali odpadové vody v priebehu vyrad'ovania z prevádzky a ktorá sa neudržiavala. V lagúne je teraz zavedené prevzdušňovanie, aby sa zabránilo zápachu. Rok po odstavení už zápach možná nebol zaznamenaný. Negatívnym vplyvom možno predísť rekultiváciou uvedených druhov lagún a ich uvedením do uspokojivého stavu.
- Po uzavretí by mal dohľad a monitorovanie vodných útvarov pokračovať ďalšie roky, aby sa zistili účinky zníženia množstva znečisťujúcich látok vypúšťaných do uvedených vodných zdrojov. Monitorovanie odtoku z skládok by malo pokračovať niekoľko rokov. Preto je potrebné vykonávať činnosti vyrad'ovania z prevádzky, t. j. opatrenia, ktoré prebiehajú na mieste po odstavení elektrárne (napr. demontáž budov a rekultivácia kontaminovanej pôdy), a to s dohľadom príslušných orgánov. Frekvencia monitorovania musí byť v súlade s emisiami a rizikom a časové intervaly analýzy by mali byť stanovené tak, aby výsledky boli uplatniteľné na monitorovanie zmien.

Všetky tieto príklady pochádzajú zo zariadení, v ktorých proces vyrad'ovania z prevádzky stále prebieha a konečné rozhodnutia príslušných orgánov sa môžu líšiť od názorov alebo stanovísk vyjadrených v rozhovoroch alebo v odpovediach na otázky. Výsledok prebiehajúcich analýz pôdy a bývalých odpadových prijímajúcich vôd ovplyvní potrebu ďalšej Úpravy.

Zdôrazňuje predovšetkým hlavné poznatky získané v priebehu osobných rozhovorov so zástupcami švédskeho závodu, ktorý ukončil prevádzku [202, Svanberg 2010].

- Dobré vzťahy s príslušným správnym orgánom, vybudované na základe pravidelných stretnutí a otvorenej diskusie v priebehu obdobia prevádzky, sú predpokladom hladkého ukončenia prevádzky.
- Správne orgány boli informované a zapojené od okamihu, keď bola verejnosť a zamestnanci informovaní o rozhodnutí zatvoriť prevádzku.
- Každá odstávka je špecifická, ale všetky majú spoločné to, že základný proces je totožný s bežnou údržbovou odstávkou, ale je upravený vzhľadom na to, že všetky nádrže musia byť vyprázdnené, t. j. na spustenie nie sú potrebné žiadne kvapalné chemikálie.
- Pri dobrom plánovaní zostane len veľmi málo chemikálií a medziproduktov a tieto množstvá sa môžu predať alebo dodať do iných prevádzkovaných závodov.
- Je bežné, že v prípadoch prevezme nový prevádzkovateľ niektoré časti závodu (sklad dreva, kotol na kôru). Z tohto dôvodu je potrebná dokumentácia mapujúca zodpovednosť za existujúcu situáciu, napr. za kontamináciu pôdy. Táto dokumentácia zvyčajne zahŕňa právnu pomoc.

- Ak sa majú uskutočniť búracie práce, t. j. niektoré činnosti už nebudú pokračovať v existujúcich budovách, je veľmi dôležité vybrať skúseného dodávateľa na minimalizáciu rizík a na vytvorenie otvoreného dialógu s úradmi. Dodávatelia sú často tí, ktorí preberajú zodpovednosť za triedenie sutiny a odovzdávanie recyklovateľného materiálu na recykláciu atď.
- Keďže sa všetky dotknuté lokality využívali na priemyselné činnosti viac ako 100 rokov, časovo najnáročnejším problémom bolo zmapovanie histórie potenciálnej kontaminácie pôdy. Vo Švédsku prebieha národný program na vytvorenie zoznamu všetkých kontaminovaných lokalít. Všetky tri prevádzky ukončili 1. fázu tohto programu ešte pred rozhodnutím o zatvorení, ktorá zahŕňa mapovanie histórie činnosti, ale zatiaľ bez vrtov alebo odberu vzoriek. Po rozhodnutí o Uzatvorení sa výsledky 1. fázy použili pri rozhodovaní (s príslušnými orgánmi) o umiestnení a počte vrtov. V závislosti od činností, ktoré na lokalite prebiehali v minulosti, sa analyzovali/budú analyzovať vzorky v rôznych zložkách životného prostredia.
- Rámci sa nevyskytli žiadne veľké prekvapenia a nebolo potrebné vykonať Úpravu kontaminovanej pôdy. Keďže lokalita bola v priebehu času vo vlastníctve rôznych subjektov, často je potrebné určiť, kto bol za ňu zodpovedný.
- Pokiaľ ide o požiadavky na budúce Monitorovanie prijímajúcich vôd, existujú rôzne skúsenosti, ale spoločné je to, že nebolo prijaté žiadne konečné rozhodnutie.

Medzizložkové vplyvy

Táto technika má len pozitívne účinky, t. j. prevenciu alebo zníženie znečistenia všetkých zložiek. Potenciálne znečistenie spôsobené kontaminovanou pôdou alebo kalom je potrebné posúdiť, zabrániť mu alebo ho znížiť.

Technické kritériá uplatniteľnosti

V prípade nových elektrární by sa vyradovanie z prevádzky malo zväžiť už vo fáze projektovania, aby sa zabránilo kontaminácii. Napríklad Agentúra Spojeného kráľovstva pre životné prostredie vyžaduje, aby prevádzkovatelia predložili plán vyradovania z prevádzky, ktorý dopĺňa ich povolenia.

V prípade existujúcich zariadení by mal prevádzkovateľ vypracovať všeobecný plán uzavretia ako súčasť programu na zlepšenie životného prostredia.

Ak sa prijme rozhodnutie o zatvorení závodu, mal by sa v spolupráci s príslušnými orgánmi schváliť plán zatvorenia. Hlavným dôvodom, prečo nevypracovať plán vyradovania existujúcej elektrárne z prevádzky vopred, je, že plán by mal zohľadňovať všetky relevantné informácie (analytické metódy, sanitačné techniky atď.), ktoré sú k dispozícii v čase rozhodnutia, a nemal by vychádzať len z historických skutočností.

Ekonomika

Náklady na opísané opatrenia neboli oznámené, ale môžu byť pomerne vysoké. Závisia aj od potreby uvedených činností, ktorú posúdia príslušné správne orgány. Náklady na preventívne opatrenia opísané v texte možná neboli zverejnené, ale pravdepodobne prispievajú k minimalizácii nadmerných nákladov v priebehu následného vyradovania z prevádzky.

Príklady závodov

Niekoľko závodov vo Fínsku a Švédsku. Hoci v Európe už boli zariadenia zatvorené, v poslednom čase existuje menej príkladov (s povoleniami podľa platných právnych predpisov), keď prebieha implementácia všetkých opatrení a dosiahla sa konečná dohoda s príslušným orgánom. Skúsenosti opísané v oddieli "Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje" sú uvedené pre projekty, ktoré ešte neboli ukončené.

Literatúra

[202, Svanberg 2010], [275, Inquiry Ojanen 2009].

2.9.13. Zníženie hluku

Opis

Účinné zníženie hluku sa dosahuje buď priame uplatnením opatrení alebo techník pri zdroji hluku, alebo sekundárnymi opatreniami na zníženie hluku, ktoré znižujú šírenie hluku, napríklad budovy, steny, brehy alebo stromy a kríky medzi hlučnou činnosťou a chránenými oblasťami. Pre každú lokalitu alebo závod je potrebné nájsť najúčinnnejšiu kombináciu opatrení alebo techník.

Zdroje hluku sú rozmiestnené v celom procese výroby, od vykládky surovín (drevom, buničinou) až po expedíciu hotových výrobkov. Najvýznamnejšími zdrojmi trvalého hluku sú:

- zariadenia na mechanickú úpravu, ako sú bubnové odkôrňovače, rafinéry, drviče atď.
- rezanie dreva pred odkôrňovaním pre mechanické celulózky
- preprava médií v potrubiach a iných systémoch, ako sú dopravníky bez optimálnych rozmerov
- dočasné odľahčenie pary priebehu porúch procesu
- hydraulické jednotky
- ventilátory, napr. na odvod tepla z papierenských strojov.
- motory, kompresory
- kompresory chladiacich strojov
- vozidlá počas nakladania a vykladania
- všetku dopravu v rámci závodu a jeho okolia vrátane železničnej
- úprava zariadení prevádzkovej budovy, napr. síl na vápno s odsávaním cisternami.

V celulózkach a papierňach je možné používať rôzne opatrenia a techniky na zníženie hluku, napríklad na ochranu okolia pred vysokou hladinou hluku:

- vhodný výber miesta hlučnej prevádzky (v prípade nových zariadení)
- uzatvorenie hlučných jednotiek, príkladom (ale nie jediným) sú vyššie uvedené stroje
- jednotky na izoláciu vibrácií, ako sú ventilátory
- odhlučnenie budov na pokrytie všetkých veľmi hlučných prevádzok, napr. pri úprave dreva, hydraulických agregátoch a kompresoroch
- výstupné klapky na odsávanie spalín, táto technológia je možná aj pre chladiace veže
- použitie vnútornej a vonkajšej izolácie z odolného materiálu pre šikmé dopravné žľaby
- hluková izolácia pre prevádzkové budovy
- hluková izolácia potrubia
- oddelenie zdrojov hluku a potenciálne rezonančných komponentov, napr. kompresorov a vedení
- znižovanie času zdvíhania a prepravy väčších drevoobrábacích strojov; tiež znižovanie hluku súvisiaceho s vykladaním dreva
- zlepšenie údržby zariadení, aby sa zabránilo poruchám, napr. dúchadiel a ložísk.
- lepšie spôsoby práce, napr. znížená výška pri zhadzovaní klátov; okamžitá spätná väzba na hladiny hluku, ktorým sú pracovníci vystavení v prevádzke.

Ak nie je možné použiť uvedené opatrenia alebo techniky na zníženie hluku a ak nie je možné premiestniť hlučné jednotky v rámci budovy, napr. z dôvodu veľkosti príslušných jednotiek, je možné považovať za vhodné sekundárne opatrenia alebo techniky na zníženie hluku.

Pred zavedením opatrení na zníženie hluku je prospešné prebiehať celkové posúdenie zdrojov hluku v danej lokalite, právnych požiadaviek, sťažností ľudí žijúcich v blízkosti závodu, dostupných opatrení a nákladov na ich realizáciu.

Najúčinnejší prístup k znižovaniu hluku nemusí nevyhnutne zahŕňať opatrenia alebo techniky na zníženie hluku z najhlučnejšej jednotky, pretože hladiny hluku výrazne znižujú sa so vzdialenosťou od zdroja. Preto je možné, že kombinácia opatrení a techník bude účinnejšia pri zdrojoch hluku, ktoré sa nachádzajú v blízkosti postihnutých oblastí. V niektorých prípadoch môžu organizačné opatrenia alebo techniky, ako napríklad obmedzenia v nočných hodinách, slúžiť na zníženie škodlivých účinkov na životné prostredie a splnenie zákonných požiadaviek.

Celkový program znižovania hluku v celulózke alebo v papierni môže zahŕňať tieto kroky:

- súpis všetkých predovšetkým hlavných zdrojov zvuku a určenie ich hladín akustického tlaku v oktávových pásmach vrátane impulzných analýz;
- identifikácia postihnutých oblastí, napríklad obývaných oblastí;
- šírenie hluku Použitím počítačovej technológie (modelovanie miesta a jeho okolia); tiež kontrola skutočnej hladiny hluku v obývanej oblasti priame merania;
- Určenie zdrojov hluku podľa ich vplyvu na jednotlivé dotknuté oblasti (oddelené pre dennú a nočnú dobu);
- Posudzovanie opatrení a techník na zníženie hluku vzhľadom na ich relevantnosť pre hladiny hluku v dotknutých oblastiach a odhadované náklady;
- určenie najúčinnejšej kombinácie opatrení a techník na zabezpečenie súladu s regulačnými požiadavkami a akceptovania ľuďmi v okolí;
- zohľadnenie kontroly hluku v procesoch údržby.

Fabriky na výrobu celulózy a papiera prevádzkované v blízkosti obytných oblastí by mali používať tento sedemstupňový program na zníženie hluku.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Vplyv zníženia hluku sa týka najmä pohody ľudí žijúcich v okolí.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Povolenia na prevádzku vyžadujú, aby hladiny hluku neprekročili určité hodnoty, ktoré sa zvyčajne stanovujú v prípadoch zvlášť. Hladiny hluku možno určiť pre obytné a obchodné oblasti počas dňa (07:00-22:00) a v noci (22:00-07:00). Prevádzkovateľ zariadenia musí zvyčajne poskytnúť informácie o šírení hluku a o opatreniach, ktoré prijal na zníženie hluku.

Okrem absolútnej hodnoty v konkrétnom mieste (v dB(A)) je potrebné zohľadniť aj vzdialenosť od najbližšej obývanej oblasti. Keďže prevádzka väčšiny závodov je nepretržitá počas celého dňa a noci (s určitými odchýlkami pri úprave dreva a preprave tovaru), cieľové hladiny hluku počas noci určujú opatrenia pre celú prevádzku. V prípade impulzného hluku je bežnou praxou pripočítat k výsledkom merania 5 dBA pri porovnávaní hraničných hodnôt.

Existujúce príklady znižovania hluku, použité opatrenia, dosiahnuté zlepšenia a niektoré údaje o nákladoch nájdete v častiach o technikách znižovania hluku v kapitolách 3 až 7, ktoré sú venované konkrétnym procesom.

Medzizložkové vplyvy

Neboli hlásené žiadne rozsiahle problémy.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Opatrenia alebo techniky na zníženie hluku sú v zásade možné v nových aj existujúcich zariadeniach. Existujúce zariadenia sa často modernizujú, aby spĺňali vnútroštátne právne požiadavky, a staršie usporiadanie týchto zariadení môže spôsobovať ťažkosti, napríklad nedostatok priestoru na umiestnenie izolácie alebo na údržbu.

Ekonomika

Prijatie opatrení a techník na zníženie hluku si vyžaduje dodatočné investície a zvyčajne vedie k vzniku nákladov na údržbu. To platí najmä pre existujúce zariadenia. Presné náklady závisia od miestnych podmienok, ale v prípade dvoch skúmaných závodov vo Švédsku znižuje povolenú hodnotu z 50 na 40 dB(A), resp. zo 45 na 40 dB(A), čo znamenalo investíciu od 10 000 do 500 000 EUR. [201, Ingemansson Technology AB 2005]. Vyššia suma zodpovedá úplne novej hale na úpravu dreva. Konkrétne údaje o nákladoch na zníženie hluku by sa mali interpretovať opatrne vzhľadom na to, že náklady sú závislé od druhov zdrojov, ktoré sa majú utlmiť, ich množstva a vzdialenosti od zariadenia, v ktorej sa majú tieto výsledky dosiahnuť. Zdrojom šumu môže byť buď jeden veľký zdroj šumu, alebo až sto rôznych zdrojov, z ktorých sa šum šíri.

V druhom prípade útlm veľkého množstva zdrojov hluku o 1 dB(A) stojí približne 1 milión EUR (závod UPM).

V závode Stora Enso Heinola sa vďaka investícii vo výške 200 000 EUR znižuje hladina hluku v okruhu 300 metrov od závodu o 1 dB(A) (z 55 dB(A) na 54 dB(A)). Ďalšie opatrenia na zníženie hluku príslušné orgány nepožadovali z dôvodu neprimeraných nákladov a existencie iných zdrojov hluku v blízkosti obýtných oblastí.

Dôvody implementácie

Právne požiadavky príslušných správnych orgánov a v prípadoch aj vnútroštátne právne predpisy. Niektoré príklady cieľových hladín hluku sú uvedené v tabuľke 1. 2.36.

Tabuľka 2.36: Cieľové hladiny hluku v prípadoch európskych krajín

Krajina	Cieľové alebo limitné hodnoty hluku
Fínsko	V súčasných povoleniach sú limitné alebo smerné hodnoty 55 dB(A) počas dňa (07:00-22:00) a 50 dB(A) v noci (22:00-07:00). V rekreačných oblastiach môžu byť limity 45 dB(A) cez deň a 40 dB(A) v noci.
Švédsko	Na všetkých pretekoch platia limity 45-50 dB(A) v noci.
Nemecko	Závisí od klasifikácie oblasti (druhov použitia). Väčšina prevádzok zahŕňa druh C, t. j. zmiešanú obchodnú a obytnú zónu, a v dôsledku toho majú limit < 60 dB(A) priebehu dňa a 45 dB(A) v noci pri najbližšej obytnej budove. Nové zariadenia musia spĺňať požiadavky < 40 dB(A).
Rakúsko	Podobne ako v Nemecku.
Holandsko/Belgicko	Rozsiahle priemyselné výroby so vzdialenosťou väčšou ako 500 metrov od najbližšej obytnej oblasti majú limit 45 dB(A). Ak je vzdialenosť väčšia alebo sa zariadenie nachádza v priemyselných oblastiach, je povolený limit 55 dB(A). Pre nové zariadenia zodpovedá hodnota 40 dB(A). Merania sa prebiehajú vo výške 3 metre nad zemou.
Anglicko	Pri rozhodovaní o limitných hodnotách sa berie do úvahy hodnota pozadia, čo znamená, že rozsah použitých cieľových hodnôt je široký. Niektoré príklady uvádzajú 60 dB(A) pri plote lokality (keď je najbližší dom na druhej strane cesty) alebo 38-41 dB(A) (s meracími bodmi vo vzdialenosti 800 až 1600 metrov).
Južná Európa	Neexistujú žiadne individuálne limitné hodnoty, ale odkazuje sa na "všeobecné nariadenie o hluku", ktoré uvádza 55 dB(A) v noci až 65 dB(A) počas dňa pre priemyselné oblasti, t. j. kombináciu kancelárií a obydlií.

Príklady závodov

Mnohé celulózky a papierne v Európe prijali množstvo opatrení na zníženie hluku, ktoré sú opísané v tejto kapitole.

Literatúra

[201, Ingemansson Technology AB 2005]

2.9.14. Znižovanie emisií zápachu

Opis

Verejnosť si výrobu buničiny a papiera často spája s tvorbou zápachu. Emisie zapáchajúcich látok (napr. merkaptány a iné redukované zlúčeniny síry emitované zo sulfátových celulózok) sú nepríjemné najmä pre ich odpudivosť a nízky prah detekcie pre ľudí. Zber a úprava uvedených zapáchajúcich plynov je opísaná v kap. 3.3.15 až 3.3.16.3.

Hoci väčšina zapáchajúcich látok sú redukované látky (napr. H_2S), existujú aj zapáchajúce látky, ktoré vznikajú rozkladom organických látok a biologického materiálu. K rozkladu dochádza vtedy, keď nastanú priaznivé podmienky pre rozkladné a hnilobné baktérie.

Pri sulfátovom rozvlákňovaní (pozri kap. 3.2.2.6.4) je zápach spojený najmä s uvoľňovaním zlúčenín celkovej redukovanej síry (TRS) zo zdrojov, ako je Regeneračný kotol, vápenná pec a veľký počet rozptýlených zdrojov zapáchajúcich plynov (trvalých alebo dočasných).

Pri sulfitovej a neutrálnej sulfitovej metóde rozvlákňovania sa uvoľňuje menej zapáchajúcich látok. Môže sa vyskytnúť nepríjemný zápach z dôvodu emisií furfuralu, merkaptánov, sírových výparov alebo oxidu siričitého. Podrobnejší opis je uvedený v kap. 4.2.2.5 a 4.3.22.

Hlavnými a najčastejšími emisiami zapáchajúcich látok, ktoré súvisia s inými činnosťami v celulózo-papierenskom priemysle, ako je chemické rozvlákňovanie, sú emisie z týchto zdrojov.

- Extrahovateľné látky (terpény atď.) zo úpravy dreva a mechanického rozvlákňovania.
- Prchavé mastné kyseliny z uzavretých vodných systémov, najmä v závodoch, ktoré používajú zberový papier ako vlákňovú surovinu. Škrob v odpadovom papieri a lepenke sa ľahko rozkladá a dochádza k vzniku zapáchajúcich látok.
- Organické rozkladné látky z rôznych zdrojov pri úprave odpadových vôd a spracovaní kalov.

I. Emisie zapáchajúcich látok zo spracovania dreva a mechanického rozvlákňovania

V jednotkách, v ktorých sa mechanicky spracúva guľatina, drevo a drevná štiepka, sa do ovzdušia uvoľňujú prchavé extrahovateľné látky. Tieto prchavé organické látky sú zapáchajúce. VOC zo spracovania dreva sú emitované zariadenia na odkôrňovanie a výrobu štiepok, ako aj zo zásobníkov štiepok. Pri mechanickom rozvlákňovaní sa počas zušľachtovania drevných štiepok a mletia guľatiny uvoľňujú zapáchajúce organické látky. Metódy kontroly emisií VOC z mechanického rozvlákňovania, a teda aj emisií zápachu, zahŕňajú rôzne metódy deštrukcie, ako je napríklad tepelná oxidácia.

V Európe však nie je známa žiadna celulóзка alebo papierňa, ktorá by regulovala emisie látok. Na iných miestach, napríklad v papierňach UPM-Kymmene, Blandin Paper Mill a New Page Duluth Paper Mill, reguluje prchavé organické zlúčeniny z výfukových plynov predovšetkým z hlavného mlyna (PGW) a z výfukových plynov mlyna regeneračný tepelný oxidátor (RTO). [188, Pöyry 2010].

II. Emisie zapáchajúcich látok súvisiaca s vysokým stupňom Uzatvorenia vodných systémov

V závodoch s uzavretými vodnými systémami sa rozpustené látky hromadia v cirkulačných systémoch bieliacich vodných systémov. Koncentrácia sa zvyšuje s kapacitou uzavretého vodného systému, až kým nedosiahne určitú stabilnú úroveň. V niektorých prevádzkach, ktoré sa zaoberajú úpravou recyklovaného vlákna a majú vysoký stupeň izolácie, sa vyskytuje úroveň Chemickej spotreby kyslíka (CHSK) 40 000 mg/l. Tento biologicky rozložiteľný organický materiál sa dobre rozkladá (hydrolyzuje) za tepla a anaeróbných podmienok použitím acidifikačných baktérií na prchavé organické kyseliny. Sacharidy sa premieňajú na prchavé mastné kyseliny, ako je kyselina maslová, kyselina mliečna, kyselina octová a kyselina propionová, ktoré sú všetky zapáchajúce.

Uvádzajú sa aj možné techniky na prevenciu alebo zníženie emisií zápachu v závodoch s uzavretým vodným okruhom.

- Správne usporiadanie procesu v papierni s dôrazom na optimálne dimenzovanie a výber zariadení, aby sa zabránilo dlhším časom zdržania, mŕtvym zónam alebo oblastiam so slabým miešaním vo vodných okruhoch a nadväzujúcich jednotkách, čím sa zabráni nekontrolovaným usadeninám v potrubí a nádržiach.
- Požiadavky a kritériá na dizajn uzavretých procesov a s tým súvisiacu prevádzku "citlivú na vodu" sú kľúčom k zníženiu zápachu (nielen zápachu, ale aj korózie, usadzovania vodného kameňa a sedimentácie a k zlepšeniu celkovej prevádzkyschopnosti a dostupnosti procesu).
- Optimalizované riadenie a prevádzka systému bieliacej vody vrátane kontroly a Monitorovania vstupov, prietokov a vlastností bieliacej vody. V niektorých prípadoch to zahŕňa aj údržbu a čistenie zariadení a internú selektívnu úpravu technologickej vody.
- Použitie biocídov na kontrolu rastu baktérií. Biocídy potláčajú rast baktérií vo vodných systémoch, ale neznižujú úroveň rozpustených látok. Miesta na aplikáciu biocídov sú sitová vaňa, odpadová vaňa, dlhý obeh (veľký okruh) atď. Použitie je často prerušované a z hľadiska nákladov a účinnosti sa často uprednostňuje dávkovanie v intervaloch pred dávkovaním nepretržitým.
- Použitie oxidačných činidiel na kontrolu emisií zápachu a rastu baktérií. Na riešenie lokálnych problémov so zápachom je možné použiť oxidačné činidlá, ako je peroxid vodíka. Niektoré papierne úspešne použili katalytickú dezinfekciu na zníženie mikrobiologickej kontaminácie svojich vodných systémov [187, Bussmann et al. 2008].
- Ak H_2S , dusičnan vápenatý sa používa v nádržiach na bieliacu vodu a na buničiny.
- Inštalácia vnútorných čistiacich procesov (tzv. "obličiek") na zníženie úrovne organických látok a následne emisií zápachajúcich látok v systéme bieliacej vody. Vnútorné postupy môžu zahŕňať membránovú separáciu alebo biologickú úpravu (anaeróbna alebo aeróbna) alebo kombinácie oboch. Účinnými metódami na zníženie chemickej spotreby kyslíka v bieliacej vode sú vnútorná biologická úprava v kombinácii s opatreniami na kontrolu zrážania vápnika. Vnútorná biologická úprava sa uplatňuje v prípadoch uzavretých papierní alebo papierní s nízkym objemom výroby (RCF DE 6 Nemecko, VPK Oudegem, Belgicko a Papelera de la Aqueria, Španielsko). Je potrebné vziať do úvahy, že úplné uzavretie vodného okruhu môže mať negatívny vplyv na kvalitu papiera, môže si vyžadovať ďalšie zariadenia a niektoré ďalšie chemikálie a môže tiež skrátiť čas prevádzky papierenských strojov. V USA existujú papierne v prevádzke s uzavretým okruhom vybavené membránovou technológiou v kombinácii s biologickým čistením (McKinley Paper Mill, Nové Mexiko, USA), pozri kap. 6.3.4.
- Otvorenie uzavretých systémov na odstránenie nečistôt.

Len posledné dve možnosti znižujú množstvo rozpustených látok, a tým majú pozitívny vplyv na mokrú chémiu, chemickú spotrebu kyslíka a koróziu.

III. Emisie zápachajúcich látok súvisiacich s úpravou odpadových vôd a spracovaním kalov

Existuje niekoľko potenciálnych oblastí a príčin emisií zápachu pri čistení odpadových vôd. Všeobecne platí, že ak sa odpadová voda alebo kal nachádzajú v anoxickom alebo anaeróbnom prostredí, je pravdepodobné, že dôjde k tvorbe emisií zápachu.

V prípade čistenia odpadových vôd boli uvedené uvedené zdroje emisií zápachu.

- Emisie prchavých zložiek z odpadových vôd, napríklad zložiek so zníženým obsahom síry z odpadových vôd a z predčistenia. Prichádzajúca odpadová voda má zvyčajne vysokú teplotu a môžu dochádzať k emisiám zápachajúcich plyných zložiek:
 - miešanie prietokov odpadových vôd v kanalizácii (rôzných hodnota pH alebo teplota)
 - otvorené kanalizácie alebo stoky
 - primárna sedimentačná (usadzovacia) nádrž (otvorený povrch a možnosť prepadu)
 - chladiaca veža na odpadovú vodu
 - povrchové prevzdušňovanie v nárazníkových nádržiach.
- Tvorba zápachajúcich zlúčenín z anoxického rozkladu organických látok a redukčných podmienok v procesoch sekundárneho čistenia a úpravy kalov vrátane:

- anoxický rozklad kalu v primárnej sedimentačnej (usadzovacej) nádrže
- dimenzovaný prietok vzduchu alebo preťaženie biologických filtrov
- nedostatočné prevzdušňovanie alebo miešanie v prevzdušňovacej nádrži
- predĺženie doby zdržania kalu v sekundárnej sedimentačnej (usadzovacej) nádrži
- odvzdušnenie nádrží na uskladnenie kalu
- jednotky na odvodnenie kalu
- nádrže na výluh
- emisie zapáchajúcich zložiek zo sušičiek kalu.

Možné procesy na kontrolu emisií zápachu v spojení s úpravou odpadových vôd a spracovaním kalov sú:

- Kanalizácia a primárna úprava:
 - Zabezpečenie správneho návrhu a usporiadania kanalizačných systémov (riadené vetranie, Uzatvorenie); to môže byť problémom pre staršie prevádzky so zložitými a niekedy otvorenými kanalizačnými systémami.
 - Použitie chemikálií na prevenciu alebo zníženie tvorby sírových plynov v kanalizačných systémoch alebo na ich oxidáciu. Sírovodík môže pochádzať buď z predchádzajúceho procesu, alebo sa tvoria podmienky, ktoré vedú k jeho tvorbe v kanalizačnom systéme. Toto opatrenie sa uplatňuje len v niekoľkých konkrétnych problematických prípadoch. V tejto aplikácii sa úspešne použili soli železa (napr. FeCl_2), čistý kyslík a zmesi dusičnanov, ale aj v nádržiach na uskladnenie kalu alebo v primárnych usadzovacích nádržiach, ktoré majú problémy s tvorbou zápachu.
 - Ak je to možné, nepoužívajte veže, ktoré chladia neupravenú odpadovú vodu vzduchom. Často je však potrebné chladenie pred biologickým čistením a v niektorých prípadoch aj kvôli teplotným limitom vody vypúšťanej do prijímajúcich vôd. Priame chladenie neupravenej odpadovej vody (po primárnej sedimentácii) v chladiacich vežiach je v európskych celulózkach a závodoch na výrobu papiera pomerne bežnou metódou. Alternatívou je priame chladenie pomocou výmenníkov tepla, kde je možné späťne získané teplo opätovne použiť v iných procesoch. Hlavné prevádzkové problémy súvisiace s upchávaním a usadzovaním vodného kameňa a ich funkčnosť je potrebné zohľadniť už vo fáze návrhu. Príklady prevádzok, ktoré používajú výmenníky tepla na chladenie odpadových vôd, sú Norske Skog, Follum (Nórsko), Billerud AB, Gruvön (Švédsko), Palm Eltmann (Nemecko) a Stora Enso Oulu a Veitsiluoto (Fínsko).
 - Vyhňte sa intenzívnemu prevzdušňovaniu a udržiavajte dostatočné miešanie v nádržiach. Dobré premiešanie možno dosiahnuť použitím ponorných miešaciek. Ak sila miešania nie je dimenzovaná, v niektorých prípadoch sa na dne tvoria usadeniny. Intenzívne prevzdušňovanie vo vyrovnávacích nádržiach je tiež zdrojom zápachu, pretože odpadová voda v tejto fáze ešte obsahuje zapáchajúce emisie redukovanej síry.
- Metódy pre procesy sekundárneho spracovania:
 - Zabezpečte správnu kapacitu prevzdušňovania a parametre miešania. V závodoch dochádza v priebehu času veľmi často k zmenám v rýchlosti výroby, špecifickom znečistení alebo prietoku a tieto zmeny postupne spôsobujú, že skutočná prevádzka nie je optimálna. Preto sa odporúča, aby sa systém prevzdušňovania pravidelne prehodnocoval s ohľadom na tento problém. Prevzdušňovacie systémy s povrchovými prevzdušňovačmi sú obzvlášť náchylné na neúčinné prevzdušňovanie a miešanie.
 - Zabezpečenie riadneho zberu kalu zo sekundárnej usadzovacej nádrže a prečerpávanie vratného biologického odpadu.
 - Znížiť čas zdržania kalu v skladovacích zariadeniach tak, aby sa kal nepretržite odovzdával do jednotiek na odvodnenie. Čas zdržania prebytočného kalu v skladovacích nádržiach alebo zahusťovacích nádržiach by mal byť obmedzený na maximálne 3 až 5 dní. Ešte kratší čas zdržania môže byť potrebný v prípade, že je kal počas Úpravy krátko starý alebo ak sa do neho primiešava ďalší kal.
 - Nenechávajte odpadovú vodu v záchytných nádržiach dlhšie, ako je nevyhnutne potrebné. Odpadová voda vypúšťaná do záchytných nádrží má výnimočné zloženie (vysoká Chemická spotreba kyslíka, extrémne pH atď.). Tieto prietoky môžu v otvorených záchytných nádržiach pomerne rýchlo byť zapáchajúce. Okrem toho môžu emisie sírových

plynov spôsobovať aj iné prietoky s nízkym pH z nádrže. Všeobecne platí, že záchytná nádrž by mala byť vždy prázdna a pripravená pre prípad náhodného úniku.

- Použitie sušičiek kalu:
 - Úprava plynov z tepelného sušenia kalu praním alebo biofiltráciou (napr. tzv. kompostové filtre). Odpadové plyny zo sušičky biokalu majú obzvlášť nepríjemný zápach. Potenciálne efektívne metódy úpravy sú čistenie alebo biofiltrácia odpadového plynu. V výrobe buničiny a papiera existuje niekoľko zariadení s tepelným sušením kalu po mechanickom odvodnení. V spoločnosti Norske Skog Follum (Nórsko) sa prebytočný biologický kal a chemický kal podstupujú mechanické odvodnenie a následne tepelné sušenie v sušičke. Odpadové plyny sa čistia v skruberi a kompostovom filtri. Ďalšími príkladmi sú prevádzky Botnia/UPM-Kymmene Rauma vo Fínsku.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Zníženie emisií zápachu tiež znižuje možné obťažovanie ľudí v blízkosti závodu. Jednotlivci reagujú na zapáchajúce látky rôzne. Miera, do akej jednotlivca obťažujú zapáchajúce látky, môže závisieť od frekvencie a trvania pachovej záťaže, času vystavenia a povahy, intenzity a miesta zápachu.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Niektoré informácie je možné nájsť v oddieli s názvom "Opis" v tejto kapitole.

Keďže sťažnosti sú dôležitým podnetom na prijatie opatrení na zníženie emisií zápachu, systém registrácie a vybavovania sťažností je užitočným nástrojom na riešenie súčasnej situácie, na jej zlepšenie prostredníctvom uplatňovaných opatrení a na zdokumentovanie a preukázanie dobrej činnosti závodu.

Medzizložkové vplyvy

Neboli hlásené žiadne rozsiahle problémy.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Opatrenia alebo techniky na zníženie emisií zápachu sú možné v nových a existujúcich zariadeniach.

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Vo väčšine prípadov sú dôvodom na prijatie potrebných opatrení sťažnosti ľudí z okolia závodu na nepríjemný zápach. Ďalším dôvodom na reguláciu emisií zapáchajúcich látok môže byť bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci a vnútroštátne právne predpisy, napr. v Nemecku smernica GOAA o kontrole zápachu v ovzduší (v nem: Geruchsimmissionsrichtlinie, [192, DIEVČA 2008]). Určenie jednotného spôsobu posudzovania úrovne emisií zápachu v životnom prostredí a požiadaviek na prevádzky, ktoré ich emitujú (vymedzenie merania zápachu, frekvencia, trvanie, charakter a intenzita zápachu; maximálna prípustná úroveň zápachu).

Emisie H₂S neprinášajú len problém so zápachom, ale aj zdravotný problém, ktorý je potrebné riešiť v záujme ochrany pracovníkov (pozri smernicu ESP 98/24/ES).

Príklady závodov

Mnohé európske celulózky a papierne prijímajú množstvo opatrení na prevenciu, kontrolu a zníženie látok v okolí svojich fabriek. Zápach je však stále príčinou sťažností v okolí niektorých papierní. Pre niektoré opatrenia sú príklady závodov uvedené v odseku „Opis“ vyššie.

Literatúra

[88, CENY 2003], [187, Bussmann et al. 2008], [188, Pöyry 2010], [192, GIRL 2008].

2.10 Všeobecné trendy vo výrobe buničiny a papiera

Väčšina nových techník zvyčajne prináša len menšie vylepšenia existujúcich procesov (prispôsobenie) alebo určité zlepšenia spôsobu podnikania v odvetví. Zároveň existujú aj niektoré rozšírené aktivity a príklady skúmania nových prístupov a prehodnocovania existujúcich trendov (napr. program energetickej transformácie pre reťazec papierní, Holandské združenie papierenského priemyslu, VNP).

Mnohé priemyselné odvetvia vrátane výroby celulózy a papiera sa nachádzajú v prechodnej fáze, ktorú ovplyvňuje mnoho faktorov. Uvedených smerov je veľa, ale výsledky sú neisté. V súčasnom období zmien je jedným z mnohých pojmov "znalosť biohospodárstva". "Biorafinérie" a "biopalivá" sú príkladmi nových technologických koncepcií, ktoré zahŕňajú mnoho techník.

Nové techniky, súvisiace so širšími všeobecnými trendmi v sektore, možno rozdeliť do troch hlavných kategórií, ktoré sa vyvíjajú rôznymi spôsobmi:

- (i) "bio-boom", ktorý zahŕňa techniky, pri ktorých sa menšie využitie fosílnych palív kombinuje s vyšším využitím CO₂ alebo nových surovín, chemikálií, farieb a enzýmov na biologickej báze. Integráciou biorafinácie do procesov výroby celulózy a papiera získa priemysel okrem papierových výrobkov aj možnosť vyrábať širokú škálu produktov na báze biomasy, od chemikálií až po paliva.
- (ii) Integrovaná efektívnosť zdrojov (energia, voda, buničina, farby a plnivá).
- (iii) Zjednodušené postupy s integrovaným multifunkčným zariadením.

Niektoré z uvedených technologických trendov, ako aj niektoré ďalšie trendy, budú opísané v príslušných častiach kapitol 3 až 7, ktoré sa zaoberajú „novými technikami“.

3. PROCES VÝROBY SULFÁTOVEJ BUNIČINY

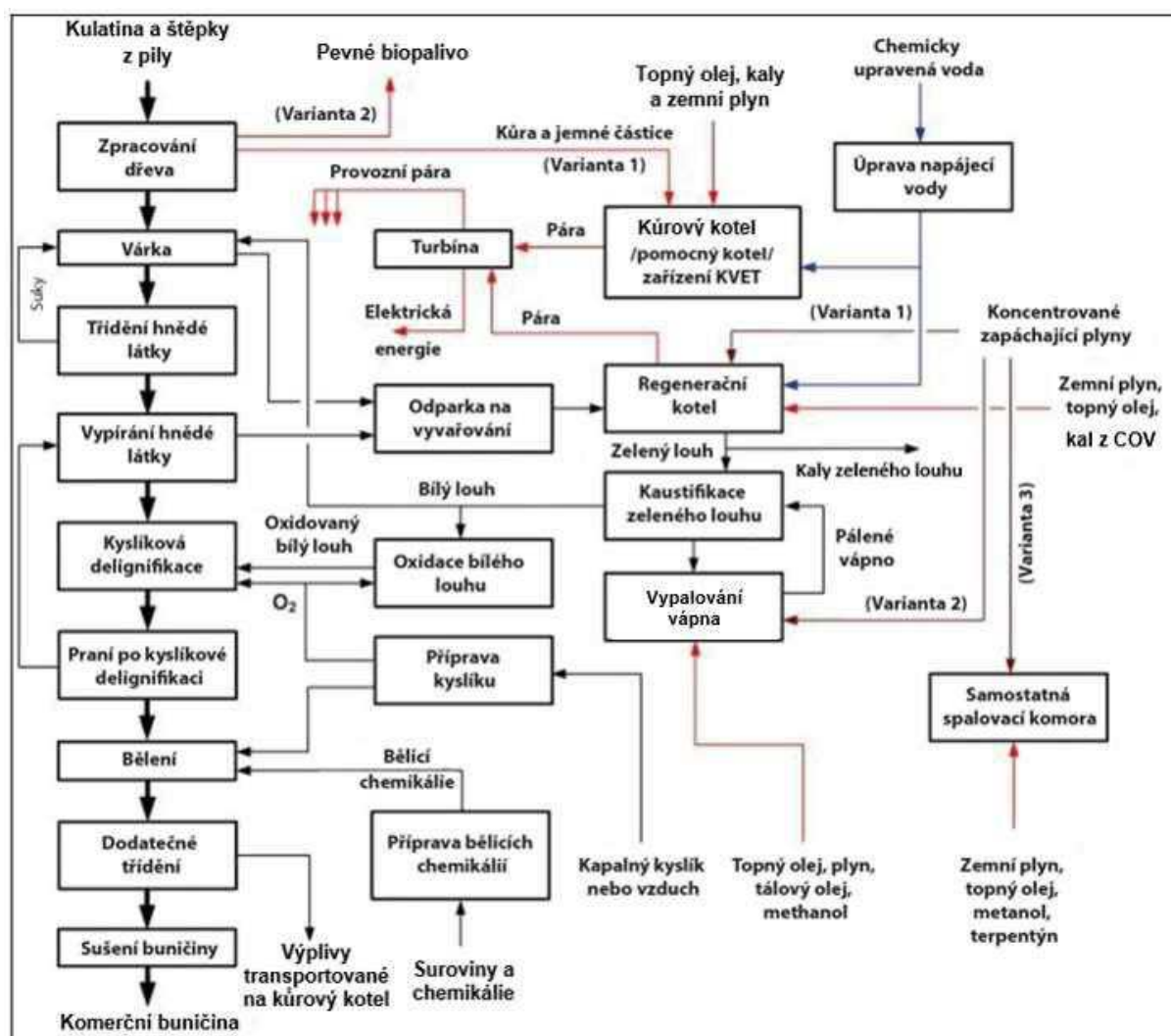
Sulfátový proces (známy aj ako kraftový proces) predstavuje približne 80 % svetovej výroby buničiny, a preto je najpoužívanším výrobným procesom v rámci chemických procesov výroby buničiny. Význam sulfitového procesu neustále klesá a v súčasnosti sa touto metódou vyrába len 10 % svetovej produkcie. Pojem "výroba sulfátu buničiny" je odvodený od síranu sodného (t. j. sulfátu), ktorý sa pridáva v priebehu regeneračného cyklu na kompenzáciu chemických strát. V priebehu chemického buničínového procesu sa vlákna uvoľňujú zo štruktúry dreva odstránením lignínu rozpustením v lúhu pri vysokej teplote. Súčasne sa časť hemicelulózy rozpustí priebehu dávky. V procese sulfátovej buničiny sa používa hydroxid sodný (NaOH) a sulfid sodný (Na₂SO). Použitím veľkého množstva hydroxidu sodného sa dosiahne vysoká hodnota pH na začiatku dávky medzi pH 13 a 14 (alkalický proces rozvlákňovania). Prietok postupne znižuje sa v priebehu dávky, pretože počas procesu rozvlákňovania vznikajú organické kyseliny.

V súčasnosti je sulfátový proces celosvetovo najpoužívanjšou technológiou výroby buničiny vďaka vynikajúcim mechanickým vlastnostiam vlákna v porovnaní so sulfitovým procesom, jeho použiteľnosti na všetky druhy dreva a vývoju a implementácii účinných systémov chemického zhodnocovania. Chemické procesy spojené s výrobou sulfátovej buničiny sú však úzko spojené s potenciálnym problémom v podobe silne zapáchajúcich zlúčenín. Moderné celulózky s optimalizovaným systémom odsávania plynov však dokážu znížiť nepríjemné emisie zápachu do okolia aj počas prevádzkových porúch alebo neštandardných prevádzkových podmienok.

Chemické reakcie počas dávkového procesu vedú k tvorbe chromofórových skupín v zostávajúcom ligníne, ktoré spôsobujú, že buničina je tmavšia ako pôvodné drevo. V dôsledku vysokého pH vzniká pri sulfátovom procese viac chromofórov ako pri sulfitovom procese a nebielená sulfátová buničina má oveľa nižšiu počiatočnú svetlosť ako nebielená sulfitová buničina.

3.1 Použité postupy a techniky

Na obrázku 3.1 je znázornený prehľad hlavných procesov používaných v sulfátovej celulózke.



Obrázok 3.1: Prehľad hlavných procesov používaných v sulfátovej celulózke

Sulfátovú celulózku možno rozdeliť na štyri základné časti: zariadenie na prípravu suroviny, časť chemickej delignifikácie (defibrácie) s takmer úplne uzavretým systémom chemickej a energetickej rekuperácie, bieliarne s otvoreným vodným systémom a externú čistiareň odpadových vôd. Ďalšie tradičnejšie rozdelenie je na linku na výrobu buničiny, Regeneračný systém, vápenný okruh a externú čistiareň odpadových vôd. Niektoré pomocné systémy, ako napríklad úprava výplní, výroba bieliacich chemikálií a pomocná výroba energie, sú integrované do hlavných technologických jednotiek. Podrobnejšie vysvetlenie hlavných procesov výroby sulfátovej buničiny, zjednodušené na obrázku 3.1, je uvedené v kapitolách 3.1.1 až 3.1.12.

Rozpúšťacia sulfátová buničina sa vyrába aj v členských štátoch EÚ, hoci len v malom rozsahu (v roku 2013 jedna celulózka v EÚ venovala jednu tretinu svojej výrobnnej kapacity rozpúšťacej sulfátovej buničine, zatiaľ čo zvyšné dve tretiny boli určené na sulfátovú buničinu). Tento druh buničiny sa vyrába dlhodobým procesom vo fermentore a bieliarni, aby sa odstránila všetka hemicelulóza. Výsledkom je o 35 % nižší výnos dreva v porovnaní s výrobou sulfátovej buničiny, pričom sa očakáva vyššie emisné zaťaženie (podľa prvých odhadov by mohlo byť až o 35 % vyššie).

3.1.1. Príjem a skladovanie dreva

Drevo sa môže dodávať ako guľatina priamo z lesa alebo ako štiepky z iných drevospracujúcich závodov, ako sú pily a preglejkárne. Guľatina sa väčšinou dodáva s kôrou a pred ďalšou úpravou je potrebné vykonať odkôrňovanie. Štiepky sa zvyčajne dodávajú bez kôry a po vytriedení a prípadnom premývaní sa môžu použiť. Drevo sa prepravuje do celulózok loďou, nákladnými autami alebo po železnici a v obmedzenej miere aj po vode. Ak sa používajú plávajúce, niektoré živicové kyseliny a živiny sa vylúhujú v priebehu kontaktu s vodou. Pri mechanickej buničine je možné použiť buď polená, alebo štiepky, ale pri chemickej buničine sa vždy používajú štiepky.

3.1.2. Odkôrňovanie

Najbežnejšou metódou odkôrňovania je bubnové odkôrňovanie. Kôra sa odstráni drhnutím kmeňov o seba počas prevracania spôsobeného otáčaním odkôrňovacieho bubna. Kôra a polená vypadávajú z bubna cez špeciálny žľab. Odkôrňované polená sa pred prepravou do celulózky osprchujú vodou. Kôra z odkôrňovania sa zvyčajne drví v drvičoch a ak je mokrá, pred spaľovaním sa lisuje. Kôra má aj iné použitie a niekedy sa predáva ako pevné biopalivo po vysušení sekundárnym teplom z celulózky.

Bežnou praxou je odkôrnenie dreva zo zrelých stromov blahovičníka (eukalyptus) na mieste ťažby. Odôvodňuje sa to ekonomickými dôvodmi alebo nedostatkom možností získavania energie z biomasy.

3.1.3. Výroba a triedenie štiepok

Na výrobu chemickej buničiny sa guľatina rozseká na štiepky v štiepkovači. Cieľom štiepkovania je získať rovnako veľké štiepky a tým kvalitnejšiu buničinu. Rovnaká príprava rovnakých štiepok je nevyhnutná pre efektívnosť procesu a kvalitu výslednej buničiny. Čím sú štiepky rovnomernejšie, tým je spotreba surovín vyššia. Triedia štiepok priamo, aby sa odstránili prebytočné kusy a jemné časti. Jemné častice slúžia na varenie spolu s drevnou štiepkou alebo samostatne v špeciálnom fermentore na piliny, prípadne sa môžu spaľovať alebo použiť iným spôsobom. Triedenie štiepok sa nepoužíva vždy. Závisí to od požadovanej kvality buničiny, napr. triedenie je možné pri výrobe nebielenej sulfátovej buničiny pre rôzne druhy baliaceho papiera. Prebytočné štiepky sa vracajú do štiepkovača alebo štiepkovacej kosačky. Triesky sa triedia podľa hrúbky, ktorá je rozhodujúcim parametrom kvality pri výrobe chemickej aj mechanickej buničiny. Často sa celkové optimálne podmienky dosiahnutie na úkor časti suroviny, aby sa zabezpečili stabilné podmienky v priebehu celého procesu, čo v konečnom dôsledku pomáha vyrábať kvalitnejšiu buničinu a znižovať znečistenie. Materiál odstránený v priebehu triedenia sa môže predať na iné účely alebo sa môže spaľiť v kotli na tuhé palivo s rekuperáciou tepla spolu s kôrou alebo kalom z čističiek odpadových vôd.

3.1.4. Dávkovanie a delignifikácia

Hlavnými chemickými zložkami dreva sú celulózky, lignín a hemicelulóza. Drevom sa obsahujú aj malé množstvá extrahovateľných látok. Po priebehu sulfátového procesu sa vlákna uvoľňujú vo fermentore rozpúšťaním lignínu a časti hemicelulózy vo vriacom roztoku (biely lúh) obsahujúcom hydroxid sodný (NaOH) a sulfid sodný (Na₂S) ako aktívne chemikálie. Ak je konečným produktom nebielená buničina, dochádza len k delignifikácii.

Chemické buničiny sa zameriavajú na odstránenie lignínu nielen zo stien vlákien, ale aj z centrálnej lamely, aby sa drevné vlákna mohli oddeliť. V ideálnom prípade by sa všetkých vlákien malo chemicky ošetrovať rovnakým spôsobom počas rovnakého času pri rovnakej teplote. To znamená, že chemikálie a energia sa musia rovnomerne prepravovať cez všetkých štiepok do reakčných miest. Dutiny vo vnútri čerstvých štiepok sú však čiastočne vyplnené kvapalinou a čiastočne vzduchom. Vzduch sa musí z štiepok odstrániť skôr, ako do nich úplne prenikne varný lúh. Zvyčajne sa to prebieha ohrevom pomocou pary. Triesky sa zahrievajú parou, čím sa redukuje obsah vzduchu. Dobre sparené štiepky absorbujú tekutinu ľahšie pri zvýšenom tlaku.

Reakcie lignínu pri výrobe sulfátovej buničiny prebiehajú vo fáze impregnácie (počiatočná delignifikácia) a vo fáze varenia pri zvýšenej teplote, pri ktorej sa odstráni väčšina lignínu (objemová delignifikácia). Počiatočná delignifikácia prebieha najmä pri vyšších teplotách ako v konečnej fáze dávky. Rozpúšťa sa tu veľmi malé množstvo lignínu (20-25 % z celkovej sumy). Impregnácia zlepšuje prenikanie varného lúhu do štiepok priebehu varnej fázy.

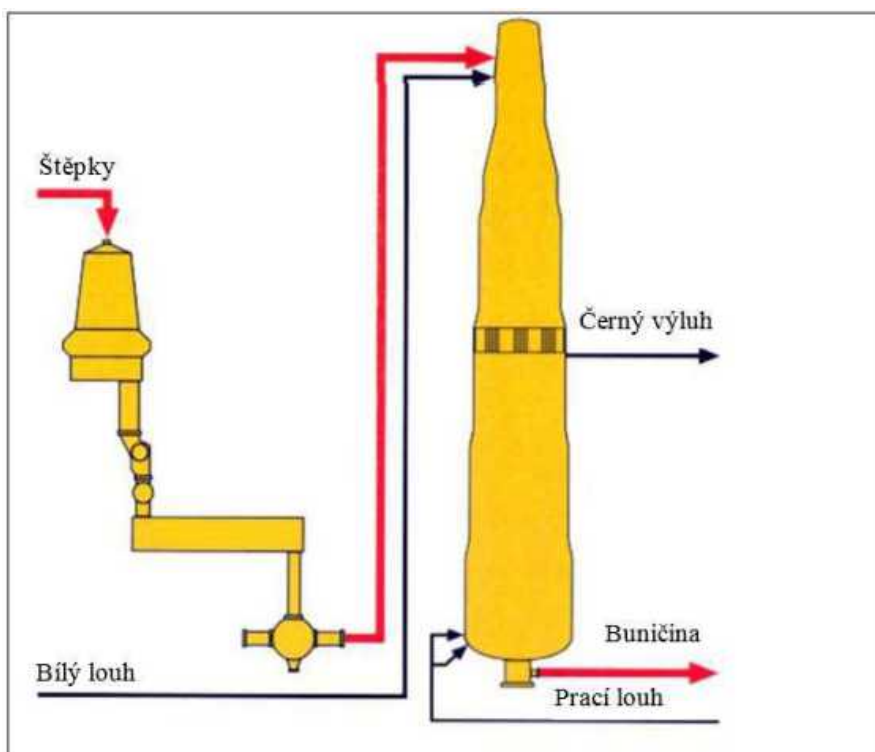
Várka môže prebiehať v diskontinuálnych alebo nepretržitých fermentoroch. Počas diskontinuálnej vsádzky sa predhriata drewná štieпка a lúh privádzajú do diskontinuálneho fermentora, kde vsádzka prebieha pri zvýšenej teplote a tlaku. Keď sa dosiahne požadované množstvo zvyškového lignínu (merané číslom kappa), látky sa prenesú do vyprázdňovacej expanznej nádrže a cyklus varenia sa opakuje.

Koncom 80. rokov 20. storočia sa v priemysle uskutočnilo zavedenie modifikovaného varenia, ktoré sa uplatnilo vo všetkých nových projektoch liniek na výrobu buničiny. Hlbšia delignifikácia prostredníctvom modifikovaného varenia využíva princíp profilovania úrovne alkálií, t. j. úroveň alkálií na začiatku dávky (počas impregnácie) je vyššia a ku koncu varenia sa zvyšuje. To umožňuje znížiť obsah zvyškového lignínu počas varenia bez nežiaduceho zhoršenia kvality sacharidov alebo nadmerného zníženia pevných látok buničiny, čím sa znižujú potreby delignifikácie v bieliarni a jej vplyv na životné prostredie. V prípade diskontinuálnych fermentorov sa rozšírená delignifikácia prostredníctvom modifikovaného varenia nazýva "diskontinuálne procesy vytlačania" a jej varianty sú "rýchle vytlačanie ohrevom" (RDH), "superdávka" (SB) alebo "impregnácia bielym lúhom" (WLI).

Pri všetkých uvedených modifikovaných diskontinuálnych dávkových metódach sa štiepky impregnujú vo fermentore pred procesom objemovej delignifikácie, ktorý má profil úrovne alkálií. Pri diskontinuálnom varení sa teplo z čierneho lúhu získava vytesnením z varnej nádoby pracou kvapalinou a jeho použitím na predhriatie štiepok v ďalšej varnej dávke (impregnácia).

Varenie môže prebiehať aj v nepretržitej variči (obrázok 3.2), kde obsah zvyškového lignínu určuje náplň dreva, chemikálie a čas pobytu, ako aj teplota vo varnej zóne. Pred naplnením nepretržitého variča sa štiepky ohrevom parou predhrejú na odstránenie vzduchu, ktorý bráni impregnácii. Pred naplnením hlavného variča sa štiepky impregnujú varným lúhom v impregnačnej nádobe. Potom sa teplota zvýši na 155-175 °C. Čas varenia pri maximálnej teplote je približne 1-2 hodiny. V prípade aplikácií s nepretržitou vsádzkou zahŕňajú modifikované metódy varenia modifikovaná nepretržitá vsádzka (MCC), rozšírená modifikovaná nepretržitá vsádzka (EMCC), izotermická vsádzka (ITC) a vsádzka s nízkym obsahom pevných látok (LSC). Všetky tieto modifikované metódy varenia, či už fungujú ako nepretržité prietokové postupy alebo ako diskontinuálne aplikácie, sú založené na princípe profilovania úrovne alkalickej koncentrácie.

Pri konvenčnom varení sa delignifikáciou ihličnatého dreva (smreka alebo borovice) môže znížiť číslo kappa na 28-35 pri zachovaní prijateľných pevnostných vlastností buničiny. V prípade listnatého dreva (osika, breza a trnka) je možné číslo kappa znížiť na 14 až 22 [14, CEPI 1997].



Obrázok 3.2: Príklad nepretržitého varenia

Vyššie uvedené metódy dávkovej modifikácie boli vyvinuté na odstránenie väčšieho množstva lignínu z dreva bez zníženia výťažku a bez ďalšej degradácie celulózy, čím sa znížilo organické zaťaženie spôsobené bielením celulózy. Číslo kappa pri varení ihličnatého dreva je možné vylepšenou delignifikáciou znížiť až na hodnotu 15-25 [1, Finnish BAT Report 1997] pri zachovaní výnosových a pevnostných vlastností. To znamená 25-50 % zníženie obsahu lignínu v buničine v porovnaní s buničinou s číslom kappa 32. V dôsledku toho sú redukované požiadavky na akékoľvek ďalšie bieliace chemikálie a redukované sú aj výpusty odpadových vôd z bieliarne. Podobne možno dosiahnuť zníženie čísla kappa pri varení tvrdého dreva (pozri tiež kapitolu 3.1.6).

3.1.5. Pranie a triedenie

Buničina z variča obsahuje vlákna aj použitý výluh (čierny výluh). Približne polovica dreva sa počas varenia rozpustí. Čierny výluh preto obsahuje anorganické chemikálie a veľké množstvo organických látok. Počas následného prania sa čierny lúh oddelí od buničiny a odvedie sa do systému chemickej regenerácie, kde sa regenerujú varné chemikálie a energia.

Suspendované organické látky sa oddeľujú od vlákien buničiny spolu s chemikáliami použitými pri varení pri protiprúdovej technike prania hnedej tkaniny (suspensia nebielenej buničiny). Moderné zariadenia bežne zachytávajú až 99 % chemikálií použitých pri varení, pričom sa používa minimálne množstvo riediacej vody a zároveň sa dosahuje najvyšší možný stupeň čistenia buničiny. Pranie buničiny z konvenčného diskontinuálneho fermentora zvyčajne prebieha v bubnových práčkach, zatiaľ čo nepretržitý fermentor využíva praciu zónu na dne fermentora s ďalšími bubnovými práčkami alebo pracími difúzormi. V prípade moderných zariadení na výrobu buničiny sa pri oboch druhoch varných zariadení začína premývanie vo varni výmenou horúceho čierneho lúhu za studený prací lúh. Následné pranie prebieha v rôznych druhoch práčok, napr. vo vákuových bubnových práčkach, pracích lisoch, difúzoroch alebo práčkach s pozdĺžnym sitom.

Účinné premývanie prináša celkovo viacero výhod: znižuje prenos výluhu čiernej buničiny do bieliarne so zníženou spotrebou bieliacich chemikálií a znižuje objem odpadových vôd z bieliarne; prispieva k

na zníženie porúch triedenia, ktoré môže spôsobiť penenie; znižuje celkovú spotrebu chemikálií pri varení (chemické straty) a spotrebu chemikálií vo fáze kyslíkovej delignifikácie (pozri kap. 3.1.6). Výsledok prania do vysokej miery závisí od účinnosti použitého zariadenia, konzistentnej buničiny na výstupe, teploty a množstva použitej vody na pranie. Ak sa premyje viac vody, spotreba pary sa zvýši, pretože čierny lúh sa odparí a zahustí.

Pracie lisy a difúzory sú mimoriadne účinné pri znižovaní koncentrácie suspendovaných organických látok, a to je dôvod ich častejšieho používania, najmä ako posledného pracieho kroku pred bielením. Pridaním oxidu uhličitého do vody na pranie alebo priamo do buničiny sa zvýši prací účinok.

Pred ďalšou úpravou sa buničina podstupuje triedenie v tlakových triedičoch a niekedy aj Použitím kónických vírových triedičov - centriklinerov (na výrobu výrobkov z nebielenej buničiny). Účelom triedenia je oddelenie zväzkov vlákien od hlavného prúdu buničiny pomocou série vibračných častí zariadenia, filtrácie v tlakových triedičoch a odstred'ovania vlákien a iných častíc s rôznou špecifickou hmotnosťou. Triedenia sa buď odstraňujú z procesu, mechanicky spracujú a vrátiť do triediaceho zariadenia, alebo sa priamo recyklujú vo fermentoroch.

3.1.6. Delignifikácia kyslíkom

Delignifikácia je možné pokračovať po dávke len na jednej alebo dvoch úrovniach kyslíka a s úrovňou pre techniku premývania alebo bez nej. Kyslíková delignifikácia je možné kombinovať s konvenčným a predĺženým varením.

Kyslíková delignifikácia prebieha v alkalickom prostredí. Na udržanie celkovej rovnováhy sodíka v celulóze sa v stupni kyslíka zvyčajne používa biely oxidovaný lúh, v ktorom sú predovšetkým alkalické chemikálie hydroxid sodný a sulfid sodný (Na_2S) sa oxiduje na tiosíran (Na_2SO_3). Vzhľadom na relatívne nízku rozpustnosť kyslíka v alkalickom lúhu sa delignifikačný reaktor natlakuje a teplota sa zvýši na približne 90 - 100 °C. Počas kyslíkovej delignifikácie sa do vody pridáva horčíková soľ (síran horečnatý; MgSO_4) na udržanie pevnosti buničiny. Kyslík sa väčšinou nakupuje, ale je vyrábaný aj priamej výrobe v celulózkach. Vďaka zlepšeniu selektivity a nižším investičným nákladom prevládajú v poslednom desaťročí v celulózkach systémy so strednou konzistenciou (MC, 10 - 15 % sušiny), hoci majú uplatniteľnosť aj zariadenia s vysokou konzistenciou (HC, 25 - 30 % sušiny).

Kyslíková delignifikácia je zvyčajne strednou triedou premývania buničiny. Pracia voda sa pridáva na poslednej úrovni premývania po kyslíkovej delignifikácii a je vedená pred buničinu. Premývanie po kyslíkovej delignifikácii zvyčajne prebieha v dvoch úrovniach. Organický materiál suspendovaný v priebehu kyslíkovej delignifikácie je možné regenerovať a vypúšťať do systému chemickej regenerácie bez väčších zmien v procese. Regenerácia znižuje množstvo organických látok, ktoré sa dostanú do odpadovej vody, a množstvo potrebných chemikálií.

Číslo kappa po konvenčnej dávkovej a kyslíkovej delignifikácii sa zvyčajne pohybuje v rozmedzí 18 až 22 pre ihličnaté drevo a v rozmedzí 13 až 15 pre listnaté drevo bez delignifikácie. [14, CEPI 1997]. Čísla Kappa pre celulózy na výrobu sulfátovej buničiny, ktoré vyrábajú nebielený vrecovitý papier, sa pohybujú medzi 40 a 55. V závislosti od druhu dreva je možné, že delignifikácia kyslíkom s prehĺbenou dávkou zníži číslo kappa na 8-12 pre ihličnaté drevo a 8-10 pre listnaté drevo. Celkový výťažok buničiny môže klesnúť o 1,5 - 2,5 % a stále zostáva lignín, ktorý sa musí odstrániť iným spôsobom, ak sa vyžaduje vysoká svetlosť buničiny.

Zníženie čísla kappa bielenej buničiny (hnedej hmoty - suspenzie bielenej buničiny), či už sa dosiahne prehĺbenou delignifikáciou vo fermentore, kyslíkovou delignifikáciou alebo inou metódou, zníži zaťaženie znečisťujúcimi látkami z bieliarne, ktoré sa dostanú do systému biologického čistenia odpadových vôd. Rozpustené látky sa totiž vracajú do regeneračného systému a potom sa podieľajú na pálení v regeneračnej kotli.

3.1.7. Bielenie

Cieľom chemického bielenia buničiny je dosiahnutie určitých kritérií kvality buničiny, pokiaľ ide o svetlosť, stálosť svetlosť, čistotu a pevnosť. Svetlosť nebielenej sulfátovej buničiny je nízka, pod 30 % ISO, zatiaľ čo úplne bielená buničina má svetlosť 88 % ISO alebo vyššiu. Varením a kyslíkovou delignifikáciou sa nedá odstrániť všetok lignín a na dosiahnutie tejto belosti sa musí odstrániť alebo oxidovať zvyšný lignín a nečistoty v buničine. Číslo kappa po bielení znižuje hodnotu pod 1 [14, CEPI 1996].

Zavedenie prehĺbenej dávky (pozri časť 3.1.4) a kyslíkovej delignifikácie (pozri časť 3.1.6) umožnilo účinnejšie regeneračné procesy pre organické látky a tiež umožnilo použitie ďalších chemikálií na bielenie a minimalizáciu použitia zlúčenín chlóru. V dôsledku toho sa celkový únik organických zlúčenín a organických zložiek z bieliarne v porovnaní s 80. alebo 90. rokmi minulého storočia výrazne znižuje. Bieliarne však vypúšťajú svoje odpadové vody, zatiaľ čo delignifikácia je možná v uzavretých vodných systémoch.

Kyslé odpadové vody z bieliarne nemožno jednoducho recirkulovať do systému chemického zhodnocovania, predovšetkým preto, že recirkulácia tohto odpadu by zvýšila hromadenie chloridov a iných nežiaducich anorganických a organických neprocesných zložiek v systéme chemického zhodnocovania, čo by mohlo viesť ku korózii, inkrustácii a iným problémom.

Bielenie sulfátovej buničiny prebieha v niekoľkých fázach, zvyčajne v štyroch až piatich. V poslednej dobe sa uprednostňujú závody s trojstupňovým bielením. Najčastejšie používanými chemikáliami sú Oxid chloričitý (ClO_2), kyslík (O_2), peroxid vodíka (H_2O_2), hydroxid sodný (NaOH) a niekedy ozón (O_3). Priamo sa kyselina peroctová ($\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}$). V Európe sa používa chlór (Cl_2) a chlórnanu (napr. NaClO) ako základných bieliacich chemikálií (napr. rozhodnutie PARCOM-u prestať používať elementárny chlór (Cl_2) pri bielení sulfátovej a sulfitovej buničiny). Pri starších procesoch s oxidom chloričitým sa tvorí malé množstvo chlóru ako vedľajší produkt a časť tohto chlóru je prítomná v procese bielenia oxidom chloričitým. Oxid chloričitý a ozón sa musia vyrábať na mieste (pozri kapitolu 3.1.12). V niektorých celulózkach sa kyslík vyrába aj na mieste separáciou zo vzduchu. Do papierní je možné dovážať peroxid, kyslík a alkálie.

Veľmi reaktívnym bieliacim činidlom je ozón, menej reaktívne sú oxid chloričitý, kyslík a peroxid vodíka. V dôsledku rôznych reakčných mechanizmov sa pri bielení používajú rôzne druhy bieliacich látok. Kyslé a alkalické úrovne sa používajú na vzájomné dopĺňanie.

Peroxidové bielenie je relatívne pomalé a vyžaduje si dlhý reakčný čas, a teda veľký objem reaktora alebo zvýšenú konzistenciu buničiny. Zvýšený tlak umožňuje zvýšiť reakčnú teplotu, čo má za následok kratší reakčný čas alebo lepší výsledok bielenia. Aby sa zabránilo strate peroxidu vodíka, musia sa odstrániť ióny kovov, čo je možné dosiahnuť využitím chelačných (komplexotvorných) činidiel odstraňujúcich kovy (EDTA alebo DTPA) alebo premývaním kyselinou. Výhodou peroxidu v porovnaní s inými činidlami na bielenie kyslíkom je, že peroxidové bielenie za optimálnych podmienok zosvetľuje zvyškový lignín.

Od roku 1991 sa v prípadoch v Severnej Amerike pred bielením používa enzymatická úprava. Je možné ho kombinovať s rôznymi bieliacimi postupmi, aby sa zvýšila účinnosť použitých chemikálií, ale zvyčajne spôsobuje malú stratu výnosu.

Bieliarne pozostávajú zo sledu samostatných bieliacich fáz, do ktorých sa pridávajú rôzne chemikálie. Všetky bieliace fázy pozostávajú z:

- zariadenie na miešanie chemikálií a buničiny;
- bieliaci reaktor (prietoková veža zhora nadol alebo zdola nahor) navrhnutý na vhodný čas zdržania potrebný na priebeh chemických reakcií;
- pracie zariadenie na oddelenie použitých chemikálií, odstráneného lignínu a iných suspendovaných materiálov z buničiny (bubnová práčka, pracie lisy alebo prací difúzor).

Pre bieliacich úrovni sa používa skratka podľa druhu použitého bielidla.

- A Fáza kyseliny askorbovej (HexA) na odstránenie kyseliny askorbovej miernou kyslou hydrolyzou.
- Q Kyslá fáza s chelačnými (komplexotvornými) činidlami EDTA alebo DTPA na odstránenie kovov.
- Z Ozónová fáza s plynným ozónom (O_3).
- P Alkalická fáza s peroxidom vodíka (H_2O_2) v roztoku.
- D Fáza oxidu chloričitého s využitím vodného roztoku oxidu chloričitého (ClO_2).
- E Extrakčná fáza s hydroxidom sodným (NaOH).
- E/O Fáza extrakcie s hydroxidom sodným následne s pridaním plynného kyslíka ako spevňujúceho činidla.
- P/O Alkalická trieda s peroxidom vodíka v roztoku s malou dávkou kyslíka.
- E/P Fáza extrakcie s hydroxidom sodným následne s pridaním roztoku peroxidu vodíka ako spevňujúceho činidla.

Kyslíková delignifikácia sa v poslednom čase stáva čoraz bežnejším delignifikačným krokom, ktorý následne prebieha v bieliacich sekvenciách D-EOP-D alebo D-EO-D, D-E-D-E-D, D-E-D-D, D-EOP-D-E-D, QP-DQ-PO, D-EOP-D-D alebo Z-E/O-D-P/O.

Používajú sa dve základné metódy bielenia: metóda bez prídania elementárneho chlóru (ECF), t. j. bez prídania elementárneho alebo plynného chlóru počas bielenia, a metóda úplne bez chlóru (TCF). Všetky celulózy metód ECF používajú pri bieliacich fázach oxid chloričitý (chlórdioxid) a v menej prípadoch aj ozón, zásady na extrakciu suspendovaného lignínu, peroxid a kyslík na posilnenie bieliacich fáz. Pri metóde bielenia TCF sa na extrakciu lignínu používa kyslík, ozón alebo kyselina peroctová a peroxid so zásadami. Pokiaľ ide o celkový výnos a kvalitu buničiny, selektivita je dôležitá, pretože vysoká selektivita znamená, že bieliace činidlo reaguje najmä s lignínom.

Niektoré celulózy reagovali na trhovú dopyt po buničine úplne bez chlóru (TCF) úpravou postupnosti bieliacich procesov. V súčasnosti je bielenie TCF zavedenou technikou. Mnohé celulózy sú schopné vykonávať výrobu buničiny ECF aj TCF v závislosti od trhovej situácie. Boli vyvinuté a stále sa vyvíjajú nové sekvencie založené na technikách chelačných (Q), peroxidových (P) a ozónových (Z) krokov, napr. Q-E/P-E-P, Q-Z-P-E-P, OP-ZQ-PO, Q-OP-Q-PO, OOQPoP [CTP, 2010] alebo Q-OP-(Q+Paa)-PO, Q-OP-Q/Paa-PO [257, Soedra 2009]. Najmenej jedna celulóza prestala vyrábať buničinu TCF: celulóza Metsa Botnia Rauma v lete 2007 zmenila systém bielenia z TCF na ECF z kvalitatívnych, energetických a finančných dôvodov.

Po kyslíkovej delignifikácii je možné dosiahnuť belšiu buničinu s rovnakým číslom kappa a rovnakou úrovňou viskozity, ak dávka končí s vyššou hodnotou kappa. To predstavuje veľkú výhodu pri používaní sekvencie TCF na báze peroxidu, pretože sa zdá, že bieliteľnosť závisí viac od belosti ako od čísla kappa v čase vstupu do procesu bielenia. Je to aj ekonomicky výhodnejšie, pretože delignifikácia kyslíkom vykazuje lepšiu selektivitu ako varenie. V prípade sekvencie TCF je však dôležité mať na pamäti, že tendencia k žltnutiu (vyvolanému teplom) plne bielennej buničiny sa zvyšuje so zvyšujúcimi sa hodnotami kappa po varení, pravdepodobne z dôvodu vyššieho obsahu kyseliny askorbovej (HexA) v buničine [257, Soedra 2009].

Diskusia o moderných metódach bielenia ECF a TCF

V 80. a 90. rokoch prebiehala intenzívna diskusia a skúmanie environmentálnych výhod bielenia TCF v porovnaní s ECF. Vyhodnotenie výsledkov výskumu a syntézy veľkého množstva laboratórnych a modelových testov ekosystémov, ako aj terénnych štúdií s odpadovými vodami z bielených sulfátových celulózk je možné zhrnúť takto:

- Chemické zloženie odpadových vôd zo sulfátových celulózk, ktoré používajú moderné ECF alebo TCF bielenie kyslíkom delignifikovanej buničiny s nízkym číslom kappa, sa v porovnaní so situáciou v 70. a 80. rokoch minulého storočia výrazne zmenilo, hoci prevádzkový štandard jednotlivých celulózk je stále veľmi dôležitý pre množstvo a kvalitu emisií [129, správa SEPA 1997].
- V celulózkach s moderným bielením ECF sú emisie chlórovaných organických látok veľmi nízke a vysokochlórované fenolové zlúčeniny sa v odpadových vodách zvyčajne vôbec nedajú zmerať. [tamtiež].
- Porovnanie toxických emisií z bieliarní a celkových odpadových vôd z papiera, ktoré používajú rôzne schémy bielenia bez chlóru, t. j. moderné bielenie ECF a bielenie TCF, ukazuje, že ani jedna z týchto techník neprodukuje odpadové vody s nižšou toxicitou. [47, FEI 1996]. Medzi odpadovými vodami zo zariadení používajúcich moderné bielenie ECF (so zníženým obsahom chlóru) a bielením TCF nebol zistený jasný rozdiel v štruktúre účinkov a ich intenzite.
- Druhý stupeň čistenia odpadových vôd zvyčajne znižuje toxicitu a podľa modelových štúdií ekosystémov sa po externom čistení odpadových vôd zmiernuje vplyv na úroveň ekosystému. [tamtiež].
- Otázka, či je moderné bielenie ECF alebo TCF lepšie z environmentálneho hľadiska, sa zdá byť príliš úzko zameraná; je potrebné zvážiť aj ďalšie kľúčové aspekty, ako napríklad celú prevádzku celulózky vrátane systému čistenia odpadových vôd a riešenia porúch a náhodných únikov. Napríklad množstvo mastných kyselín, živcových kyselín a sterolov v odpadových vodách z moderných celulózk je viac ovplyvnené vláknitou surovinou alebo príspevkami z nebielenej časti procesu ako procesom bielenia.
- Sekvencia bielenia TCF je vhodnejšou alternatívou pre ďalšie uzavretie systému odpadových vôd. Technické problémy týkajúce sa výskytu neprocesných prvkov vo vodnom okruhu a nežiaducich inkrustácií, najmä oxalátov, však zostávajú nevyriešeným problémom pre ďalší uzavretý okruh odpadových vôd z bieliarní. [233, Hamm et al. 2003].

3.1.8. Triedenie bielenej látky

Po bielení následne nastáva konečné triedenie buničiny. Sekundárne triedenie prebieha pomocou rovnakého typu zariadenia ako v prípade nebielenej buničiny (pozri kapitolu 3.1.5).

3.1.9. Sušenie

V integrovanej celulózke a papierni sa buničina odovzdáva do procesu výroby papiera vo vlhkom stave (s konzistenciou približne 4 %) a voda, ktorú obsahuje, tvorí súčasť celkovej vodnej bilancie v papierni. V neintegrovannej celulózke, kde sa buničina nepoužíva priamo na výrobu papiera, sa buničina najprv lisuje a potom sa suší na prepravu. Sušiaci stroj sa skladá zo sitovej časti - podobnej, ale jednoduchšej ako sitová časť prevádzky na výrobu papiera - na počiatočné odvodnenie buničiny, z časti na lisy a sušiacu časť. Po odvodnení sa buničina suší parou vo viacstupňovej sušiackej časti. Po narezaní na listy sa zviaže na prepravu výrobkov.

3.1.10. Vedľajšie produkty výroby sulfátovej buničiny

Lojové mydlo (TOS) sa tvorí z látok vylúhovaných z buničiny, najmä zo živice a mastných kyselín. Pri bielení metóde sa kyseliny zmydelňujú v dôsledku alkalického prostredia vo fermentore a vytvárajú sodné mydlá (surové masťové mydlo), ktoré sa rozpúšťajú v čiernom výluhu. V procese chemickej regenerácie sa mydlo oddeľuje od vodnej fázy a vytvára mydlovú vrstvu na povrchu lúhu, kde sa čierny lúh postupne koncentruje a rozpustnosť mydla sa znižuje. Z technologických dôvodov sa musí z čierneho lúhu odstrániť väčšina mydla, aby sa zabránilo tvorbe peny vo výparníku a udržalo stabilné pálenie v regeneračnom kotli.

Surový talový olej Tvorba (CTO) sa uskutočňuje okyslením mydla z talového oleja v diskontinuálnom alebo nepretržitom procese. Použitá kyselina je zvyčajne kyselina sírová alebo odpadová kyselina (GWA) z výroby oxidu chloričitého. Najvyšší obsah živice sa nachádza v rôznych druhoch borovice, ktoré majú aj najvyšší výťažok vysokého oleja. Smrek a breza majú oveľa vyššie výnosy vysokého oleja a nižšiu kvalitu. Surový talový olej je dechtovitá, tmavohnedá kvapalina s vysokou viskozitou a nepríjemným zápachom po zlúčeninách síry z procesu buničiny. Bežný výťažok surového talového oleja z talového mydla je približne 10 - 75 kg na tonu buničiny. Surový talový olej sa zvyčajne predáva chemickému priemyslu a dechtové palivo vyrobené destiláciou surového talového oleja sa používa ako biopalivo v celulózkach. Niektoré celulózky spaľujú surový talový olej priamej cestou na výrobu bioenergie.

V celulózke Zellstoff Stendal v Nemecku sa vyrába približne 13 450 ton talového oleja dekantáciou talového mydla z výluhu pred odparovaním. Talový olej sa čiastočne predáva na trhovom trhu a čiastočne sa používa ako palivo v peci na pálenie vápna. Počas úpravy talového oleja sa môžu vyskytnúť slabé neskondenzovateľné plyny. V celulózke Stendal sa odpadový plyn upravuje v skruberi plynu a zvyšné emisie sa upravujú v systéme čistenia slabého neskondenzovateľného plynu (NCG).

Surový sulfátový terpentín (CST) vzniká z prchavých organických zložiek v buničine (drevo). Pri výrobe buničiny sa drevné štiepky zahrievajú a terpény sa odparujú. Terpentín je možné získať z pár bohatých na terpény. Zloženie sa líši v závislosti od druhu použitého dreva. Predovšetkým sa v surovom bielení terpentínu nachádza α -pinén. Najvyššia koncentrácia látok sa nachádza v čerstvom borovicovom dreve. V smrekovom dreve je obsah oveľa vyšší. Surový sulfátový terpentín obsahuje značné množstvo zapáchajúcich zlúčenín síry a má veľmi nepríjemný zápach a tmavú farbu. Rozpätie výnosov je od 0,5 do 15 kg na tonu buničiny.

3.1.11. Systém regenerácie chemikálií a energie

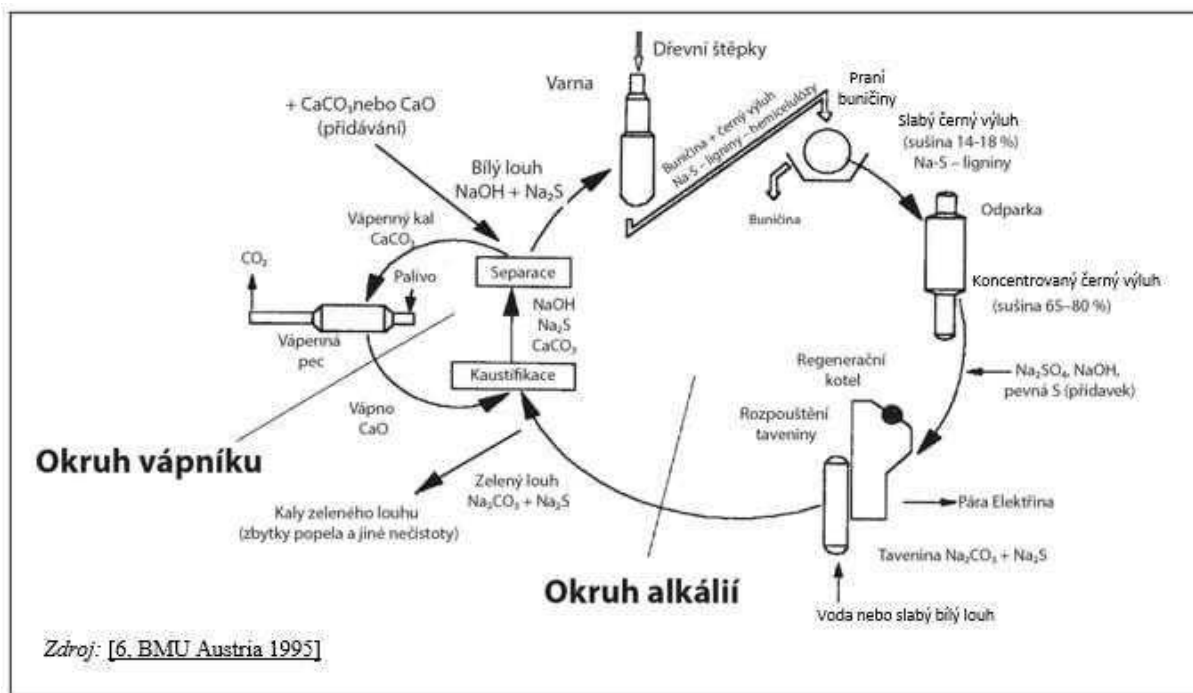
Regeneračný systém bielení celulózky plní štyri funkcie:

- regeneráciu (obnovu) anorganických chemikálií na varenie;
- pálenie rozpustených organických látok a získavanie ich energetického obsahu vo forme technologickej pary a elektrickej energie;
- regenerácia cenných organických produktov (napr. talového oleja);
- Prevencia a kontrola znečistenia: výrazné zníženie zaťaženia odpadových vôd vypúšťaných do biologickej čistiarne odpadových vôd a rozsiahle zníženie emisií do ovzdušia.

Výhrevnosť obnoviteľného čierneho výluhu ako paliva je vo všeobecnosti dostatočná na to, aby boli celulózky na výrobu sulfátovej buničiny viac ako sebaštacné pri výrobe tepla a energie. Organické vedľajšie produkty, ako je metanol, terpentín alebo talový olej, majú vo väčšine sulfátových celulózok obmedzený hospodársky význam.

Hlavnými procesmi v systéme chemickej regenerácie sú odparovanie čierneho lúhu (lúh z varenia buničiny a premývanie), pálenie zahusteného lúhu v regeneračnom kotli a kaustifikácia vrátane regenerácie vápna.

Prehľad systémov chemickej regenerácie je znázornený na obrázku 3.3, ktorý ilustruje predovšetkým hlavné kroky procesu a ich funkcie.



Obrázok 3.3: Regeneračný okruh chemikálií v sulfátovej celulózke

Čierny luh z premývania buničiny bežne vyskytuje 14-18 % rozpustených pevných látok, ktoré je potrebné pred pálením podstatne zvýšiť. Výluh sa zahusťuje (koncentruje) vo viacstupňovej odparke na obsah sušiny 70 - 85 %. Pri atmosférickom tlaku je horná hranica nárastu sušiny približne 72-74 %. V priamo zmodernizovaných prevádzkach sa výluh koncentruje na 85 % pevných látok zvýšením tlaku, aby sa mohla použiť vyššia teplota na zníženie viskozity. Obsah sušiny v čiernom lúhu z výroby eukalyptovej buničiny nie je taký vysoký; maximálny dosiahnuteľný obsah sušiny je približne 72 - 75 %. Počas odparovania sa niektoré látky oddeľujú ako neskondenzovateľné plyny (NCG), ktoré obsahujú zápachajúce plynné zlúčeniny často označované ako celková redukovaná síra (TRS). Tieto plyny sa zachytávajú a spaľujú spolu s inými zápachajúcimi plynmi.

Kondenzáty z odparky čierneho lúhu a fermentora sa líšia stupňom kontaminácie v závislosti od ich pôvodu, ale bežne obsahujú TRS, metanol a niektoré ďalšie prchavé organické zložky. Spracúvajú sa vo varnej kolóne, ktorá je zvyčajne súvisiaca s odparovaním čierneho výluhu pomocou sekundárnych (alebo primárnych) parí. Oddelovanie kondenzátov umožňuje ich opätovné použitie pri premývaní nebielenej buničiny a v procese kaustifikácie.

Kondenzovaný čierny luh sa spaľuje v regeneračnom kotli, aby sa regeneroval sodík a síra vo vhodnej chemickej forme na výrobu varného lúhu a aby sa získala energia z procesu pálenia.

Zvýšenie obsahu sušiny v čiernom lúhu zo 65 - 70 % na 80 - 85 % mení materiálovú a energetickú bilanciu a podmienky pálenia v regeneračnom kotli. Prietok spalín sa znižuje so znižujúcim sa množstvom vody v kotli. Zvýšením obsahu sušiny, napr. nad 80 %, je možnosť zvýšiť výrobu alebo prevádzkovať hlbšiu delignifikáciu s účinnejším Regeneračným procesom čierneho lúhu v celulózkach, kde je kapacita kotla na Regeneráciu slabá. Vo všeobecnosti je možné pri regeneračných kotloch rozlišovať dva prevádzkové režimy; jeden sa zameriava na energetickú účinnosť a druhý na nízku spotrebu NO_x .

Použitie čierneho lúhu s veľmi vysokým obsahom sušiny ($> 80\%$) vedie k zlepšeniu energetickej účinnosti, čo umožňuje celulózкам a papierňam pracovať sebestačne z hľadiska spotreby energie alebo dokonca vyrábať prebytočnú energiu a zároveň znižuje emisie síry a oxidu uhoľnatého a znečistenie. Pokrok v technológii materiálov umožnil zvýšiť teplotu a tlak v regeneračných kotloch, čím sa maximalizuje výroba energie v prevádzke. So zvyšujúcou sa teplotou pálenia sa zvyšuje množstvo odpareného sodíka (Na) a zvyšuje sa množstvo SO_2 a umožňuje tvorbu Na_2SO_4 . Energeticky účinné kotly sú užitočné aj pri regeneračnom procese a majú nízky obsah SO_2 . Zvýšená teplota však vedie k zvýšenému obsahu NO_x .

Ak je nízka hodnota NO_x je potrebné znížiť obsah sušiny v čiernom lúhu, a tým znížiť teplotu v regeneračnom kotle. V tomto prípade sa síce znížia emisie $\text{NO}_{x,x}$, ale zníži sa aj potenciál zhodnocovania energie (nižšia hodnota elektrickej energie a energetickej efektívnosť). Emisie síry a CO sú vyššie v porovnaní so spaľovaním s vysokým obsahom sušiny. Vysoké emisie CO znamenajú vysoké množstvo nespáliteľných látok, a preto môžu byť vyššie aj emisie VOC (prchavé organické zlúčeniny) a PAU (polyaromatické uhl'ovodíky).

Za posledných 20 rokov sa vývoj regeneračných kotlov uberal smerom k energeticky efektívnej prevádzke a najvyššiemu obsahu sušiny v čiernom lúhu (viac ako 80%).

Tavenina z regeneračného kotla sa rozpúšťa vo vode alebo slabom bielom lúhu, čím sa tvorí "zelený lúh" obsahujúci najmä sulfid sodný (Na_2S a uhličitan sodný (Na_2CO_3). Zelený lúh sa čistí alebo filtruje (moderná technika) a kaustifikuje vápnom a uhličitanom sodným (Na_2CO_3), reakciou vzniká hydroxid sodný (NaOH) a z neho biely lúh na varenie buničiny. Zvyšky popola a iné nečistoty sa z procesu odstraňujú vo forme kalu zeleného lúhu. Uhličitan vápenatý vo forme kalu z kaustifikácie sa oddelí od bieleho lúhu, premyje sa a vypáli vo vápennej peci (podobne ako v bežnej rotačnej peci), aby sa vápno regenerovalo. Táto kalcinácia je vysokoteplotná, endotermická reakcia, ktorá si vyžaduje externé palivo.

Pri manipulácii s čiernym lúhom s vysokým obsahom síry sa plyny obsahujúce síru môžu uvoľňovať do ovzdušia ako Oxid siričitý po pálení a ako zápachajúce plyny obsahujúce redukované zlúčeniny síry, ako je sulfán (H_2S , sírových (H_2S), metylmerkaptán (CH_3SH), dimetylsulfid (CH_3SCH_3) a dimetyldisulfid (CH_3SSCH_3). Pri použití vhodných techník (pozri kap. 3.3.16.1 až 3.3.16.3) je možné týmto emisiám z väčšej časti predísť.

Emisie zápachajúcich látok (silne zápachajúce plyny) sa zachytávajú a zvyčajne podávajú na pálenie v regeneračnom kotle, špeciálnej spaľovni alebo vo vápenke. Pálenie zápachajúcich emisií (zapáchajúcich plynov) v regeneračnom kotle sa často používa v európskych celulózkach a v čase písania tohto dokumentu (2013) sa považovalo za preferovanú alternatívu. Pri jeho aplikácii sa môžu použiť všetky bezpečnostné opatrenia, pričom osobitná pozornosť sa musí venovať dizajnu horáka a rozvodu vzduchu, aby sa zabránilo možnému výbuchu. Na pálenie silne koncentrovaných plynov sa často používajú aj špeciálne spaľovacie zariadenia. Vo väčšine prípadov sa plyny zo špeciálnych spaľovní upravujú v premývacích skruberoch (napr. oxidovaným bielym lúhom), aby sa dosiahla rekuperácia tepla a došlo k odstráneniu oxidu siričitého. Voda z práčky sa vypúšťa späť do systému regenerácie chemikálií. Použitie plynov zo samostatnej spaľovne je možné na výrobu hydrogénsulfátu sodného (NaHSO_4), ktorý sa môže použiť pri vnútornom bielení na odstránenie zvyškového oxidu chlórčitého a nahradiť tak vonkajší oxid siričitý (SO_2) pri premývaní výpustných plynov z bieliarní. Pálenie pachových emisií (zapáchajúcich plynov) vo vápennej peci sa nepoužíva v takej miere, ako by mohlo narušiť prevádzku pece. Pri pálení zápachajúcich emisií (zapáchajúce plyny) vo vápenke je možné, že vznikne SO_2 ktoré sa používajú na zhutnenie obsahu SO_2 .

Niektoré sulfátové celulózky tiež zachytávajú slabo zápachajúce plyny, ale v rôznej miere. Tvorba slabo koncentrovaných plynov sa vyskytuje pri ohreve triesok parou, triedení, premývaní buničiny, rozpúšťaní taveniny, vetraní kaustizačných nádrží atď. Niekoľko celulózok zachytáva a takmer úplne spracováva zápachajúce plyny.

3.1.12. Príprava bieliacich chemikálií na mieste

Najčastejšie používané chemikálie na chemické bielenie buničiny sú oxid chloričitý (chlórdioxid), kyslík, ozón a peroxid. Oxid chloričitý a ozón sa vyrábajú na mieste. Kyslík sa vyrába aj na mieste, v niektorých prípadoch izolovane od vzduchu. Peroxid, alkalické látky a kyslík je možné dodávať do mlynov (celulózy).

3.1.12.1 Oxid chloričitý

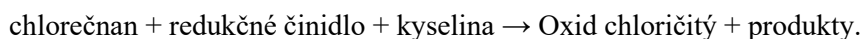
Oxid chloričitý je termodynamicky nestabilný a zvyčajne sa vyrába na mieste, aj keď v veľmi malých množstvách. Tento plyn je však stabilný a manipulovateľný pri teplotách do 80 °C, pokiaľ je jeho parciálny tlak nízky (pod 12 kPa). Ak podmienky nie sú stabilné (napr. príliš vysoká úroveň plynu), je možné, že plyn sa viac alebo menej samovoľne rozkladá podľa $2 \text{ClO}_2 \rightarrow 2 \text{Cl}_2 + \text{O}_2$. Náhodné úniky sú zvyčajne veľmi malé, a keďže plyn je zriedený, pravdepodobnosť výbuchu je takmer nulová.

Aby sa zabránilo jeho rozkladu, oxid chloričitý sa skladuje ako vodný roztok s maximálnou úrovňou ClO_2 približne 1 % (približne 10 g ClO_2 na liter roztoku). Vo vodnom roztoku je stabilita dobrá a skladovanie roztoku je možné na dlhší čas, ak sa uchováva v chlade a tme.

Procesy prípravy ClO_2 je nastavený tak, aby spĺňal všetky bezpečnostné požiadavky a zabránil náhodnému úniku plynného chlóru a je opísaný priamo:

- Aby sa nerozkladal, rozpúšťa ClO_2 vo vode, pretože uvedená reakcia je reakciou v plynnej fáze.
- Koncentrácia vo vodnom roztoku sa udržiava na nízkej úrovni, aby sa nevytvorila rovnovážna koncentrácia plynu nad kvapalinou, ktorá by bola dostatočne vysoká na to, aby spôsobila rozklad podobný výbuch.
- Všetky systémy sú navrhnuté tak, aby odolali rozkladným silám, a na kritických miestach sú vybavené bezpečnostnými tlakovými ventilmi.
- Zariadenia na výrobu ClO_2 obsluhuje špeciálny personál, ktorý dodržiava schválené bezpečnostné normy.

V celulózkach sa oxid chloričitý vyrába z chlorečnanov (ClO_3^-) dodávaného vo forme sodnej soli. Na redukciu chlorečnanov sa komerčne používa niekoľko redukčných činidiel (pozri rovnice priamo nižšie): metanol (vyžaduje si mimoriadne bezpečnostné opatrenia), peroxid vodíka, oxid siričitý (tiež si vyžaduje mimoriadne bezpečnostné opatrenia) a chloridové ióny. Kyselina vápna sa používa ako kyselina. K dispozícii je niekoľko techník, ktoré umožňujú nákladovo efektívnu reakciu:



Efektívne metódy výroby ClO_2 maximalizujú chemický výťažok oxidu chloričitého z chlorečnanov, minimalizácia tvorby produktov a zabezpečenie stabilnej a jednoduchej prevádzky procesu.

Zvyčajne sa dosiahnutie dosahuje stechiometrickým prebytkom kyseliny a redukčných činidiel (pozri Tabuľku 3.1).

Pri varení v podmienkach podtlaku je možné, že spotreba kyseliny sa zníži, pretože jedinými emisiami alebo odpadom z reaktora sú ClO_2 , ktorý sa absorbuje do vody v absorpčnej veži, a pevný vedľajší produkt (sodná soľ), ktorý vzniká pri prekročení limitu rozpustnosti a ktorý sa oddeľuje na filtri (soľný sediment).

V atmosférických podmienkach sa soli miešajú s prebytočnou kyselinou ako produkty a stávajú sa "odpadovou kyselinou".

Parciálny tlak oxidu chloričitého sa udržiava pod hranicou stability buď nízkym celkovým tlakom (vákuové procesy), alebo riedením vzduchom (atmosférické procesy). V tabuľke 3.1 sú uvedené najdôležitejšie techniky výroby oxidu chloričitého na mieste v čase písania tejto publikácie (2013).

Tabuľka 3.1: Dôležité BAT na veľkovýrobu oxidu chloričitého

Redukčné činidlo	Produkty výroby ClO ₂	Produkty	Prevádzková technológia		Možné konkrétne vplyvy na životné prostredie
			Vákuum	Atmosféra	
Metanol	Kyselina mravčia	Síran vápna (1)	SVP-LITE, SVP-SCW, R8, R10	(Solvay)	NA
Peroxid vodíka	(kyslíka)	Síran vápna (1)	SVP-HP, SVP Pure, R11	HP-A	NA
Oxid siričitý	NA	Síran vápna (1)	NA	Mathieson	Manipulácia so SO ₂
Chloridové ióny	Elementárny chlór	(Síran vápna (1) Chlorid sodný	(SVP-Classic), (R3), R6, (R7), SVP-Total HCl, Lurgi, Chemetics	(Day-Kesting), (R2), (R3)	Vodný roztok ClO ₂ je nasýtený Cl ₂
<i>Poznámka:</i> POSTUPY v zátvorkách už neuplatňujú na nové zariadenia; v niektorých prípadoch sú stále v prevádzkach. NA = údaje nie sú k dispozícii (1) Vyrobená soľ je možné použiť ako ďalšia chemikália v regeneračnom kotle alebo na úpravu pH. (2) S oxidom chloričitým sa ako takým neobchoduje. Uzatvárajú sa však dôležité dohody, pokiaľ ide o rôzne prevádzkové procesy: • SVP-SCW, SVP-LITE, HP-A, SVP-HP, SVP-PURE, SVP-Classic a SVP Total HCl sú ochranné známky spoločnosti Akzo Nobel. • ERCO R3, R3H, R5, R6, R7, R8, R10, R11, R12 a R13 sú ochranné známky spoločnosti ERCO Worldwide. • Niektoré ďalšie bežné názvy sú Mathiesonov a Solvayov POSTUP. <i>Zdroj:</i> [213, Pelin 2009]					

Tvorba produktov je dôležitá z hľadiska prevádzkovej ekonomiky, ako aj kvality vyrobeného ClO₂. Tabuľka 3.2 uvádza spotrebu surovín a tvorbu produktov v prípadoch komerčne dôležitých chemikálií na výrobu oxidu chloričitého (t/t ClO₂). Ukazuje tiež, že hlavnými technikami, ktoré produkujú minimum chlóru ako produkty, sú Mathiesonov proces, ClO₂ procesy vyššej série R (napr. R8, R10, R11) alebo POSTUPY HP-A alebo SVP.

Tabuľka 3.2: Spotreba surovín a tvorba produktov vedľajších pre niektoré komerčne dôležité chemikálie na výrobu oxidu chlórčitého

Technika	Mathieson (1)	HP-A	SVP-LITE, R8	SVP-SCW, R10	SVP-HP, R11 (2)	Integrovaný SVP Total HCl alebo R6
Suroviny (t/t ClO₂)						
Chlorečnan sodný	1,8	1,65	1,65	1,64	1,65	NA
Kyselina sírová	1,40	2,10	1	0,8	0,78-1,03 (2)	NA
Oxid siričitý	0,8	NA	NA	NA	NA	NA
Metanol	NA	NA	0,17	0,17	NA	NA
Peroxid vodíka	NA	0,29	NA	NA	0,29-0,32	NA
Elementárny chlór	NA	NA	NA	NA	NA	0,73
Para	NA	NA	4,2	5,5	5,5	8
Elektrická energia (kWh)	80	80	130	160	130	8 900
Vedľajšie produkty (t/t ClO₂)						
Chlór v ClO ₂ (vodný roztok)	0	0	0	0	0	0,24
Na ₂ H(SO ₄) ₂	NA	NA	1,35	NA	1,35 (2)	NA
Na ₂ SO ₄	1,20	1,10	NA	1,1	1,1 (2)	NA
H ₂ SO ₄	1,5	1,30	NA	NA	NA	NA
O ₂	NA	0,26	NA	NA	0,26	NA

Poznámka: NA = údaje nie sú k dispozícii (1) Funguje bez pridania soli.
(2) Množstvo kyseliny spotrebovanej vo vákuových procesoch s peroxidom vodíka závisí od prevádzkových podmienok. Tieto podmienky tiež určujú, či sa vytvorí NaHSO₄ alebo Nový₂sušenie₄.
Zdroj: [213, Pelin 2009]

Pre väčšinu celulózk je síran sodný uplatniteľnou soľou ako produkt. Je možné pridávať ho do koncentrovaného čierneho výluhu pred vstupom do regeneračného kotla a regenerovať ho ako pivovarskú chemikáliu. Bielenie z procesov Mathieson a HP-A obsahuje aj značné množstvo kyseliny sírovej (H₂SO₄). Môže sa použiť na upravenie pH alebo na okyslenie mydla pri úprave talového oleja. Ak sú produktmi soli chlorid sodný, je možné ho použiť na výrobu chlorečnanov. V ideálnom prípade by sa všetky vedľajšie produkty z výroby oxidu chlórčitého, ktoré obsahujú sodík a síru, mohli použiť v celulózke ako ďalšia chemikália a potom by sme mali možnosť mať len málo odpadových vôd alebo žiadne. Ak však vznikne nadbytok sodíka alebo vápna, ktorý prevyšuje požiadavky závodu, musí sa z procesu odstrániť.

Jediné procesy, ktoré môžu produkovať oxid chlórčitý bez tvorby elementárneho chlóru, sú vákuové procesy s metanolom (SVP-LITE, SVP-SCW, R8, R10), procesy s peroxidom vodíka (vákuum: SVP-HP, R11, atmosférický HP-A) a atmosférický Mathiesonov proces s oxidom siričitým.

Potenciálny problém pri použití ClO₂ je tvorba chlorečnanov. Približne 10 % ClO sa mení na chlorečnan₂ ako aktívny chlór. To znamená, že pri bielení ECF s číslom kappa 18 sa na tonu buničiny tvorí približne 4 až 6 kg chlorečnanov. Chlorečnany sú škodlivé pre baktérie a planktón v množstve približne 3 - 4 mg/l. Okrem toho zabráňuje rastu hnedých rias, napr. bublinatých rias, na úrovni približne 20 mikrogramov na liter. Dôvodom je, že keď je N (dusík) limitujúcim faktorom pre rast, riasy absorbujú chlorát, ktorý je známym herbicíd, namiesto dusičnanov (NO₃⁻). Pre celulózky so vhodne navrhnutými a prevádzkovanými

Chlórát je však problém, ktorý sa dá zvládnuť v Čistiarni odpadových vôd. Napríklad najmodernejšia celulózka Fray Bentos (UPM) v Uruguaji odstraňuje viac ako 99 % chlorečnanov zo svojich odpadových vôd, ak porovnáme vyčistené odpadové vody s odpadovými vodami prichádzajúcimi z bieliarne. Merania zo švédskych celulózok (*Zdroj*: Štatistický úrad Švédska 2008) uvádzajú emisie chlorečnanov v rozmedzí od 0,05 do 1,5 kg chlorečnanov na tonu sulfátovej buničiny ECF, pričom priemer je 0,22 kg na tonu.

Celulóžky na bielenie sulfátovej buničiny, ktoré používajú oxid chloričitý ako bieliacu chemikáliu, uvoľňujú do ovzdušia zlúčeniny chlóru z bieliarne a ClO_2 . Pri vákuových aj atmosférických procesoch sa v absorpčnej veži vytvára vodný roztok oxidu chloričitého. Odtiaľ sa roztok prečerpáva do skladovacích nádrží v bieliarni. Koncový plyn sa priamo čistí, aby sa zabránilo vzniku Cl_2 . Nízka úroveň Cl_2 (pozri kapitolu 3.2.2.2).

3.1.12.2 Ozón

Výroba ozónu sa uskutočňuje zo suchého vzduchu alebo kyslíka pri vysokom napätí (10-20 kV) medzi dvoma elektródami oddelenými reakčným plynom. Ozón nie je veľmi stabilný a výťažnosť ozónu je pomerne nízka, pričom vo výslednom plyne je vysoký obsah nezreagovaného kyslíka. Ozón je veľmi nebezpečná látka s prísnymi limitmi na jeho uvoľňovanie do ovzdušia z hľadiska bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. Väčšina závodov má vlastnú výrobu ozónu, ale v niektorých prípadoch ho dodávajú externí dodávatelia.

Prvé linky na výrobu buničiny bienej ozónom sú známe najmä v priebehu obdobia nástupu bielenia úplne bez chlóru (TCF) v 90. rokoch 20. storočia. V súčasnosti 28 celulózok v rôznych častiach sveta, ktoré vyrábajú buničinu bielenú z tvrdého a mäkkého dreva, používajú pri bielení ozón s dobrými výsledkami z hľadiska kvality výrobkov, vplyvu na životné prostredie a výkonnosti výroby. V posledných rokoch sa dosiahol významný pokrok v Použití ozónu, pričom sa uprednostňuje výroba chemikálií priamo na mieste vrátane úplného opätovného využitia vedľajších produktov, pričom sa znižujú prevádzkové náklady. Pokiaľ ide o optimalizáciu výroby chemikálií na mieste, celková koncepcia je dnes založená na 100 % recyklácii kyslíka, pri ktorej sa každá molekula kyslíka použije dvakrát: najprv na výrobu ozónu a potom na ďalšie aplikácie, ako je delignifikácia kyslíka, oxidácia bieleho lúhu a čistenie odpadových vôd.

V niektorých prípadoch ozón znižuje náklady na chemikálie a zmiernuje vplyv na životné prostredie. Zvyčajne sa používa bezprostredne po kyslíkovej delignifikácii na úplné odstránenie lignínu pred záverečným krokom bielenia. Pri zachovaní nízkych nákladov na bieliace chemikálie ponúka rozšírená ozónová delignifikácia možnosť zníženia množstva odpadových vôd, keďže filtrát z ozónového stupňa (Z) a ostatných alkalických stupňov je možné recirkulovať späť do regeneračného kotla. Pokiaľ ide o nové závody, projekty rozšírenia kapacity alebo možnosti modernizácie, ozón je v počiatočnej fáze projektu často riešený, čo priamo dáva závodu možnosť zaviesť účinný proces bieliacich procesov, ako sú (podľa najnovších informácií) závody v Portugalsku (Celtejo), Austrálii alebo Indii.

Pri chemickom bielení buničiny sa dávka ozónu zvyčajne pohybuje v rozmedzí 4-8 kg na tonu buničiny. V závislosti od očakávaní závodu a dodávateľov zariadení je možné, aby ozónová fáza bola dodávaná pri vysokej (HC) alebo strednej (MC) konzistencii buničiny. Výhody zavedenia tejto technológie sú:

- Minimalizácia použitia vody v uzavretom okruhu na najnižšiu možnú mieru a zároveň zmiernite vplyv na životné prostredie (nízke alebo žiadne emisie AOX (adsorbovateľné organicky viazané halogény), nízke hodnoty CHSK (Chemická spotreba kyslíka) a obmedzené emisie z farieb) pomocou bielenia ECF alebo TCF.
- uprednostňovanie výroby chemikálií na mieste vrátane čiastočného alebo úplného opätovného použitia produktov (bez potreby prepravy, dodávok a skladovania nebezpečných chemických prekurzorov).
- Zaručenie kvality buničiny minimálne na úrovni normy (ECF) a poskytnutie príležitostí na vývoj nových druhov buničiny a papiera (napríklad na balenie potravín).

Nízke číslo kappa získané po úrovni Z spolu s recykláciou filtrátu Z umožňuje minimalizáciu vplyvu na bieliarne. V prípade ECF sa našla primeraná rovnováha medzi dávkami ozónu, oxidu chloričitého a peroxidu, aby sa dosiahla optimalizácia variabilných nákladov. Potenciál úspor sa ešte zvyšuje recykláciou odpadových plynov.

V portugalskom meste Celtejo bol nainštalovaný kompletne nový systém recyklácie kyslíka. Vďaka tomuto novému dizajnu obsahuje odpadový plyn zo stupňa Z viac ako 85 % kyslíka. Plyn sa recykluje prostredníctvom dvojstupňového vodného kruhového kompresného systému. Niekoľko riadiacich a pomocných systémov zaručuje nezávislú optimalizáciu na všetkých úrovniach. Ako záložné prostriedok sa používa kvapalný kyslík. Recyklovaný kyslík zásobuje dva nezávisle pracujúce spotrebiče: procesy celkovej oxidácie bieleho lúhu (TOWL) a fáza kyslíkovej delignifikácie. Nespotrebovaná časť sa spracúva v katalytickom systéme na likvidáciu ozónu, ktorý sa považuje za záložný bezpečnostný systém.

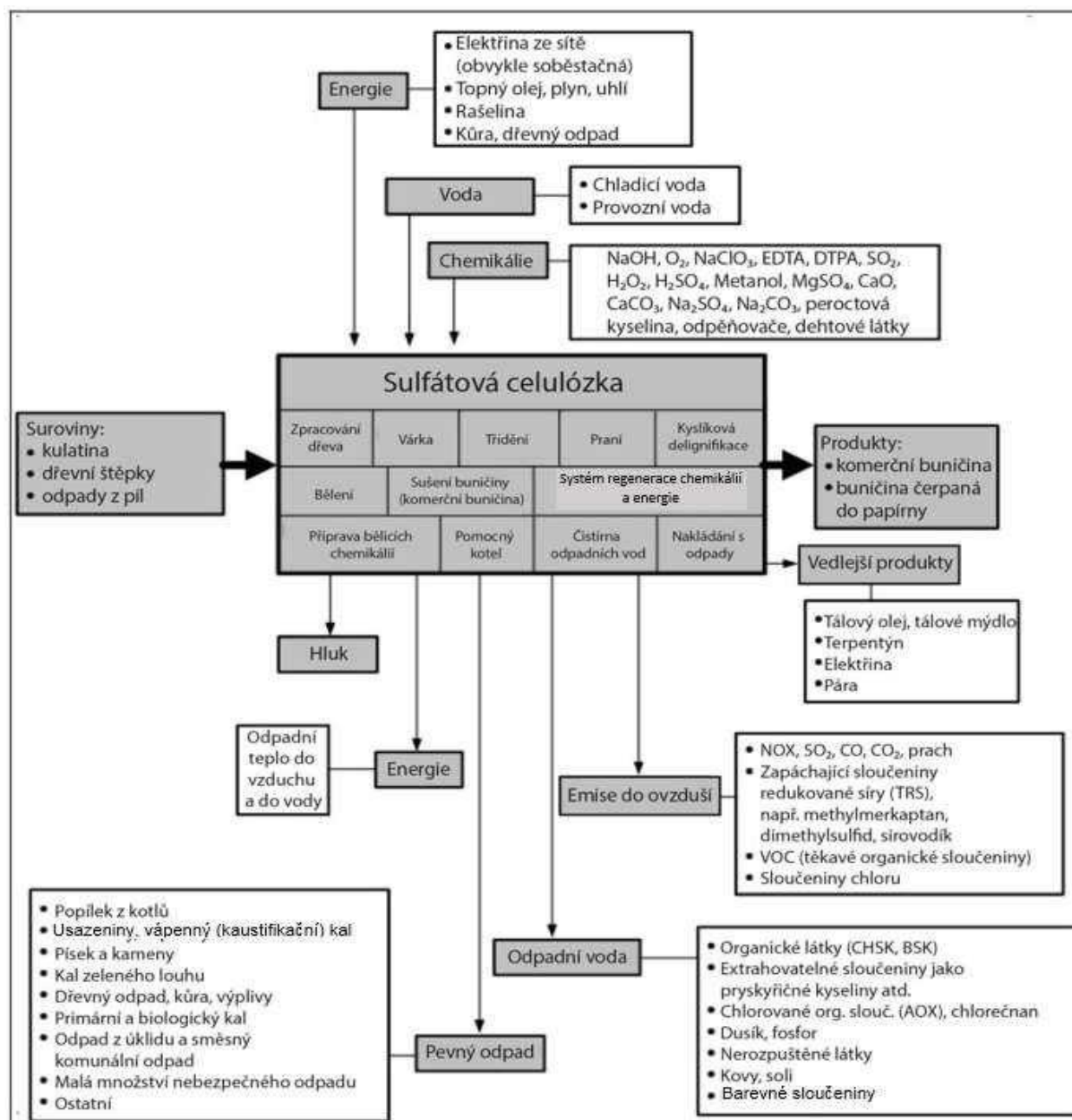
3.1.12.3 Ostatné bieliace chemikálie

Ostatné bieliace chemikálie sa dodávajú najmä ako roztoky pripravené na použitie, napr. peroxid vodíka ako roztok; ditiónit ako tuhá látka; roztoky obsahujúce enzýmy (v prípadoch, keď sú v závodoch) atď. Kyslík sa väčšinou nakupuje, ale v Európe existuje niekoľko celulózok, ktoré vyrábajú vlastný kyslík (O_2 zo vzduchu). Niektoré celulózky s bieliacou sekvenciou TCF používajú ako bieliace činidlo kyselinu peroctovú. Na bielenie výrobkov ECF je možné použiť kyselinu peroctovú. Na jeho výrobu sú potrebné približne 3 kWh elektrickej energie na 1 kg výrobku.

3.2 Súčasnú úroveň spotreby a emisií

3.2.1 Prehľad vstupov/výstupov pre výrobu sulfátovej buničiny

Na obrázku 3.4 je uvedený prehľad vstupov a výstupov surovín a energie, produktov a hlavných únikov (emisií, odpadu atď.) pri výrobe sulfátovej buničiny.



Obrázok 3.4: Prehľad vstupov a výstupov v bielení celulózky

Použitie niektorých chemikálií závisí od metódy delignifikácie a bielenia. To, či sa uvoľňujú do životného prostredia, závisí od typu a prevádzky procesu (systém regenerácie, recirkulácia atď.) a čističky odpadových vôd.

V týchto nasledujúcich kapitolách sú uvedené konkrétne údaje o spotrebe a emisiách pre jednotlivé prevádzkové jednotky súvisiace s výrobou sulfátovej buničiny.

3.2.2 Hodnoty spotreby a emisií z prevádzkových jednotiek

Emisie odpadových vôd a emisií do ovzdušia vrátane emisií zápachu sú pri výrobe sulfátovej buničiny problémom, ale v posledných rokoch sa jednotná koncepcia Použitia a zneškodňovania tuhého odpadu stala naliehavou environmentálnou otázkou. Tieto koncepcie odpadového nakladania zahŕňajú komplexné a čo najlepšie materiálové alebo tepelné Použitie všetkých odpadových materiálov, najmä Zvyškov s vysokým obsahom organických látok. Cieľom je znížiť množstvo odpadu, ktoré sa musí ukladať na skládky.

Uvedené sú aj najdôležitejšie emisie do vody, ovzdušia a pôdy (odpad) a spotreba materiálov vrátane energetických aspektov:

- spotreba dreva;
- spotreba vody a emisie odpadových vôd z rôznych prevádzkových jednotiek:
 - úprava dreva
 - kondenzáty z odparovačov
 - únikov, netesnosti
 - straty pri premývaní
 - bielením
 - priame vypúšťanie živín
 - priame vypúšťanie kovov
- emisie do ovzdušia:
 - z regeneračného kotla
 - z pece na pálenie vápna
 - z pomocných kotlov
 - emisie zapáchajúcich látok (zapáchajúce plyny)
 - zložky chlóru z bielenia a prípravy bieliacich chemikálií;
- tvorba pevného odpadu;
- spotreba chemikálií;
- použitie energie;
- hluku.

Ak sú k dispozícii údaje, sú emisie do vody, ovzdušia a pôdy (odpad) uvedené pred a po externom (konečnom) spracovaní.

3.2.2.1 Spotreba dreva

Ako surovina na výrobu sulfátovej buničiny je možné použiť všetky druhy dreva. V procese výroby bienej buničiny je možné spracovať aj zvyšky z ťažby dreva a drevospracujúcich závodov. Použitie dreva a výťažok pri výrobe bienej buničiny závisí od selektivity pri delignifikácii a bielení. Na výrobu 1 tony chemickej buničiny je zvyčajne potrebných približne 3-6 m³ drevom. Množstvo kôry sa zvyčajne pohybuje medzi 12-15 % v závislosti od hmotnosti dreva. Výťažnosť a množstvo kôry sú závislé od druhu použitého dreva (pozri tiež kapitolu 3.3.1).

3.2.2.2 Spotreba chemikálií

Spotreba chemikálií sa v jednotlivých závodoch líši a tento údaj sa do určitej miery považuje za dôverný. Typická spotreba predovšetkým chemikálií je však uvedená v tabuľke 3.3.

Tabuľka 3.3: Spotreba predovšetkým chemikálií na výrobu bielenej a nebielenej sulfátovej buničiny

látok	Spotreba nebielenej sulfátovej buničiny (kg/ADt)	Spotreba bielenej sulfátovej buničiny (kg/ADt)
NaOH	10-20	25-50
O ₂	NA	5-25
NaClO	NA	15-50
EDTA	NA	0-4
SO ₂	NA	2-10
H ₂ O ₂	NA	2-30
O ₃	NA	0-5
MgSO ₄	NA	0-3
CaO	5-10	5-10
<i>Poznámka:</i> Všetky hodnoty spotreby chemikálií sú vyjadrené ako 100 % aktívnych chemikálií a nie ako komerčné roztoky obsahujúce rôzne množstvá vody. NA = údaje nie sú k dispozícii Zdroj: [14, CEPI 1997].		

Hlavné účely týchto chemikálií sú uvedené nižšie:

- Síran horečnatý sa pridáva v násypoch 0-2 kg MgSO₄/ADt pre tvrdé drevo alebo 2-3 kg MgSO₄/ADt pre mäkké drevo, aby sa zachovala pevnosť buničiny počas kyslíkovej delignifikácie.
- Spotreba kyslíka na delignifikáciu je 12-15 kg/ADt pre tvrdé drevo a 20-25 kg/ADt pre mäkké drevo.
- Spotreba alkálií je 12-15 kg NaOH/ADt pre tvrdé drevo a 20-25 kg NaOH/ADt pre mäkké drevo [1, Finnish BAT Report 1997].
- Komplexotvorné (chelatačné) činidlá, ako sú EDTA a DTPA, sa používajú na odstránenie kovov pri bielení peroxidom vodíka, aby sa zabránilo ich rozkladu. Emisie komplexotvorných (chelátotvorných) látok slúžia na ovplyvňovanie distribúcie kovov v prijímajúcich vôdach a v organizmoch, ktoré v nich žijú. Okrem toho použitie chelačných činidiel spôsobuje emisie dusíka, ktorých množstvo závisí od množstva použitého činidla.

Za stabilných prevádzkových podmienok je základným materiálovým pravidlom, že každá látka, ktorá vstupuje do celulózky, musí z celulózky aj vystupovať. V celulózkach na výrobu sulfátovej buničiny, ktoré používajú NaOH a Na₂S predovšetkým ako hlavné varné chemikálie, musia byť vstupy a výstupy sodíka a vápna kontrolované a udržiavané v rovnováhe. Požiadavka na zníženie emisií oxidu siričitého z celulózky znamená, že do procesov by malo vstupovať čo najmenej síry alebo že síra sa musí vypúšťať ako menej škodlivá látka (napríklad vo forme síranu). Hlavné zdroje síry sú uvedené v tabuľke 3.4.

Tabuľka 3.4: Typické vstupy síry do celulózky na bielenie bielenej sulfátovej buničiny

zdrojov :	Množstvo vápna [kg S/ADt]
Drevom, voda, chemikálie	0,3-0,5
Olej do pece na pálenie vápna a regeneračného kotla	1,0-2,0
Výroba talového oleja	2,0-3,0 (1)
Výroba oxidu chlórčitého	0-15 (2)
Síran horečnatý pre kyslíkovú fázu	0-0,8
celkovej	3,5-25,5
(1) Je možné použiť odpadovú kyselinu z výroby oxidu chlórčitého. (2) Závisí od druhu procesu a uplatňuje sa na celulózku, ktorá používa až 40 kg/ADt oxidu chlórčitého vyjadreného ako aktívny chlór. Zdroj: [127, správa SEPA 1992]	

Emisie síry do ovzdušia z bodových a nebodových (plošných) zdrojov v rámci procesov výroby bielennej celulózy sa odhadujú na približne 0,2-0,4 kg S/ADt. Straty síry v odpadových vodách slúžia na odhad 2 kg S/ADt [127, správa SEPA 1992]. Celkové straty vápna z celulózy by tak boli približne 2,3 kg S/ADt. Z porovnania so vstupom síry pri vysokej prevádzke bielenia s oxidom chloričitým vyplýva, že veľké množstvo síry je možné vypúšťať alebo odstraňovať vo forme neutrálnych solí (napr. Na₂SO₄). To má však za následok aj straty sodíka, ktoré sa musia kompenzovať drahšími chemikáliami na pridávanie sodíka, obsahujúcimi vápno. Na určenie správnych hodnôt spotreby chemikálií sa musia chemické bilancie posudzovať osobitne pre každú celulózu a každý proces.

3.2.2.3. Spotreba energie

Väčšina tepelnej energie sa spotrebúva na ohrev rôznych kvapalín a na Odparovanie vody. Tepelná energia sa používa aj na urýchlenie a riadenie chemických reakcií. Elektrická energia sa spotrebúva najmä pri preprave materiálov (čerpanie) a na prevádzku papierenského stroja (len v integrovaných celulózkach).

Pri výrobe bielennej sulfátovej buničiny sa spotrebuje približne 10-14 GJ/ADt tepelnej energie (bez pary na výrobu elektrickej energie). Spotreba elektrickej energie sa pohybuje medzi 600-800 kWh/ADt vrátane sušenia buničiny. Spotreba energie na sušenie buničiny predstavuje približne 25 % tepelnej energie a 15 - 20 % elektrickej energie. Viac ako 50 % spotreby elektrickej energie sa používa na čerpanie.

Súčasným trendom je znižovanie spotreby energie a zvyšovanie jej výroby, preto sú teraz celulózy a papierne zvyčajne vybavené malým kondenzačným koncovým stupňom pripojeným k protitlakovej turbíne. Najmä moderné celulózy sú veľmi sebestačné a prebytočná energia sa vďaka zvýšeným cenám energie stala obchodným artiklom s dobrými ziskovými maržami.

V tabuľke 3.5 je uvedená tepelná a energetická bilancia pre typickú modernú celulózu a integrovaný závod na výrobu celulózy a papiera/lepenky.

Tabuľka 3.5: Tepelná a energetická bilancia typického moderného závodu na výrobu sulfátovej buničiny a integrovaných celulózy a papiera

Druhy závodu	jednotiek	Neintegrovaná celulóza s vykurovaním kôry	Plne integrovaný závod na výrobu celulózy a papiera s vykurovaním kôrou
Výroba tepla Čierny výluh Kôra a drevný odpad	GJ/t buničiny GJ/t buničiny	18,0 4,2	18,0 4,2
Spotreba tepla Proces výroby buničiny Proces výroby papiera Energia protitlaku Energia kondenzácie	GJ/t buničiny GJ/t papiera/lepenky GJ/t buničiny GJ/t buničiny	11,0 - 3,0 8,2	8,5 6,0 4,0 3,5
Výroba energie Energia protitlaku Energia kondenzácie Celková energia	kWh/t buničiny kWh/t buničiny kWh/t buničiny	820 800 1 620	1 150 340 1 490
Spotreba energie Proces výroby buničiny Proces výroby papiera/lepenky Energie do siete	kWh/t buničiny kWh/t papiera/lepenky kWh/t buničiny	700 - 920	550 650 290
Zdroj: J.Suutela, Pöyry Oy, Fínsko			

Tabuľka 3.5 ukazuje, ako je možné, aby komerčná celulózka a integrovaná celulózka a papierňa vyrábali viac elektriny pre iných zákazníkov mimo celulózovo-papierenského priemyslu. To je prípad, keď závod potrebuje energiu vo forme tepla viac ako vo forme elektriny.

Na jednej strane sú chemické celulózky energeticky náročné zariadenia, ktoré spotrebúvajú veľké množstvo energie, ale ktoré zároveň vyrábajú vlastnú paru a elektrinu z obnoviteľných palív (pozri tabuľku 3.5). Moderné neintegrovane celulózky sú energeticky sebestačné predovšetkým preto, že účinne získavajú energiu pálením 50 % objemu vstupného dreva v regeneračnom kotli (silný čierny lúh) a použitím kôry ako paliva. Okrem toho je možné z rôznych krokov procesu získať sekundárnu energiu vo forme horúcej a teplej vody (40 - 80 °C). Fosílna palivá sa používajú predovšetkým ako podporné palivá vo vápenke a na čistenie emisií zápachajúcich látok (pachových plynov). Niektoré závody znižujú potrebu fosílnych palív pre vápenné pece tým, že na pálenie vápna používajú palivá na báze biomasy, ako je prášok z kôry, plyny zo splyňovania kôry, metanol alebo talový olej.

Bežná štruktúra elektrárne v neintegrovannej sulfátovej celulózke zahŕňa regeneračný kotol a kotol na kôru, ktorý sa používa na ohrev protitlakovej turbíny s odberom pary na medzistupňoch a v prípadoch kondenzácie. Regeneračný kotol funguje ako energetická stanica, v ktorej sa páli silný čierny lúh a vzniknuté teplo sa využíva na výrobu vysokotlakovej prehriatej pary. Časť obsahu energie z vysokotlakovej pary sa využíva na výrobu elektrickej energie vo vákuovej turbíne. Strednotlaková para odoberaná z turbíny a nízkotlaková výstupná para sa používajú na pokrytie potreby tepelnej energie pri výrobe sulfátovej buničiny.

Emisie zápachajúcich látok (zapáchajúce plyny) sa zachytávajú a spaľujú. Spaľovanie zriedených NCG (Neskondenzovateľných zápachajúcich plynov) prináša možnú tvorbu energetického zisku a tieto plyny sa spaľujú najmä z ekologických dôvodov a preto, aby sa zabránilo vystaveniu okolia a pracovníkov nepríjemným zápachom. Koncentrovaný NCG (CNCG) má tepelnú kapacitu 50-200 MJ/ADt a môže nahradiť až 15-20 % oleja používaného v peci na pálenie vápna.

V integrovanej celulózke a papierni prebytočné teplo vyrobené celulózkou možná nepostačuje na pokrytie spotreby energie na výrobu papiera. Dodatočná potreba tepla sa musí pokryť výrobou v kotloch na drevo/drevo a v pomocných kotloch. Fosílna palivá sa používajú ako pomocné palivá v kotloch na kôru a kaly a tiež predovšetkým ako hlavné palivo v pomocných kotloch.

Špičková spotreba energie sa často pokrýva využitím menších kotlov na fosílna palivá. Kogeneračné jednotky pozostávajúce z plynovej turbíny v kombinácii s parným kotlom a parnou turbínou sú veľmi účinné a v Európe už bolo postavených mnoho takýchto zariadení.

Ďalšie údaje o spotrebe energie v jednotlivých fázach výroby v celulózkach sú:

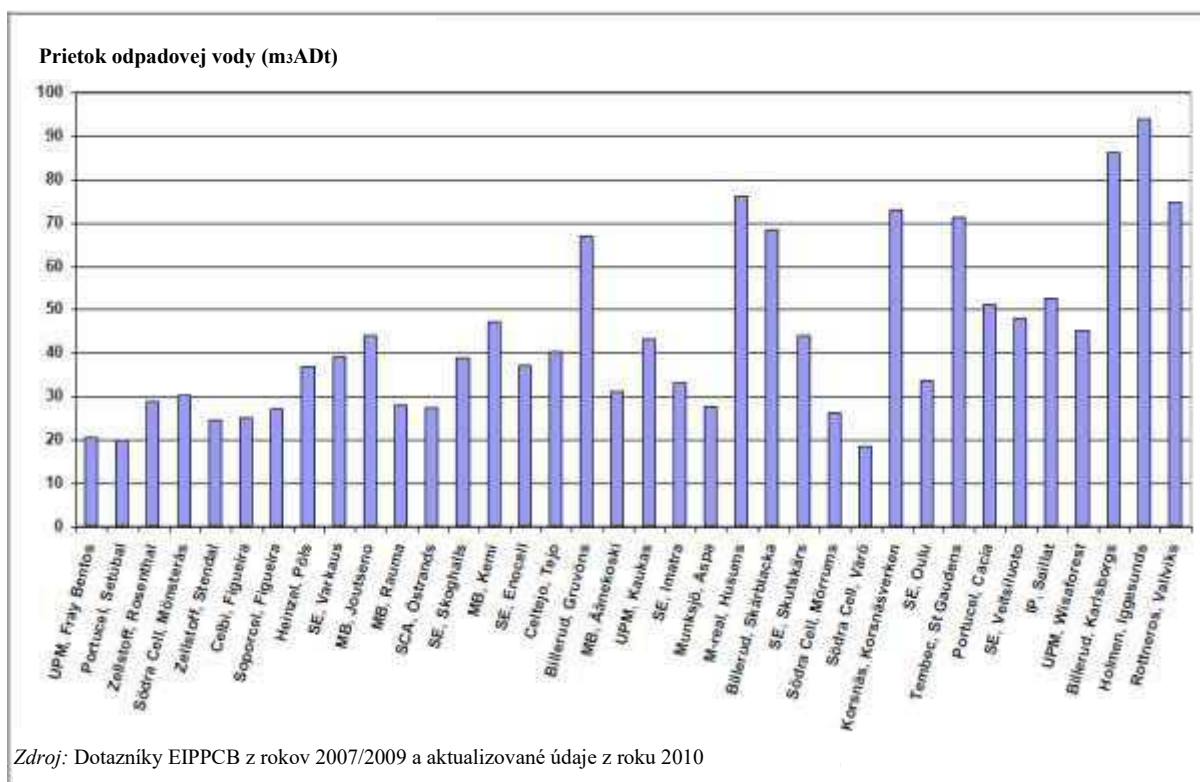
- Pri rozmrazovaní sa spotrebuje približne 30 MJ tepla vo forme horúcej vody alebo pary na m³ spracovaného dreva.
- Celková spotreba energie počas odkorňovania je 7-10 kWh/m³ dreva [1, [Finnish Bat Report 1997](#)].
- Spotreba energie lisu na kôru je približne 5 kWh/ADt kôry pri počiatočnej sušine približne 35 % a náraste v produkcii tepla je približne 2 GJ/ADt alebo 45 %, ak sa obsah sušiny zvýši z približne 35 % na 45 %.
- Energia na sušenie buničiny (len komerčná buničina) môže predstavovať rádovo 3 GJ/ADt buničiny alebo približne 25 % celkových požiadaviek na teplo pre celulózky a 15 - 20 % elektrickej energie.
- Priemer spotreby elektrickej energie pri výrobe bieliacich chemikálií je uvedený v tabuľke 3.6.

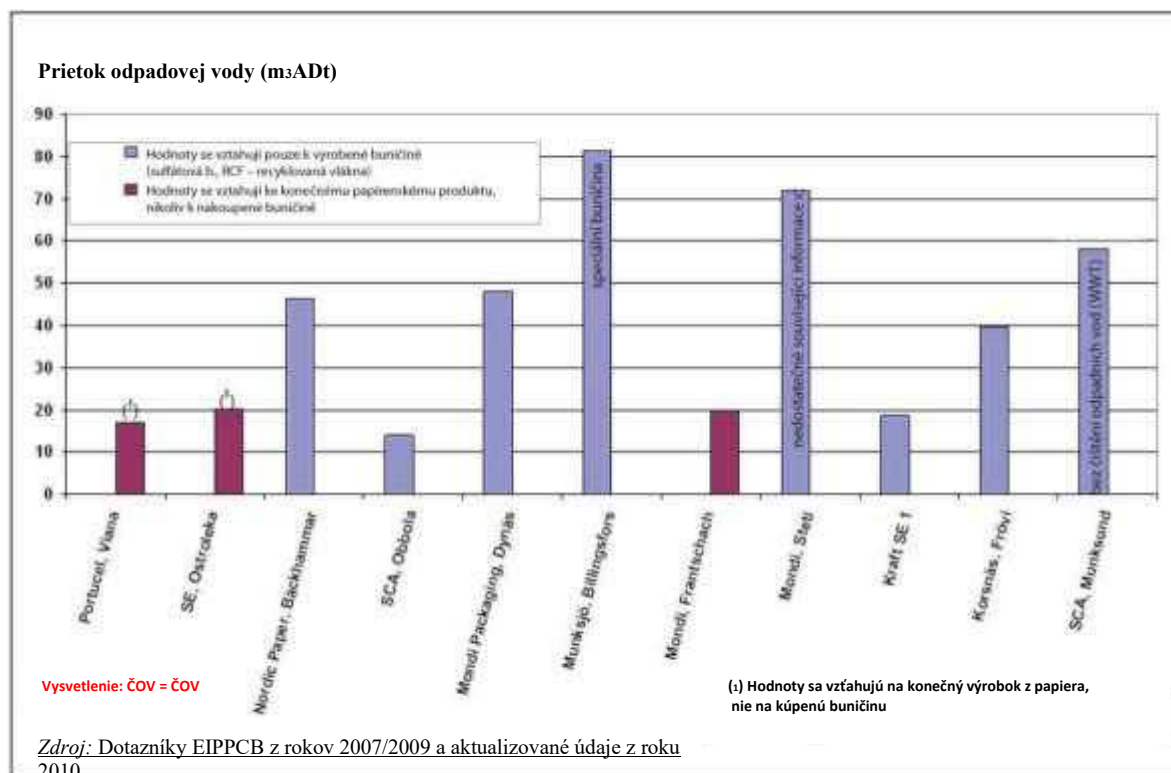
Tabuľka 3.6: Priemer spotreby elektrickej energie pri výrobe bieliacich chemikálií

Spotreba chemikálií a (kód úrovne bielenia)	Spotreba elektrickej energie [kWh/kg chemikálie]
Oxid chloričitý (D)	10
Kyslík (O)	0,4
Ozón (Z)	10
Peroxid (P)	3,5
Alkálie (E)	1,6
Zdroj: [1, Finnish BAT Report 1997]	

3.2.2.4 Spotreba vody a tok odpadových vôd

Odpadové vody v celulózkach na bielenie sulfátovej buničiny sa pohybujú od 20 do 90 m³/ADt, ako je znázornené na obrázku 3.5, a od 14 do 80 m³/ADt, ako je znázornené na obrázku 3.6.


Obrázok 3.5: Špecifický prietok odpadových vôd vo celulózkach na bielenú sulfátovú buničinu



Obrázok 3.6: Špecifický prietok odpadových vôd v bielených sulfátových celulózkach

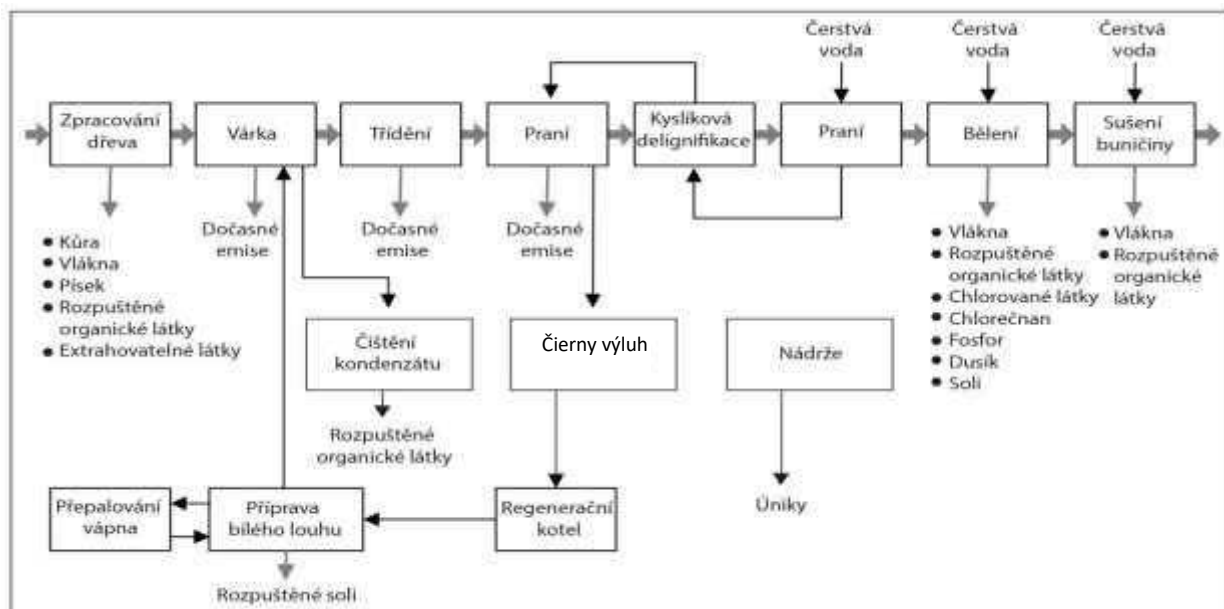
Spotrebu vody v celulózke a papierni možno znížiť zvýšením vnútornej recirkulácie vody. V sulfátových celulózkach sa to dá dosiahnuť napríklad prechodom z mokrého na suché odkorňovanie, prechodom na účinnejšie pracie zariadenia, recykláciou alkalických bielidiel alebo ozónových bielidiel, Použitie kondenzátov z odparky a uzavretím vodovodných okruhov na triedenie buničiny.

Existuje rozdiel medzi vodovodným hospodárením v integrovanej a neintegrovannej celulózke. V integrovanom závode sa prečerpávaná buničina z procesu výroby buničiny dodáva do procesu výroby papiera. Konzistencia buničiny závisí od zariadenia na odvodnenie medzi celulózkou a Papierňou. Odpadové vody z varenia celulózy a výroby papiera/lepenky sa často čistia v jednej spoločnej čistiarni odpadových vôd. V integrovaných zariadeniach sa však používajú aj samostatné čistiarne odpadových vôd. Komerčná buničina prejde procesom odvodnenia a sušenia v neintegrovaných celulózkach.

Množstvo použitej vody úzko súvisí s množstvom odpadovej vody vypúšťanej z čistiarne. Znečistenie závisí najmä od usporiadania a prevádzky procesov, ktoré spôsobujú väčšinu emisií, a od úrovne uzavretia vodného systému závodu. Hlavné zdroje odpadových vôd a zodpovedajúce zaťaženie znečisťujúcimi látkami sú uvedené priamo.

3.2.2.5. Emisie do vody

Ako je znázornené na obrázku 3.7, emisie do vody zo sulfátovej celulózy pochádzajú z rôznych fáz výroby. Zahŕňajú aj havarijné úniky.



Obrázok 3.7: Emisie do vody zo sulfátovej celulóžky

Medzi emisiami do vody prevládajú organické látky spotrebúvajúce kyslík, ktoré sa merajú ako CHSK (Chemická spotreba kyslíka) a BOD (biologická spotreba kyslíka) alebo TOC (celkový organický uhlík). Odpadové vody z bieliarní, v ktorých sa používajú bieliace chemikálie obsahujúce chlór, obsahujú organicky viazané zlúčeniny chlóru merané ako AOX (adsorbovateľné organicky viazané halogény) a chlorečnany. Niektoré zlúčeniny vypúšťané z celulóžky majú škodlivé účinky na vodné organizmy, ak nie sú upravené. Emisie farebných látok môžu mať nepriaznivý vplyv na druhy žijúce v prietoku, pretože znižujú priehľadnosť vody. Emisie živín (dusíka a fosforu) majú negatívny vplyv v dôsledku eutrofizácie. Jednotlivé kovy extrahované z dreva možno pri nízkych úrovniach zistiť v odpadovej vode.

3.2.2.5. Odpadové vody z rôznych výrobných fáz

Odpadové vody zo spracovania dreva

Predovšetkým zdrojom znečistenia pri príprave dreva je odkôrňovanie. Znečistené môžu byť aj dažďové vody odtekajúce zo skladov dreva. Odvodňovacie zariadenie používa vodu a produkuje odpadovú vodu obsahujúcu živiny, vlákna a organické zlúčeniny (živicu a mastné kyseliny atď.), ktoré viažu kyslík a sú škodlivé pre vodovodné organizmy pred predbežným čistením. Biologická úprava sa ukázala ako veľmi účinná pri znižovaní toxicity. Pri prechode z mokrého na suché odkôrňovanie sa výrazne zníži spotreba vody aj emisie odpadu (pozri tabuľku 3.7). 0,6-2 m používa na mokré odkôrňovanie 3 vody na pevný m3 drevom (tzv. plnomet). Suché odkôrňovanie stále používa 0,1-0,5 m3 vody na 1 m3 dreva na premývanie kmeňov, pri ktorom sa rozpúšťajú niektoré organické látky, ale v menšej miere ako pri mokrom odkôrňovaní. Rozsahy objemov znečistenia v odpadových vodách počas odkôrňovania sú uvedené v tabuľke 3.7.

Tabuľka 3.7: Objem znečistenia odpadových vôd počas odkôrňovania pred biologickým čistením

Technika odkôrňovania	Objem odpadovej vody m3/m3 drevom	kg BOD5/m3 drevom	kg Chemická spotreba kyslíka/m3 drevom	P celkovej. g/m3 drevom
Mokré odkôrňovanie a lisovanie	0,6-2,0	0,9-2,6	4-6	5-7
Suché odkôrňovanie a lisovanie	0,1-0,5	0,1-0,4	0,2-2	2-4
Poznámka: BOD7 bol prepočítaný na BOD5 využitím vzorca $BOD_7/1,16 = BOD_5$ navrhnutého v uvedenej správe.				
Zdroj: [1, Finnish BAT Report 1997]				

Kôra stromov zvyčajne obsahuje 35-45 % sušiny (suchosť kôry). Po bežnom mokrom alebo suchom odkôrňovaní je to približne 30-35 % sušiny. Suchosť odstránenej kôry je technikou odkôrňovania ovplyvnená len minimálne. Suché odkalovanie totiž znamená, že sa voda recykluje, nie že sa nepoužíva. Obsah sušiny je možné zvýšiť lisovaním kôry na 40 - 45 %, ale potom je potrebné počítať s ďalšou odpadovou vodou z procesu lisovania. Odpadová voda z lisovania kôry je zdraviu škodlivá a má vysokú hodnotu Chemickej spotreby kyslíka (20-60 kg Chemickej spotreby kyslíka/m²)₃). To by sa dalo vyriešiť ich presmerovaním do kotla na štiepku a následným odparovaním a spálením koncentráту v regeneračnom kotle. Stlačením kôry sa zvyšuje tvorba tepla. V niekoľkých závodoch sa používa sušička kôry a kalu, ktorá v prevádzke ďalej zvyšuje výhrevnosť.

V severských krajinách sa zmrznuté kmene musia v priebehu zimy rozmraziť, aby bolo možné ich odkôrniť. Pri mokrom zakoreňovaní je možné, aby proces prebiehal v bubne s horúcou vodou alebo parou. Na suché odkôrňovanie sa pred odkôrňovacím bubnom používajú špeciálne rozmrazovacie dopravníky. V každom danom zariadení sa spotreba vody a emisie odpadových vôd zo suchého odkôrňovania zvyšia, pričom hodnoty sa budú pohybovať od stredného po horný rozsah uvedený v predchádzajúcej tabuľke.

Kondenzáty z varenia a odparovania

Kondenzáty vznikajú z technologických pár z vyhnívačov a odparovačov. Pri organickom zaťažení 20-30 kg CHSK/ADt alebo 7-10 kg BOD₅/ADt, približne 8-10 m³/ADt celkového množstva kondenzátov. Chemická spotreba kyslíka predstavuje prevažne metanol (5-10 kg/ADt) s ostatnými zlúčeninami síry (1-2 kg TRS/ADt), 1-2 kg terpentínu a anorganických zlúčenín dusíka. Okrem toho znečistený kondenzát obsahuje ketóny, terpény, fenoly, živicu a mastné kyseliny a rôzne rozpustené plyny. Kondenzáty obsahujú veľký podiel dusíka, ktorý je vypúšťaný zo sulfátovej celulózky.

Kondenzát s objemom približne 1 m³ na tonu buničiny má koncentráciu 10-20 kg Chemická spotreba kyslíka/m³. Táto hodnota je vyššia v prípade kondenzátov buničiny z tvrdého dreva ako v prípade buničiny z mäkkého dreva. Tieto silné kondenzáty sa zvyčajne spracovávajú v oddeľovacej kolóne, kde je účinnosť odstránenia väčšiny zložiek viac ako 90 % v závislosti od pH. Digestorové systémy zvyčajne zabezpečujú odstránenie pachových emisií (pachové plyny TRS) a súčasne aj látok prispievajúcich k Chemickej spotrebe kyslíka (CHSK). Vyvarené kondenzáty slúžia na oddeľovanie a po Upravení môžu predstavovať 1-1,5 kg Chemickej spotreby kyslíka/m³ kondenzátu. Bežne sa do oddeľovacej kolóny vstrekuje približne 0,2 tony pary na tonu kondenzátu. Techniky energetického úsporu umožňujú znížiť spotrebu pary z 0,2 tony pary na tonu kondenzátu na 0,02-0,04 tony pary na tonu kondenzátu. Oddeľovanie plynov sa následne spaľuje v špeciálnom horáku, po ktorom nasleduje spaľovanie SO₂, alebo sa spaľujú vo vápennej peci.

Pri organickom zaťažení približne 7-9 m³ slabých kondenzátov s organickým zaťažením od 0,5 do 2 kg Chemická spotreba kyslíka/m³čo predstavuje celkovo 8 až 12 kg CHSK/ADt buničiny. Tieto kondenzáty neobsahujú kovy, a preto sú obzvlášť užitočné na premývanie bieliarní, pokiaľ ide o uzavretú časť procesu. Môžu slúžiť ako pracie médium na pranie plynu vo vápennej peci alebo ako napájacia voda pre biely lúh. To znamená, že v prípadoch, keď sa používajú kondenzáty, sa použijú v uzavretých častiach procesu a nebudú vypúšťané do odpadových vôd. Ostatné kondenzáty sa použijú v otvorených priestoroch, napr. v bieliarni, a skončia v odpadovej vode spolu s kondenzátmi, ktoré sa znova nepoužijú a idú priamo do odpadovej vody. Celkové množstvo kondenzátov vypúšťaných do odpadových vôd, merané ako Chemická spotreba kyslíka, je zvyčajne približne 4-8 kg Chemická spotreba kyslíka/ADt a je pomerne rýchlo biologicky odbúrateľné.

Stredne znečistené kondenzáty možno alternatívne čistiť v systéme súvisiacom s výparníkom, čím sa zabráni dodatočnej spotrebe energie počas čistenia. Týmto spôsobom sa celkové zaťaženie CHSK pred akýmkoľvek využitím zníži na približne 5 kg CHSK/ADt, čo predstavuje zníženie približne o 50 % v porovnaní s čistením len najviac znečistených kondenzátov.

Úniky z rôznych prevádzkových fáz

K únikom vlákien a čierneho výluhu dochádza v oddiele varenia, triediarni a v priebehu premývania. K únikom dochádza aj v rámci odparovačov a nádrží. V priebehu kaustifikácie dochádza k úniku bieleho lúhu, slabého lúhu, vápna atď. Väčšinu únikov možno zachytiť a recyklovať, ak sa použijú vhodné

vyrovnávacie nádrže a dodržia sa príslušné prevádzkové postupy. Úniky z mechanických častí, ako sú čerpadlá, možno znížiť, napr. výberom vhodných tesnení.

Zvyčajne sa vykonáva kontrola vodivosti alebo obsahom vlákien v jednotlivých odpadových vodách, aby sa určilo, ktoré uniknuté kvapaliny sa vrátia do procesu a ktoré sa vypustia do vodovodných odpadových vôd. Zlepšenie premývania možno dosiahnuť, ak sa čistá voda, napríklad chladiaca a tesniaca voda, vedie v oddelených potrubiach. Zvyšná uniknutá voda sa potom môže ľahšie vrátiť do príslušnej časti procesu.

Emisie organických látok vo výluhoch, merané ako Chemická spotreba kyslíka, sa zvyčajne pohybujú medzi 2-10 kg CHSK/ADt. Nižšie hodnoty sa dosiahnu využitím dimenzovaných rezervných nádrží a vhodných kontrolných procesov. V zásade by sa úniky mali znížiť na nulu, ak sú čistá chladiaca a tesniaca voda vedené oddelene, ak sú dimenzované dostatočné rezervné nádrže a ak je zariadenie dobre riadené. Zlepšenie premývania rozliatych látok nielen znižuje emisie do vody, ale umožňuje aj zvýšenie použitia cenných zdrojov, ako sú chemikálie a vlákna.

Zvyšky čierneho výluhu (straty pri premývaní) z úpravy nebielenej buničiny

Účinnosť prania buničiny pri chemickom rozvláknovaní spočiatku súvisí so získaním čo najväčšieho množstva varných chemikálií a rozpustených organických látok. Premývanie v lisoch v konečnej fáze môže znížiť množstvo vody zo 6-10 m³ADt na 2-3 m³/ADt, čím sa zvýši množstvo chemikálií a nečistôt spálených v regeneračnom kotle. Znižovanie množstva nečistôt v buničine je však vyššie, ako naznačuje znižovanie prietoku. Pranie nie je stopercentne účinné, preto sa určité množstvo chemikálií a znečisťujúcich látok prenáša spolu s buničinou do fázy bielenia, kde spotrebujú chemikálie na bielenie a dostanú sa do odpadovej vody.

Existujú štandardizované metódy na meranie tohto prenosu, ktorý sa často označuje ako "strata pri premývaní", a pôvodne sa meral v kg síranu vápna na tonu buničiny. V roku 2013 sa straty pri premývaní zvyčajne merali ako Chemická spotreba kyslíka. Straty pri premývaní sú v súčasnosti bežne 5-10 kg CHSK/ADt v prípade ihličnatého dreva a 7-12 kg CHSK/ADt v prípade listnatého dreva.

Emisie z bieliarne

Rozsiahle zdroje znečistenia vody v celulózke sú bieliarne. Ak by sa podarilo bieliarne úplne alebo čiastočne zatvoriť, výsledkom by bolo výrazné zníženie emisií organických látok, živín a kovov do vody. Typické hodnoty objemu odpadových vôd z bieliarní sú približne 25 m³ADt. Mnohé celulózky sa pokúsili zvýšiť stupeň uzavretia bieliarne znižovaním objemu vody. V súčasnosti sú bieliarne v spoločnostiach ECF a TCF čiastočne uzavreté. V porovnaní s otvorenými bieliarňami sa zaťaženie CHSK znížilo o 25-50 % a zníženie prietoku bolo ešte väčšie, približne na 12 m³/ADt v porovnaní s bežnejšou hodnotou 25 m³ADt.

Emisie z bieliarne závisia od viacerých faktorov: stupňa delignifikácie dosiahnutého pred vstupom buničiny do bieliarne, strát počas techniky prania, zvoleného postupu bielenia a použitých bieliacich chemikálií, druhu dreva, požadovanej konečnej svetlosti buničiny a stupňa uzavretia okruhov bieliarne.

Príklady korelácií medzi typom dreva, technikami a fázou delignifikácie pred bielením a Chemickou spotrebou kyslíka produkovanou počas bielenia sú uvedené v tabuľke 3.8. Čísla kappa vychádzajú z hodnôt, ktoré sa v súčasnosti dosahujú v komerčnom meradle pri použití rôznych delignifikačných techník. Výpočet emisií zvyškového lignínu v kg CHSK/ADt predpokladá emisie približne 2 kg CHSK na jednotku kappa a buničinu, ktorá sa má vybieliť na úplnú svetlosť. Ak je však číslo kappa menšie ako 10, Chemická spotreba kyslíka sa blížia k 1,5 kg na jednotku kappa.

Tabuľka 3.8: Príklady vzájomných vzťahov medzi druhmi dreva, technikami a stupňom delignifikácie pred bielením a Chemickou spotrebou kyslíka vznikajúcou počas bielenia

Metóda varenia	O ₂ (kyslík) bielením	Listnatá buničina		Buničina z dreva ihličnatých stromov	
		Číslo Kappa do bieliarne	Chemická spotreba kyslíka [kg/ADt]	Číslo kappa do bieliarne	CHSK [kg/ADt]
Konvenčná dávka	-	18	38	30	63
Konvenčná dávka	O ₂ delignifikácia	13	27	15	32
Upravená dávka	-	16	34	20	42
Upravená dávka	O ₂ delignifikácia	10	15	12	25
Budúca upravená dávka	-	13	26	15	30
Budúca upravená dávka	O ₂ delignifikácia	10	15	10	15

Zdroj: [109, PARCOM 1994]

V prípade fázy delignifikácie, kde je možné recirkulovať filtrát z hnedej fázy premývania (O₂, O₃ delignifikácia, kyslé úrovně) sa uvažuje číslo kappa dosiahnuté po tejto úrovni s použitím rovnakého už uvedeného vzťahu medzi Chemickou spotrebou kyslíka a číslom kappa.

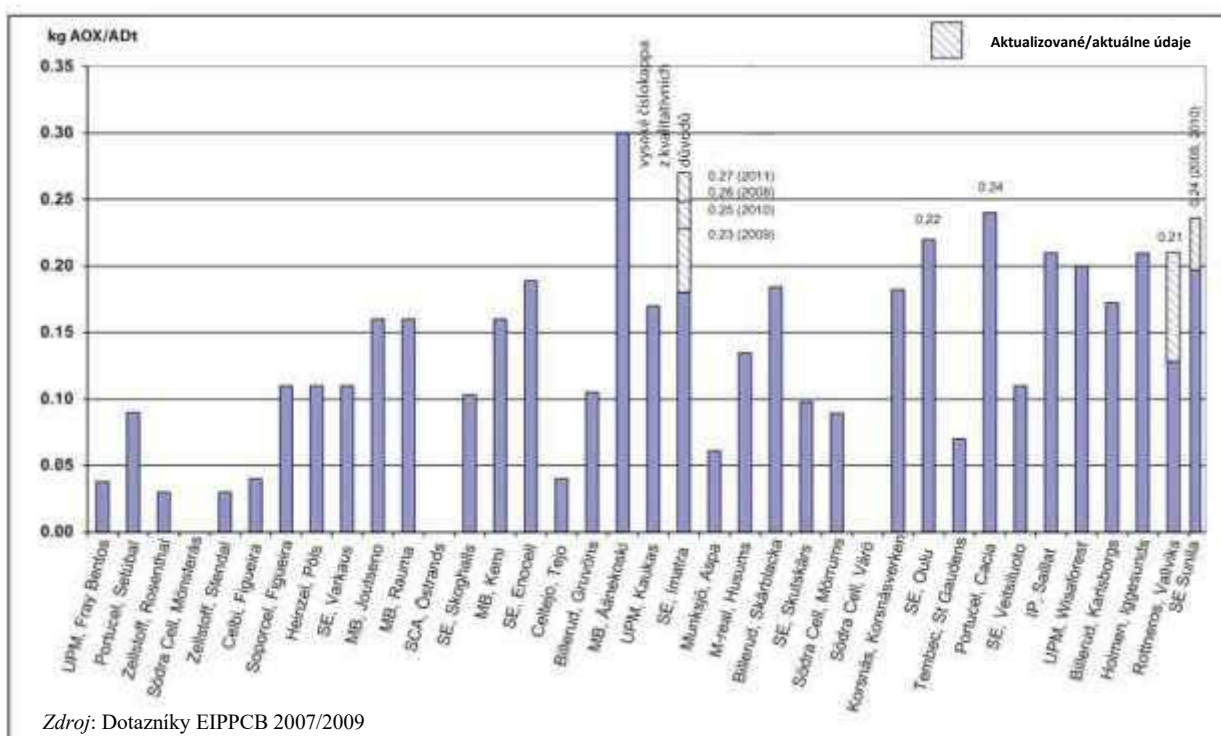
Ak dochádza len k čiastočnej recirkulácii filtrátu z delignifikačného stupňa alebo z fázy bieliacich procesov, musí sa frakcia Chemickej spotreby kyslíka posudzovať v rôznych prípadoch, pretože je veľmi závislá od efektívne recirkulovaných tokov a špecifického zaťaženia CHSK v posudzovanej fáze.

3.2.2.5.2 Hlavné parametre a emisné hodnoty

Adsorbovatel'né organicky viazané halogény (AOX)

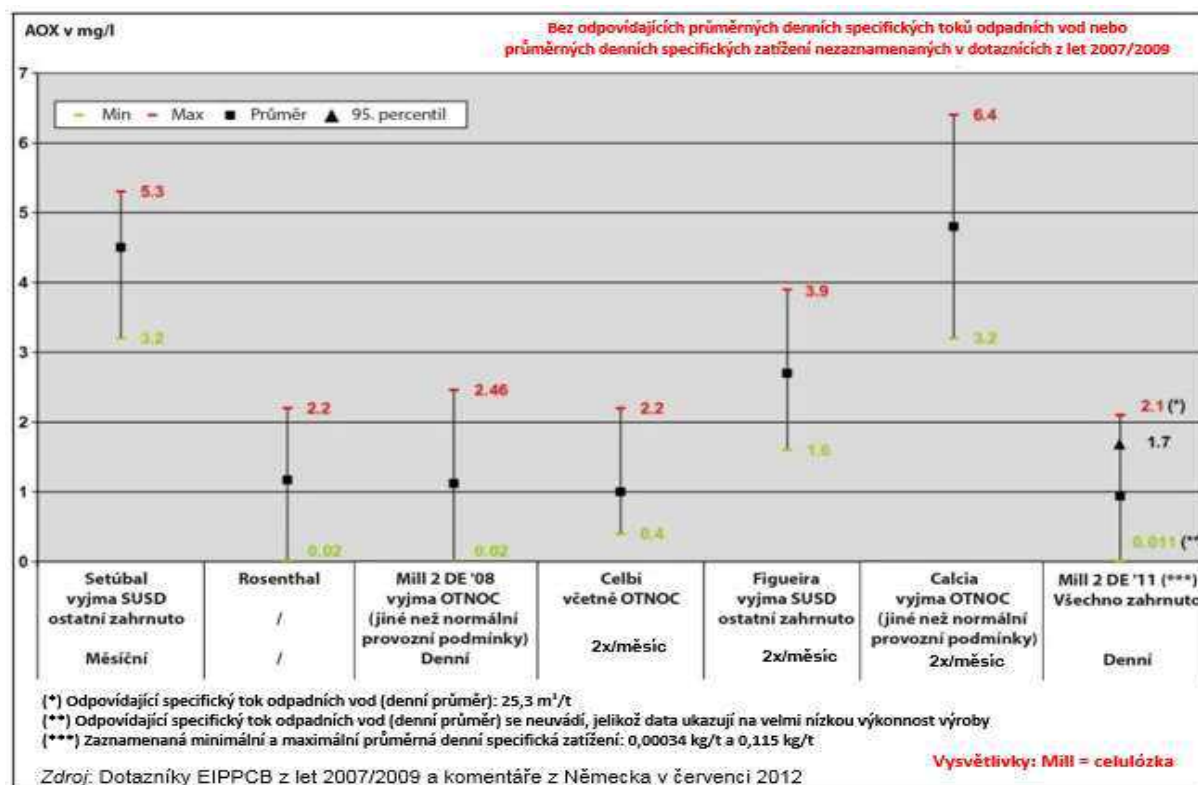
V Európe celulózky prestali používať molekulárny chlór na bielenie buničiny a dlhšie sa väčšina buničiny bieli pomocou bieliacich sekvencií na báze oxidu chlóričitého. Na základe potrieb trhu niektoré závody úplne vylúčili Použitie bieliacich chemikálií, ktoré obsahujú zlúčeniny chlóru, a nahradili ich kombináciou techník kyslíkovej delignifikácie s ozónovým alebo peroxidovým krokom (TCF buničina). Pri bielení TCF je možné použiť aj kyselinu peroctovú (Paa) (pozri oddiel 3.3.7).

Emisie adsorbovatel'ných organicky viazaných halogénov merané ako AOX závisia od čísla kappa dosiahnutého pred vstupom buničiny do bieliaceho zariadenia, od množstva oxidu chlóričitého použitého v procese bielenia, od postupnosti bielenia vrátane prania a recirkulácie vody a od úpravy odpadových vôd. Buničina vstupujúca do bieliarne s nízkym číslom kappa si vyžaduje menej bieliacich chemikálií, t. j. menej ClO₂a tým aj vyššie emisie AOX počas bielenia ECF. Na obrázku 3.8 sú znázornené priemerné ročné špecifické emisie AOX z bielených sulfátových celulózok v mieste vypúšťania, t. j. po čistení odpadových vôd. Hodnoty sa pohybujú od nezistiteľných po 0,3 kg AOX/ADt bielennej buničiny.



Obrázok 3.8: Špecifické emisie AOX z bielených sulfátových celulózk

Krátkodobé hodnoty emisií AOX zaznamenané pre bielenú aj nebielenú sulfátovú buničinu sú uvedené na obrázku 3.9.



Obrázok 3.9: Krátkodobé priemerné hodnoty emisií AOX z bielených sulfátových celulózk

Komplexujúce (chelačné) činidlá (EDTA/DTPA)

Moderné bieliace postupy často zahŕňajú peroxidové bieliace kroky, ktoré si vyžadujú odstránenie kovov (ako sú mangánové, železité a medené ióny) z buničiny z dôvodu ich rozkladu na peroxid. Odstraňovanie kovov prebieha zvyčajne upravením buničiny chelačnými činidlami alebo premývaním buničiny kyselinou. Komplexotvorné (chelačné) činidlá, ako sú EDTA alebo DTPA, sú za normálnych podmienok zle biologicky odbúrateľné. Niektoré čistiarne uvádzajú, že v ich biologických čistiarňach odpadových vôd je obsah komplexotvorných (chelačných) látok čiastočne redukovaný. Existuje aj možnosť dávkovania niektorých komplexotvorných (chelatačných) činidiel do uzavretej časti celulózky, čím sa znižujú emisie z bieliarne. K dispozícii bolo menej meraní. Úroveň EDTA 50 mg/l bola zaznamenaná v odpadových vodách z jednej modernej celulózky ECF pred biologickým čistením odpadových vôd ako priemer 12 meraní (24-hodinová zmiešaná vzorka) v priebehu jedného roka (kolísanie medzi 34 mg/l a 63 mg/l).

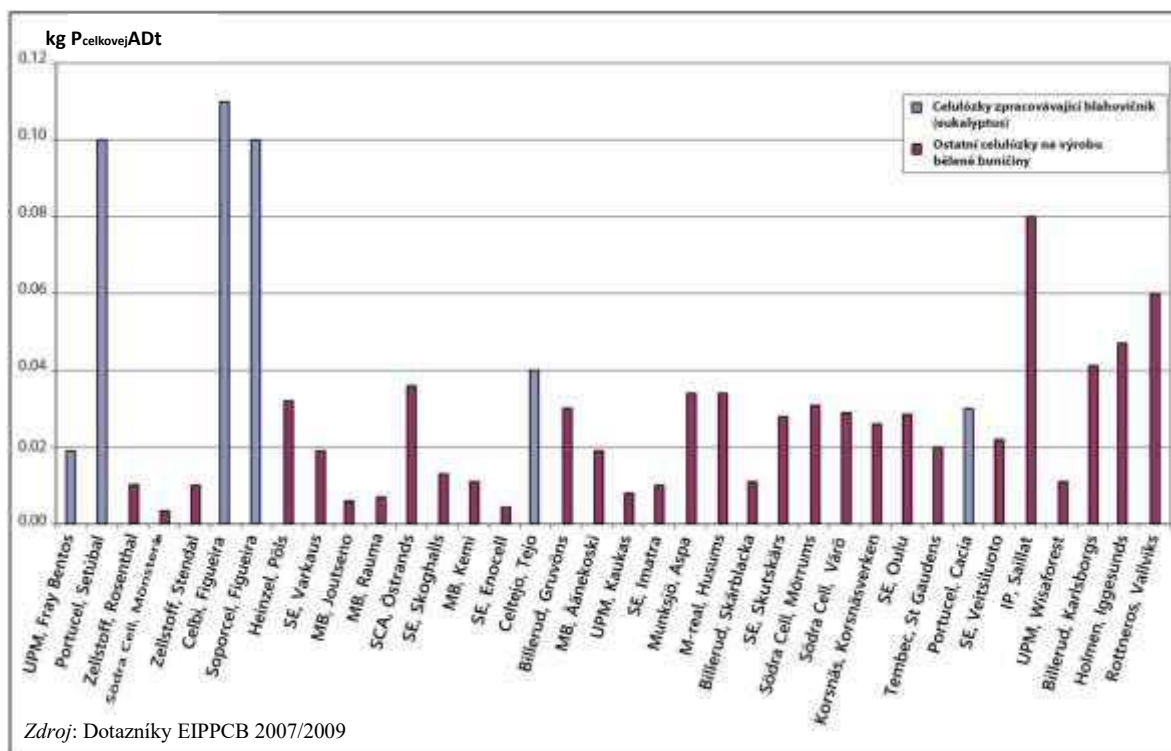
Organické látky (CHSK alebo TOC - celkový organický uhlík)

Špecifické organické emisie z moderných celulóziek na spracovanie ihličnatého a listnatého dreva sú podobné; len celulózky na spracovanie ihličnatého dreva (eukalyptu) môžu dosiahnuť o niečo nižšie emisie. Hlavné procesy a udalosti, ktoré prispievajú k organickým emisiám z celulózok, sú spracovanie dreva, kondenzáty, úniky, straty pri praní a bieliacie prevádzky, ktoré sú predovšetkým prispievateľmi. Najnižšie celkové emisie zo závodov na výrobu bielennej sulfátovej buničiny pred biologickým čistením sú približne 25-30 kg CHSK/ADt v prípade ihličnatého dreva a 17-20 kg CHSK/ADt v prípade bielennej sulfátovej buničiny z eukalyptu. Špecifické emisie Chemickej spotreby kyslíka dosiahnuté po biologickom spracovaní sú uvedené v oddieloch 3.2.2.5.3.

Emisie živín (dusík a fosfor)

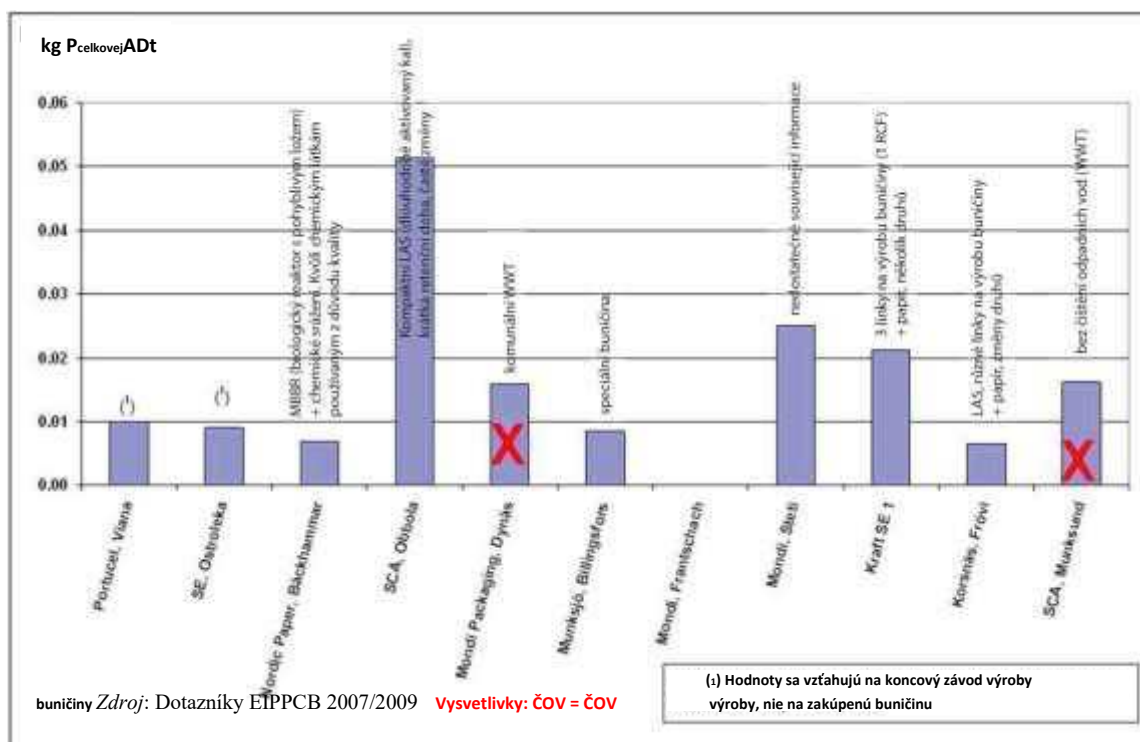
Živiny pochádzajú najmä z dreva, hoci biologické čistenie odpadových vôd môže vyžadovať pridávanie živín, ak ich je nedostatok. Štúdie v sulfátových celulózkach ukázali, že emisie dusíka pochádzajú väčšinou z nebielenej časti procesu, zatiaľ čo emisie fosforu pochádzajú z bieliarne.

Vyhliadky na zníženie emisií živín z procesov závisia predovšetkým od možností ďalšieho spracovania kondenzátu a budúcej delignifikácie buničiny v uzavretej časti procesov. Na obrázku 3.10 sú znázornené priemerné ročné špecifické emisie celkového fosforu (P_{celkovej}) pre celulózky s Bielenou sulfátovou buničinou po biologickom čistení odpadových vôd. Emisie sa pohybujú od 0,003 do 0,08 kg P_{celkovej} /ADt, pričom väčšina zariadení sa vyskytuje s hodnotami nižšími alebo výrazne pod 0,04 kg P_{celkovej} /ADt, pričom niekoľko celulózok spracujúcich eukalyptus má priame vypúšťanie fosforu v množstve až 0,12 kg fosforu_{celkovej}/ADt. Drevo íberského trnovníka (eukalyptu) má najvyšší obsah fosforu medzi druhmi dreva používanými na výrobu buničiny v Európe a inde. Aj keď sa fosfor v zariadení na biologické spracovanie nepridáva ako živina, jeho hodnota v odpadovej vode je oveľa vyššia v porovnaní s inými výrobnými zariadeniami, ktoré používajú iné druhy dreva ako eukalyptus. To je prípad, keď sa predpokladá, že sa na odstránenie fosforu nepridávajú žiadne flokulanty. V prípade celulózky spracovávajúcej eukalyptus, ktorá používa drevo z oblastí s vyšším obsahom fosforu, je priemerný obsah fosforu v odpadových vodách až 0,12 kg P_{celkovej} /ADt.



Obrázok 3.10: Špecifické emisie celkového fosforu z bielených sulfátových celulózk

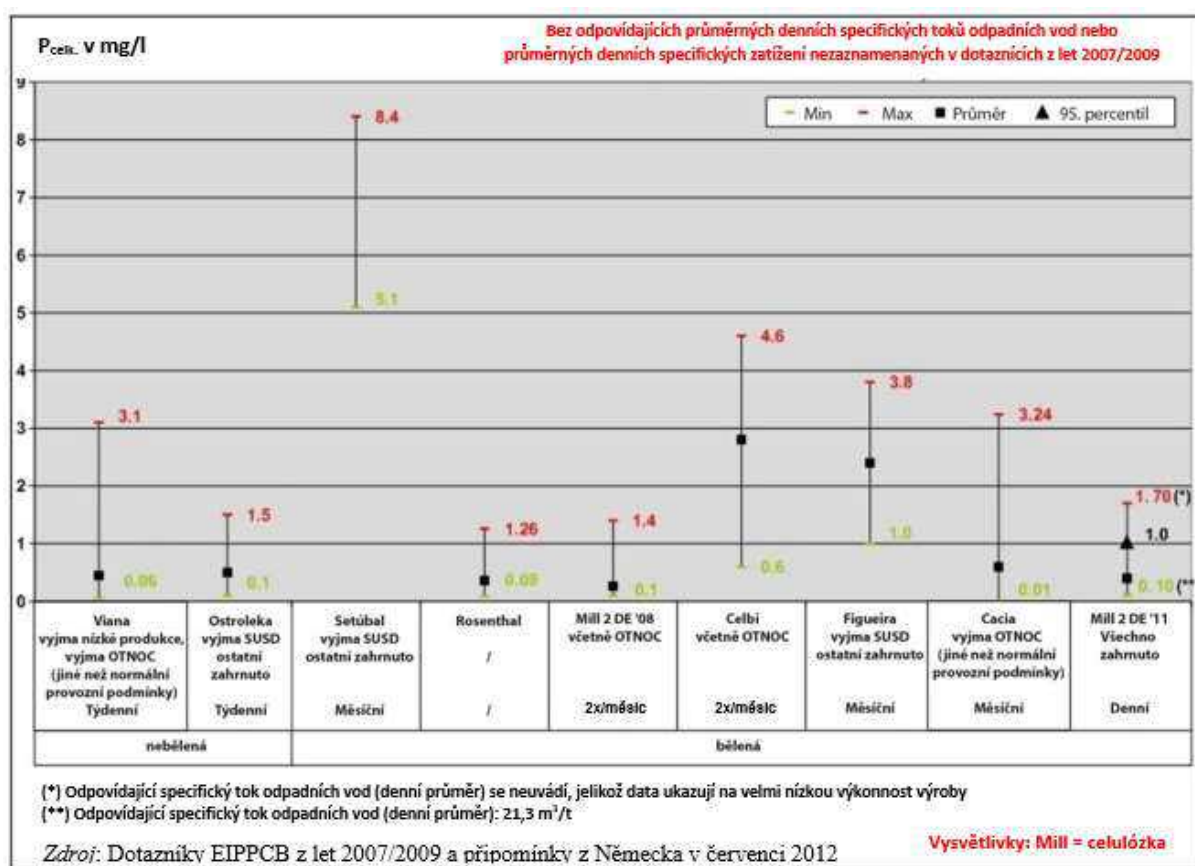
Obrázok 3.11 znázorňuje priemerné ročné emisie celkového fosforu (P_{celkovej}) pre celulózy s nebielenou sulfátovou buničinou po biologickom čistení odpadových vôd.



Obrázok 3.11 Špecifické emisie celkového fosforu zo celulózk na výrobu nebielenej sulfátovej buničiny

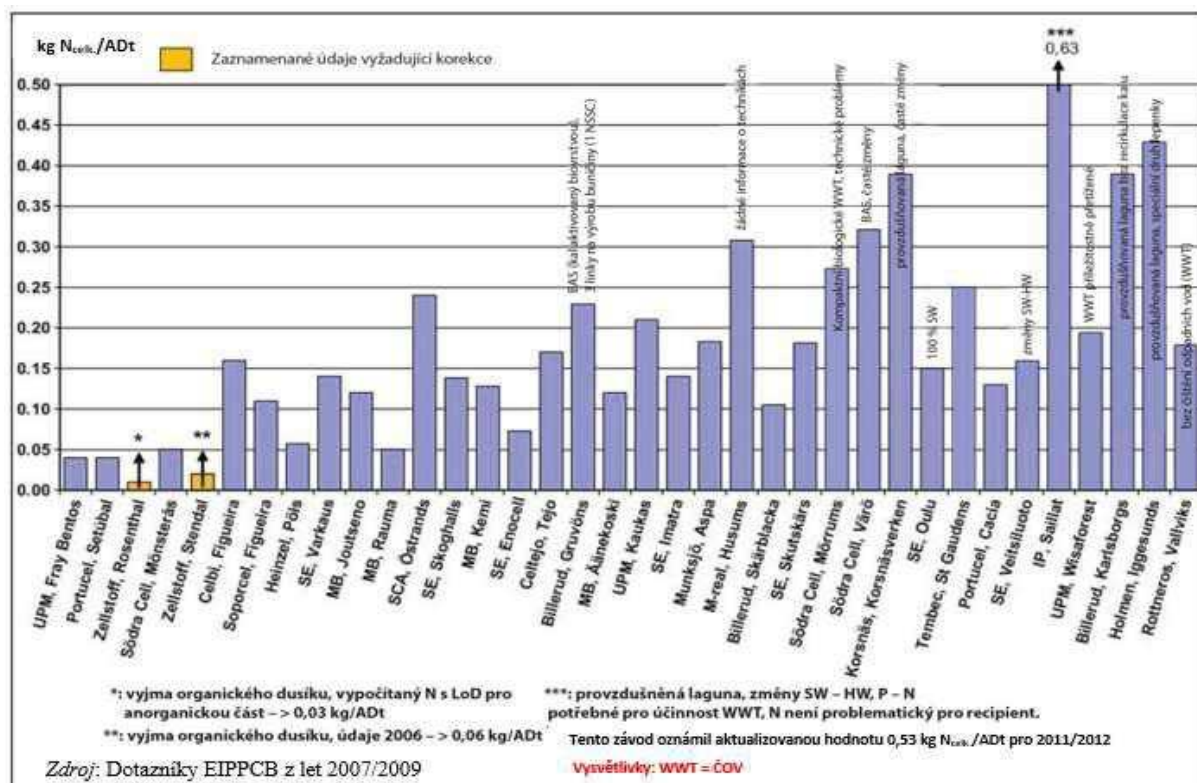
Emisie fosforu z výroby nebielenej buničiny sú vo všeobecnosti nižšie ako z výroby bielenej buničiny a pohybujú sa medzi hodnotami blízkymi nule a 0,025 kg $P_{\text{celkovej}}/\text{ADt}$, s jednou výnimkou emisií fosforu vo výške 0,05 kg $P_{\text{celkovej}}/\text{ADt}$.

Uvedené sú krátkodobé hodnoty zaznamenané pre celkové emisie fosforu pre bielenú aj nebielenú sulfátovú buničinu. nObrázok 3.12.

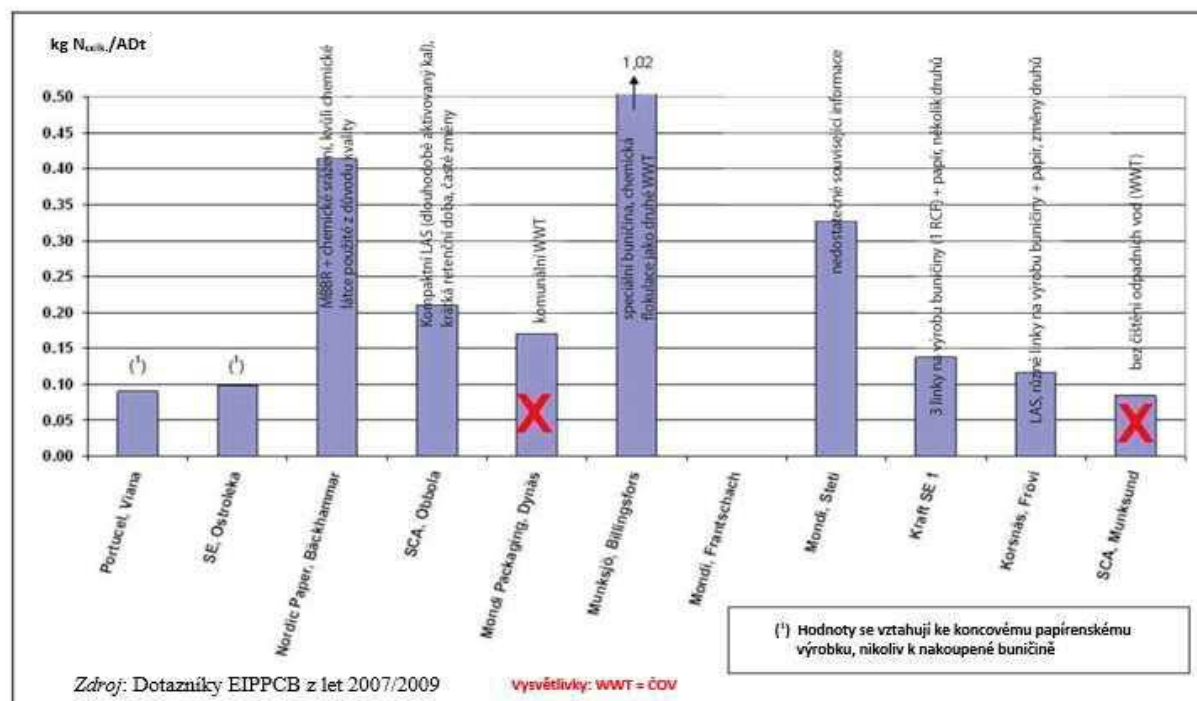


Obrázok 3.12: Krátkodobé priemery celkových emisií fosforu z bielených a nebielených celulózok

Na obrázkoch 3.13 a 3.14 sú znázornené priemerné ročné špecifické emisie celkového dusíka (TN_b) Bielené a nebielené sulfátové celulózky po biologickom čistení odpadových vôd.



Obrázok 3.13: Špecifické emisie celkového dusíka zo sulfátových celulózk

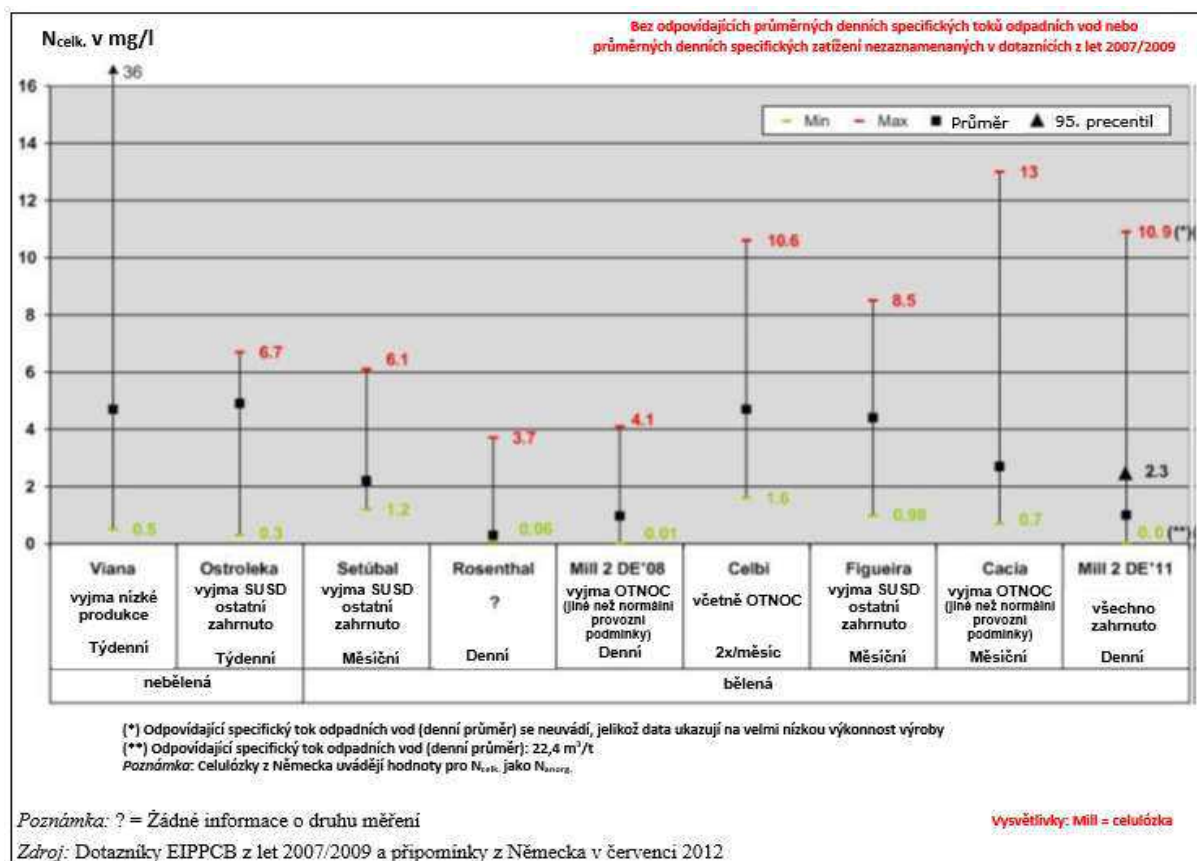


Obrázok 3.14: Špecifické emisie celkového dusíka zo sulfátových celulózk

Ako sa ukázalo, špecifické emisie dusíka sa pohybujú od 0,01 kg N/ADt do 0,4 kg N/ADt, pričom jedna hodnota emisií dosahuje 0,63 kg N/ADt. Mákké emisie dusíka v bielených a nebielených celulózkach sú podobné (okrem jednej celulózk, kde je hodnota celkových merných emisií dusíku 1 kg N/ADt).

Analýzy údajov o emisiách živín a organických látok potvrdili, že zníženie Chemickej spotreby kyslíka a živín je možné dosiahnuť súčasne.

Krátkodobé hodnoty zaznamenané pre celkové emisie dusíka pre bielenú aj nebielenú sulfátovú buničinu sú uvedené na obrázku 3.15.



Obrázok 3.15: Krátkodobé Priemery celkových emisií dusíka z bielených a nebielených celulózk

Emisie kovov

Použité drevo obsahuje kovy, ktoré odchádzajú do odpadovej kanalizácie. V tabuľke 3.9 sú uvedené typické emisie kovov zo sulfátových celulózk. Podobne ako v prípade fosforu, je pravdepodobné, že emisie kovov bude možné znížiť zvýšením fázy uzavretia procesu. Možnosti vonkajšieho upravenia na zníženie emisií kovov sú veľmi obmedzené.

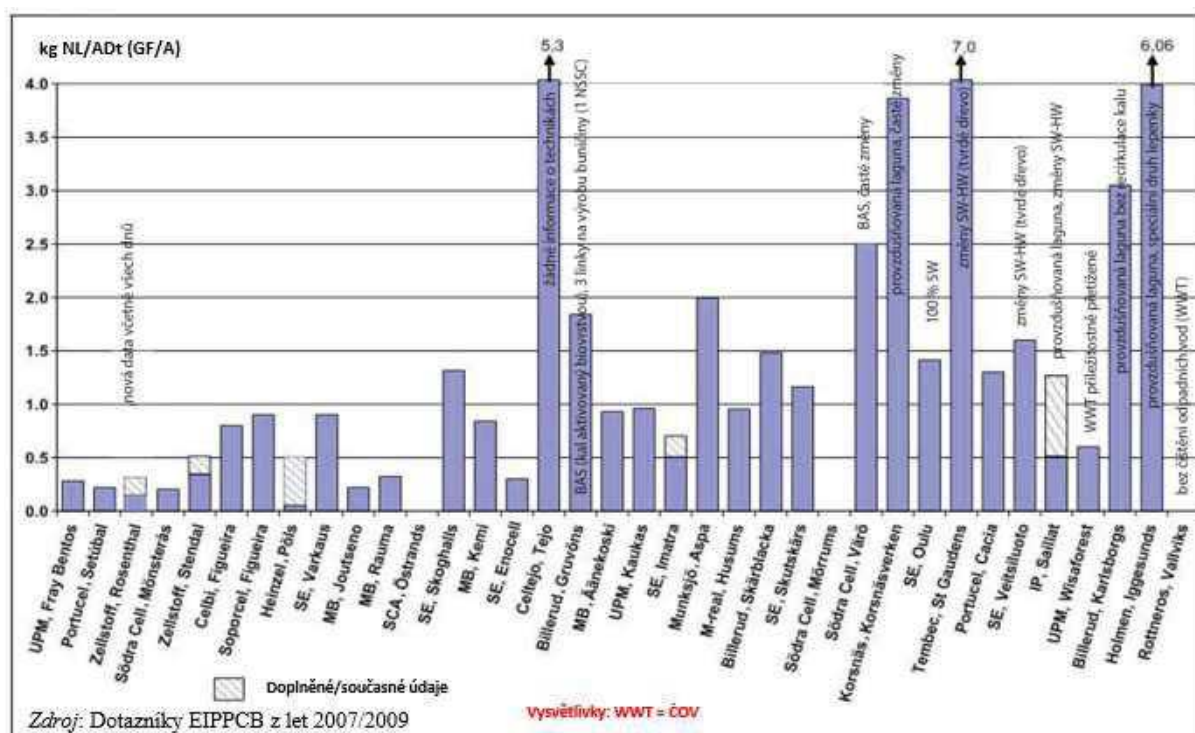
Tabuľka 3.9: Typické emisie kovov zo sulfátových celulózk v g/ADt

Proces	Cd	Pb	Cu	Cr	Nie	Zn
Bielená buničina	0,03	0,3	0,5	0,2	0,4	5
Bielená buničina	0,1	0,4	1	0,7	0,9	15

Zdroj: [109, PARCOM 1994]

Suspendované látky

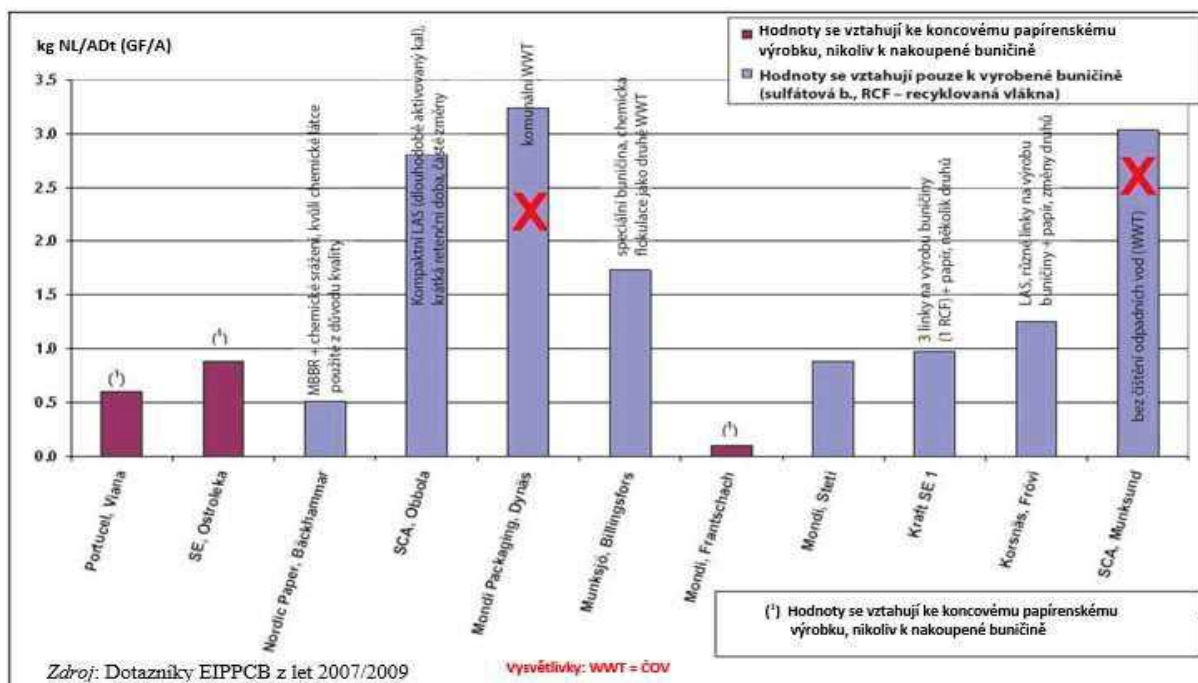
Na obrázku 3.16 sú znázornené priemerné ročné špecifické emisie suspendovaných látok po biologickom spracovaní a odstránení biomasy sedimentáciou a porovnateľnými technikami pre celulóžky s bielenou sulfátovou buničinou. Suspendované látky sa vo väčšine prípadov analyzovali pomocou filtra zo sklenených vlákien druhu A.



Obrázok 3.16: Špecifické emisie celkových rozpustených pevných látok (TDS) z bielených sulfátových celulózk po biologickom čistení a odstránení biomasy

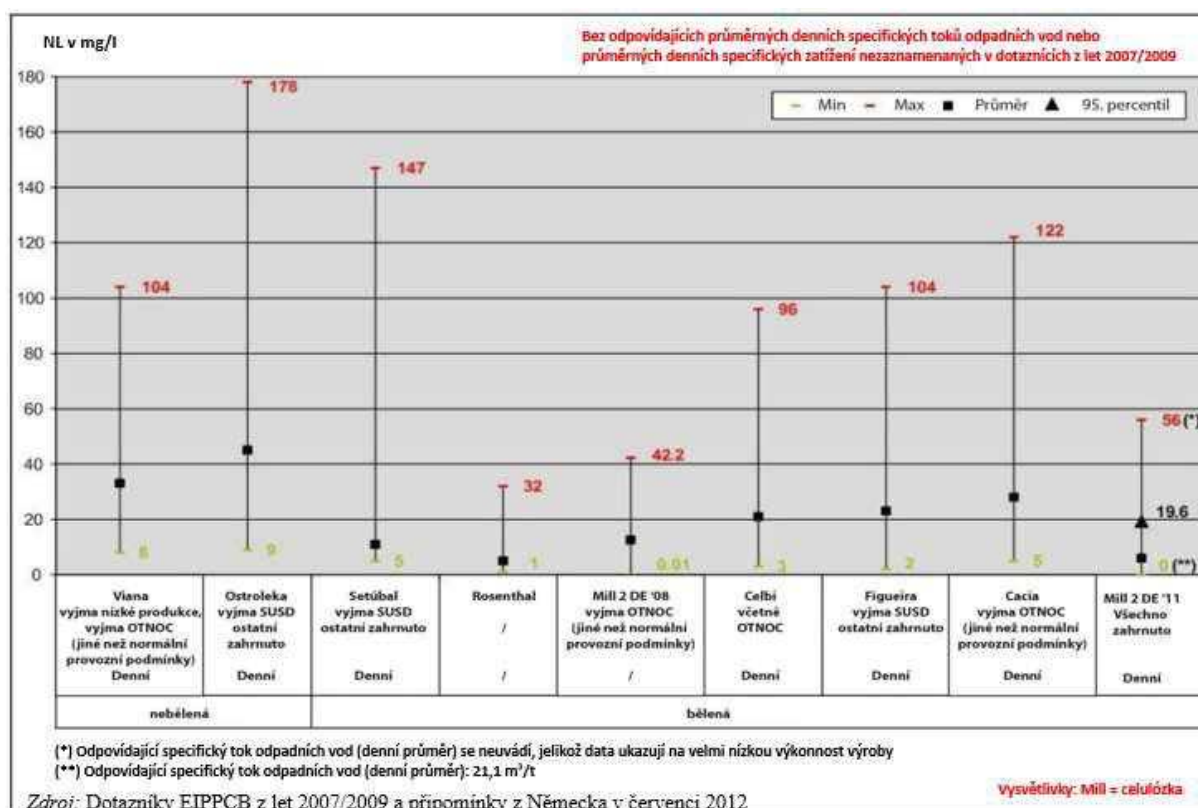
Z obrázku vyplýva, že špecifické emisie NL sa pohybujú v rozmedzí od 0,02 kg NL/ADt do 2,0 kg NL/ADt, pričom väčšina zariadení dosahuje špecifické emisie NL pod 1 kg NL/ADt a 6 zariadení vykazuje výrazne zvýšené zaťaženie NL, v jednom prípade až 7 kg/ADt. Vyššie hodnoty pravdepodobne súvisiac s preťaženými sedimentačnými nádržami alebo narušenou aktívnou biomasou.

Priemerné ročné špecifické emisie NL z celulózk na výrobu nebielenej sulfátovej buničiny sú znázornené na obrázku 3.17 a ukazujú podobnú situáciu: väčšina celulózk má špecifické emisie NL nižšie ako 1,0 kg NL/ADt, pričom niektoré celulózk sa vyskytujú s vyššími emisiami NL, až 3,25 kg NL/ADt.



Obrázok 3.17: Špecifické emisie celkových suspendovaných látok z celulózk na výrobu sulfátovej celulózy po biologickom čistení a odstránení biomasy

Krátkodobé hodnoty zaznamenané pre emisie NL pre bielenú aj nebielenú sulfátovú buničinu sú uvedené v nObrázok 3.18.



Obrázok 3.18: Krátkodobé priemery emisií NL z bielených a nebielených celulózk na báze sulfátu

3.2.2.5.3 Celkové vypúšťanie odpadovej vody po biologickom čistení

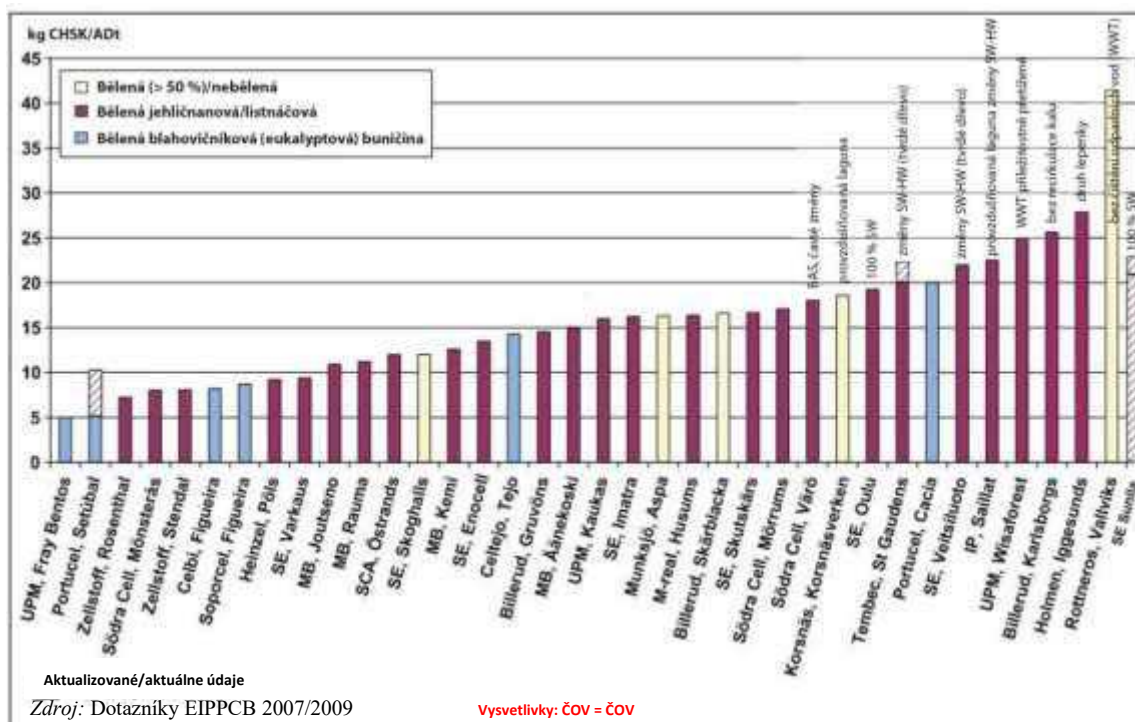
Typické čistenie odpadových vôd na mieste zahŕňa odstránenie hrubých pevných látok mechanickými odlučovačmi a sedimentu v primárnych usadzovacích nádržiach. Odpadová voda (supernatant) z primárnej usadzovacej nádrže sa odvádza do nádrží na vyrovnanie zaťaženia a prietokov. Biologická úprava prebieha v prevzdušňovaných nádržiach, zvyčajne v nádržiach s aktivovaným kalom s dlhším časom zdržania. Alternatívy k procesu s aktivovaným kalom, ako sú bioreaktory s pohyblivým lôžkom (MBBR) používajúce nosiče biomasy, sa stávajú čoraz bežnejšími. Dosiahnutie rovnakých alebo dokonca lepších znížení emisií ako pri procese s aktivovaným kalom. V niekoľkých prípadoch sa používajú aj prevzdušňované lagúny. V tabuľke 3.10 sú uvedené rozdiely v účinkoch sedimentácie a biologického čistenia sulfátových odpadových vôd z celulózky ako percentuálne zníženie. Modernjšie prevádzky majú hodnoty percentuálneho zníženia na hornej hranici uvedených rozsahov.

Tabuľka 3.10: Percentuálne zníženie v čistiarňach odpadových vôd chemických celulózok

Druhy biologických úprav	BOD ₅ (%)	Chemická spotreba kyslíka (%)	AOX (%)	P (%)	N (%)
Prevzdušnená lagúna	40-85	30-60	20-45	0-15	0
Aktivovaný kal	85-98	50-70	40-65	40-85	20-50

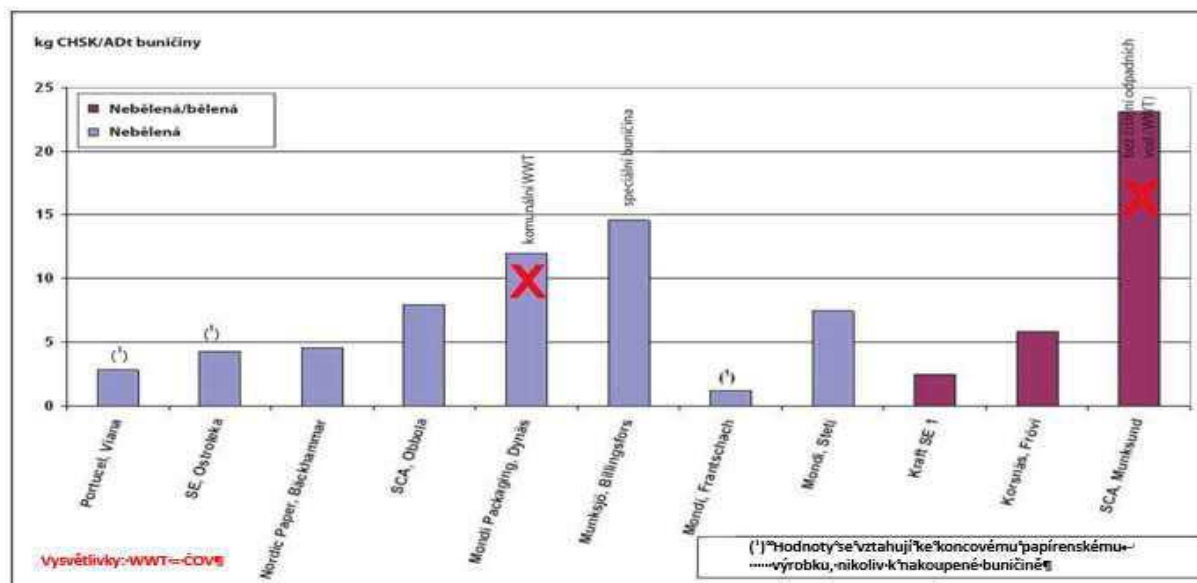
Zdroj: [109, PARCOM 1994], [1, Finnish BAT Report 1997].

Špecifické priemerné ročné emisie Chemickej spotreby kyslíka zo sulfátových celulózok sú znázornené na obrázku 3.19. Obrázok rozlišuje medzi celulózkami s výrobou kôrovej (eukalyptovej) buničiny, celulózkami s predovšetkým výrobou bielennej sulfátovej buničiny (> 50 %) a všetkými ostatnými celulózkami s výrobou bielennej sulfátovej buničiny. Zo zaznamenaných údajov vyplýva, že špecifické emisie CHSK z ihličnatej (eukalyptovej) buničiny sa pohybujú v rozmedzí od 5 do 20 kg CHSK/ADt, zatiaľ čo emisie z ostatných celulózok vyrábajúcich bielenú ihličnatú alebo listnatú buničinu sa pohybujú v rozmedzí od 7,5 do tesne pod 28 kg CHSK/ADt.



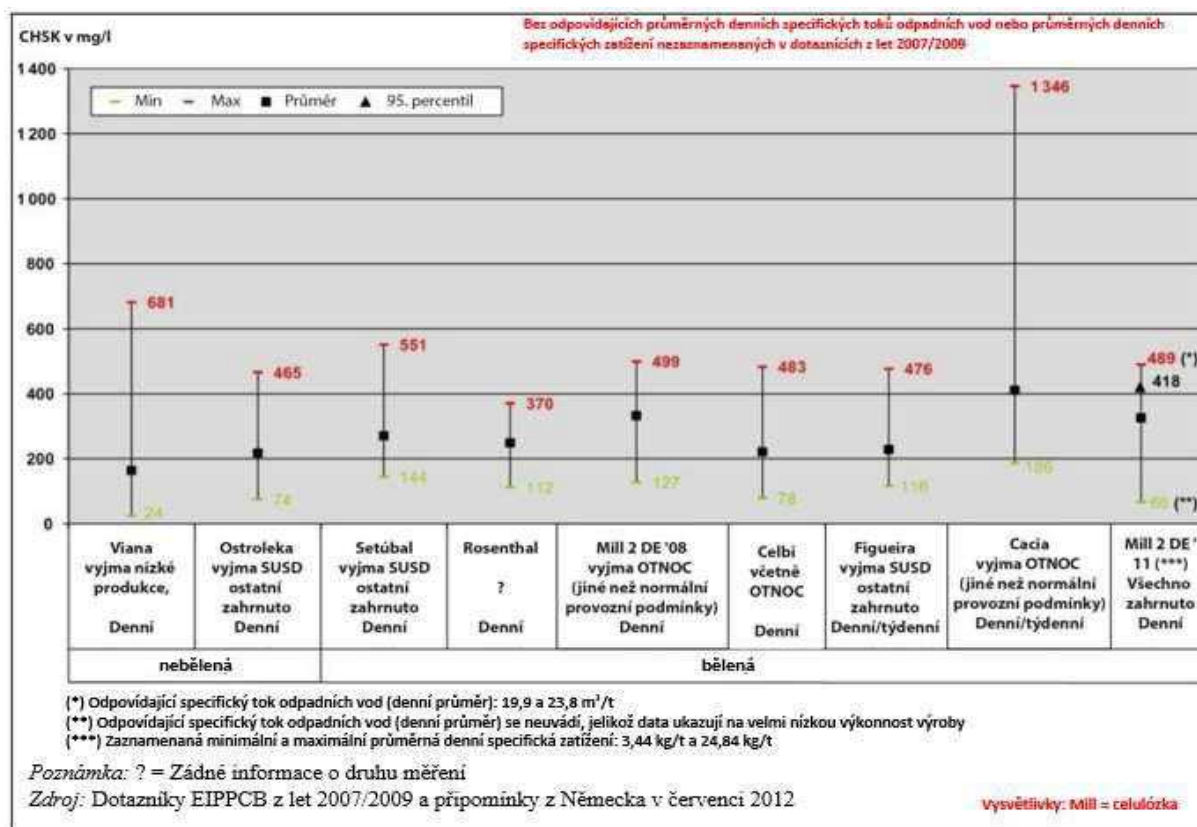
Obrázok 3.19: Špecifické emisie CHSK zo sulfátových celulózok po biologickom čistení

Špecifické priemerné ročné emisie Chemickej spotreby kyslíka zo sulfátových buničín po biologickom čistení sú uvedené na obrázku 3.20. Emisie sa pohybujú od 1,2 kg CHSK/ADt do 23 kg CHSK/ADt.



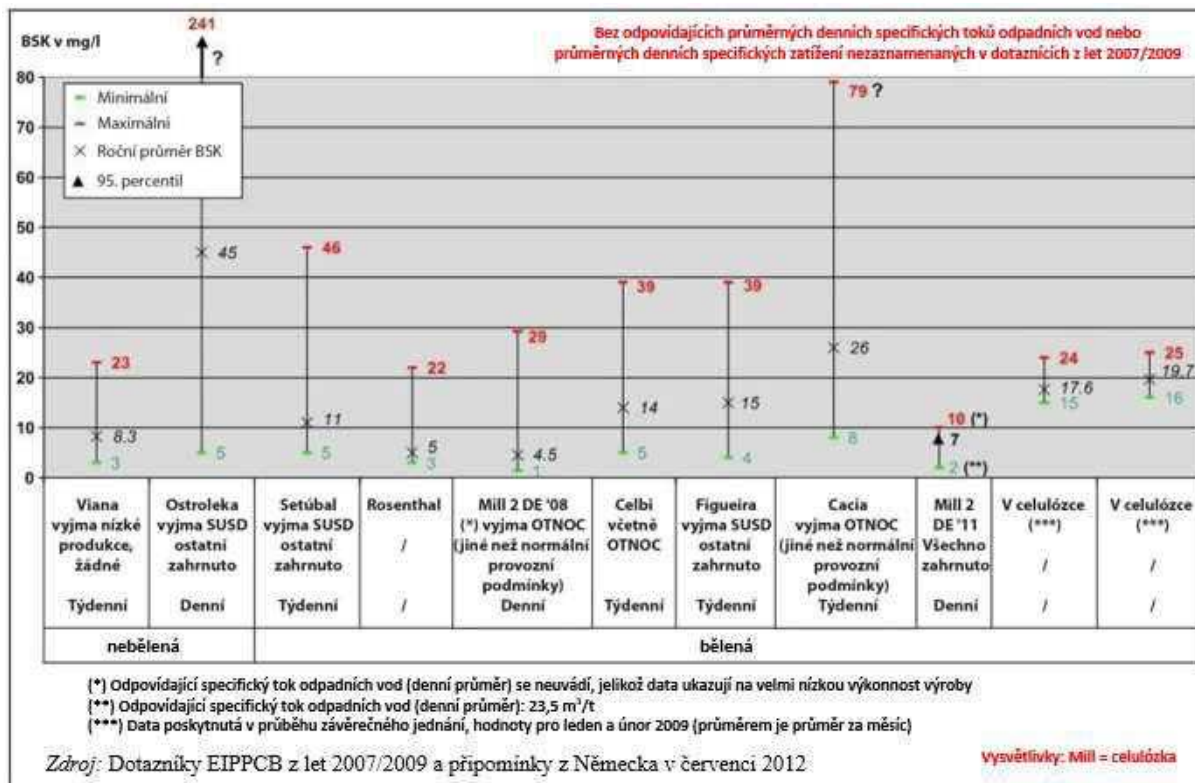
Obrázok 3.20: Špecifické emisie CHSK z nebielených sulfátových celulózk po biologickom čistení

Ako je znázornené na obrázku 3.21, bolo zaznamenaných aj niekoľko krátkodobých hodnôt emisií CHSK pre bielenú aj nebielenú sulfátovú buničinu.



Obrázok 3.21: Krátkodobé emisie CHSK z bielených a nebielených sulfátových celulózk

Pokiaľ ide o emisie BOD, zaznamenané krátkodobé hodnoty (Zdroj: Dotazníky EIPPCB z rokov 2007/2009) možno pozrieť nObrázok 3.22.



Obrázok 3.22: Krátkodobé emisie BOD z bielených a nebielených sulfátových celulózok

Špecifické priemerné ročné emisie do vody po biologickom čistení na základe údajov poskytnutých zo sulfátových celulózok v EÚ sú tieto v Tabuľka 3.11.

Tabuľka 3.11 Zaznamenané priemerné ročné emisie zo sulfátových celulózok v EÚ

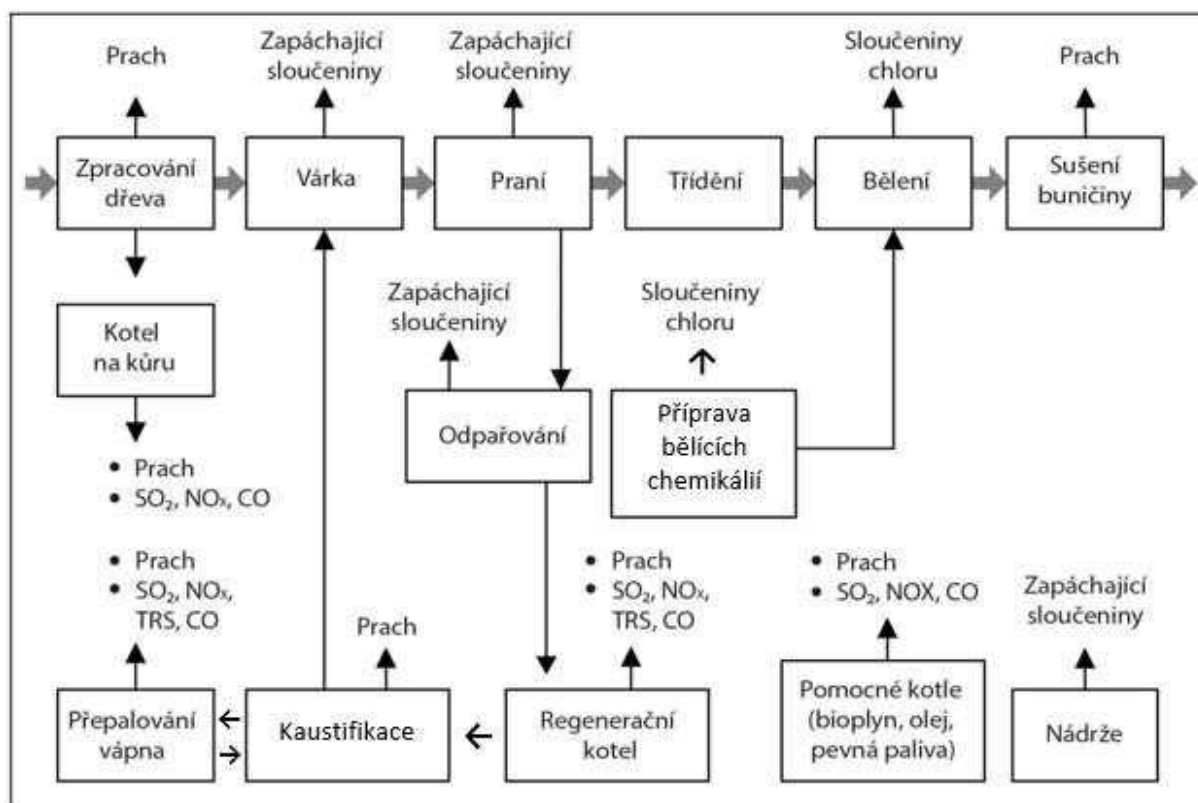
Proces	Prietok (m³ADt)	Chemická spotreba kyslíka (kg/ADt)	AOX (kg/ADt)	NL (kg/ADt)	N _{celk.} (ADt)	P _{celk.} (ADt)
Bielený	14-82	1,2-23	NA	0,1-3,25	0-1,02	3-50
Bielený	18,5-94	5-42	0-0,3	0,015-7	0,01-0,63	3-110

Poznámka: NA = údaje nie sú k dispozícii.

Zdroj: Dotazníky EIPPCB 2007/2009

3.2.2.6. Emisie do ovzdušia

Zhrnutie emisií do ovzdušia zo sulfátovej celulózky ukazuje Obrázok 3.23.



Obrázok 3.23: Emisie do ovzdušia zo sulfátových celulózok

Emisie do ovzdušia zo závodu na výrobu sulfátovej buničiny pochádzajú zo skladu štiepky, fermentora, práčky buničiny, bieliarne, chemickej prípravy bieliacej látky, chemickej recyklácie, odparky, kotla na kôru alebo iných pomocných kotlov, Regeneračného kotla, prípravy bieleho lúhu, vápennej pece, nádrží a sušičky buničiny (len komerčná buničina). Pozostáva predovšetkým zo zlúčenín obsahujúcich síru, napríklad oxid siričitý, a zapáchajúcich látok (pachových zlúčenín) redukovanej síry, napríklad metylmerkaptán, dimetylsulfid a sírový vodík. Tieto zložky sa bežne označujú ako celková redukovaná síra (TRS). Pri výfuku z kotla sa uvoľňujú aj oxidy dusíka, prach a CO. Zlúčeniny chlóru môžu uniknúť do ovzdušia z bieliarní a závodov na prípravu bieliacich chemikálií. Prchavé organické látky/zlúčeniny (VOC), najmä terpény, sa uvoľňujú do ovzdušia z drevnej štiepky uskladnenej v skladoch mimo vlastného výrobného procesu (vonku). Emisie VOC zo skladovaných drevných štiepok sa okrem iných faktorov líšia v závislosti od doby skladovania štiepok, teploty a druhu dreva. Hlavné zdroje emisií do ovzdušia sú podrobnejšie opísané v týchto kapitolách.

3.2.2.6.1 Emisie do ovzdušia z regeneračného kotla s čiernym výluhom

Regeneračný kotel na pálenie čierneho lúhu je predovšetkým zdrojom emisií do ovzdušia v sulfátovej celulózke. Emisie zahŕňajú oxidy dusíka, prach (najmä síran sodný a uhličitan sodný), oxid uhoľnatý, oxid siričitý a menšie úrovne zapáchajúcich zlúčenín (sulfán, tiež sírových).

Regeneračný kotel sa plní zahusteným čiernym lúhom, vedľajším produktom procesu výroby sulfátovej buničiny, ktorý obsahuje cenné varné chemikálie (Na a S). Tabuľka 3.12 obsahuje analýzy prvkov v čiernych výluhoch na príklade dvoch celulózok [207, T.Tamminen a kol. 2002].

Tabuľka 3.12 Analýza dvoch čiernych výluhov z ihličnatého dreva z fínskych sulfátových celulózok

Parameter	Kotol A	Kotol B
sušiny %	71,0	79,0
Analýza sušiny		
C %	31,8	31,0
H %	3,3	3,1
N %	0,067	0,056
Na %	20,8	20,6
K %	2,4	2,8
S %	6,1	6,3
Cl %	0,4	0,2
HHV (teplo spaľovania) kalorimetricky v MJ/kg	12,65	12,67

Hlavným účelom kotla na regeneráciu čierneho lúhu je získať cenné chemikálie na výrobu buničiny a vyrábať energiu z organických zvyškov obsahujúcich čierny lúh. Použité chemikálie na varenie sa zhodnocujú vo forme anorganickej taveniny. V súčasnosti (2013) je v mnohých sulfátových celulózokach podiel anorganických chemikálií v sušine čierneho výluhu 45 - 50 %. Rozpustené organické látky tvoria približne jednu tretinu sušiny v čiernom výluhu. Po odparovaní obsahuje čierny výluh (silný výluh) približne 70 - 85 % sušiny (70 - 75 % v prípade eukalyptovej buničiny). Účelom odparovania je dosiahnutie vysokého obsahu sušiny (DS) v zahustenom čiernom lúhu, ktorý sa privádza do regeneračného kotla na výrobu väčšieho množstva pary.

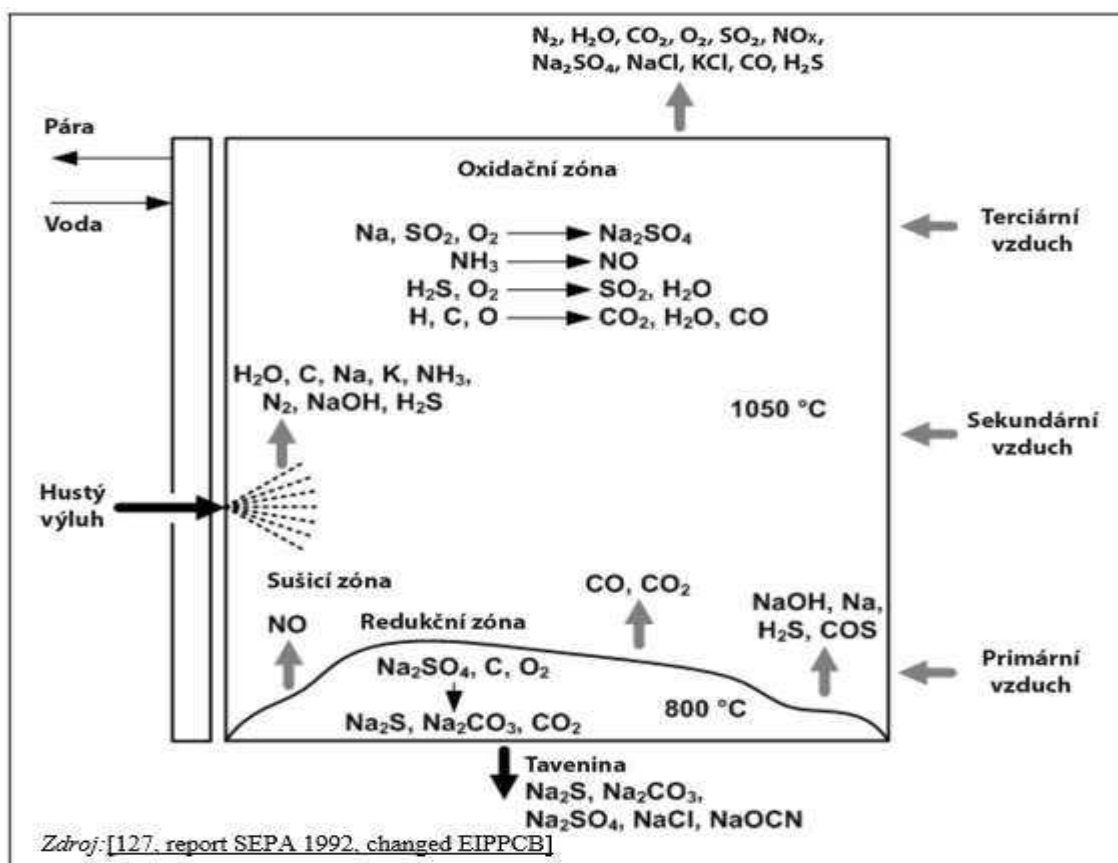
Typické emisie do ovzdušia z regeneračných kotlov sú uvedené v tabuľke 1. 3.13. V závislosti od prebytku O₂/vzduchu a rozpustenej sušiny/ADt je prietok plynu zvyčajne 6 000 - 9 000 Nm³/ADt (suchý plyn), zatiaľ čo výroba technologickej pary je približne 13 GJ/ADt až 18 GJ/ADt.

Tabuľka 3.13 Špecifické priemerné ročné emisie z kotlov na regeneráciu čierneho výluhu a rozsahy úrovni emisií

Oxid siričitý (ako S)		
Kolíšavý obsah sušiny v čiernom výluhu, so skrubovým plynom alebo bez plynového skrubera	1-100 < 0,002-0,65	mg/Nm ³ ADt
Sírových alebo celková redukovaná síra (TRS ako S)		
Ročný priemer (TRS ako S)	0-50	mg/Nm ³
Ročný priemer (TRS ako S)	< 0,0007-0,4	ADt
Dočasne	vyššie	
Oxidy dusíka (ako NO₂)		
Použiť len primárne merania	120-250 < 0,73-2,0	mg/Nm ³ ADt
Látky (prach)		
Po elektrostatickom odľučovači	5-190 0,02-1,6	mg/Nm ³ ADt
<i>Zdroj: Dotazník vydaný EIPPCB vo februári 2011 [33, COM 2011]; pre úrovne koncentrácie: štandardizované referenčné hodnoty O₂ 6 %.</i>		

Hlavné princípy a prevádzkové premenné, ktoré ovplyvňujú emisie z kotla na regeneráciu čierneho lúhu, sú opísané priamo s cieľom vysvetliť zložitosť prevencie znečistenia v tomto zariadení.

Na obrázku 3.24 sú znázornené niektoré základné anorganické reakcie v regeneračnom kotle a tiež miesto, kde v kotle tieto reakcie prebiehajú. V regeneračných kotloch je oxidačná zóna v hornej časti a redukčná zóna v dolnej časti. Silný výluh sa privádza cez jednu alebo niekoľko dýz do redukčnej zóny. Spaľovací vzduch sa zvyčajne privádza na troch rôznych úrovniach ako primárny, sekundárny a terciárny vzduch (zdola nahor). V moderných kotloch sú viac ako tri úrovne (kvartérny vzduch). Uvádza sa aj typická teplota.



Obrázok 3.24: Predovšetkým chemické reakcie v regeneračnom kotle

Tvorba prachu (90-95 %) v spalínach je spôsobená kappami čierneho lúhu pri rozprašovaní lúhu a len 5 % sa uvoľňuje z hromady (lôžka) taveniny. [207, T.Tamminen a kol. 2002]. Tavenina pozostáva predovšetkým zo sulfidu sodného (Na_2S) a uhličitanu sodného (Na_2CO_3). Tvorba sa vyskytuje na dne kotla. Pri redukcii síry na sulfid vzniká v tavenine možná aj určitá množina sírových plynov (sulfátu). Pri nedostatočnom prívode vzduchu alebo pri nedokonalom premiešaní vzduchu v kotle môže spolu so spalínami uniknúť malé množstvo sírových látok/sulfátu. Dočasné vysoké emisie sírových látok/sulfátu z taveniny sa môžu vyskytnúť v dôsledku porúch spôsobených uvoľňovaním usadenín suchej hmoty zo stien kotla do taveniny. V oxidačnej časti kotla sa síra oxiduje na oxid siričitý, s ktorým v plynnej fáze reaguje sodík pri tvorbe síranu sodného. Vyšší obsah sušiny vedie k vyššej teplote kotla, a tým k vyšším emisiám sírových látok a vyšším emisiám sodíka. Vyššie emisie sodíka znamenajú, že viac síry sa viaže ako síran sodný, čím sa znižuje emisia oxidu siričitého.

SO₂

SO₂ Vznikajú najmä z Oxidu H₂S a karbonylsulfidu (COS) v vyššej časti kotla. Zdrojom plyných zlúčenín síry je palivo, t. j. čierny lúh (pozri tabuľku 3.12) a síra v ďalších prúdoch spaľovania, ako sú plyny NCG a olej. Všeobecne sú emisie síry z regeneračného kotla ovplyvnené teplotou v jednotlivých zónach, ktorá je ovplyvnená obsahom sušiny (výhrevnosťou) hustého čierneho lúhu, pomerom síry a sodíka (S/Na₂) vo výluhu (sulfatidita), prívod (množstvo prebytočného vzduchu a teplota primárneho vzduchu) a distribúcia spaľovacieho vzduchu, distribúcia čierneho lúhu v priestore kotla a zaťaženie peci.

Zníženie emisií SO₂ z regeneračného kotla sú v prípadoch niektoré zariadenia vybavené práčkou spalín pracujúcou pri pH 6-7. Hodnota pH sa reguluje pridaním hydroxidu sodného (NaOH), slabého lúhu alebo oxidovaného bieleho lúhu do pracieho lúhu v práčke. Vyššie pH by zabezpečilo odstránenie sírových látok,

ale absorboval by uhličitanu, ktorý by rýchlo neutralizoval alkalické látky. Prebytočný lúh z pračky sa recykluje do procesu, zvyčajne na výrobu bieleho lúhu.

Emisie TRS

Celkové emisie redukovanej síry (TRS) z regeneračného kotla sú ovplyvnené obsahom sušiny, zaťažením pece a súvisiacou teplotou pece a rozložením vzduchu, ktoré ovplyvňuje chemické zloženie síry.

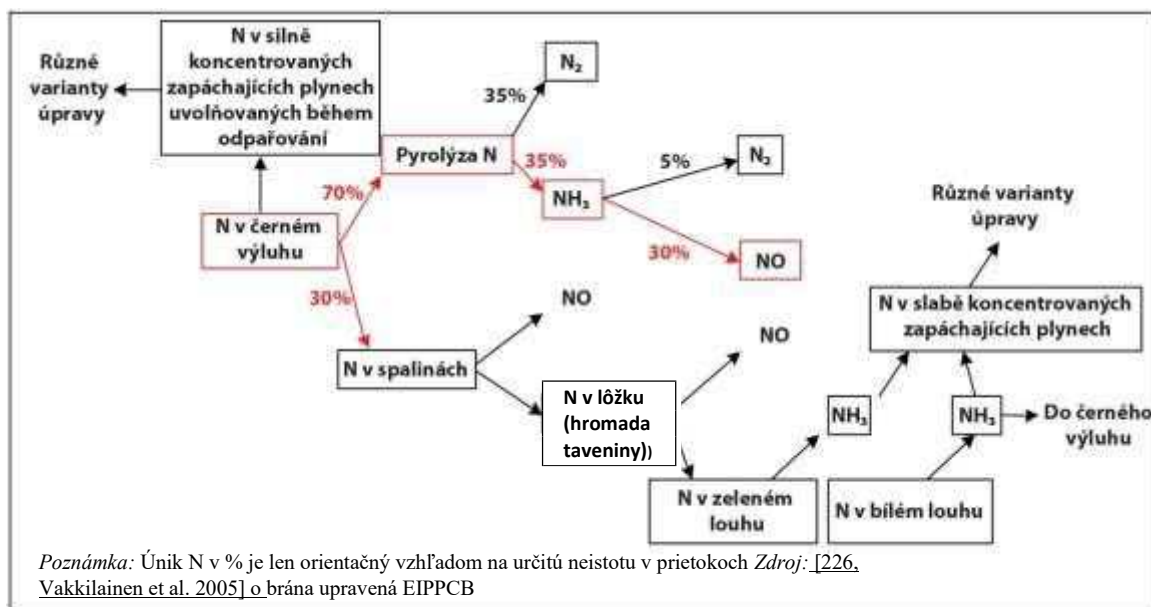
Emisie TRS z regeneračných kotlov sú veľmi nízke alebo dokonca nulové (v prípade kotlov s veľmi vysokým obsahom sušiny), keď kotol pracuje v ustálenom stave. Počas roka však možná dochádza k niekoľkým emisným špičkám.

Tvorba a emisie NO_x

Emisie oxidov dusíka (NO_x) z celulózky sú najmä v forme oxidu dusnatého (NO). Oxid dusnatý (NO) reaguje so vzdušným kyslíkom za vzniku oxidu dusičitého (NO₂). Nový z regeneračného kotla zodpovedá 65-85 % celkových emisií zo sulfátovej celulózky. Všeobecne existujú pomerne veľké rozdiely v zaznamenaných hodnotách NO_x ($\Delta \sim 1,0 \text{ kg NO}_2/\text{ADt}$), pozri tiež obrázok 3.60 a Obrázok 3.61.

Predovšetkým príčinou vzniku NO_x sú emisie dusíka z čierneho lúhu a podmienky pálenia, čo je možné vysvetliť rozdielmi v pozorovaných emisiách. Drevom obsahujúcim 0,05-0,15 hm. % dusík [226, Vakkilainen et al. 2005]. Medzi predovšetkým hlavné formy dusíka v čiernom výluhu patria pyrrol, pyridín a aminokyselina. Rôzne druhy dreva obsahujú dusík v rôznych formách. Pribeh varenia na báze bielennej zmesi končí väčšina dusíka v čiernom výluhu. Zdá sa, že rozpúšťanie zložiek obsahujúcich dusík prebieha ľahko počas prvých fáz varenia. Z buničiny odchádza len veľmi malé množstvo dusíka. Amoniak a iné prchavé kondenzáty v čiernom výluhu sa počas odparovania väčšinou odparia a skončia v metanole a Neskondenzovateľných zápachajúcich plynoch (NCG).

Na obrázku 3.25 sú znázornené reakcie dusíka z čierneho výluhu pri jeho vstupe do regeneračného kotla. Ako je uvedené, približne dve tretiny dusíka v čiernom výluhu sa uvoľňujú do ovzdušia za vzniku sekundárneho amoniaku alebo N₂. Zvyšky zostávajú v hromade (lôžku) taveniny a opúšťajú regeneračný kotol spolu s taveninou, pravdepodobne ako kyanát sodný (NaCNO).



Obrázok 3.25: Zjednodušené reakcie dusíka vystupujúceho z čierneho výluhu

V laboratórnych podmienkach sa merali upravené hodnoty (pomery) chemickej premeny. Podiel dusíka premeneného na NO sa v prípade čierneho výluhu pohyboval medzi 15 % a 30 % (čo je menej ako podiely uvedené na obrázku 3.25, ktorý je príkladom znázorňujúcim hornú hranicu rozsahu, kde sa približne 30 % dusíka v čiernom výluhu oxidu na NO_x) z rôznych druhov dreva, metód varenia a úrovni sušiny. 50 % až 70 % sa premenilo na N₂, približne 20 % skončilo v tavenine. Väčšina NO teda vzniká v priebehu pyrolýzy kvapiek lúhu, ktoré sú rozprašované rôznymi dýzami čierneho lúhu do kotla (uvoľňovanie za letu).

Tvorba NO v hromade (lôžku) taveniny je menej dôležitá a táto časť dusíka zvyčajne končí v tavenine (tavenina s N). V rozpúšťacej nádrži prechádza dusík z kyanatanu obsahujúcich v tavenine spolu s ostatnými soľami z taveniny do zeleného lúhu. V zelenom lúhu sa dusík postupne mení z kyanatanu na amoniak alkalickéj hydrolyzou [225, Hupa 2005]. Amoniak vznikajúci v zelenom lúhu a tiež v bielom lúhu má možnosť čiastočného odparovania do zriedených zápachajúcich plynov. Ďalšia časť amoniaku sa recykluje ako súčasť bieleho lúhu späť do varného lúhu, z ktorého sa nakoniec kvantitatívne oddelí v odparke. Odtiaľ prechádza do koncentrovaných zápachajúcich plynov a metanolu.

Celkové emisie zlúčenín dusíka z celulózky sú teda závislé od kontroly NO_x z regeneračného kotla a tiež na tom, ako sa priebehu chemickej regenerácie spracúvajú toky amoniaku v tavenine (premývanie a budúce spracovanie emisií vysoko a slabo koncentrovaných zápachajúcich plynov a metanolu).

Dusík sa do celulózky privádza najmä s drevnou štiepkou. Ďalšími zdrojmi dusíka sú odpeňovače, prostriedky proti usadzovaniu, chelačné (komplexotvorné) činidlá atď. Keďže obsah dusíka v čiernom výluhu významne ovplyvňuje tvorbu NO₂, dodávatelia zaručujú výkonnosť regeneračného kotla v závislosti od obsahu N v čiernom lúhu. To ilustruje tento reálny príklad. V celulózke na výrobu bielennej komerčnej sulfátovej buničiny z ihličnatého dreva vo Švédsku bol v roku 2006 uvedený do prevádzky nový regeneračný kotol s vertikálnym systémom cirkulácie vzduchu. Dodávateľ poskytol tieto NO_x ktoré sa vzťahujú na 3 % O₂ ako funkciu obsahu N v čiernom výluhu:

- pri 0,07 % dusíka v čiernom výluhu: 50 ppm alebo 105 mg NO₂/Nm³
- pri 0,11 % dusíka v čiernom výluhu: 85 ppm alebo 178 mg NO₂/Nm³.

Na komplexné posúdenie spolu s množstvom NO_x z celulózky sa musí zohľadniť obsah dusíka v rôznych palivách (čierny lúh, silne alebo slabo koncentrované zápachajúce plyny, metanol, terpentín, mydlo), pretože časť dusíka z čierneho lúhu sa počas spracovania prenáša do týchto prúdov, ktoré sa potom v niektorých prípadoch môžu vrátiť do regeneračného kotla alebo sa spaľujú vo vápennej peci alebo v samostatnej peci na pálenie silne koncentrovaných plynov.

Treba však mať na pamäti, že rozdiely medzi obsahom dusíka v drevných surovinách predstavujú približne 90 % celkového dusíka vstupujúceho do procesov pálenia v sulfátových celulózkach a že vplyv rozdielov medzi zariadeniami vzhľadom na vnútorný obeh zápachajúcich plynov (alebo metanolu) predstavuje len približne 10 % celkového množstva dusíkatých zlúčenín privádzaných do hlavných prevádzkových jednotiek (Regeneračný kotol, vápenná pec, spaľovňa TRS). Bolo zistené, že emisiám NO z regeneračného kotla možno v zásade predísť tým, že sa zápachajúce plyny (pachové emisie) dopraví na správne miesto v spaľovacej komore kotla správnym spôsobom [225, Hupa 2005].

Dôležité je aj to, koľko organických látok obsahujúcich N sa podieľa na pálení v regeneračnom kotli na tonu buničiny. Bielená buničina a druhy drevín, ktoré možno variť a bieliť pri vyšších výťažkoch (napr. ihličnatá/eukalyptová buničina), produkujú menej organických látok na pálenie v regeneračnom kotle, a preto môžu vyskytnúť nižšie špecifické hodnoty NO_x. Tieto aspekty by sa mali zohľadniť pri porovnávaní špecifických hodnôt NO_x medzi prevádzkami.

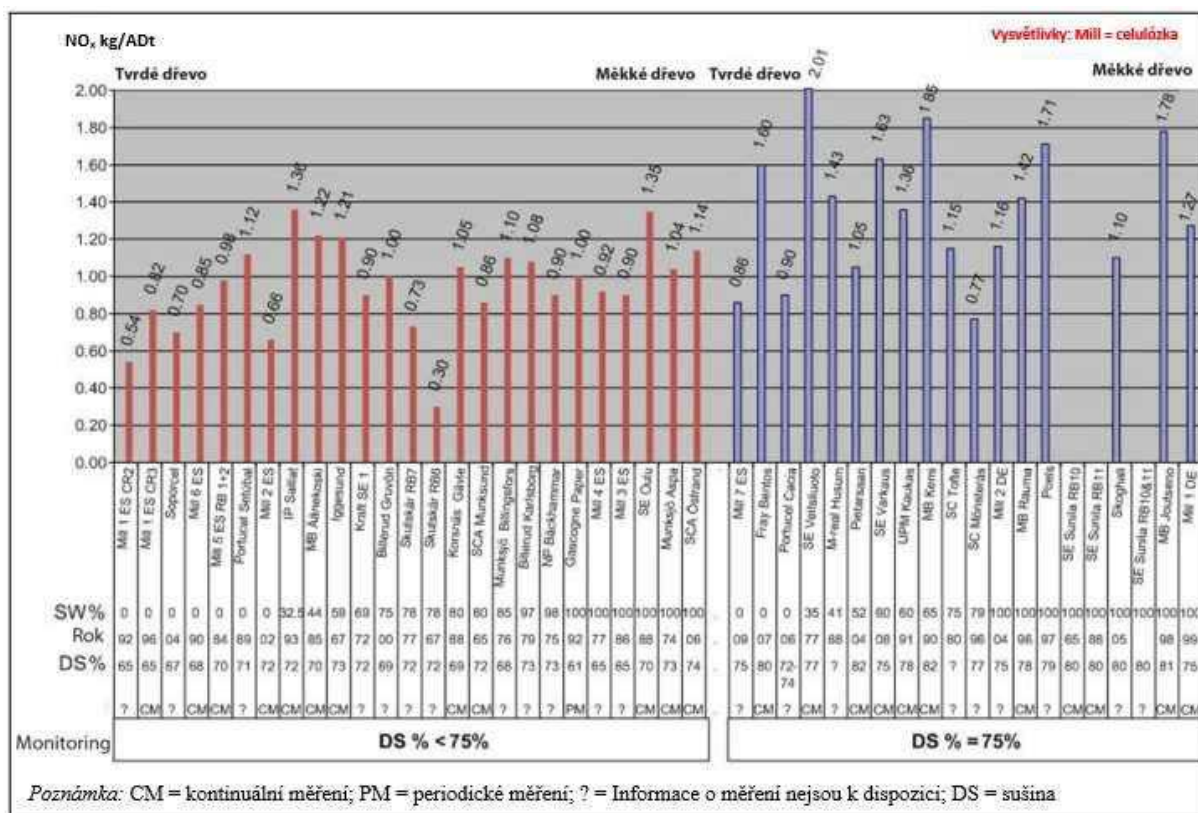
Testy závodu ukázali, že [207, T.Tamminen a kol. 2002] 1 inverzný vzťah medzi NO_x a vstupom dusíka do sušín čierneho výluhu (BLS). Zaťaženie kotla má preto vplyv aj na NO_x. Premena dusíka z čierneho výluhu na NO_x v spalínach predstavuje 25 - 30 % celkového dusíka v BLS. Tento výsledok je v súlade s inými zisteniami, podľa ktorých celková tvorba NO zodpovedá približne jednej tretine dusíka z čierneho výluhu (hrubé výpočty).

Teplný NO_x je menšou súčasťou emisií NO_x produkovaných v regeneračnom kotle, pretože teploty

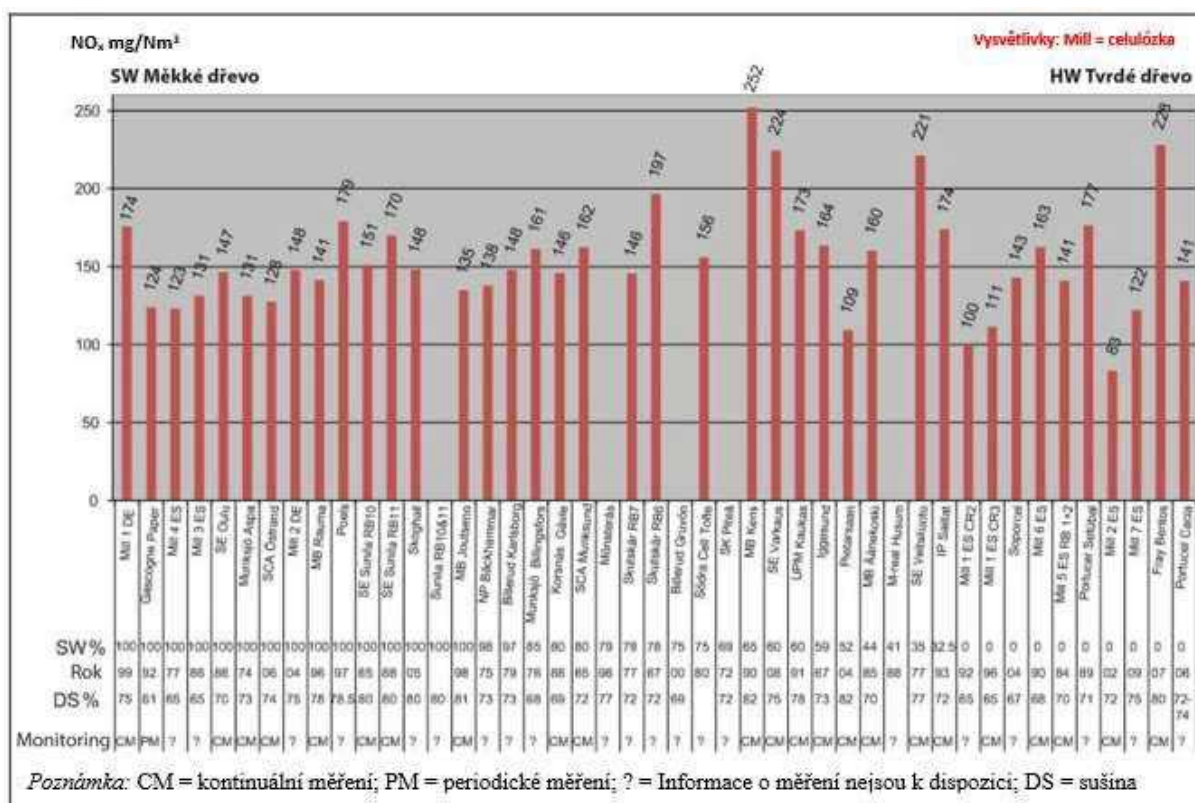
v regeneračnej peci sú príliš nízke na to, aby boli významným zdrojom tepelného NO_x. Tvorba NO_x na MJ vstupného čierneho výluhu je zvyčajne nízka aj z dôvodu relatívne nízkej koncentrácie kyslíka potrebnej na efektívnu chemickú regeneráciu.

Znižuje množstvo NO_x možné je zvyčajne dosiahnuť úpravou systému prívodu vzduchu a optimalizáciou podmienok spaľovania (distribúcia vzduchu, prebytok O₂, dodatočné regulátory vzduchu, pozri kapitolu 3.3.18).

Priemerné ročné emisie (zaťaženie a koncentrácia) sú znázornené na obrázku 3.26 a na obrázku 3.27.



Obrázok 3.26: Žiadne zaťaženie_x z regeneračných kotlov v sulfátových celulóžkach

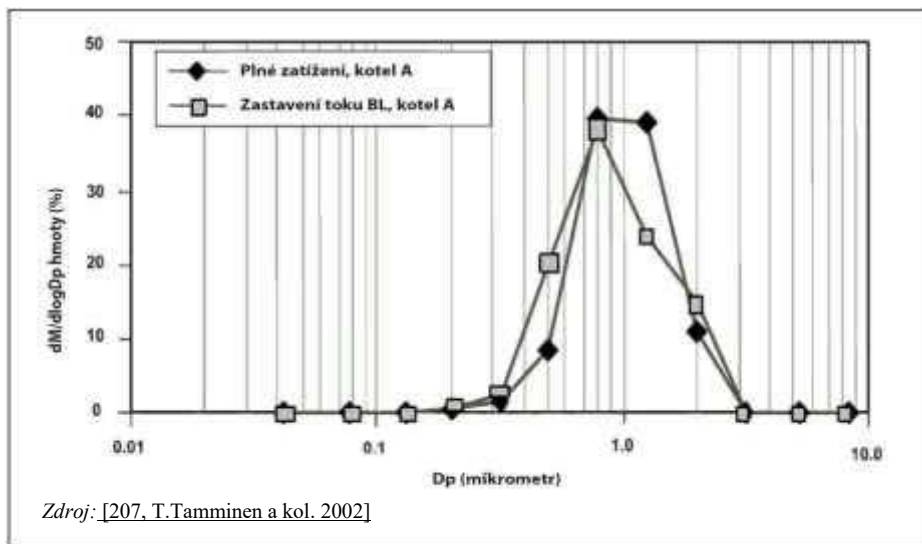
Obrázok 3.27: Úroveň NO_x z regeneračných kotlov v sulfátových celulózkach

Emisie prachu

Prach vzniká najmä pri pálení kvapiek čierneho ľúhu, ktoré sú za letu rozprašované do spaľovacej komory Regeneračného kotla. Z povrchu hromady taveniny (lôžka) sa odparí len malá časť pary (približne 5 - 10 %). Čím viac kvapiek výluhu sa privádza do spaľovacej komory kotla, tým viac prachu vzniká. Pri plnom zaťažení sa v spalínach môže vyskytnúť množstvo spalín v hodnote 6-8 hm. % sušiny čierneho výluhu (t. j. 60-80 g prachu/kg BLS). Pred vstupom plynov do elektrostatických odlučovačov sa prach skladá najmä zo submikrónových pár [212, T.Tamminen a kol. 2002].

Výsledky analýzy zmesi prachu, ktorá vznikla pri pálení dvoch čiernych ľúhov ihličnatého dreva opísaných v tabuľke 3.12, ukázali, že v dyme sa uvoľnilo približne 6 - 9 % vstupného sodíka (Na) a 11 - 15 % vstupného draslíka (K). Prach obsahuje najmä síran sodný (Na₂SO₄). Úroveň uhličitanov v prachu je zvyčajne zanedbateľná alebo nižšia ako 10 hm. %. Obsahuje aj nízke úrovne draslíka a chloridov, ktoré jsou možné pro vznik chloridu draselného (KCl).

Obrázok 3.28 ukazuje, že väčšinu prachu prúdiaceho z elektrostatických odlučovačov (ESP) tvorí jemný prach, t. j. < 2,5 µm. "Dp" je priemer častí mikrometrových rozmerov. Z grafu tiež vyplýva, že veľkosť častíc sa znižovaním zaťaženia kotla mení menej. Je to naznačené riadkom označeným „zastavenie prietoku BL, kotol A“, ktorý zobrazuje rozdelenie veľkosti častíc počas úplného prerušenia prietoku čierneho výluhu (BL) v kotle A. Riadok označený „plné zaťaženie“ zobrazuje rozdelenie veľkosti častíc pri plnom zaťažení.



Obrázok 3.28: Příklad rozdělení velikosti prachových částic z regeneračných kotlov počas meraní prietoku z elektrostatických odľučovačov

V literatúre [85, P.Mikkanen 2000] sa uvádza, že 66 % úrovne nameranej koncentrácie častíc na výstupe z regeneračného kotla (pred ESP) bolo menších ako 3 μm a 34 % bolo väčších ako 3 μm . V literatúre [84, T.Lind a kol. 2006] je uvedené meranie dvoch kotlov, kde 0-32 % prachu na výstupe z ESP bolo väčších ako 4 μm .

Všetky regeneračné kotly sú vybavené elektrostatickým odľučovačom, ktorý znižuje množstvo prachu (predovšetkým Na_2SO_4) zo spalín. Prach sa vracia späť do pece primiešaním do čierneho výluhu. Okrem toho sú regeneračné kotly často vybavené skrubrom plynu na rekuperáciu síry alebo tepla, prípadne oboch.

Priemer ročných emisií prachu z regeneračného kotla je vyšší a pohybuje sa od 5 mg prachu/ Nm^3 až 190 mg prachu/ Nm^3 (pri 6 % O_2). Emisie prachu možno znížiť inštaláciou elektrostatických odľučovačov, ktoré sú predimenzované na to, aby sa dosiahli nízke úrovne prašnosti, správnu kontrolou procesov a údržbou ESP alebo dodatočným použitím techniky na odstraňovanie plynov.

CO

Emisie oxidu uhoľnatého (CO) sú zvyčajne spôsobené vstupom organických zložiek prostredníctvom čierneho výluhu. Priebeh pálenia sa premieňajú na CO_2 a v menšej miere na CO. Emisie CO môžu byť dôsledkom zlého pálenia alebo nevhodných podmienok pálenia. Úroveň CO a organicky viazaného uhlíka v plyne je referenčnou hodnotou pre rýchlosť vyhorenia paliva. V regeneračných kotloch môže byť úroveň CO v rozmedzí 10 mg CO/ Nm^3 až 100 mg CO/ Nm^3 ako ročná priemerná hodnota, pričom je možné, že niekoľko zariadení vykazuje vyššie hodnoty. Mnohé zariadenia prevádzkujú regeneračný kotol s obsahom kyslíka od 3 % do 6 %.

Znižovanie emisií NO_x možno v nasledujúcom období pozorovať vyššie hodnoty CO pri zachovaní nízkeho obsahu kyslíka pri pálení (napr. 1,5 % O_2). Nízky obsah kyslíka zvyčajne zhoduje s miernym poklesom NO_x a zvýšením emisií CO. Vysoké hodnoty CO však predstavujú bezpečnostný problém a slúžia aj na koróziu stien kotla. Na dosiahnutie optimálneho stavu prevádzky, ktorým je rovnováha CO a NO_x je potrebné presné riadenie procesu.

Ostatné parametre

Okrem predovšetkým emisií by mohli byť zaujímavé aj ďalšie parametre. Merania však ukázali, že emisie kovov do ovzdušia sú veľmi nízke. Emisie HCl a HF sú tiež veľmi nízke alebo dokonca žiadne. Jedinou problematickou hodnotou by mohol byť TOC (celkový organický uhlík). Spaliny z regeneračného kotla často obsahujú látky organické [226, Vakkilainen et al. 2005]. Emisie TOC sú vyššie ako 20 mg/ Nm^3 .

3.2.2.6.2 Emisie do ovzdušia z vápennej pece

V procese pálenia vápna sa uhličitan vápenatý, ktorý vzniká pri kaustifikácii (pozri obrázok 3.3), tepelne rozkladá späť na oxid vápenatý podľa rovnice $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$. Táto reakcia prebieha v rotačnej peci, kde sa vlhký vápenný kal vysuší, zahreje na reakčnú teplotu, kalcinuje a opäť ochladí. Kalcinačná reakcia sa začína pri 800 °C a teploty na horúcom konci pece až do 1 000 - 1 100 °C sú potrebné na dokončenie reakcie. Chladenie prebieha vzduchom vo výmenníkoch tepla. Prietok plynu v peci na pálenie je približne 1 000 Nm³/t buničiny (suchý plyn) a spotreba energie je vyššia 1,5 - 1,8 GJ/t buničiny, ak sa do týchto hodnôt započíta aj nakúpené nehasené vápno.

Hlavnými emisiami do ovzdušia z pece na pálenie vápna sú oxid siričitý, oxidy dusíka, redukované zlúčeniny síry (TRS), oxid uhoľnatý (CO) a pevné častice. V niektorých prípadoch sú dôležité aj emisie prchavých organických zlúčenín (VOC). Pre špecifické emisie a úrovne (pri 6 % O₂) oxidu siričitého, celkovej redukovanej síry, oxidov dusíka (ako NO₂) a prachu pozri obrázok 3.72 a obrázok 3.73 (pre SO₂ a TRS), obrázok 3.76 a obrázok 3.77 (pre NO_x ako NO₂), obrázok 3.80 a obrázok 3.81 (pre prach).

SO₂

Oxid siričitý (SO₂) Tvorba sa vyskytuje pri pálení paliva vo vápennej peci, ak palivo obsahuje zlúčeniny síry. Vplyv síry vstupujúcej do procesu pálenia s vápenným kalom nie je rozsiahly.

SO₂ sú výrazne vyššie, ak sa v peci bez čističky plynov spaľujú neskondenzovateľné plyny alebo metanol.

Minimalizácia emisií SO₂ možné je použiť buď palivá s nízkym obsahom síry, alebo pri pálení zápachajúcich Neskondenzovateľných plynov (NCG) v vápenke sa môžu zlúčeniny síry z odpadových plynov z vápenky čistiť. Typické celkové emisie S z vápenných pecí sa pohybujú od desiatok do niekoľkých stoviek mg/Nm³ pri spaľovaní s NCG a 10-30 mg/Nm³ keď sa NCG nespáľuje.

Alkalická práčka môže odstrániť SO₂ zo spalín pálenia v jednom alebo dvoch úrovniach premývacích procesov. Prichádzajúce S₂ určuje počet rozprašovacích trysiek v práčke a dávku alkálií.

Emisie celkovej redukovanej síry (TRS)

Spaliny z vápennej pece môžu obsahovať menšie množstvo sírových látok/sulfátu v dôsledku neúplnej techniky vyprania vápenného kalu. Niektoré zariadenia tiež spaľujú zachytené zápachajúce plyny (emisie zápachu) vo vápenných peciach. Ak je horák správne dimenzovaný a pálenie je správne riadené, emisie TRS z pece sa nezvýšia. Emisie TRS z pece na pálenie vápna predstavujú predovšetkým sírových/sulfán. Úroveň merania H₂S zvyčajne pohybujú medzi hodnotami blízkymi nule a 40 mg/Nm³.

Emisie TRS môžu slúžiť na dva zdroje: Ak palivo obsahuje síru a počas pálenia nie je dostatok vzduchu, môže sa tvoriť oxid uhoľnatý a sírových/sulfán, ktoré unikajú v spalínach. Predovšetkým zdrojom H₂S je zvyškový sulfid sodný (Na₂S) vo vápennom kale pri pálení v peci. Ak Na₂S vstupuje do oddielu sušenia a ohrievania vápennej pece v prítomnosti CO₂ a vody, H₂S podľa reakcie týchto:



Tvorbu sírových látok vo vápennej peci možno regulovať obsahom kyslíka a množstvom sulfidu sodného v kalu vypálenom v peci. Prítomnosť dostatočného množstva prebytočného vzduchu možno zabezpečiť Použitím systému kontroly zvyškového kyslíka. Obsah sulfidu sodného možno kontrolovať vhodným premývaním a filtrovaním vápenného kalu, čím sa zabráni jeho (Na₂S) pri pálení. Pri vhodnej kapacite filtra vápenatého kalu sa cez sediment vápenatého kalu nasáva malé množstvo vzduchu a zvyškové množstvo Na₂S, ktorý zostal na povrchu častíc kalu, sa potom oxiduje na tiosíran sodný, ktorý nespôsobuje žiadne zmeny H₂SO. Ak sa však vyskytnú komplikácie s H₂S, potom je to v mnohých prípadoch spôsobené nízkou kvalitou vápenného kalu z hľadiska obsahu sušiny (zvyčajne viac ako 80 %) a jeho čistoty (nízka

úroveň voľných alkálií). Technickými možnosťami nápravy sú zlepšenie spracovania zeleného lúhu a kalu z premývania vápna alebo nahradenie časti vápna ďalším vápnom.

Emisie prachu

Pevné prachové častice sa skladajú z vápenného prachu a sodíka skondenzovaného z plynnej fázy. Kontrola emisií je možná interne vhodným dizajnom a prevádzkou pece a externe pridaním elektrostatického odľučovača alebo techniky na čistenie plynov.

Elektrostatický odľučovač znižuje koncentráciu častíc na približne $< 20\text{--}50 \text{ mg/Nm}^3$, ale v niektorých prípadoch majú zariadenia aj vyššie emisie. Skutočné emisie pevných častíc sú závislé od dizajnu, prevádzky a údržby ESP. Suchý prach z ESP sa vracia do pece na uzavretých dopravníkoch.

Elektrostatické odľučovače sú efektívne pri znižovaní prachových častíc. Výhodou elektrostatických odľučovačov (ESP) oproti mokrým odľučovačom je, že odstraňujú prach v suchom stave bez potreby čerpadiel, ventilov a súvisiacich zariadení. Nevýhodou je, že ESP neznižuje emisie celkovej redukovanej síry (TRS) alebo SO_2 . Mokré práčky plynov sa používajú na odstraňovanie prachu a absorpciu plynov. Najčastejšie sa používa Venturiho práčka plynov s alkalickým roztokom.

NO_x

NO_x súvisia najmä s dizajnom horáka, obsahom dusíka v palivách a teplotou pálenia. Použitie zápachajúcich Neskondenzovateľných plynov, metanolu a terpentínu zvyšuje množstvo NO_x pálenie, zatiaľ čo Použitie talového oleja ako paliva zvyšuje emisie NO_x sa znižuje.

NO_x sú $150\text{--}500 \text{ mg/Nm}^3$ v závislosti od použitého paliva a použitých opatrení na reguláciu emisií. Pri správnej regulácii plameňa sa vyrovnajú olejovým a plynovým palivám. Pri pálení NCG sa NO_x sú mierne vyššie.

Emisie oxidov dusíka možno regulovať úpravou rozloženia teploty vo vápennej peci (úpravou rozloženia primárneho vzduchu, rozdelením vzduchu pri pálení na primárny, sekundárny a terciárny) bez použitia špeciálneho externého zariadenia na čistenie plynov. Teplota pece ovplyvňuje tvorbu NO_x . Regulácia a nastavenie plameňa (dlhý alebo krátky) tiež ovplyvňuje teplotu spaľovania a NO_x .

V prípade vyšších hodnôt NO_x pri pálení by mohlo byť zvaženo použitie selektívnej nekatalytickej redukcie (SNCR). Žiadosť o SNCR pre pece na pálenie vápna však stále neexistuje.

3.2.2.6.3 Emisie do ovzdušia z parných kotlov alebo zariadení KVET

Kotly na kôru (kotol na kôru) alebo iné paliva

V celulózkach sa kôra veľmi používa v parných kotloch. Okrem kôry je možné v kotloch na kôru alebo iné palivá spaľovať aj biomasa z externých zdrojov (nakupovaná biomasa) a iné paliva. Údaje o emisiách do ovzdušia z uvedených kotlov nájdete v časti 2.6.2.

Energeticky efektívne neintegrované bielené celulóзки na sulfátovú buničinu sú čistými vývozcami biopaliva aj elektrickej energie. Na výrobu pary nepotrebujú kôru a slúžia na jej predaj.

Ostatné parné kotle

V integrovaných celulózkach a papierňach je možné, že prebytočné teplo vyrobené v celulózke nestačí na pokrytie celkových energetických potrieb procesu výroby celulózy a papiera. Dodatočné potrebné teplo sa vyrába v parných kotloch. Emisie z týchto kotlov sú závislé od paliva, palivovej zmesi, nečistôt v palive a techník regulácie emisií, ktoré sa uplatňujú. Väčšina kotlov na pevné palivá sú fluidné kotly, najmä pri spaľovaní náročných zmesných palív s premenlivými vlastnosťami (pozri kapitolu 2.6.1.2.3). Skutočné údaje o emisii pre rôzne druhy pomocných kotlov sú uvedené v oddieli 2.6.2.

3.2.2.6.4 Zapáchajúce plyny

Problém látok (zápachu) bielennej celulózky pochádzajúcich zo sulfitu v bielom lúhu, vodného hydroxidu sodného (NaOH) a sulfitu sodného (Na_2S) pri výrobe buničiny je už dlho problémom životného prostredia a vzťahov s verejnosťou v celulózovo-papierenskom priemysle. Spôsobujú ho najmä zapáchajúce redukované zlúčeniny síry vznikajúce v procese výroby bielennej buničiny alebo celková redukovaná síra (TRS), konkrétne metylmerkaptán (MM), dimetylsulfid (DMS), dimetylsulfid (DMDS) a sírový vodík/sulfán (H_2SO). MM, DMS a DMDS sú predovšetkým prchavé organické zlúčeniny síry a vznikajú v procese buničiny, zatiaľ čo sírových/sulfán vznikajú v nadväzujúcich procesoch, v ktorých sa pH prúdov z celulózky znižuje pod 10. Hoci sa v celulózovo-papierenskom priemysle približne od roku 2000 do roku 2010 dosiahlo výrazné zníženie emisií TRS prostredníctvom moderných techník zberu a zmiernovania zápachu, subjektívne obťažovanie zápachom pri veľmi nízkej úrovni zápachu stále spôsobuje problémy v obciach v okolí celulózky na výrobu sulfátovej buničiny. Okrem toho, vzhľadom na zvýšenú citlivosť ľudského čuchového systému na zlúčeniny síry v dôsledku každodennej variability emisií pachových látok, budú emisie TRS zo sulfátových celulózok vždy citlivou otázkou vo vzťahu k verejnosti a životnému prostrediu.

Prietoky zapáchajúcich plynov sa všeobecne delia na silné (koncentrované) a slabé (zriedené) plyny. Slabo (zriedené) plyny zvyčajne indikujú koncentráciu vápna $< 0,5 \text{ g/Nm}^3$ zatiaľ čo koncentrované alebo silné plyny majú zvyčajne koncentráciu nad 5 g/Nm^3 .

V bielennej celulózke je zavedených dva všeobecné prístupy k zmiernovaniu zápachu: tepelná oxidácia a absorpcia použitím technológií čistenia. Termickú oxidáciu TRS možno dosiahnuť v dvoch krokoch: zachytávaním neskondenzovateľných plynov (NCG) v rôznych únikoch emisií a redukciou zapáchajúcich látok (zapáchajúcich zlúčenín) v NCG prostredníctvom pálenia, aby sa premenili na nezapáchajúce zlúčeniny. Zavedenie absorpcie sa uskutočňuje najmä na účely likvidácie H_2S a MM v zriedenej NCG použitím sprchovej veže a plniacej kolóny.

Koncentrované plyny sa zachytávajú a pália buď vo vápennej peci, v Regeneračnom kotli alebo v špeciálnom horáku. Ak sa používa špeciálny horák, zvyčajne sa pridáva práčka plynov na kontrolu emisií vznikajúcich pri tvorbe SO_2 .

Použitie tepelnej energie je možné, ale tvorba NO je možná, sú vysoké. Nový optimalizáciou podmienok spaľovania je možné znížiť približne o 70 %.

Výhodou pálenia zapáchajúcich emisií (zapáchajúcich látok) vo vápennej peci je, že nie je potrebná žiadna ďalšia špeciálna pec. Okrem toho je možné, aby sa čiastočne absorbovala síra obsahujúca plyn, čím sa znížia emisie oxidu siričitého. Obsah síry v zapáchajúcich plynach však vo všeobecnosti prekračuje absorpčnú kapacitu vápennej pece a vedie k zvýšeniu obsahu SO_2 .

Priemer 15 % paliva použitého vo vápenke môže byť nahradených zapáchajúcim plynom. Kolísanie množstva energie plynu však môže byť pre výrobu vápna sťažujúce. Separácia metanolu z plynov minimalizuje problém kolísavej kvality plynu. Oddelený metanol je potom možné v kvapalnej fáze dodávať do vápennej pece alebo do spaľovne určenej na vypúšťanie zapáchajúcich látok (zapáchajúcich plynov).

V niektorých závodoch sa zriedené plyny zachytávajú a spaľujú v regeneračnom kotli, peci na pálenie vápna alebo sa perú. Pranie je obzvlášť efektívne v prípade H_2SO . Pálenie slabo koncentrovaných plynov v regeneračnom kotli môže ovplyvniť prevádzku kotla a vyžadovať si úpravu. V prípadoch, keď sa v celulózkach spaľujú silne aj slabo koncentrované zapáchajúce plyny, sa ich pálenie vykonáva v regeneračnom kotli.

Počas varenia a Odparovania sa časti zapáchajúcich látok (pachových zlúčenín) prenášajú do kondenzátov. Okrem redukovaných zlúčenín síry obsahujú kondenzáty aj metanol a niektoré ďalšie zlúčeniny, ktoré spotrebúvajú kyslík (zaťaženie BOD). Znečistenej kondenzát sa zbiera a spracúva oddelene, ako je opísané vyššie (pozri časť 3.2.2.4).

Páchnuce plyny a plyny obsahujúce síru (zapáchajúce látky) sú stručne zhrnuté priamo.

Koncentrované zápachajúce plyny (CNCG)

Zapáchajúce plyny (zapáchajúce látky) - často označované ako NSKG - obsahujú plyny uvoľňované v priebehu výroby sulfátovej buničiny a prchavé zlúčeniny, ktoré sú súčasťou dreva. Plyny uvoľňujúce sa v priebehu varenia, spracovania čierneho výluhu a kaustifikácie, t. j. sírových, metylmerkaptán, dimetylsulfid a dimetylsulfid, sú silne zápachajúce zložky, ktoré priamo dodávajú zápachajúcim plynom (zapáchajúcim látkam) ich charakteristickú arómu. Prchavé zlúčeniny, ktoré sú súčasťou drevnej suroviny, t. j. terpentín a metanol, vo svojom čistom stave nezapáchajú, ale absorbujú nečistoty v celulóze veľmi intenzívne v podobe zápachajúcich zložiek (pachových látok).

Koncentrované neskondenzovateľné plyny pochádzajú najmä z fermentora, odparovačov alebo z oddelovania znečistenej vody z kondenzátov. Celkové množstvo síry v koncentrovaných neskondenzovateľných plynach v modernej chemickej celulóze sa pohybuje v rozmedzí 2-5 kg S/ADt a je vo všeobecnosti vyššie pri výrobe buničiny z listnatého dreva ako z mäkkého dreva z dôvodu odlišnej štruktúry lignínu. Množstvo koncentrovaných neskondenzovateľných plynov sa môže z technologických dôvodov značne líšiť. Typické množstvá plynov CNCG zachytených z rôznych zdrojov v chemickej celulóze sú uvedené v Tabuľka 3.14.

Tabuľka 3.14 Množstvo koncentrovaných neskondenzovateľných plynov zachytených z rôznych zdrojov

zdrojov :	kg ADt	Nm ³ ADt
Fúkание v diskontinuálnej dávke	0,4-0,8	5-15
Splynovanie v diskontinuálnej dávke	0,1-0,2	1,0-3,0
Nepretržitá dávka	0,1-0,4	1,0-4,5
Oddelovací stĺpec	0,5-1,0	15-25
Odparovačov	0,4-0,8	1-10
Úprava metanolu	0,5-2,0	1,0-2,0
Tepelná úprava čierneho výluhu	2-3	1,5-3,0
Superkoncentrátor	2-5	1,5-6,0
Celkovo	2-5	3-40
<i>Zdroj: Sanna Hämäläinen, Botnia (Rauma), 2009.</i>		

Zriedené neskondenzovateľné plyny (DNCG)

Tieto plyny sú vylúčené v prchavých emisiách zo sulfátových celulózk. Hoci sú zriedené zápachajúce plyny (zapáchajúce látky) menej koncentrované, ich únik je relevantný a môže predstavovať významnú časť celkových emisií z procesu výroby buničiny. Zriedené nekondenzovateľné plyny sa zachytávajú z nádrží a zariadení na linke na výrobu buničiny (naparovanie triesok, triedenie, pranie buničiny, odzdušňovanie nádrží obsahujúcich čierny lúh), z odparky, z fermentora vysokého oleja a zo zariadenia na kaustikáciu (napr. z rozpúšťáča taveniny). Neskondenzovateľné plyny z tlakových nádrží na lúh by sa mali považovať za koncentrované nekondenzovateľné plyny. Zriedené nekondenzovateľné plyny obsahujú rovnaké zložky ako koncentrované nekondenzovateľné plyny, ale majú toľko zriedeného vzduchu, že ich úroveň sú oveľa nižšie.

V tabuľke 3.15 je uvedené množstvo zriedených Neskondenzovateľných plynov zachytených z rôznych zdrojov sulfátovej celulózy pri 40 °C.

Tabuľka 3.15 Množstvo zriedených neskondenzovateľných plynov zachytených z rôznych zdrojov pri 40 °C

Zdroj bielennej celulózky	kg ADt	Nm ³ ADt
Odchádzajúce plyny z nepretržitej dávky	0,1-0,5	100-400
Odchádzajúce plyny zo "superšarže" ("super diskontinuálnej") dávky (výfukový vzduch, úniky z beztlakových nádrží)	0,1-0,5	150-300
Výfukové plyny zo zariadení na premývanie buničiny	0,05-0,1	100-200
Odchádzajúce plyny z fermentora na talový olej	0,05-0,2	2-3
Odchádzajúce plyny z nádrží, odparovač (nádrže s atmosférickým	0,1-0,4	20-30
Plocha pece na pálenie a skladu kaustifikačnej jednotky	0,01-0,1	5-10
Celkovo	0,1-0,5	300-400
Zdroj: Sanna Hämäläinen, Botnia (Rauma), 2009		

Prietoky nezahrnuté v neskondenzovateľných plynach

Mnohé prietoky z celulózky obsahujú aj vodné pary a vzduch. Príklady prietokov, ktoré sa nepovažujú za významné z hľadiska premývania emisií z dôvodu zanedbateľného obsahu síry, sú uvedené priamo:

- vzduch z vetrania budovy
- vlhké vodné pary z strojov na výrobu celulózy alebo na výrobu papiera/lepenky
- vlhký vzduch z chladiacich veží
- vodná para z povrchu nádrží na úpravu odpadových vôd
- vetranie z kanalizácie
- prečerpávanie pre vývevy

3.2.2.6.5 Emisie VOC

Emisie prchavých organických zlúčenín (VOC) z tohto procesu sa uvádzajú na úrovni približne 0,4 kg/t v prípade ihličnatej buničiny a menej ako 0,1 kg/t v prípade buničiny z listnatého dreva. Rámci sa tiež vytvárajú určité emisie VOC. Napríklad emisie VOC z štiepok sú približne 0,2-0,3 kg/m³ dreva pri výrobe sulfátovej buničiny.

3.2.2.6.6 Zlúčeniny chlóru z bielenia a prípravy bieliacich chemikálií

V celulózkach na bielenie sulfátovej buničiny, ktoré používajú pri výrobe bieliacich chemikálií oxid chlórčitý, sa z bieliarne uvoľňujú do ovzdušia zlúčeniny chlóru a ClO₂. V tabuľke 3.16 sú uvedené niektoré príklady emisií chlóru do ovzdušia z niektorých švédskych závodov na výrobu buničiny a papiera.

Tabuľka 3.16 Príklady povolených a meraných emisií chlóru do ovzdušia z bieliarne a výroby ClO₂ v niektorých prípadoch švédskych celulózok

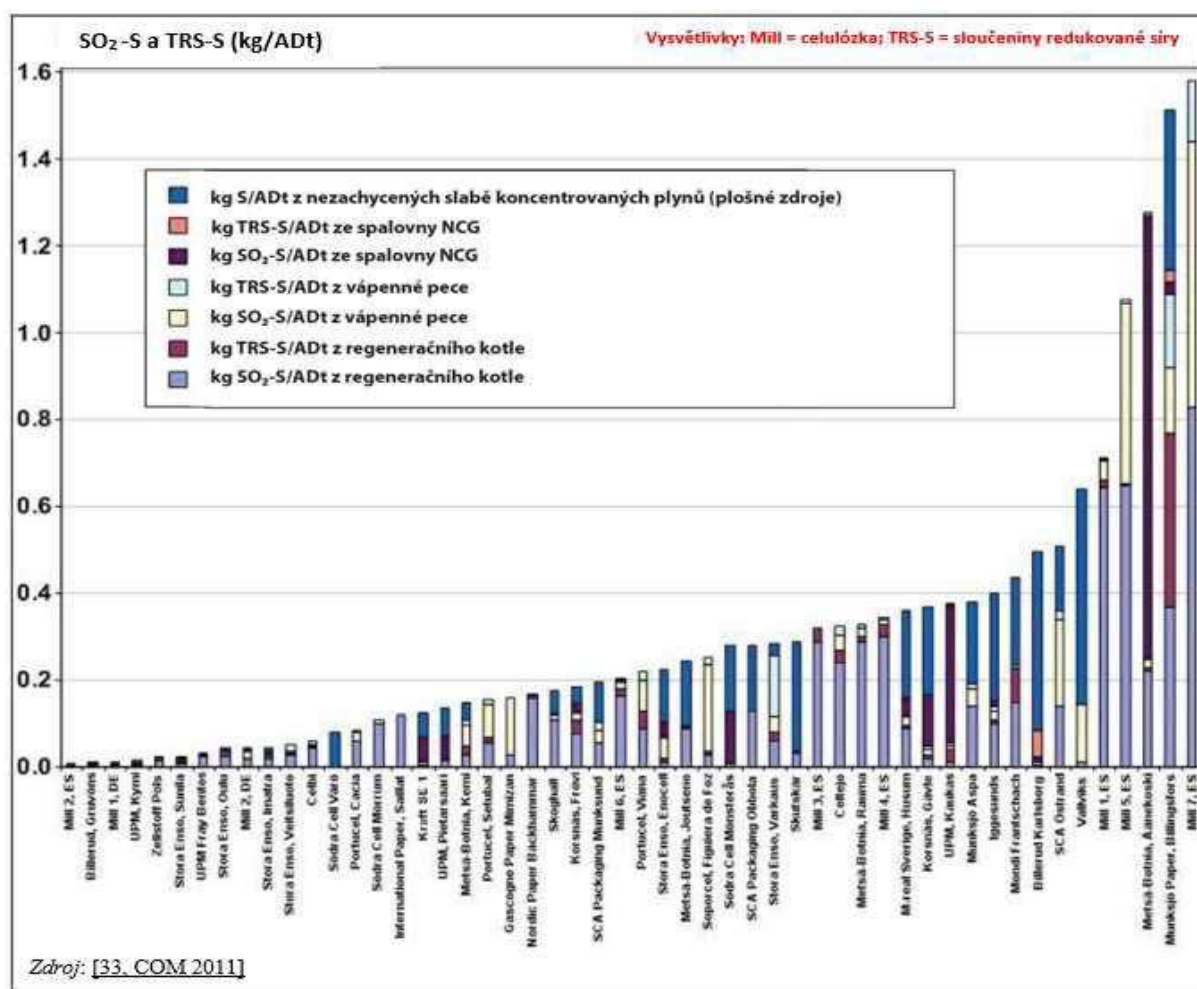
Názov celulózky	Podmienky povolenia (kg aktívneho chlóru/t Bieleného papiera)	Namerané hodnoty v roku 2008 (kg chlóru/t bielennej buničiny)	Poznámky
M-real, Husum	0,1 ako ročný priemer	0,01	6 400 Ročná
Billerud, Skärblacka	0,25	0,15	
Billerud, Gruvön	100 kg/deň (približne 0,1 kg/t Bieleného)	5 kg/deň (približne 0,005 kg/t Bieleného)	
Korsnäs	0,18	0-0,4	4-krát ročne po práčke plynov, 146 t/rok
Skoghall	50 kg/deň za rok (približne 0,11 kg/t Bieleného)	3 000 kg/rok, 8,5 kg/deň (približne 0,02 kg/t Bieleného)	
Zdroj: Švédská agentúra pre ochranu životného prostredia, 2008			

Údaje v tabuľke 3.16 sú uvedené v povinných ročných hláseniach a povoleniach celulózk. Tieto údaje zahŕňajú všetky emisie zo závodu, zvyčajne merané na výstupe z bieliarne a z výroby oxidu chloričitého po premývacích prácach s plynom. Zlúčeniny chlóru (Cl_2 , ClO_2), ktoré sú zistiteľné v priestore prípravy bieliacich chemikálií a vo výparoch z bieliarne, sa merajú diskontinuálne.

3.2.2.6.7 Celkové emisie z procesu

3.2.2.6.7.1. Celkové emisie síry z procesu

Na obrázku 3.29 sú zhrnuté celkové emisie síry ($\text{SO}_2\text{-S}$ a TRS-S) zo všetkých procesov pre všetky európske celulózk, ktoré sa zúčastnili zberu údajov organizovaného EIPPCB. Medzi posudzované bodové zdroje patrí regeneračný kotol, pec na pálenie vápna a špeciálna spaľovňa (horák) NCG. Celkové emisie z procesov nezahŕňajú emisie z pomocných kotlov alebo iných zariadení na výrobu pary a elektriny. Údaje o emisiách uvedené na obrázku 3.29 zahŕňajú všetky prevádzky, ktoré vyplnili dotazník vydaný EIPPCB vo februári 2011.



Obrázok 3.29: Celkové zaťaženie emisiami S (ako kg S/ADt) z hlavných procesov (regeneračný kotol, pec na pálenie vápna, spaľovňa NCG) vrátane nezachytených alebo neupravených slabو koncentrovaných plynov

Je zrejmé, že najvýkonnejšie zariadenia dosiahnu nízke emisie síry zo všetkých potenciálnych zdrojov emisií vrátane plošných zdrojov. Tieto zariadenia našli riešenie, ako zabezpečiť hospodárenie s nízkymi celkovými emisiami S bez toho, aby museli presúvať emisie síry z jedného zdroja emisií na iný.

Zdá sa, že medzi prevádzkami a krajinami v Európe existujú rozdiely, pokiaľ ide o zaznamenávanie emisií nezachytených alebo nespracovaných neskondenzovateľných plynov (NCG). Zaznamenané emisie môžu zahŕňať nezachytené slabo koncentrované plyny (švédske zariadenia) alebo zachytené, ale neupravené slabo koncentrované plyny, ktoré sa v prevádzke vynechávajú a zaznamenávajú samostatne v prípade poruchy systému úpravy plynov (fínske zariadenia).

V moderných závodoch, ktoré používajú účinné systémy zberu, sa fugitívne emisie z takmer všetkých zdrojov vo výrobnom procese zachytávajú a spaľujú a v praxi nedochádza k významným rozptýleným emisiám. Výnimkou sú tie toky, pre ktoré nie je premývanie dôležité vzhľadom na ich zanedbateľný obsah síry, a potom tie toky, ktoré sú dôsledkom krátkodobých porúch systému čistenia plynov, keď je systém likvidácie plynov dočasne odstavený a zachytené plyny NCG sa vypúšťajú bez úpravy cez komín.

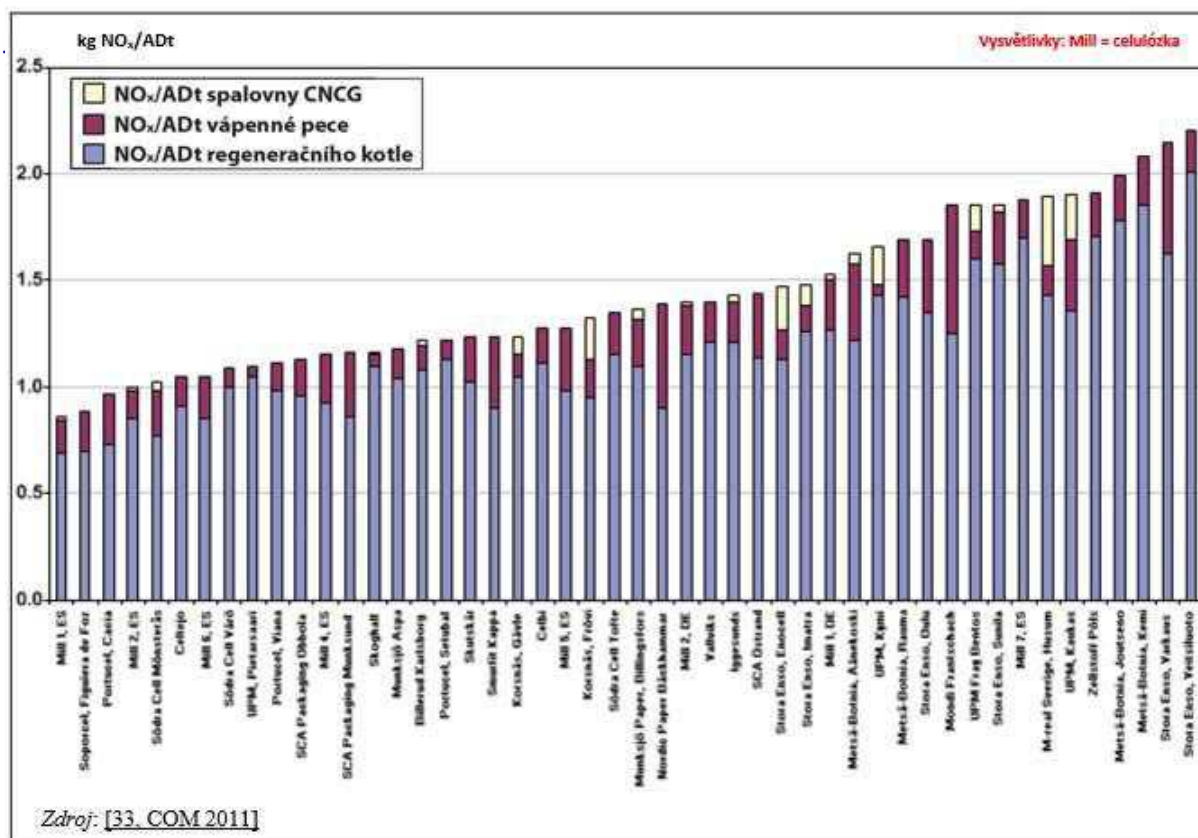
V Európe existujú aj ďalšie celulózky na výrobu sulfátovej buničiny, ktorých systémy zberu a pálenia slabo koncentrovaných plynov sú stále nedostatočné, čo vedie k najvyšším rozptýleným emisiám síry z oblasti celulózky aj za bežných prevádzkových podmienok. Typickými zdrojmi v celulózkach sú priestory nádrží s usporiadaním, ktoré sťažuje zavedenie technologicky a ekonomicky výhodných aplikácií zberu do praxe.

Obrázok 3.29 ukazuje, že bodové zdroje z predovšetkým hlavných procesov (regeneračný kotol, pec na pálenie vápna, špeciálna spaľovňa (horák) na pachové emisie (zapáchajúce plyny)) môžu uvoľňovať nižšie emisie síry ako rozptýlené zdroje. Nezachytené, väčšinou slabo koncentrované plyny NCG a emisie z dočasných odstávok systému odstraňovania zápachu (zapáchajúce plyny) môžu v prípade porúch prispievať vysokým percentom k celkovým emisiám síry z celulózky v dôsledku nízkych emisií síry z bodových zdrojov priebehu bežnej prevádzky.

Nezachytené emisie S sa spravidla nedajú presne zmerať, ale ich hodnoty sú možné aproximovať pomocou rôznych metód, pozri časť 2.2.2.2.6.

3.2.2.6.7.2. Celkové emisie NO_x z hlavných procesov

Na obrázku 3.30 sú zhrnuté hodnoty NO_x zo všetkých procesov v niekoľkých európskych celulózkach, ktoré sa zúčastnili na zbere údajov, ktorý vykonal EIPPCB vo februári 2011. Medzi posudzované bodové zdroje patrí regeneračný kotol, vápenná pec a špeciálna spaľovňa (horák) NCG. Pomocné kotly alebo iné zariadenia na výrobu pary a elektriny nie sú zahrnuté do celkových emisií z procesov.



Obrázok 3.30: Celkové emisie NO_x (ako NO₂/ADt) z predovšetkým hlavných procesov (Regeneračný kotol, vápenatá pec, spaľovňa NCG)

Vyjadrenie hodnôt emisií ako špecifického zaťaženia v kg NO₂ADt

Pri uvádzaní špecifických emisií pre buničinu vyrobenú z rôznych druhov dreva je potrebné zohľadniť, že z toho istého množstva drevom výrobu prípadoch prevádzkach čítať veľmi veľa buničiny ako Výroby (vyšší výnos). V prípade NO_x vedenie k nerovnostiam medzi prevádzkami. Štúdia [226, Vakkilainen et al. 2005] dospeli k záveru, že veľké moderné celulóžky, ktoré používajú rovnakú špecifikovanú úroveň technológie na výrobu buničiny, ale rôzne druhy dreva (trnka/eukalyptus a zmiešané škandinávské drevo), spôsobujú rôzne emisie NO_x. Rámci BAT najlepšie celulóžky, ktoré spracúvajú trnku (eukalyptus), spôsobujú špecifický NO_x približne 0,2 kg NO₂ADt nižšie ako v najlepších porovnateľných severských celulóžkach na ihličnaté drevo, pretože výťažnosť buničiny z ihličnatého (eukalyptového) dreva je vyššia ako zo severského zmiešaného dreva. To treba mať na pamäti pri porovnávaní BAT-AEL (úrovne emisií súvisiace s BAT) vyjadrených ako špecifické zaťaženie (kg znečisťujúcej látky/ADt).

To sa uplatňuje aj pre nebielenú sulfátovú buničinu. Výťažok nebielenej buničiny je vyššia ako výťažok bielenej buničiny, množstvo vyprodukovaného čierneho lúhu a zodpovedajúci tok plynov je nižší, a preto je špecifické emisné zaťaženie na tonu buničiny nižšie ako pri bielenej buničine.

3.2.2.7. Pevný odpad

Pri výrobe sulfátovej buničiny vzniká rôzny podiel tuhého odpadu: anorganické kaly (vápenné kaly, kaly zo zeleného lúhu a žieraviny) z regeneračného procesu, kôra a drevný odpad zo spracovania dreva, kaly z čistenia odpadových vôd (anorganický materiál, vlákna a biologicky upravené kaly), prach z kotlov a pecí, výplň (najmä piesok) zo spracovania dreva a popol a zmiešaný materiál (napr. stavebný materiál). Mnohé organické látky, ktoré by sa mohli považovať za odpadové látky, sú predmetom pálenia s cieľom získať energiu. Zvyčajne ide o odpad z kôry a dreva a zahŕňa aj kal z čističiek odpadových vôd.

Nečistoty z vápna (dregs) a kaustický kal sa oddeľujú od cyklu chemického regenerovania, aby sa udržalo množstvo inertného materiálu a neprocesných chemikálií v cyklu na prijateľnej úrovni, čím sa zabezpečí vysoká rýchlosť reakcie v systéme chemického regenerovania.

Kôra a drevný odpad zo úpravy dreva sa spravidla spaľujú na energetické využitie. Popol z kotla na pálenie kôry (kotla na pálenie kôry) obsahuje živiny dovezené z lesa spolu s drevnou surovinou a tento popol môže byť vhodným hnojivom, ak nie je kontaminovaný napríklad kovmi ako ortuť (Hg), kadmium (Cd) a olovo (Pb), hoci tieto prvky pochádzajú zo samotného dreva. Nevýhodou týchto opatrení by mohlo byť vyplavovanie ťažkých kovov z recyklovaného popola do lesa alebo na poľnohospodársku pôdu.

Kal z čističiek odpadových vôd je predovšetkým jednou z hlavných skupín zvyškového odpadu. Pri primárnom čistení a biologickom čistení metódou aktivovaného kalu vzniká veľké množstvo kalu. Prevzdušňované lagúny produkujú len malé množstvo prebytočného kalu. Pri chemickej flokulačnej reakcii vzniká značné množstvo kalu. Biologické a chemické kaly majú zlé vlastnosti pre odvodnenie.

Kal sa pred odvodnením zvyčajne zahusťuje v kalovom lise, skrutkovom lise alebo vákuovom filtri. Biologický kal z čistenia odpadových vôd sa pred odvodnením často mieša s primárnym kalom a kalom z kôrových kotlov. Na zlepšenie odvodnenia kalu sa používajú anorganické alebo organické chemikálie, ktoré tvoria väčšie vločky. Zmiešaný kal je možné odvodniť na 25-35 % sušiny pomocou kalového lisu a na 40-50 % pomocou skrutkového lisu s použitím pary v fázi predúpravy.

Pri pálení kalu je čistá výroba energie nulová alebo záporná, ak má kal obsah sušiny vyšší ako 40 % a ak kal obsahuje veľké množstvo anorganických látok. Použitím pomocného paliva sa zachovávajú dobré podmienky pálenia, pokiaľ sa kal nemieša s kôrou a iným drevným odpadom. Pálením sa objem odpadu znižuje a anorganické látky zostávajú vo forme popola, ktorý sa zvyčajne odváža na skládku.

Kal z chemického zrážania sa nemôže spaľovať samostatne bez použitia pomocného paliva z dôvodu vysokého obsahu anorganických látok a vody. Preto sa kal často odváža na skládky. Flokulačný kal obsahujúci len syntetické organické polyelektrolyty je vhodný na pálenie.

Dostatočne kvalifikované a porovnateľné údaje o vzniku odpadu sú obmedzené. V tabuľke 3.17 sú uvedené dostupné údaje o rôznych druhoch odpadu, ktoré vznikajú v sulfátovej celulózke.

Tabuľka 3.17 Priemerná tvorba odpadu v sulfátových celulózkach v kg sušiny/ADt

Druhy odpadu	kg sušiny/ADt buničiny
Kal z úpravy odpadových vôd	10
Drevený popol	9 (*)
Ostatný popol	14 (*)
Vlákná	5
Drevný odpad	6
Nečistoty z vápna, štrku a kalu zo zeleného lúhu	10-20
Vápno obohatené o neprocesné zložky	10-20
Nebezpečný odpad	0,2
Celkovo	60-80
<i>Poznámka:</i> "Popol z dreva" je popol a prach zo spaľovania drevnej hmoty (napr. z kotla na kôru). "Ostatný popol" je popol z iných palív ako drevo a čierny výluh, ktoré sa používajú pri výrobe energie. (*) Hodnoty popola/ADt sú vyššie, ak sa ako doplnkové palivo použije dodatočná biomasa z externých zdrojov. "Drevný odpad" zahŕňa kôru, štiepok, piliny, drevené obaly atď. <i>Zdroj:</i> [Finnish BAT report, 1996], so zmenami navrhnutými odborníkmi z technickej pracovnej skupiny (TPS).	

Údaje o tuhom odpade vo švédskych celulózkach (vyjadrené ako sušina alebo DS) sú uvedené priamo.

Zelený lúhový kal, vápenaté nečistoty (dregs) a žieravý kal

Tieto odpady sú často zmiešané a je veľmi vylúčené nájsť pre ne samostatné hodnoty. Celkovo sa množstvá pohybujú v rozmedzí približne 10 až 60 kg/t buničiny, pričom Priemer je približne 30 kg/t buničiny (SEPA 4 869). Zloženie zmesových odpadov sa tiež líši. V správe 4 projektu "Miljö 95/96" sú uvedené údaje pre niekoľko vzoriek. Nasledujúce spriemerované údaje sú vypočítané pre zelený lúhový kal s rôznymi množstvami žieravého kalu.

Tabuľka 3.18 Priemerné zloženie kalu zo zeleného lúhu s rôznym množstvom kaustifikačného kalu

Kaustifikačný kal (%)	sušiny (%)	Popol (%)	Organické látky (%)	NO _{celkovej} g/kg sušiny	P _{celkovej} g/kg DS (sušiny)	SO _{celkovej} g/kg sušiny
< 2	45	62	20	0,4	0,6	23
75	59	62	6,5	< 0,4	2,8	6,3

Čísla sú rozdelené do dvoch skupín: jedna s takmer žiadnym kaustifikačným kalom (< 2 %) a druhá s veľmi veľkým množstvom kaustifikačného kalu (v priemere približne 75 %).

V prípade tých istých vzoriek sú uvedené aj úrovne kovov. V tabuľke 3.19 sú uvedené priemerné hodnoty.

Tabuľka 3.19 Priemerné úrovne koncentrácie kovov v zelenom lúhovom kale s rôznym množstvom kaustifikačného kalu

Kaustifikačný kal (%)	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Nie	Pb	Senior	Zn
< 2	430	16	9,2	75	90	0,07	60	18	330	2 300
75	310	11	5,3	85	96	< 0,10	29	11	290	1 000

Poznámka: Všetky hodnoty sú vyjadrené v mg/kg sušiny (hmotnosť sušiny).

Kal zo zeleného lúhu sa vo Švédsku bežne suší v bubnových filtroch s prírodnou vrstvou žieravého kalu s obsahom sušiny 30-70 %. Ak sa používajú odstredivky, obsah sušiny je 30-70 % (pozri správu 4 Miljö 95/96). Kal sa zvyčajne skládkuje.

Popol, troska, pevné častice (napr. z elektrostatických odlučovačov)

Podľa SEPA 4 869 sa množstvo pre sulfátové celulózy pohybuje medzi 5 a 45 kg/t buničiny.

Odvoz odpadu zo skladov dreva na skládku

Množstvo sa pohybuje od 1 do 20 kg/t buničiny. Tento odpad obsahuje najmä kôru, piesok a kamene (SEPA 4 869).

Triedenie/vlákná

Obmedzené množstvo údajov v dokumente SEPA 4 869 uvádza hodnoty približne od 2 do 20 kg/t buničiny.

Kal z biologickej úpravy

V bielennej celulóze s prevzdušňovanými lagúnami je množstvo kalu veľmi malé, zvyčajne < 1 kg sušiny/t buničiny (zo správy 4). Pri biologickej úprave v zariadeniach s aktivovaným kalom vzniká vyššie množstvo kalu.

3.2.2.8. Hluk

Zariadenia na odkôrňovanie spôsobujú hluk, ktorý je možné regulovať dôkladnou izoláciou budovy, v ktorej prebieha odkôrňovanie. Existuje niekoľko ďalších zdrojov hluku, napríklad štiepanie, ventilátory, motory, komíny a výfuky pary. Nákladné vozidlá a iné vozidlá používané v prevádzke môžu spôsobovať hluk v blízkosti závodu. Ďalšie podrobnosti o hluku pozriete v časti 2.9.13.

3.2.2.9. Emisie do pôdy a podzemných vôd

Ak sa uplatňujú, dodržiavajú a monitorujú vhodné preventívne kontrolné opatrenia na skladovanie chemikálií a manipuláciu s nimi, celulózy a papierne by za normálnych okolností nemali spôsobovať úniky nebezpečných látok do pôdy a vodovodných vôd.

Opatrenia na zabránenie nebezpečným emisiám do pôdy a vodovodných vôd pri skladovaní a manipulácii s chemikáliami alebo po vyradení z prevádzky sú uvedené v časti 2.9.2.3 "Bezpečné skladovanie a manipulácia so základnými chemikáliami a chemickými prísadami" a v časti 8.1.10 "Prevenca rizík znečistenia počas vyradovania z prevádzky".

3.3 Techniky zvažované pri určení BAT

Táto kapitola opisuje techniky (alebo kombinácie techník) a súvisiace monitorovanie, ktoré majú potenciál dosiahnuť vysokú úroveň ochrany životného prostredia pri činnostiach opísaných v tomto dokumente. Opísané techniky budú zahŕňať použitú technológiu, ako aj spôsob, akým je zariadenie navrhnuté, skonštruované, udržiavané, prevádzkované a nakoniec vyradené z prevádzky.

Zahŕňa systémy environmentálneho manažérstva, techniky integrované do procesov a výstupné opatrenia procesov. Zaoberá sa aj predchádzaním vzniku odpadu a nakladaním s ním vrátane postupov minimalizácie odpadu a recyklácie, ako aj technikami, ktoré znižujú spotrebu surovín, vody a energie prostredníctvom optimalizácie použitia a opätovného používania. Opísané BAT zahŕňajú aj opatrenia na prevenciu alebo zníženie environmentálnych následkov havárií a mimoriadnych udalostí, ako aj opatrenia na sanáciu na mieste. Zahŕňajú aj opatrenia prijaté na prevenciu alebo zníženie emisií v iných ako bežných prevádzkových podmienkach (napr. pri nábehoch a odstávkach, únikoch, poruchách, dočasnom prerušení a trvalom zastavení prevádzky).

V prílohe III k smernici je uvedených niekoľko kritérií na určenie BAT a informácie v tejto kapitole sa týkajú uvedených aspektov. Ak je to možné, na zhrnutie informácií o každej technike sa používa štandardná štruktúra uvedená v tabuľke 3.20 s cieľom umožniť porovnanie techník a ich posúdenie na základe vymedzenia BAT v smernici o priemyselných emisiách.

Táto kapitola nemusí nevyhnutne obsahovať vyčerpávajúci zoznam techník, ktoré by sa mohli použiť v tomto sektore. Pri určovaní BAT pre konkrétne zariadenie môžu existovať alebo sa vyvíjať aj iné techniky, ktoré je možné zvážiť.

Tabuľka 3.20: Informácie o všetkých technikách opísaných v tejto kapitole

Nadpisy v kapitolách
Opis
Opis technický
Dosiahnutie environmentálnych prínosov
Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje
Účinky medzi zložkami
Technické kritériá uplatniteľnosti
Ekonomika
Dôvody implementácie
Príklady závodov
Literatúra

3.3.1. Význam druhov dreva pri určení BAT pre sulfátové celulózy

V Európe možno drevo na výrobu sulfátovej buničiny rozdeliť na ihličnaté alebo listnaté a eukalyptus ako špeciálne tvrdé drevo. Druh dreva používaného na výrobu buničiny môže do určitej miery ovplyvniť výnos, použité procesy a techniky, účinnosť procesu a úrovne emisií spojené s BAT.

Sú fabriky, ktoré používajú buď len ihličnaté drevo, alebo len listnaté drevo, iné používajú obidva druhy striedavo na tej istej výrobní linke. Štruktúra výrobného procesu a línii rekuperácie je prispôbená tejto situácii a môže ovplyvniť efektívnosť rôznych procesov (aspoň priebehom prechodného obdobia).

3.3.1.1. Environmentálne otázky súvisiace s výrobou sulfátovej buničiny na báze eukalyptu (blahovičníka)

Použitie eukalyptového dreva je obzvlášť dôležité pri výrobe bielennej buničiny. Šesť závodov v Španielsku vyrába 1,5 milióna ADt bielennej eukalyptovej buničiny ročne a ďalších šesť v Portugalsku 1,83 milióna ADt ročne, čo spolu predstavuje 12 % celkovej výroby sulfátovej buničiny v krajinách zastúpených v CEPI.

Emisie do vody

Najdôležitejšími faktormi z hľadiska emisií do vody z bieliacich celulózok sú stupeň delignifikácie dosiahnutý pred vstupom buničiny do bieliackej časti (číslo kappa), účinná technika prania buničiny, aby sa zabránilo prestupu čierneho lúhu do buničiny, stupeň bielenia, použité bieliace chemikálie a stupeň (čiasťočné) uzavretia vodných okruhov v bieliacom zariadení. Hoci sa tieto techniky zvyčajne výrazne nelíšia, pri porovnaní buničiny na báze eukalyptu s ostatnými buničinami z listnatých a ihličnatých drevín dosiahnutie nižších hodnôt emisií u buničín na báze eukalyptu. Napríklad najlepšie celulózky na výrobu sulfátovej buničiny na báze eukalyptu dosiahnuť emisné zaťaženie CHSK približne 5 kg CHSK/ADt, čo je hodnota, ktorú nedosahujú najlepšie celulózky na výrobu sulfátovej buničiny na báze drevom, ktoré dosiahnuť približne 7,5 kg CHSK/ADt (o 50 % viac). Použitie predĺženého modifikovaného varenia a kyslíkovej delignifikácie pri eukalyptovom dreve vykazuje číslo kappa medzi 10 a 13 pred vstupom buničiny do bieliarne, čo je podobné číslam, ktoré sa vyskytli pri iných druhoch dreva.

Používa sa bežná bieliaca sekvencia D-EOP-D, ktorá môže následne byť doplnená ďalšou s peroxidom vodíka (napr. UPM Fray Bentos: ADt alebo oxid chloričitý (napr. Aracruz: ADt). "A" symbolizuje kyslú hydrolýzu kyselín askorbových (hexurónových) a "D" bieliacu fázu s oxidom chloričitým. Viaceré závody používajú pri bieliacich eukalyptových buničinách stupne na báze ozónu ("Z"), čím sa znižuje obsah ClO_2 , OX (organické viazané halogény) v buničine a AOX v odpadových vodách.

Dosiahnuteľné špecifické organické zaťaženie odpadových vôd vypúšťaných z celulózok na báze eukalyptu pred biologickým čistením je nižšie ako emisie z celulózok na báze ihličnatého dreva. Najlepšie celulózky na báze eukalyptu dosiahnu 15 - 20 kg CHSK/ADt, najlepšie celulózky na báze dreva dosiahnu približne 30 kg CHSK/ADt pred Úpravou. Dá sa to vysvetliť tým, že eukalyptus sa ľahšie poddáva bieleniu a má vyššiu výťažnosť ako druhy drevín zo strednej alebo severnej Európy. Eukalyptus globulus má v porovnaní so severským drevom (44-46 %) a listnatými drevinami (47-49 %) vyššiu výťažnosť, a to približne 51-54 %. Vyššie výnosy vedú k nižším hodnotám špecifického emisného zaťaženia (napr. kg CHSK/ADt buničiny), a to aj pri použití rovnakých techník.

Obsah fosforu v odpadových vodách z niektorých iberských celulózok na báze eukalyptu je vyšší ako v odpadových vodách z celulózok využívajúcich iné druhy dreva. Hoci sa fosfor v biologických čistiarňach odpadových vôd nepridáva ako živina, jeho obsah v odpadovej vode je v porovnaní s čistiarňami, ktoré používajú iné druhy dreva ako eukalyptus, výrazne vyšší. Toto tvrdenie uplatňuje sa za predpokladu, že sa na odstránenie fosforu nepridávajú žiadne flokulanty. V prípade celulózky spracovávajúcej eukalyptus, ktorá používa drevo z oblastí s najvyšším obsahom fosforu, je priemerná hodnota v odpadových vodách 0,12 kg P_{celkovej} /ADt po biologickom procese.

Emisie do ovzdušia

Emisie do ovzdušia z regeneračných kotlov alebo vápenných pecí sú medzi jednotlivými druhmi dreva vylúčené. Ak sa však emisie porovnávajú s emisiami z iných regeneračných kotlov, musí sa merať obsah dusíka (% N) v čiernom lúhu.

Zariadenia používajúce eukalyptus na výrobu buničiny dosahujú vyššie výnosy ako napríklad zariadenia používajúce zmiešané severské drevo. Aj pri rovnakej úrovni technológie produkujú prevádzky na spracovanie eukalyptu emisné zaťaženie, ktoré je väčšinou vyššie ako emisie zo severských prevádzok na spracovanie dreva. Túto skutočnosť treba mať na pamäti pri porovnávaní BAT vyjadrených ako špecifické zaťaženie (kg znečisťujúcej látky/ADt).

Energie

Pri použití eukalyptu je možné, že sa nedá dosiahnuť koncentrácia nad 72 % z hľadiska obsahu sušiny v čiernom lúhu. Regeneračný kotol na zhodnocovanie celulózy v celulózke na úprave eukalyptu v uruguajskom Fray Bentos pracuje na 79 % sušiny.

Eucalyptus globulus (*Eucalyptus globulus*) má obsah celulózky 52-58 %, a preto má nízku špecifickú spotrebu dreva 2,7 až 3,6 m³/ADt buničiny. Tieto faktory znamenajú, že výroba tepla pri pálení čierneho lúhu je vyššia ako výroba tepla pri pálení iných druhov dreva. Teplo vo forme vysokotlakovej pary namerané na výstupe z kotla, bez uplatniteľnosti vyfukovania vzduchu, je 12 - 13 GJ/ADt v porovnaní s 15 - 16 GJ/ADt z celulózky na ihličnaté drevo. Z toho 2,0-2,5 GJ/ADt sa použije na výrobu elektrickej energie v parnej turbíne. Nová celulózka na úprave buničiny z eukalyptu vo Fray Bentos však zaznamenala vyššie hodnoty - približne 3,5 GJ/ADt.

Literatúra

[70, González 2011], [73, ASPAPEL/CELPA 2010], [77, Costa et al. 2009], [78, Hostachy 2010].

3.3.2. Suché odkôrňovanie

Pozri kapitolu 2.9.2.2.

3.3.3. Modifikované varenie pred bielením

Opis

Delignifikácia pred bieliarňou prebieha vo fermentoroch a v mnohých celulózkach aj využitím kyslíkovej delignifikácie. Preto by sa techniky "hlbokej modifikovanej dávky" a "kyslíkovej delignifikácie" (pozri kapitolu 3.3.5) mali posudzovať spoločne, pretože celkový stupeň delignifikácie dosiahnutý v dôsledku delignifikačného kroku pred vstupom buničiny do bieliarne je dôležitý z hľadiska prostredia. Mala by existovať rovnováha medzi znižovaním čísla kappa počas varenia a počas kyslíkovej delignifikácie, pretože selektivita je oveľa vyššia počas kyslíkovej delignifikácie (pozri kapitolu 3.3.5). Pre celulózku je dôležité riadenie rôznych procesov tak, aby výťažnosť a pevnostné vlastnosti boli pri danej hladine lignínu optimálne.

S cieľom znížiť obsah lignínu (nižšie číslo kappa) v buničine vstupujúcej do bieliarne a zníženie dávkovania bieliacich činidiel počas následného bielenia (pozri kapitoly 3.3.6 a 3.3.7) bolo vyvinutých niekoľko modifikovaných sulfátových procesov, ktoré sa komerčne používajú v kontinuálnych aj diskontinuálnych systémoch.

Rôzne modifikované postupy varenia sú založené na rovnakých princípoch [19, G.Sousa 2011]. Tieto princípy zahŕňajú sériu chemických a fyzikálnych procesov, ktorých cieľom je zlepšiť selektivitu (výťažnosť a viskozitu) dávky.

- **Nízka a rovnomerná úroveň koncentrácie alkálií (pozdĺžny a radiálny):** V počiatočných fázach varenia je možné zabrániť veľmi vysokým úrovňam zásad a rozpúšťaniu prebytočných sacharidov. Všeobecne by sa však mali zaručiť relatívne vysoké úrovne alkálií, aby sa zhustil relatívna rýchlosť delignifikácie a zabránilo sa kondenzácii lignínu.
- **Vysoká úroveň sulfidov v objemovej fáze varenia:** Úroveň sulfidových látok má rozsiahly vplyv na stupeň objemovej delignifikácie. Prítomnosť tohto iónu v aktívnom mieste preto nevyhnutne zhustí relatívnu rýchlosť delignifikácie. Tento parameter možno kontrolovať pridaním sulfidových látok na konci obehu alebo impregnáciou dreva čiernym výluhom.
- **Nízka úroveň rozpusteného lignínu a nízka iónová sila.**
- **Nízka teplota varenia:** To je dôležité najmä v počiatočnej a zostatkovej fáze varenia.
- **Dlhší čas varenia:** Je známe, že dlhšie varenie umožňuje znížiť obsah alkálií alebo teplotu varenia. Predĺžený čas varenia spôsobuje vyššiu selektivitu varenia v porovnaní s účinkami na zásady alebo teplota. Nové varné zariadenie s vyššou kapacitou bude mať dlhší čas zdržania, čo

by malo byť najväčším prínosom pre selektivitu varenia.

Príklady týchto upravených procesov varenia sú uvedené priamo nižšie.

a) Nepretržitá dávka

Moderné techniky nepretržitého varenia (napr. "Lo-Solids" - sušenie s nízkym obsahom pevných látok a kompaktné varenie) zahŕňajú v prípadoch niektoré z uvedených zásad.

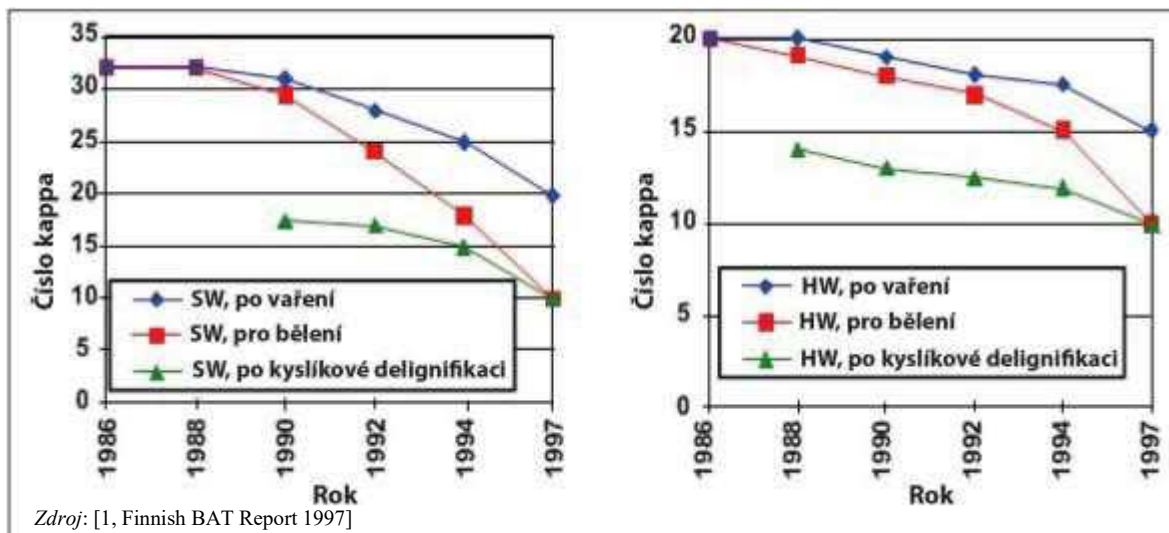
Metóda kompaktného varenia je založená na zlepšení selektivity delignifikácie udržiavaním najvyššej úrovne koncentrácie hydroxidových a sírových iónov v počiatočnej aj objemovej fáze. Preto prebieha reakcia zvyškovej fázy so zvyškovým lignínom pomalšie, a preto je možné očakávať vyšší výťažok buničiny. Kompaktný proces varenia zvyšuje flexibilitu varenia prostredníctvom impregnácie čiernym výluhom. Dosiahnutie impregnácie čierneho lúhu sa dosiahne recykláciou konečného vriaceho lúhu s úrovňou alkálií a sulfitových látok, ktorá zodpovedá potrebám. Potenciálne environmentálne výhody tejto metódy varenia sú vyššia miera delignifikácie, zachovanie výťažku, nižší obsah plniva, zvýšená bieliteľnosť buničiny, nižšia teplota varenia a nižšia spotreba chemikálií na varenie a bieliace procesy.

Pri metóde "Lo-Solids" sa množstvo a koncentrácia suspendovaných látok dreva v objemovej a zvyškovej fáze udržiava na minimálnej úrovni, pričom sa zachováva rovnomerné radiálne rozloženie teploty a varných chemikálií, rovnomerný alkalický profil podľa výšky varnej nádoby, minimálna úroveň suspendovaného lignínu na konci procesu varenia a minimálne teploty varenia. Dosiahnutie sa dosahuje odčerpávaním varného lúhu z viacerých miest fermentora, ktoré sú doplnené čerstvým lúhom, aby sa zachoval potrebný alkalický profil a splnili sa požadované hydraulické parametre. Potenciálne environmentálne výhody tohto spôsobu varenia spočívajú v nepatrnom zvýšení miery delignifikácie, nižšej teplote varenia a nižšej spotrebe varných a bieliacich chemikálií.

b) Diskontinuálna dávka

V diskontinuálnych dávkových systémoch sa uplatňujú techniky vytlačania vriaceho lúhu (napr. rýchly vytlačací ohrev (RDH) a technika superdávky). Tieto systémy zahŕňajú fázu impregnácie čiernym výluhom, ktorá znižuje spotrebu tepla a tiež počiatočnú úroveň sulfitových látok a obsah aktívnych alkálií. Tieto diskontinuálne systémy sa vyvinuli s cieľom spojiť súčasné technológie do jednej metódy varenia. Najnovšie technológie diskontinuálneho varenia sú DualC a kontinuálne diskontinuálne varenie (CBC). Základnou koncepciou uvedených technológií je príprava všetkých lúhov používaných v procese v oddelených nádobách (nádržiach). Počas cirkulácie sa priebežným pridávaním varných chemikálií a pary upravujú požadované podmienky, ako je úroveň alkálií a teplota. Varná nádoba sa naplní čiernym výluhom a potom sa tlakovo impregnuje účinnou zásadou. Po impregnácii prebieha vytlačovanie horúceho výluhu účinnou zásadou a pri teplote varu sa varič zahreje a zúčastní sa na varení. Po varení sa varná nádoba naplní ochladeným filtrátom z prania a začne sa proces vypúšťania. Potenciálnou environmentálnou výhodou tejto metódy varenia je lepšia bieliteľnosť buničiny.

Obsah lignínu sa zvyčajne meria ako číslo kappa štandardizovanou metódou. Konvenčná dávka má svoje obmedzenia, pokiaľ ide o to, aké nízke číslo kappa možno dosiahnuť bez toho, aby sa zhoršila kvalita buničiny (toto číslo kappa je približne 30 - 32 pre drevo a 18 - 20 pre listnaté stromy). Využitím niekoľkých úprav dávky možno znížiť číslo kappa z varu na 18 až 22 pre drevo a 14 až 16 pre listnáče, pričom sa zachová výnos a mechanické vlastnosti. Zníženie čísla kappa je závislé okrem iného od technológie použitej pri modifikovanej dávke a od toho, či ide o nové alebo zmodernizované zariadenie. Na obrázku 3.31 sú uvedené trendy v počte kappa vo fínskych celulózkach vyrábajúcich sulfátovú buničinu do roku 1997. Trend zobrazený na obrázku 3.31 pretrvával aj v čase písania tohto dokumentu (2013).



Obrazok 3.31: Trendy čísla kappa vo fínskych celulózkach na bielennej buničine

Od konca 90. rokov 20. storočia je trendom pri výrobe sulfátovej buničiny udržiavať vyššie číslo kappa po varení, pretože nízke číslo kappa po varení znižovalo výnos dreva, a tým aj náklady. Zvýšené číslo kappa po varení sa kompenzuje využitím iných delignifikačných procesov s využitím O_2 zníženie čísla kappa v prevádzke bieliacich procesov. Lepšia delignifikácia po varení prispieva k vyšším emisiám z bieliarne.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Znížením obsahu lignínu pred bieliarňou sa zníži množstvo vypúšťaných znečisťujúcich látok a zároveň sa zvýši množstvo organických látok vstupujúcich do regeneračného kotla. Vyššia hladina lignínu pred bielením znamená menej emisií z bieliarne, a to nielen pokiaľ ide o organické látky, ale napríklad aj živiny. V dreve zodpovedá jedna jednotka kappa približne 0,15 % lignínu v buničine. Ak sa podarí znížiť číslo kappa z varenia alebo kyslíkovej delignifikácie (pozri časť 3.1.6) o jednu jednotku, zníži sa Chemická spotreba kyslíka uvoľňovaná v bieliarni približne o 2 kg/ADt (Chemická spotreba kyslíka z bielenia TCF môže byť približne 3 kg Chemická spotreba kyslíka/číslo kappa). Ak dosiahnutie čísla kappa pre celkové emisie z bieliarne, musí sa pripočítať prenos Chemickej spotreby kyslíka z uzavretej časti procesu (pozri časť 3.3.10).

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Zníženie čísla kappa o 6-7 jednotiek v prípade drevín a o 4-5 jednotiek v prípade listnatých stromov sa dosiahlo bez straty pevnostných vlastností.

Účinky medzi zložkami

Dlhodobé varenie ovplyvňuje niekoľko prvkov procesu bielennej soli:

- spotreba efektívnych zásad ($NaOH + Na_2SO$);
- v modifikovanej diskontinuálnej dávke sa spotreba energie a množstvo pary počas varenia znižuje, ale spotreba pary počas odparovania čierneho výluhu sa môže zvýšiť.

Z environmentálneho hľadiska by sa hlboké modifikované varenie malo posudzovať spolu s O_2 (kyslíkovou) delignifikáciou, keďže oba procesy určujú obsah lignínu, ktorý sa má odstrániť pri emisiách v bieliarni.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Toto opatrenie je možné uplatňovať v nových a existujúcich celulózkach na výrobu sulfátovej buničiny. Uskutočniteľnosť upravených techník varenia sa však musí posudzovať v jednotlivých prípadoch.

V nepretržitých dávkových systémoch je možné znížiť kapacitu zariadenia prehĺbením varenia.

V prípade diskontinuálnych dávok je možné modifikované varenie v konvenčných zariadeniach modernizovať, ak je pivovar dimenzovaný na dostatočnú kapacitu. Úpravy existujúceho diskontinuálneho varného systému možno prebiehať Použitím ďalších diskontinuálnych varní a iných investícií bez toho, aby sa znížila kapacita varne.

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Významné úspory energie, lepšia kvalita buničiny, zníženie emisií do vody a zníženie spotreby chemikálií na bieliace účely sú dôležitými dôvodmi na zavedenie výroby tejto techniky. Keďže najdrahšou zložkou výroby buničiny je drevo, veľmi dôležitým cieľom modifikovaného varenia je aj zvýšenie alebo hospodárenie s výnosmi.

Príklady závodov

Viaceré sporáky boli podrobené modernizácii a prestavané tak, aby používali upravené techniky varenia.

Literatúra

[1, Finnish BAT Report 1997], [14, CEPI 1997], [19, G.Sousa 2011].

3.3.4. Uzavreté triedenie hnedej hmoty (suspenzia nebielenej buničiny)

Opis

Vodný systém v klasifikátore hnedej hmoty (nebielenej buničiny) môže byť úplne uzavretý, čo je prípad väčšiny európskych celulózok. Pri modernej úprave a varení dreva zostáva v buničine po dávke menej ako 0,5 % sukov a zväzkov vlákien (suky/nesuky). Uzavretie prispieva k Zníženiu organických zlúčenín v odpadovej vode, ktorá sa následne regeneruje a páli v regeneračnom kotli. Cieľom je privádzať čistú vodu proti prúdu cez linku na výrobu buničiny, čím sa postupne zvýši obsah sušín vo výluhu.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Uzatvorenie prispieva k Zníženiu obsahu organických zložiek v odpadovej vode. Triedička neprodukuje emisie do vody.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Uzavreté triedenie a premývanie hnedej hmoty (suspenzia nebielenej buničiny) sa vykonáva takmer vo všetkých závodoch.

Medzizložkové vplyvy

Spotreba energie sa zvyšuje v dôsledku zvýšenej potreby odparovania.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Toto opatrenie je možné uplatňovať v nových a existujúcich celulózkach na výrobu bielenej buničiny. V niekoľkých existujúcich zariadeniach je možné, že bude potrebné zvýšiť kapacitu odparovača alebo regeneračného kotla, aby sa do nich zmestili vylepšené uzavreté časti lúhovania a triedenia.

Ekonomika

Investície potrebné na uzavreté triedenie sú zvyčajne 4 až 6 miliónov EUR v nových zariadeniach a 6 až 8 miliónov EUR v existujúcich zariadeniach. Prevádzkové náklady sú 0,3-0,5 milióna EUR ročne pri kapacite 1 500 ADt/deň.

V oblasti triedenia došlo k významnému posunu; v súčasnosti je možné triediť s vyššou konzistenciou buničiny ako predtým. Výhodou sú vyššie investície a vyššia spotreba elektrickej energie.

Dôvody implementácie

Zníženie emisií do vody je predovšetkým dôvodom zavedenia BAT.

Príklady závodov

Väčšina zariadení v Európe.

Literatúra

[14, CEPI 1997].

3.3.5. Delignifikácia kyslíkom pred bielením

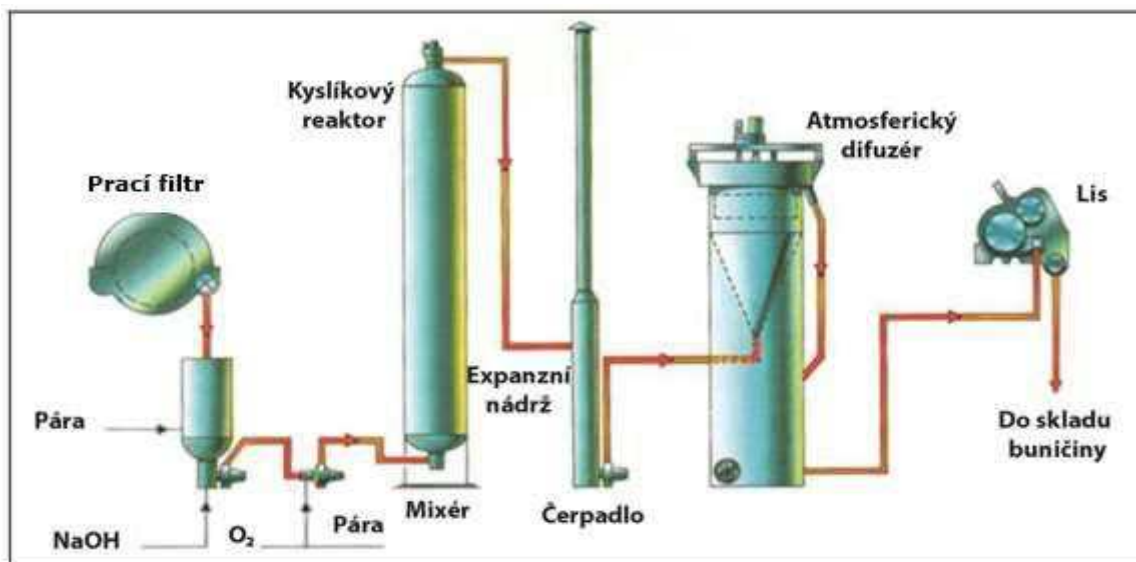
Opis

Vlákná po dávke stále obsahujú určité množstvo lignínu, ktorý sa musí pred konečným bielením odstrániť. Aby sa zachovala pevnosť buničiny, musí sa lignín odstraňovať selektívne s minimálnym poškodením celulózovej časti vlákien a s minimálnou stratou výťažnosti. Približne polovicu zvyškového lignínu v hnej hnote (suspénzia nebielenej buničiny) možno odstrániť a regenerovať pridaním kyslíka do alkalického suspénzie vlákien.

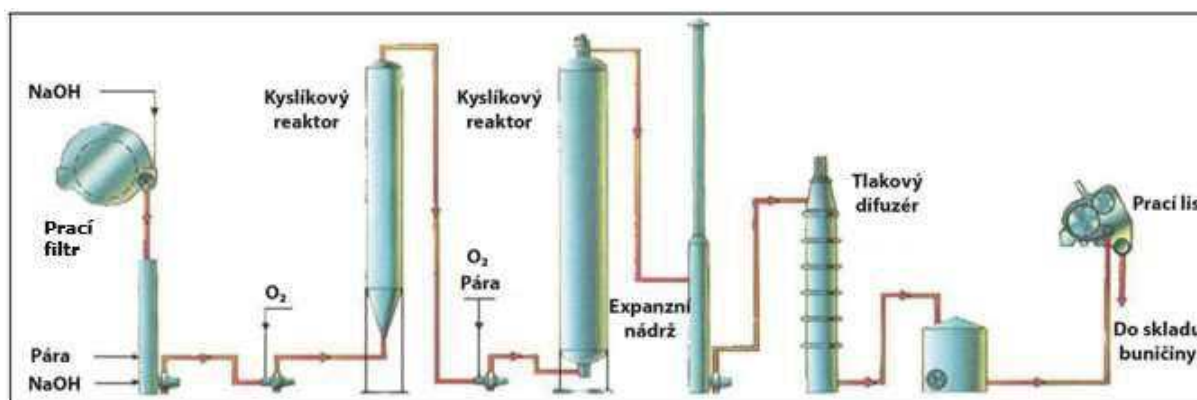
Pri kyslíkovej delignifikácii sa kyslík, oxidovaný biely lúh a síran horečnatý miešajú v reaktore s buničinou s vysokou (25 - 30 %) alebo strednou (10 - 15 %) hustotou. Fáza kyslíkovej delignifikácie sa nazývala aj kyslíkové bielenie (kyslíkové fázy sa v súčasnosti používajú aj v bieliarni a v tejto správe sa kyslíková delignifikácia používa na úpravu nebielenej buničiny). Na udržanie sodíkovej rovnováhy v celulózke sa v kyslíkovom stupni používa bežne oxidovaný varný lúh, kde predovšetkým hydroxid sodný a sulfid sodný oxidujú v oxidačnom procese na tiosíran alebo síran. Delignifikačný reaktor sa natlakuje a teplota sa zhrútiť na približne 100 °C.

Kyslíková delignifikácia prebieha v jednej alebo dvoch úrovniach po dávke a pred bielením a môže dosiahnuť účinnosť delignifikácie 40 až 70 %. Vyššia efektívnosť delignifikácie zvyčajne vyžaduje dvojstupňové zariadenie [1, Finnish BAT Report 1997].

Odpadový výluh sa odvádza do systému chemickej regenerácie. Na obrázkoch 3.32 a 3.33 sú znázornené príklady usporiadania jednostupňového a dvojstupňového procesu delignifikácie.



Obrázok 3.32: Jednostupňová delignifikácia kyslíkom



Obrázok 3.33: Dvojstupňová delignifikácia kyslíkom

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Hlavnými výhodami kyslíkovej delignifikácie sú zníženie množstva chemikálií na konečné bielenie a spolu nákladov na chemikálie na bielenie a zníženie zaťaženia znečistením z bieliarne (Chemická spotreba kyslíka a organochlórové zlúčeniny z konečného bielenia v prípade bielenia ECF).

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Moderné celulóžky sú vždy navrhnuté na kombináciu modifikovanej vsádzkovej a kyslíkovej delignifikácie a z dôvodu vplyvu na životné prostredie (emisie CHSK a AOX) sa musia obe techniky posudzovať spoločne.

Znižovanie čísla kappa, organických látok a spotreby chemikálií počas kyslíkovej delignifikácie úzko súvisí s účinnosťou premývania medzi jednotlivými kyslíkovými stupňami. Environmentálne prínosy nemožno dosiahnuť bez efektívneho premývania (pozri kapitolu 3.3.10).

Pevnostné vlastnosti kyslíkom bienej buničiny a konvenčne bienej buničiny sú veľmi podobné, hoci kyslíkom bielená buničina má vyššiu priemernú viskozitu. Neboli pozorované žiadne významné rozdiely v koeficiente prihybu a roztrhnutia pri priamo danej dĺžke roztrhnutia.

Podľa skúseností niektorých závodov sa v kyslíkovej fáze pred bielením buničiny z ihličnatých drevín vytvára veľmi veľa jemných častíc a zväzkov vlákien (uzlíky/neuzlíky).

Medzizložkové vplyvy

Z hľadiska spotreby energie toto opatrenie znamená mierne zvýšenie rekuperácie energie z rozpustených organických látok, ale aj znižuje výhrevnosť čierneho ľuhu z anorganických zložiek.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Toto opatrenie sa môže uplatňovať v nových a existujúcich celulózkach na výrobu bielenej buničiny.

Inštalácia kyslíkového delignifikačného stupňa v existujúcej sulfátovej celulózke môže mať za následok zníženie výroby celulózovej linky, ak je regeneračný systém dimenzovaný tak, že v ňom nie je dostatočná voľná kapacita.

Požiadavky na zvýšenie množstva pary na Odparovanie sú 0-4 % pre systém s vysokou konzistenciou a 4-10 % pre systém so strednou konzistenciou. Celková dodatočná dávka sušiny privádzaná do regeneračných kotlov je približne 70 kg/t v prípade ihličnatého dreva a 45 kg/t v prípade listnatého dreva.

Ekonomika

Investície do systému kyslíkovej delignifikácie sú zvyčajne 35-40 miliónov EUR pri výrobe bielenej buničiny 1 500 ADt/deň. Jeho prevádzkové náklady predstavujú 2,5-3,0 milióna EUR ročne. Kyslíková delignifikácia znižuje spotrebu chemikálií pri bielení. Kyslíková delignifikácia je typickým opatrením pre programy na optimalizáciu, ktoré majú za cieľ znížiť množstvo bieliacich chemikálií znížením čísla kappa. Výsledným efektom je úspora nákladov v závislosti od druhu dreva.

Ak sa použije delignifikácia kyslíkom, má to vplyv na regeneračný kotol a pec na pálenie vápna. Uvádza sa, že dodatočné zaťaženie kotla na regeneračný proces sušiny v existujúcich zariadeniach dosahuje až 10 % a zvyčajne je to najmenej 4 až 6 %; a ďalších 4 až 6 % kapacity by si vyžadovala kaustifikačná a vápenná pec. Ak by táto kapacita nebola k dispozícii, viedlo by to spravidla k zodpovedajúcej strate výrobnnej kapacity celého závodu.

Dôvody implementácie

Predovšetkým sa zavedenie tejto metódy používa na zníženie emisií do vody (čistiarne odpadových vôd a prijímajúcich vôd).

Príklady závodov

Početné zariadenia v Európe a Amerike.

Literatúra

[1, Finnish BAT Report 1997], [14, CEPI 1997].

3.3.6. Moderné bielenie ECF

Opis

Cieľom bielenia je vysoká a stabilná svetlosť. Bielenie ECF (Elemental Chlorine Free) je bielenie bez použitia elementárneho chlóru, t. j. plynného chlóru (Cl_2). Pri bielení ECF sa oxid chloričitý (ClO_2) je zvyčajne predovšetkým bieliacim činidlom. Odstraňovanie lignínu bielením prebieha na niekoľkých úrovniach, pričom v prvých dvoch úrovniach sa lignín predovšetkým uvoľňuje a extrahuje a následne sa odstraňujú zvyšky lignínu a výrobok sa dokončuje. Bieliarne pozostávajú zo sledu samostatných bieliacich fáz s pridaním rôznych chemikálií alebo ich techník (pozri tabuľku 3.21).

Alternatívne bieliace kroky používané na minimalizáciu spotreby oxidu chloričitého pri modernom bielení ECF zahŕňajú jeden alebo kombinácie týchto bieliacich krokov: kyslík, hydrolyza horúcou kyselinou ($A_{\text{horúca}}$), ozónové stupne (Z) pri strednej a vysokej konzistencii, atmosférický peroxid vodíka (P) a tlakový peroxid vodíka (PO) alebo použitie horúceho stupňa oxidu chloričitého (D_{hot}). Návrh konečného usporiadania bieliarne závisí od priorít, ktoré zohľadňujú cenu chemikálií, prevádzkové náklady, výťažnosť bieliaceho procesu, prevádzkovú flexibilitu a špecifické obmedzenia procesu.

Účelom zaradenia fáz kyslej hydrolýzy, tlakového peroxidu, kyseliny peroctovej alebo ozónu do bieliacich sekvencií je zmierniť vplyv na životné prostredie (nízky obsah ClO₂, nízky objem odpadových vôd, nízka tvorba Chemickej spotreby kyslíka z bieliarne) a umožňuje čiastočné uzavretie odpadového okruhu bieliarne (pozri časť 3.3.8). Tieto postupy bielenia spĺňajú požiadavky na kvalitu buničiny a hospodárnosť bieliarne a vedú k procesu bielenia s nízkym vplyvom na životné prostredie.

Bielenie ECF sa líši v prípade ihličnatého a drevového dreva. Drevom vo všeobecnosti vyžaduje na dosiahnutie požadovanej svetlosti menej chemikálií ako mäkké drevo, čo zvyčajne znamená, že počet bieliacich sekvencií môže byť menší.

Príklady moderných sekvencií bieliacich procesov sú uvedené v tabuľke 3.21. Tento zoznam nie je konečný a môžu existovať alebo sa vyvíjať ďalšie alternatívne sekvencie bielenia. Všetky sú kombináciou techník a procesov, ktorých cieľom je optimalizácia procesu bielenia s výrobou buničiny najvyššej kvality (v závislosti od druhu dreva a konečného použitia) a celkového vplyvu procesu znížením spotreby energie a vody a vplyvu na odpadové vody.

Tabuľka 3.21: Moderné postupy bielenia buničiny

Moderné bieliace sekvencie			
O/OEDDP	O/OADED	O(OPDQ)(PO)	OmPZPZP
O/ODED	O/OZEDD	OQ(PO)(DQ)(PO)	O/O(Q)OP(Paa/Q)PO
O/OEDDD	O/OADPZP	OQXOP/ODEPDPaa	
O/OADED	O/OZDP	O/O(Q)OPDPO	
<i>Poznámka:</i> Použité skratky sú uvedené priamo: A = Premývanie kyselinou na odstránenie kovovej zložky z buničiny D = Oxid chloričitý E = alkalická extrakcia EO = alkalická extrakcia posilnená kyslíkom EP = alkalická extrakcia posilnená peroxidom vodíka EOP = alkalická extrakcia posilnená kyslíkom a peroxidom vodíka mP = modifikovaný peroxid O = kyslík P = peroxid vodíka (H₂O₂) Paa = kyselina peroctová Q = komplexotvorné (chelačné) činidlo X = xylanáza Z = ozón ZD = Ozón a Oxid chloričitý pridávané postupne v tej istej fáze <i>Zdroj:</i> Fínsky inštitút pre ochranu životného prostredia			

Pro alkalické úrovne (E) je možné použiť kyslík alebo peroxid, prípadne oboje. Kyslíkový (O) stupeň zvyčajne prebieha v jednej alebo dvoch fázach. Namiesto Paa/Q je možné použiť aj fázu D.

Postupnosť bieliacich procesov v najnovších celulózkach na úprave eukalyptus je uvedená v tabuľke 3.22.

Tabuľka 3.22 Moderné bieliacie sekvencií sulfátových celulózok na báze eukalyptu

Bielenej celulózky na báze eukalyptu	Sekvencia bieliacich procedúr
Veracel	AD _{t0} EOP D ₁ P
Aracruz C	AD _{t0} EOP D ₁ D ₂
Ripasa	D _{hot} PO D ₁
UPM Fray Bentos	AD _t EOP D P
Ence-Navia	D ₀ EOP D ₁
Valdivia Arauco	D ₀ EOP D ₁ D ₂
Nová Aldea	D _{hot} EOP D ₁ D ₂
Santa Fe CMP	AD _{t0} EOP D ₁ D ₂
Zdroj: [73, ASPAPEL/CELPA 2010]	

Kyslá fáza (A)

Všetky buničiny obsahujú kyselinu hexurónovú (HexA) a vznikajú z xylanov priebehu varenia. Obsah HexA v buničine z drevín ihličnatých a listnatých je 20 - 30 mmol/kg a 40 - 70 mmol/kg, v niektorých eukalyptových buničinách až 85 mmol/kg. HexA spotrebuje bieliace chemikálie, ako je oxid chloričitý, ozón a kyselina peroctová. Jedno číslo kappa zodpovedá približne 10 mmol/kg HexA. Odstránenie HexA je možné miernou kyslou hydrolýzou (pH 3 - 3,5, teplota 85 - 95 °C a čas 120 - 180 min), čo vedie k úspore bieliacich chemikálií. Výška úspor a ekonomická výhodnosť úpravy tohto procesu (nová veža a prací stupeň) závisí od obsahu HexA v buničine a od účinného zníženia množstva chemikálií bez straty výťažku a zníženia kvality buničiny. [24, Furtado 2001]. Prvá celková bieliaca sekvencia, pri ktorej sa trieda A kombinovala s bielením, sa použila v celulózke Aracruz v roku 2002 (Brazília) a neskôr aj v ďalších juhoamerických celulózkach, ktoré používali eukalyptovú buničinu s vysokým obsahom HexA. Fáza A sa používa bez premývania pred triedou s obsahom oxidu chloričitého (D₀) alebo počiatočným ozónovým stupňom, ale s medzipremývaním v tejto poslednej konfigurácii.

Oxid chloričitý má spomedzi technických bieliacich chemikálií najvyššiu selektivitu. Bielenie iba oxidom chloričitým v prvom bieliacom kroku znamená, že sa musí zvýšiť celková dávka aktívneho chlóru a že sa v krokoch extrakcie použije viac kyslíka a peroxidu vodíka.

V priamom čase sa používa oxid chloričitý s vysokou teplotou (bežne nad 90 °C) a dlhým časom zotrvania (D_{hot}), čo urýchľuje delignifikačné reakcie oxidu chloričitého. V tejto fáze oxid chloričitý najprv rýchlo reaguje s lignínom v buničine a potom sa buničina ponechá v podmienkach kyslej hydrolýzy, ktoré prevádzku podporujú pre odstránenie HexA, t. j. dlhší čas (približne 2 hodiny), teplota nad 90 °C a nízke pH [20, Pikka 2007].

Peroxid možné použiť na viacerých úrovniach, buď v ECF alebo TCF, a bieliacich sekvenciách (pozri časť 3.3.7). Optimalizácia procesu bielenia sa vykonáva s cieľom dosiahnuť čo najlepšie výsledky z hľadiska kvality buničiny aj nákladov na bielenie.

Ozón sa používa na bielenie buničiny ECF aj TCF (pozri kapitolu 3.1.12.2).

V priemyselnom meradle bolo v troch závodoch v Kanade zaznamenané použitie enzýmov (napr. xylanázy) na zhutnenie výkonu bielenia. [211, Dánska technická univerzita a Novozymes 2007]

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Bielením ECF sa znižuje 2,3,7,8-TCDD a 2,3,7,8-TCDF na nemerateľné (nedetekovateľné) Úrovne. Úplné zníženie dioxínov v odpadových vodách z bielenia ECF je však otázkou čísla kappa a čistoty ClO₂. S vysokou kappa a nečistým ClO₂ (t. j. s vysokým obsahom Cl₂) sa zvyšuje pravdepodobnosť vzniku dioxínov. Moderné bielenie ECF je tiež schopné zabrániť tvorbe chlórphenolov a chloroformu a redukovať tvorbu organických zlúčenín (AOX). Pozri tiež časť 3.1.7 "Diskusia o moderných metódach bielenia ECF a TCF".

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Výroba buničiny ECF je v európskych celulózkach bežnou praxou. Všetky celulózky sa nachádzajú v kombinácii dostupných druhov a procesov s cieľom dosiahnuť optimalizáciu procesu bielenia a dosiahnuť najlepšiu kvalitu a výťažnosť buničiny (v závislosti od druhu dreva a konečného použitia). Celkový vplyv procesu bielenia je však možné zmierniť znížením spotreby energie a vody a vplyvu odpadových vôd. Pozri tiež kappa 3.3.8.

celulózky ECF, ktoré majú nízke číslo kappa pri vstupe buničiny do bieliarne a používajú jeden alebo dva stupne ClO_2 v kombinácii s inými triedami bieliacich činidiel dosiahnutie hladín organických zlúčenín $< 0,2 \text{ kg AOX/ADt}$. Niektoré z týchto závodov s menším obsahom oxidu chloričitého používajú termín "ECF-light" na opis vlastností celulózky, hoci tento termín sa v priemyselnom odvetví nepoužíva.

Ďalšie údaje o upravenej (konečnej) odpadovej vode po biologickom čistení sú uvedené v oddieloch 3.3.13.

Účinky medzi zložkami

Žiadne rozsiahle účinky.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Všeobecne uplatniteľné. V existujúcich zariadeniach sa musia zlepšenia stratégie bielenia prispôbiť existujúcemu technickému vybaveniu, ktoré sa bude naďalej používať, premiestniť a doplniť novým technickým vybavením.

Ekonomika

V tabuľke 3.23 sú uvedené špecifické prevádzkové náklady na chemikálie predovšetkým používané na bielenie buničiny z ihličnanov (eukalyptu) (ostatné náklady nie sú zahrnuté) v rozsahu alternatívnych postupností bielenia hodnotených pre rôzne úrovne svetlosti po sušení na vzduchu. Všetky hodnoty nákladov boli vypočítané pre spotrebu odhadnutú na základe výsledkov laboratórnych testov. Ako základ pre výpočet prevádzkových nákladov sa použili tieto hodnoty chemikálií na bielenie: 0,342 USD/kg NaOH; 0,8 USD/kg ClO_2 , 0,08 USD/kg H_2SO_4 ; 0,75 USD/kg H_2O_2 ; 0,1 USD/kg O_2 ; 1,5 USD/kg O_3 ; 0,23 USD/kg MgSO_4 .

Tabuľka 3.23 Špecifické prevádzkové náklady predovšetkým používaných bieliacich chemikálií v alternatívnych bieliacich postupoch hodnotených pre rôzne svetlost' sulfátovej buničiny sušenej na vzduchu

Alternatívne bieliace sekvencie	Cena bieliacich chemikálií v USD za tonu buničiny sušenej v sušičke				
Svetlosť po vysušení na vzduchu, %	91	92	93	93,5	94
D(EOP)DP (referenčný)	26,01	27,15	28,97		
D(EOP)DP (dodatočné premývanie)	25,41	25,99	28,06		
D(EOP)D(PO)	20,51	22,49			
Dhot(EOP)DP		19,72	22,16	25,04	
Dhot(EOP)D(PO)		19,01	20,41	20,92	
AhotD(EOP)DP	19,25	19,78	20,95	21,48	
Ahot(ZhcD)(EOP)DP			25,25	26,05	26,61
Ahot(EOP)(ZhcD)P	23,30	26,86	28,19		
AhotZhcDP	17,63	23,80			
(ZmcD)(EOP)DP			24,50	26,40	27,05
ZmcD(EOP)DP			25,16	25,42	26,30
D(EOP)ZhcP	27,17				
D(EOP)(ZhcD)P		21,50	23,40		
<i>Poznámka:</i> Použité skratky sú uvedené priamo: A = Premývanie kyselinou na odstránenie kovovej zložky z buničiny D = Oxid chloričitý EOP = alkalická extrakcia posilnená kyslíkom a peroxidom vodíka PO = bielenie stlačeným peroxidom Q = chelačné činidlo Z = ozón ZD = ozón a Oxid chloričitý pridávané postupne v tej istej fáze. hc = vysoká konzistencia; mc = stredná konzistencia. <i>Zdroj:</i> [77, Costa et al. 2009]					

Dôvody implementácie

Hlavným dôvodom zavedenia tejto metódy je zníženie emisií adsorbovatelných organicky viazaných halogénov do vody (čistiarene odpadových vôd a prijímajúcich vôd).

Príklady závodov

Väčšina zariadení v Európe a na celom svete používa bielenie ECF. V priebehu posledného desaťročí mnoho závodov investovalo do ECF bieliacich sekvencií s nízkym vplyvom na životné prostredie. [78, Hostachy 2010] napríklad uvádza 21 celulózy na svete, ktoré v prevádzke používajú bielenie ozónom pri výrobe buničiny.

Literatúra

[20, Pikka 2007], [24, Furtado 2001], [72, R.Campo et al. 2009], [77, Costa et al. 2009], [78, Hostachy 2010], [211, Technická univerzita v Dánsku a Novozymes 2007].

3.3.7. Bielenie TCF

Opis

Úplne bezchlórové bielenie (TCF) je bieliaci proces vykonávaný bez chemikálií obsahujúcich chlór, čím sa predchádza tvorbe organicky viazaného chlóru v prúde buničiny a odpadovej vody. Najčastejšie používanými chemikáliami pri bielení TCF sú peroxid vodíka (P) spolu s ozónom (O) alebo kyselina peroctová (Paa). Za predpokladu, že buničina má po varení a kyslíkovej delignifikácii, t. j. pred vstupom do bieliarne, dostatočne nízke číslo kappa a že prechodné kovy (napr. Mn^{2+}), je možné vyskytnúť úplnú komerčnú svetlosť použitím peroxidu ako jedinej bieliacej chemikálie. Krivka závislosti dávky od reakcie pre závislosť výslednej svetlosti pri spotrebe peroxidu je však pri plnej svetlosti pomerne plochá,

čo znamená, že aj malé nezrovnalosti vo vstupnom čísle kappa môžu spôsobiť pomerne vysoké náklady na bielenie a zníženie kvality buničiny z dôvodu nízkej svetlosti.

Jednou z možností na zníženie spotreby peroxidu vodíka je zavedenie ozónovej fázy do sekvencie pred peroxidovú fázu (ZQP). Bielenie ozónom sa používa aj na bielenie ECF (pozri kapitolu 3.3.6). Predovšetkým účelom použitia ozónu je zlepšiť schopnosť delignifikácie. Ozón aktivuje vlákna voči peroxidu, čo spôsobuje vyššiu svetlosť a nižšiu spotrebu peroxidu. Ozón znižuje množstvo peroxidu potrebné na dosiahnutie aj veľmi vysokých hodnôt svetlosti. Nevýhodou použitia ozónu vo vyšších dávkach je jeho tendencia narušovať celulózy.

Ozón vzniká tichými elektrickými výbojmi v prietoku plynného kyslíka. Bielenie ozónom (O_3) si vyžaduje veľké investície z dôvodu veľmi vysokých nákladov na generátory ozónu (ozonátory) a pomocné zariadenia na výrobu ozónu. Keďže úroveň ozónu v kyslíku bude len asi 12-16 %, bude potrebné pomerne veľké množstvo kyslíka. Prevádzkové náklady sú preto vysoké vzhľadom na relatívne vysokú cenu kyslíka (potrebného na tvorbu ozónu), ako aj vysokú spotrebu energie. Na druhej strane je ozón oveľa efektívnejší ako iné bieliace chemikálie (napr. má približne dvakrát vyšší oxidačný potenciál ako oxid chloričitý).

Peroxidové kyseliny (peracids) sú v súčasnosti čoraz dostupnejšie na trhu, napríklad vo forme kyseliny peroctovej (Paa). Táto bieliaca chemikália je cenným doplnkom na úrovni, ktorá predchádza peroxidu vodíka, kde je jej uplatniteľnosť nahradenie ozónu. Úplnú svetlosť je možné vyskytnúť aj vtedy, ak má buničina, ktorá nebola bielená, o niečo vyššie číslo kappa ako najnižšia hodnota. Vysoká cena kyseliny peroctovej je stále problémom.

Uvedené sú príklady rôznych sekvencií bieliacich postupov pre TCF v tabuľke 3.24.

Tabuľka 3.24 Postupnosť bieliacich procesov pre TCF na výrobu sulfátovej buničiny z ihličnatého a listnatého dreva

TCF/Jehličnaté drevo	TCF/plechové drevo
Q(EP)(EP)(EP)	QPZP
Q(OP)(ZQ)(PO)	Q(OP)(ZQ)(PO)
Q(EOP)Q(PO)	Q(EOP)Q(PO)
Q(OP)ZQ(PO)	Q(OP)ZQ(PO)
Q/OP/(Q+Paa)/PO	O/OZPZP
O/O(Q)OP(Paa/Q)PO	OmpZPZP

Poznámka: Použité skratky sú uvedené priamo:
 Q = kyslá fáza, pri ktorej sa na odstránenie kovov použilo komplexotvorné (chelačné) činidlo EDTA alebo DTPA
 EP = extrakčná fáza s použitím NaOH a následným pridaním H_2O_2 ako zosilňujúce činidlo
 EOP = fáza bielenia alkalickou extrakciou pomocou hydroxidu sodného s následným pridaním roztoku kyslíka a peroxidu vodíka ako spevňujúceho činidla
 EO = Extrakčná fáza s využitím NaOH a následným pridaním plynného kyslíka ako spevňovadla
 P = Alkalická fáza s kvapalným H_2O_2
 Z = bielenie ozónom využitím plynu O_3
 PO = bielenie stlačeným peroxidom

Prvá bieliaca sekvencia TCF bola založená na použití peroxidu v alkalických podmienkach a rozsiahle používanie peroxidu vodíka je predovšetkým znakom bieliacich sekvencií TCF. Rozklad peroxidu je katalyzovaný statnými iónmi kovov, ktoré sa musia odstrániť v kyslej fáze pred peroxidovou fázou.

Peroxid je možné aplikovať v niekoľkých úrovniach alebo niekoľkými rôznymi spôsobmi:

- zosilnenie slabšej počiatočnej úrovne kyslíka (malá alebo stredná dávka): OP
- zosilnenie fázov alkalickej extrakcie (malé dávkovanie): EP
- konečné upravenie svetlosti vo veľkokapacitných skladovacích vežiach (malé dávkovanie): P
- Oddelenie fázy bielením (veľké dávkovanie): P
- oddelenie tlakovej delignifikácie/bielenia (veľké dávkovanie): PO

Predbežná úprava buničiny vhodným elektrofilným činidlom pred peroxidovým bielením je možné "aktivovať" vlákna a zlepšiť ich reakciu na peroxid. Ozón môže podporovať tento druh účinku.

Ozón sa stal najbežnejším doplnkom peroxidu v sekvenciách bielenia TCF. Predovšetkým účelom použitia ozónu je zlepšiť schopnosť delignifikácie. Ozón aktivuje vlákna voči peroxidu vodíka, čo spôsobuje vyššiu svetlosť a o niečo nižšiu spotrebu peroxidu vodíka. Na druhej strane, selektivita ozónu je slabá. Nadmerné používanie, príliš vysoká teplota alebo iné nesprávne ošetrovanie môžu viesť k vážnemu poškodeniu celulózy. Ozon by sa mal prednostne použiť v kyslých podmienkach (pH ~2-3). Príliš vysoká teplota ($> 70\text{ }^{\circ}\text{C}$) znižuje selektivitu. Vysoký tlak zvyšuje rozpustnosť ozónu vo vodnej fáze počas bielenia (rozpustený ozón sa považuje za menej agresívny voči sacharidom ako ozón v plynnej fáze). Konzistencia buničiny je dôležitým Parameterom pri bielení ozónom. Zariadenia na bielenie ozónom pracujú v podmienkach strednej (8-15 %) alebo vysokej ($> 30\%$) konzistencie.

Pri použití ozónu sa musí v závode zriadiť nová jednotka výroby chemikálií z dôvodu rýchleho rozkladu ozónu počas prepravy alebo v sklade. Prevádzkové náklady na výrobu buničiny TCF sú zvyčajne o niečo vyššie ako náklady na výrobu buničiny ECF.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Pri bielení TCF je tvorba AOX nezistiteľná. V celulózkach TCF pri použití ozónu a iných bieliacich chemikálií toľko nekomplikuje uzatváranie tokov filtrátu z pracích stupňov (pozri oddiel 3.3.8). Okrem toho, že táto technika zabráňuje prúdeniu odpadových vôd, ktoré poškodzujú životné prostredie, znižuje potreby čerstvej vody z približne 25-50 m³/ADt na 10-20 m³/ADt. Vďaka vylúčeniu chlóru z procesu bielenia sa pri bielení TCF znižujú aj environmentálne riziká spojené so skladovaním chlóru a prípravou oxidu chlórčitého.

V moderných sulfátových celulózkach by sa z environmentálneho hľadiska nemala klásť taká veľká pozornosť na techniku bielenia ECF alebo TCF, ale skôr na kombináciu a účinnosť súboru techník, ako sú procesy optimalizácie varenia, bielenia a prania, účinné čistenie odpadových vôd a celkovej vplyv závodu (suroviny, spotreba energie a vody, vplyv na odpadové vody). Pozri tiež časť 3.1.7 "Diskusia o moderných metódach bielenia ECF a TCF".

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Bielenie TCF je v súčasnosti dobre zavedená technológia. Mnohé európske celulózy majú možnosť vykonávať výrobu buničiny TCF v samostatných kampaniach namiesto výroby buničiny ECF v závislosti od trhového dopytu. Niekoľko závodov má výrobu iba buničiny TCF. O niečo vyššie výrobné náklady a rovnaká úroveň kvality výrobkov však znižujú dopyt a podiel buničiny TCF sa nezvýšil.

Zariadenia na báze TCF nevypúšťajú prakticky žiadne zlúčeniny obsahujúce chlór (nevznikajú pri bielení).

Medzizložkové vplyvy

Celková spotreba energie v zariadení TCF nie je vyššia ako v zariadení ECF.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Všeobecne je uplatniteľné pre sulfátové celulózy. Bielenie ozónom súvisí s výrobou buničiny TCF a v niekoľkých prípadoch sa používa aj na bielenie ECF.

V existujúcich zariadeniach je na zmenu postupnosti bielenia z ECF na TCF zvyčajne potrebný chelačný stupeň, nový stupeň kyslíka a práčka. Ak sa používajú stupne s peroxidom vodíka alebo ozónom, použijú sa dve nové bieliace veže a prebieha zrekonštrukcia bieliacich filtrov. Bielením ozónom si vyžaduje ozónové generátory a reaktor.

Na novopostavených zariadeniach je potrebné vykonať len malé, nízke nákladové úpravy, ale prevádzkové náklady budú pravdepodobne rádovo vyššie.

Ekonomika

Investícia potrebná na peroxidové bielenie v nových závodoch s výrobou 1 500 ADt/deň sa pohybuje medzi 7 a 8 miliónmi EUR, v existujúcich závodoch je to medzi 2 a 5 miliónmi EUR v závislosti od materiálu použitého pri existujúcich bieliacich zariadeniach. Ak tieto materiály znášajú peroxid vodíka, náklady sú 2-3 milióny eur. Prevádzkové náklady na peroxidové bielenie sú výrazne vyššie ako na bielenie ECF z dôvodu vyšších cien chemikálií, 18-21 miliónov EUR ročne.

Ak sa ozón a peroxidové bielenie používajú spoločne, potrebné investície sa zhustia. Investícia do ozónového systému na bielenie s kapacitou 1 500 ADt/deň predstavuje 12-15 miliónov EUR. Zodpovedné prevádzkové náklady predstavujú 1,8-2,1 milióna EUR ročne.

Dôvody implementácie

Emisie AOX v odpadových vodách sa znižujú a počas bielenia TCF nevznikajú žiadne organické zlúčeniny obsahujúce chlór. Medzi hlavné dôvody zavedenia bielenia TCF zahŕňajú rastúce povedomie verejnosti o účinkoch organicky viazaných trvalých zlúčenín chlóru na životné prostredie a ľudské zdravie od 80. rokov 20. storočia a regulačné opatrenia prijaté mnohými právnymi inštitúciami. Znížením výroby takýchto zložiek v procese bielenia splnilo bielenie TCF legislatívne požiadavky aj vznikajúce požiadavky trhu na ochranu životného prostredia. V poslednom rade bolo zavedenie TCF motivované aj prijatím preventívnych opatrení v oblasti ochrany životného prostredia.

Príklady závodov

Niekoľko zariadení v Európe a inde vo svete, napr. celulózky SCA Östrands, Södra Cell v Mönsterås, Mörrum a Värö.

Literatúra

[1, Finnish BAT Report 1997], [14, CEPI 1997], [16, CEPI 1998], [131, SEPA report 1997], [257, Soedra 2009].

3.3.8. Čiastočná recirkulácia úžitkovej vody v bieliarni

Opis

V niektorých prípadoch prispôbili celulózky svoju technológiu bielenia tak, aby čiastočne dosiahli zatvorenie vodných systémov bieliarní. Filtráty z bieliacich stupňov, ktoré sú vhodné na recirkuláciu vody, sa vracajú do procesu, kde voda a chemikálie slúžia na využitie. Miesta návratu a recyklácie filtrátu musia byť dôkladne preskúmané, aby sa zabránilo vzniku inkrustácie počas bielenia spôsobenej najmä uhličitami a šŕavelanmi.

Predpokladom čiastočného uzavretia bieliarne, t. j. recyklácie filtrátov do fázy regenerácie chemikáliami, je zníženie prietoku vody cez bieliarne. To sa dá dosiahnuť tak, že filtráty z bielenia sa z posledného bieliaceho stupňa postupne vedú cez kyslíkový stupňový čistič do hnedého látkového čističa (suspensia nebielenej buničiny). Na lepšie uzavretie bieliarne je potrebná väčšia kapacita na skladovanie vnútornej vody, prestavaný systém rozvodu vody a účinné zariadenie na pranie buničiny.

V čase písania tejto správy (2013) sú problémy spojené s vysokými úrovňami organických a anorganických látok (tzv. neprocesných prvkov) v čiastočne uzavretých vodných okruhoch predovšetkým prekážkou ďalšieho znižovania spotreby vody v bieliarni.

Problémy súvisiace s uzavretím vodných systémov - nielen v bieliarni - sú uvedené priamo nižšie [18, RAIZ 2011]:

- Zvýšený obsah Cl a K v popole z regeneračného kotla, ktorý spôsobuje upchávanie a zvýšenú koróziu tohto zariadenia. Zavedenie lúhovania a Odparovania/kryštalizácie popola z regeneračného kotla sa uskutočnilo na priemyselnom meradle.
- Zvýšený obsah inertných látok vo vápennom okruhu v dôsledku akumulácie fosforu v tomto okruhu.
- Zvýšená sedimentácia a inkrustácia, predovšetkým v bieliacich zariadeniach, z dôvodu zvýšenej úrovne koncentrácie Ca, Ba, CO₂, CO a SO₂ pri buničine a filtrátov z bieliarne.
- Zvýšená spotreba bieliacich chemikálií v dôsledku zvýšeného prenosu organických látok v bunke.
- Znižovanie selektivity niektorých oxidačných činidiel v dôsledku zhutnenia úrovne prechodného kovu.
- Znižuje sa kvalita buničiny v dôsledku organických usadenín ("smoly") alebo iných.

Buničina obsahuje vápnik a priebeh oxidačného bielenia vedie k vzniku značného množstva kyseliny šťaveľovej. Ak sa alkalický filtrát použije na pranie buničiny z kyslej fázy alebo ak sa tento filtrát zmieša s kyslým filtrátom obsahujúcim suspendovaný vápnik, hrozí tvorba šťaveľanu vápenatého. Tendencia k zrážaniu oxalátu vápenatého sa zvyšuje s vyššou úrovňou vápnika a oxalátu, t. j. čím viac je vodný systém uzavretý alebo čím viac sa filtre recyklujú, tým väčšie je riziko zrážania alebo inkrustácie. Tento problém sa práve rieši. Je takmer nemožné znížiť emisie odpadových vôd z bieliarne pod 10-15 m³ADt.

Ďalšie znižovanie množstva vody závisí od existencie účinných a priemyselne zavedených "obličiek" na čistenie systému od vápnika, oxalátov alebo rušivých "neprocesných prvkov", ako sú K, Cl alebo fosfor, ktoré môžu narušiť proces bielenia, zariadenia výroby, cyklus Regeneračného zhodnocovania alebo kvalitu buničiny.

Nasledujúce postupy fungujú ako selektívne obličky v bieliarni:

- iónová výmena so živcou v pevnom lôžku;
- odparovanie;
- membránová filtrácia;
- lúh (premývanie) drevných štiepok.

Tieto "obličkové" technológie ešte nie sú úplne vyvinuté ani zavedené v celosúťažnom meradle. Zatiaľ sú buď v laboratórnej alebo pilotnej fáze, alebo sa testujú ako demonštračné projekty. Žiadny z návrhov zatiaľ nedokázal poskytnúť úplné a komplexné riešenie tohto problému. Napríklad membránová filtrácia si takmer neporadí s iónmi, iónová výmena zasa nedokáže znížiť obsah organických látok, ktoré recirkulujú v uzavretých vodných okruhoch, atď.

Úplne uzavretá bieliarňa sa preto nepovažuje za uplatniteľnú techniku. Je však možné prenášať filtrát v dvoch prietokoch, jednom kyslom a druhom alkalickom. Alkalická voda je možné použiť na pranie buničiny v nebielenej časti procesu. To bude mať za následok podstatné zníženie prietokov a odtokov z bieliarne v porovnaní s bežnými systémami.

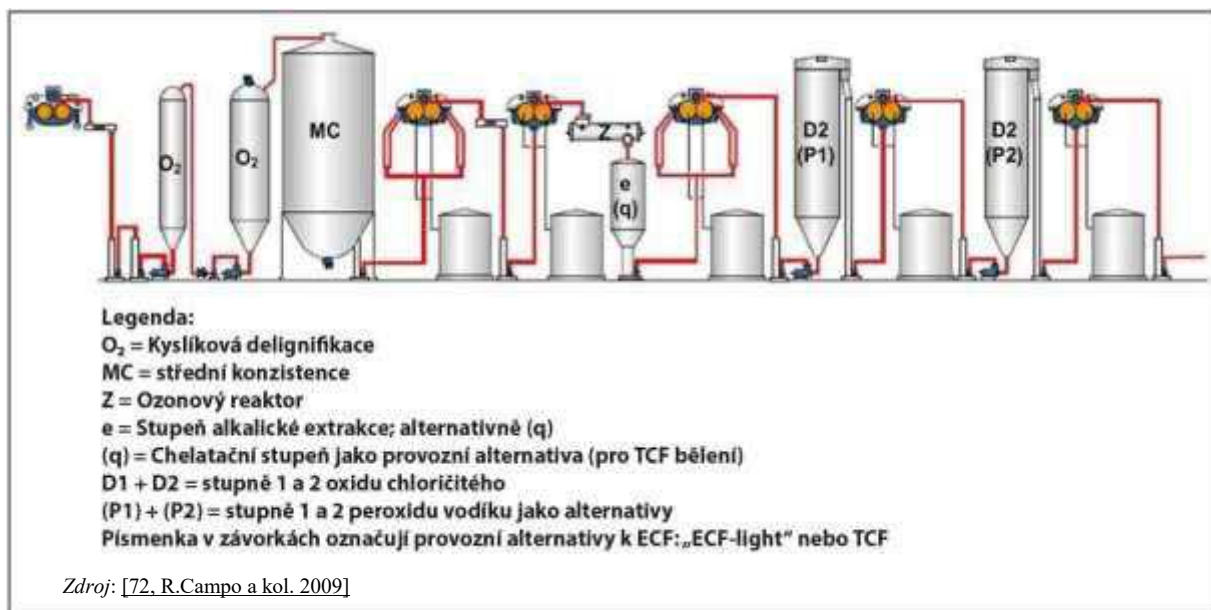
Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Toto opatrenie znižuje zaťaženie a prietoky CHSK. Dosiahnutý výkon do veľkej miery závisí od použitých druhov dreva, kvality vody, postupnosti bieliacich procesov, práčky a celkovej štruktúry procesov.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Na obrázku 3.34 je znázornený príklad priamo modernizovanej bieliarne navrhutej na úpravu bielenej buničiny z ihličnatých alebo listnatých drevín s nízkym prietokom a zaťažením odpadových vôd. Chemikálie používané v buničine na úrovni O₂ delignifikácie a ozónu a materiál odstránený z buničiny v oddíle hnedého prania (suspensia Bieleného materiálu buničiny) sú kompatibilné so systémom

regenerácie čierneho líhu. Preto sa filtrát z pracieho lisu po úrovni ozónu využije na úplné protiprúdové pranie v dokysličovacích lisoch a skruberoch hnedej hmoty (suspensia nebielenej buničiny) a odvádza sa do regeneračného priestoru, kde sa odparí a spáli v regeneračnom kotli.



Obrázok 3.34: Príklad koncepcie bieliarne s nízkym objemom odpadových vôd a CHSK

V tomto príklade sa celkový objem odpadovej vody z bieliarne udržiava na veľmi nízkej úrovni, približne 6-8 m³/ADt v ECF a 4-6 m³/ADt v TCF, s Chemickou spotrebou kyslíka približne 17 kg/ADt a 18 kg/ADt.

Moderná bieliarňa ECF s protiprúdovým pracím systémom zvyčajne používa prietok odpadovej vody 15 - 20 m³/ADt. Budúce zatvorenie výluhu z bieliarne by malo vychádzať z bilancie "neprocesných prvkov" (NPE) vrátane chloridov a draslíka, bilancie Na/S a energetickej bilancie závodu.

Jedna celulózka vo Švédsku so sídlom v TCF uvádza, že dosiahla prietok odpadových vôd 10 m³/ADt pri nepretržitej výrobe s hydraulickými lismi a fluidným nosičom (FBBC) v sekundárnej úprave.

Medzizložkové vplyvy

Suspendované organické látky v odpadovej vode z bieliarne sa odvádzajú cez odparovač do Regeneračného kotla. To si vyžaduje dodatočnú kapacitu a spotrebu energie vo výparníku. Na druhej strane je možné ušetriť energiu a priestor na externé Upravenie a znížiť tvorbu prebytočného kalu.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Uplatniteľné pre nové a existujúce prevádzky. Množstvo uzavretia vodnej slučky v bieliarni závisí aj od kvality zdroja čerstvej vody, druhov, počtu a kapacity komponentov techniky skrubera, rozsiahlej postupnosti bieliacich procesov a vzhľadom na medzifázové účinky v iných oblastiach procesov od schopnosti prevádzky regeneračného kotla riešiť potenciálne problémy (napr. akumuláciu K a Cl v regeneračnom kotle). Predpokladom čiastočného zatvorenia bieliarne je dimenzovaná kapacita odpariek a regeneračného kotla. Mali by sme mať na pamäti, že Odparovanie odpadových vôd z bieliarní sa ľahšie uplatňuje v prípade bielenia TCF. Z bezpečnostných dôvodov treba mať na pamäti, že pri bielení ECF existuje na začiatku procesu zvýšené riziko chloridovej korózie v Regeneračnom kotle.

Ekonomika

Vyžadujú sa značné investície. Systém rozvodu vody v bieliarni je potrebné prestavať vrátane ďalšieho vnútorného zásobníka vody. V niektorých prípadoch budú potrebné investície do modernizácie alebo úpravy bieliacich sekvencií, systémov kontroly vodného okruhu a zvýšenia účinnosti a počtu skrubero. Rozhodnutie o najlepšom poradí pre zatvorenie okruhu závisí od výsledkov bielenia a prevádzkových nákladov. Nie sú k dispozícii žiadne konkrétne údaje o nákladoch.

Dôvody implementácie

Environmentálne požiadavky príslušných orgánov.

Príklady závodov

celulóžky Södra Cell v Mönsterås, Mörrum a Värö (SE), celulózka Celtejo (PT), Mercer Stendal a Rosenthal (DE), mnohé ďalšie.

Literatúra

[18, RAIZ 2011], [72, R.Campo et al. 2009], [193, Axegård et al. 2003].

3.3.9. Účinná kontrola (monitorovanie) únikov a ich premývanie pomocou vhodného systému na regeneračnú rekuperáciu

Toto opatrenie súvisí s opatreniami opísanými v oddieli 3.3.12 "Použitie dimenzovaných vyrovnávacích nádrží".

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Účinné zachytenie úniku je veľmi dôležité pre slabý lúh z prania nebielenej buničiny aj pre silný lúh z odparovania, aby sa zabránilo náhodnému úniku vysoko koncentrovanej a niekedy škodlivej odpadovej vody. Tieto prevádzkové zásady slúžia na tvorbu maximálneho emisného zaťaženia a občas aj na poruchy biologického čistenia odpadových vôd.

Vriaci lúh môže unikáť z tesnení skrubero hneď hmoty (nebielené kaly z buničín), z čerpadiel a ventilov počas prepravy lúhu, zo skimmerov a klasifikátorov, z odpadových vôd z odpariek a z iných úmyselných únikov lúhu v priebehu údržby, spúšťania a odstavovania. K úniku lúhu dochádza aj v dôsledku prevádzkových porúch, preplnenia nádrží, mechanického poškodenia, chýb obsluhy a stavebných a inštalačných činností.

Systém prevencie a kontroly úniku by mal byť navrhnutý v súlade s týmito koncepciami:

- kontrola (monitorovanie) vodivosti alebo pH na strategických miestach s cieľom zistiť straty a úniky (systém kontroly únikov, ktorý umožňuje prevenciu a monitorovanie únikov);
- premývanie odklonených alebo unikajúcich kvapalín pri najvyššej možnej koncentrácii pevných látok v lúhu;
- vrátenie zachyteného lúhu a vlákien do procesu na vhodných miestach;
- zabránenie úniku zápachajúcich alebo škodlivých prietokov z kritických technologických oblastí (vrátane talového oleja a terpentínu) do biologickej čistiare odpadových vôd alebo kontaminácie kanálov čistej vody.

Všeobecne koncepcia účinného regeneračného procesu si vyžaduje aj úpravu kanálov znečistenej odpadovej vody tak, aby sa väčšina úniku, znečistenej zátkovej vody alebo vody z umývania podlahy v kľúčových oblastiach (varenie, pranie a triedenie buničiny, skladovanie a Odparovanie výluhov, príprava varného lúhu) zhromažďovala v zberných nádržiach a prečerpávala buď priamo, alebo prostredníctvom pomocnej nádrže do príslušnej nádrže na skladovanie lúhu. Z ekonomických dôvodov sa potreby takého opatrenia musia obmedziť na oblasti, kde úroveň zmiešaných únikov predstavuje aspoň 2 - 3 % rozpustených pevných látok. Voda na umývanie podláh a upchávanie vody v uvedených

zberných nádobách plochy zriedia regenerovateľný prietok, preto je potrebné prijať opatrenia, aby sa prevádzkové kvapaliny príliš nezriedili.

Vo výrobných priestoroch, ako sú zariadenia na výrobu vysokých olejov a systémy na regeneráciu terpentínu, by sa malo dbať na to, aby sa zabránilo únikom pred ich vypustením do externej čistiarne odpadových vôd. Lojové mydlo a terpentín obsahujú látky, ktoré môžu mať vplyv na biologické čistenie.

Jednoprúdová sulfátová celulóзка by si vyžadovala až 5 zberné vany vybavené vodivostne aktivovanými recirkulačnými čerpadlami. Stredné zložité celulóзky by potrebovali až 9 a zložité celulóзky až 12 zberné vane.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Premývanie únikov a prepádov lúhov v procese a Určenie vhodnej stratégie riadenia v chemickej výrobe sa považuje za užitočné a potrebné z ekonomického aj environmentálneho hľadiska. Táto otázka bola v mnohých závodoch efektívne vyriešená pomerne jednoduchými metódami.

Zo všeobecnej analýzy vyplynulo, že pri dobrej kontrole procesu a dobre realizovanom premývaní únikov, obnove a zvýšení kapacity odparky o 5 - 10 % možno dosiahnuť zníženie zaťaženia odpadových vôd o 3 - 8 kg CHSK/ADt v porovnaní so zariadeniami bez alebo s neúčinnou regeneráciou únikov a so slabou stabilitou procesu. Celkový únik môže byť menší ako 2 kg CHSK/ADt.

Medzizložkové vplyvy

Na úprave zachytených únikov by bolo potrebné zvýšiť kapacitu odparovačov o 5 - 10 %. To by znamenalo aj o 5 až 10 % vyššiu spotrebu pary. Premývanie úniku však znamená aj spätné získavanie energie a chemikálií počas pálenia v regeneračnom kotle.

Potreba zvýšiť kapacitu a prebytok energie je relevantná len počas prevádzkových porúch, nie počas štandardných prevádzkových hodín. Ak je potrebné zabezpečiť nepretržité odparovanie nadmerného úniku, potom je možné k odparke pripojiť jednotky na vysoký olej s potrebnými investíciami, ale bez potreby ďalšej pary (ako napr. v celulóзke Kotka, Fínsko).

Technické kritériá uplatniteľnosti

Uplatniteľné pre nové a existujúce prevádzky. Efektívny systém kontroly úniku sa však ľahšie inštaluje pri projektovaní a výstavbe nových zariadení ako pri modernizácii starých zariadení.

V prípade existujúcich prevádzkarní je niekedy nemožné realizovať oddelené premývanie a opätovné zavedenie do procesu pri ich súčasnom usporiadaní. V uvedených prípadoch sú alternatívou opatrenia, ako napríklad čistenie zachytených únikov na konci potrubia v čistiarni odpadových vôd.

Ekonomika

Investícia potrebná na systémy úpravy lúhov v sulfátovej celulóзke s výrobou 1 500 ADt/deň je 0,8 - 1,5 milióna EUR. Ak je potrebné rozšíriť kapacitu odparovača o 0,8 m³/ADt, budú potrebné dodatočné náklady vo výške 4 - 6 miliónov EUR. Prevádzkové náklady systému sa odhadujú na 100 000 - 400 000 EUR ročne, ale môžu sa výrazne líšiť medzi novými a existujúcimi zariadeniami. Nové celulóзky všeobecne produkujú veľmi veľa prebytočného tepla a prevádzkové náklady sú na dolnej hranici finančného rozpätia.

Dôvody implementácie

Znižovanie emisií Chemickej spotreby kyslíka a anorganických procesných chemikálií.

Príklady závodov

Početné prevádzky po celom svete.

Literatúra

[140, Tappi proceedings 1996], [131, správa SEPA 1997].

3.3.10. Efektívne premývanie hnedej látky (suspénzia nebielenej buničiny)

Opis

Nedostatočné premývanie buničiny so sebou prináša niektoré organické a anorganické látky rozpustené v reakciách úrovne predchádzajúcej (sušenie).

Účelom prania hnedej hmoty (suspénzia nebielenej buničiny) je čo najdôkladnejšie oddeliť celulóзовé vlákna od suspendovaných organických a anorganických chemikálií pred vstupom buničiny do bieliarne, keď sa získa čo najviac varných chemikálií a suspendovaných organických látok. V bieliarni je veľmi dôležité účinné pranie, aby sa dôkladne odstránila väčšina rozpustených látok medzi jednotlivými krokmi bieliacich procesov, pretože tieto rozpustené látky by inak spotrebovali chemické činidlá na neutralizáciu.

Fáza premývania pozostáva z techník postupného riedenia a zahusťovania alebo vytlačania. V praxi každá technika umývacieho zariadenia využíva uvedené metódy v rôznom pomere. K dispozícii je široká škála zariadení na pranie buničiny, z ktorých najbežnejšie sú vákuové alebo tlakové bubnové filtre, práčky s pozdĺžnym sitom, atmosférické a tlakové difúzne práčky a pracie lisy. Najlepší výkon z uvedených druhov dosiahnutie dosiahnutie dosiahnutie dosiahnutie dosiahnutie dosiahnutie dosiahnutie dosiahnutie dosiahnutie dosiahnutie dosiahnutie dosiahnutie dosiahnutie dos Množstvo znečistenej vody v buničine sa znižuje so zvyšujúcou sa konzistenciou buničiny. Premývanie sulfátovej buničiny je možné podporiť využitím plynného oxidu uhličitého.

Keďže premývanie nie je nikdy stopercentne účinné, určité množstvo chemikálií a znečisťujúcich látok sa prenáša spolu s buničinou do bieliarne. Na druhej strane, v bieliarni sa na neutralizáciu týchto látok spotrebúvajú chemické činidlá, čo vedie k zvýšeniu celkovej spotreby chemikálií počas bielenia a k vyššiemu zaťaženiu emisiami.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Zníženie spotreby bieliacich chemikálií, zníženie emisií do vody bieliarne.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Strata po premývaní v bežnej bubnovej práčke alebo lise je približne 5 až 10 kg CHSK/ADt, čo umožňuje uspokojivý priebeh následných fáz procesu. Ostatné látky sú adsorbované alebo uzavreté v vláknach. Z porovnania filtrov a lisov vyplýva, že konzistencia výstupnej buničiny sa pri použití filtrov zvyšuje z približne 10 - 15 % na 25 - 35 % pri použití pracích lisov a obsah vody sa znižuje z 6 - 10 m³/ADt na 2 - 3 m³/ADt a spotreba pracieho líhu klesá z približne 9 m³/ADt na približne 4 m³/ADt. Hodnota prenosu Chemickej spotreby kyslíka neuplatňuje sa viac s počtom práčok a ich prevádzkou ako s druhmi práčok (t. j. filtre alebo lisy). Sériové stupne techniky prania sa vyskytujú s účinnosťou regenerácie čierneho líhu až 96-98 %.

Účinné premývanie hnedej látky (suspénzia nebielenej buničiny), t. j. pred kyslíkovou delignifikáciou, môže znížiť spotrebu kyslíka.

Účinné premývanie pred prvým krokom bielenia znižuje prenos organických látok do bielidla, čo následne vedie k zníženiu emisií AOX a Chemickej spotreby kyslíka (CHSK) vypúšťaných do kanalizácie závodu. Znížením efektu prenosu počas premývania medzi jednotlivými fázami bielenia sa znižuje spotreba bieliacich chemikálií.

Existujú štandardizované metódy na meranie tohto prenosu, ktorý sa často označuje ako "strata v dôsledku premývania". Straty pri premývaní sa pôvodne merali ako obsah síranu sodného v buničine. Keďže táto strata prídavnej chemikálie sa stala zanedbateľnou, strata počas premývania sa zvyčajne meria ako Chemická spotreba kyslíka odstrániteľná premývaním použitím SCAN CMP-45:00 00 [36, SCAN 2000] alebo podobným spôsobom.

Medzizložkové vplyvy

Žiadne rozsiahle negatívne účinky.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Toto opatrenie je možné uplatňovať v nových a existujúcich celulózkach na výrobu bielenej buničiny.

Z praktických dôvodov sa zdá, že inštalácia kompletného nového umývacieho zariadenia je vhodnejšia ako úprava existujúceho systému.

Uzavretý umývací systém zvyšuje význam premývania dočasných únikov. Výstupný prací lúh obsahuje organické aj anorganické látky. Pracia voda z procesu sa vypúšťa do konečnej čistiarne odpadových vôd.

Ekonomika

Požadované investície sa zvyčajne pohybujú medzi 4 a 6 miliónmi EUR v prípade nových zariadení a približne 2 až 4 milióny EUR v prípade existujúcich zariadení. Nie sú zahrnuté žiadne významné dodatočné prevádzkové náklady.

Dôvody implementácie

Predovšetkým sa zavádzajú účinné systémy na premývanie, aby sa znížila úroveň nečistôt v buničine a znížili emisie do vody.

Príklady závodov

Početné zariadenia v Európe.

Literatúra

[36, SCAN 2000], [75, Pöyry 1997], [76, Pöyry 1998].

3.3.11. Oddeľovanie znečistenej vody a jej opätovné použitie v procese

Opis

Kondenzáty možno klasifikovať následne takto:

- Primárne kondenzáty: kondenzáty z čerstvej pary, ktoré sú zvyčajne príliš čisté na to, aby sa mohli opätovne použiť ako ohrev pre kotol (po satinizácii).
- Sekundárne kondenzáty: kondenzáty znečistenej pary, ktoré sa vyplavujú z čierneho výluhu, suspenzie buničiny atď. Používa sa len najznečistenejšia časť kondenzátu na oddeľovanie.

Kondenzáty vznikajú z technologických pár z vyhniavačov a odparovačov. Celková výška približne 8-10 m³/ADt tvorba celkového kondenzátu s zaťažením Chemickou spotrebou kyslíka približne 20-30 kg/ADt a BOD₅ približne 7-10 kg/ADt. Zvyčajne približne 1 m³ je silne znečistený³/ADt, stredne znečistené 4 m³/ADt a mierne znečistené 4 m³ADt.

Chemická spotreba kyslíka predstavuje prevažne metanol (5-10 kg/ADt) s ostatnými zlúčeninami síry (1-2 kg/ADt TRS), 1-2 kg terpentínu a anorganických zlúčenín dusíka. Okrem toho znečistený kondenzát obsahuje ketóny, terpény, fenoly, živicu a mastné kyseliny a rôzne rozpustené plyny. Kondenzáty obsahujú veľký podiel dusíka vypúšťaného zo sulfátovej celulózky.

Koncentrácia chemickej spotreby kyslíka 10-20 kg má približne 1 m³ kondenzátu na tonu buničiny. Táto hodnota je vyššia v prípade kondenzátov buničiny z tvrdého dreva ako v prípade buničiny z mäkkého dreva. Tieto silné kondenzáty sa zvyčajne spracovávajú vo varnej kolóne, kde je účinnosť odstránenia väčšiny zložiek viac ako 90 % v závislosti od pH. Digestorové systémy zvyčajne zabezpečujú súčasné odstránenie zapáchajúcich plynov (TRS) aj látok prispievajúcich k Chemickej spotrebe kyslíka (CHSK). Vyvarené kondenzáty slúžia na oddeľovanie a po Upravení môžu predstavovať 1-1,5 kg Chemickej spotreby kyslíka/m³ kondenzátu. Vyvarené plyny sa môžu zaviesť do systémov CNCG (úprava ťažkých plynov) a zodpovedajúcim spôsobom spracovať, t. j. spaľiť v spaľovni so špeciálnym horákom,

v regeneračnom kotle alebo peci na pálenie vápna. Takže asi 7-9 metrov³ Tvorba slabších kondenzátov (strednej a menej znečistených) s Chemickou spotrebou kyslíka v rozmedzí 0,5-2 kg Chemická spotreba kyslíka/m³ a celkový obsah 8-12 kg Chemická spotreba kyslíka/t buničiny.

Prípadne sa stredne znečistený kondenzát môže byť oddelený v systéme súvisiacom s výparníkom, čím sa zabráni ďalšiemu použitiu energie počas čistenia. Týmto spôsobom sa celkové zaťaženie CHSK pred akýmkoľvek využitím zníži na približne 5 kg/t, čo predstavuje zníženie približne o 50 % v porovnaní s čistením len najviac znečistených kondenzátov.

Odparovacia kolóna môže byť buď samostatným zariadením, alebo môže byť neoddeliteľnou časťou odparovača. Kondenzáty sa odvádzajú do hornej časti varnej kolóny. Pary alebo odparený kondenzát stúpa zo spodnej časti kolóny v protiprúde ku znečistenej forme kondenzátu. Pary odobraté z varnej kolóny idú do spätného chladiča (refluxného kondenzátora), kde sa čiastočne kondenzujú. Účelom spätného kondenzátora je kondenzovať určité množstvo vody a zvýšiť úroveň prchavých zložiek v plynách, ktoré opúšťajú kondenzátor. Neskondenzovateľné plyny z kondenzátora obsahujú väčšinu prchavých zložiek, ktoré sa vyvarili pri oddeľovaní v varnej kolóne. Odvádzajú sa na spaľovanie, kde sa organické látky a zložky TRS ničia tepelnou oxidáciou.

Vyčistené kondenzáty neobsahujú kovy, a preto sú obzvlášť užitočné na premývanie v bieliarni, ak sa zameriame na uzavretie tejto časti procesu. Môžu sa tiež opätovne použiť pri praní hnedých látok (nebielených buničinových kalov) v oblasti kaustifikácie (pranie a riedenie kalu, stieracie filtre kalu), ako prací lúh TRS pre vápenné pece alebo ako doplnková voda pre biely lúh. To znamená, že v niektorých prípadoch sa použijú kondenzáty v uzavretých častiach procesu a nebudú vypúšťané do odpadových vôd. Ostatné kondenzáty sa použijú v otvorených priestoroch, napr. v bieliarni, a skončia v odpadovej vode spolu s tými kondenzátmi, ktoré sa znova nepoužijú a idú priamo do odpadovej vody.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Zníženie spotreby sladkej vody, zníženie organického znečistenia v čistiarni odpadových vôd, zníženie emisií redukovaných zlúčenín síry (TRS) a emisií metanolu do ovzdušia.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Oddeľovanie znečistenej vody z kondenzátov je bežné vo väčšine závodov. Ak sa vyhnivací systém používa na odstránenie vysokého množstva metanolu, potom sú kondenzáty z vyhnivacej kolóny relatívne čisté a môžu sa opätovne použiť v celulózke na také účely, ako je pranie hnedej hmoty, t. j. nebielenej buničiny (pozri kapitolu 3.3.10).

Základom projektu by mala byť minimalizácia prietoku do fermentačného systému prostredníctvom Oddeľovania kondenzátov s cieľom znížiť potrebné investície. Vo výparníku je možné rozdeliť kondenzát prvej pary z lúhu na dve časti. Povrchový kondenzátor možno rozdeliť na dve jednotky alebo na dva kondenzačné stupne. Kondenzácia slaných par z diskontinuálneho variča je možná v dvoch krokoch. Sekundárna para sa môže použiť ako hlavný zdroj pary pre varnú kolónu.

Najvhodnejším miestom na opätovné použitie kondenzátov je pranie buničiny, a to buď v poslednej práčke, alebo v zahusťovači v celulózke s uzavretým systémom triedenia vody. Typická spotreba vody na pranie je 10-13 m³ADt. Množstvo kondenzátu, ktoré je dostupné z odparovačov a fermentora na opätovné použitie, je 6-9 m³/ADt, čo je množstvo vody, ktoré je možné potenciálne ušetriť. Celkovo by pri použití metódy oddeľovania len silne znečistených kondenzátov došlo k 4 - 6 kg CHSK/ADt, zatiaľ čo pri použití tejto metódy by sa mohli vyskytnúť hodnoty 3 - 5 kg CHSK/ADt. Kondenzáty vypúšťané do čistiarne odpadových vôd sú však zvyčajne ľahko biologicky odbúrateľné. Z kondenzátu sa odstraňuje približne 97 % TRS a približne 92 % metanolu.

Medzizložkové vplyvy

Ak použijeme parné oddeľovanie, musíme nekondenzovateľné plyny (NCG) oddelenie spôsobom, ktorý zabráni úniku zápachajúcich plynov TRS do ovzdušia. Podrobnejší opis je uvedený v oddieloch 3.3.16.2 a 3.3.16.3.

Ak použijeme Oddeľovanie zápachajúcich znečistených kondenzátov, zníži sa zaťaženie čistiarne odpadových vôd a v prípade problémov so získaním povolení je možné vyhnúť sa ďalším investíciám do čistiarne odpadových vôd. To znižuje spotrebu energie na prevzdušňovanie a spotrebu energie a chemikálií na spracovanie kalu.

Kombináciou rekuperácie čistých a prevarených kondenzátov je možné znížiť spotrebu čerstvej vody o 6 m³ADt. Keďže kondenzáty sú horúce, je možné ušetriť časť energie použitej pri oddeľovaní v varnej kolóne.

Prchavé emisie TRS z čistiarne odpadových vôd možno znížiť parným oddeľovaním kondenzátov, čím sa zo znečistených kondenzátov odstráni zlúčeniny TRS.

Keďže výstupné plyny z Oddeľovania obsahujú 8-12 kg/ADt metanolu, existuje možnosť úspory vykurovacieho oleja alebo zemného plynu za predpokladu, že stĺpcový plyn môže tieto paliva nahradiť.

Oddeľovanie kondenzátu znižuje už aj tak nízku úroveň emisií zlúčenín TRS z znečistenej vody. Zložky TRS zahŕňajú sírových, metylmerkaptán, dimetylsulfid a dimetyldisulfid. Tieto emisie sú čiastočne zodpovedné za nepríjemný zápach (tzv. pachové emisie) zo sulfátových celulózok.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Odparovanie parou je vhodnou metódou vnútorného prevádzkovej čistenia, ktorá znižuje Chemickú spotrebu kyslíka a zápach znečistených kondenzátov zo sulfátových celulózok. Tento proces je možné použiť v nových a existujúcich celulózkach na výrobu bielennej buničiny. Kolóna na varenie kondenzátu je možné umiestniť samostatne alebo môže byť časťou odparovača. V prvom prípade bude potrebná primárna para, zatiaľ čo v druhom prípade je možné použiť sekundárnu paru z výstupu odparovača. Je však potrebná tepelná oxidácia pár zo systému vriacej kolóny. Na tieto účely slúžia pece na pálenie vápna, elektrické kotle a samostatné spaľovne TRS.

Ekonomika

Investícia potrebná na systém fermentačnej kolóny s výrobou 1 500 ADt/deň v sulfátovej celulózke sa pohybuje v rozmedzí 2,0 až 2,5 milióna EUR. Na zvýšenie kapacity odparky celulózky môžu byť potrebné ďalšie investície, ktoré však veľmi závisia od existujúcej konfigurácie odparky. Náklady na modernizáciu sa môžu pohybovať od 1 do 4 miliónov eur.

Prevádzkové náklady na oddeľovanie kondenzátu zahŕňajú najmä náklady na paru použité pri oddeľovaní a náklady na údržbu. Ak sa fermentor prevádzkuje mimo odparovača, prevádzkové náklady sú výrazne vyššie v dôsledku spotreby čerstvej pary. Náklady predstavujú približne 0,6-0,7 milióna EUR ročne. Ak je kolóna pripojená medzi úrovne odparovačov, prevádzkové náklady sú vyššie, približne 0,3-0,4 milióna EUR/rok.

Dôvody implementácie

Väčšina celulózok na výrobu bielennej buničiny v Európe prebieha parné odparovanie znečistenej vody z fermentora a odparovanie. Oddeľovanie znečistenej vody účinne odstraňuje ich zápachajúce zložky. Vyvarené kondenzáty je možné opätovne použiť pri technike prania nebielenej a bielennej buničiny a pri kaustifikačných procesoch, čím sa dosiahne dosiahnutie nižšej spotreby vody.

Príklady závodov

Početné rasy v Európe.

Literatúra

[126, Sebbas 1988].

3.3.12. Použitie správne dimenzovaných vyrovnávacích nádrží na skladovanie koncentrovaných alebo horúcich technologických kvapalín

Toto opatrenie súvisí s opatrením opísaným v kapitole 3.3.9.

Opis

Aby sa zabránilo špičkovému zaťaženiu a príležitostným poruchám v procese čistenia odpadových vôd, nádrže na lúh a regenerovaný výluh a na kontaminovaný kondenzát by mali mať kapacitu presahujúcu bežné prevádzkové objemy aspoň o 30 %. Čisté toky sa odvádzajú mimo oblastí možného úniku, aby sa zabránilo zriadeniu regeneračných prevádzkových lúhov.

Objemy, ktoré sú k dispozícii na kontrolu týchto slabých a silných lúhov z výroby sulfátovej alebo sulfitovej buničiny, sú veľmi dôležité, najmä počas nábehov, abnormálnych podmienok a prevádzkových porúch. Základná požiadavka na skladovacie objemy vychádza z úrovne koncentrácie lúhu/vylúhovaných látok meranej ako obsah sušiny. Napríklad v starej bielennej celulózke je možné, že slabý čierny výluh má koncentráciu 8 % a silný výluh 60 % v porovnaní so 16 % a 75 % v modernej celulózke. To znamená, že skladovacie kapacity musia byť úmerne oveľa väčšie v závodoch s nízkou účinnosťou prania nebielenej buničiny alebo v štandardných odparkách bez koncentračných jednotiek lúhu a bielidla.

Požadovaný dodatočný objem nad normálnu úroveň musí byť schopný pokryť špičkové technologické prietoky počas niekoľkých hodín z dôvodu prevádzkových porúch. Priamo musí byť tento objem dostatočne veľký na to, aby sa doň zmestilo dostatočné množstvo slabého lúhu/výluhu, ktorý umožní normálnu prevádzku odparovača počas krátkych prestávok pri varení a premývaní alebo umožní krátkodobé odstavenie viacriadkovej alebo jednoriadkovej časti odparovača z dôvodu údržby. Objem zásobníka musí byť tiež dostatočne veľký na to, aby sa doň zmestilo dostatočné množstvo silného lúhu/odluhu, aby bolo možné vyriešiť problémy alebo krátkodobé prerušenie prevádzky regeneračného kotla bez zníženia prevádzky odparky alebo aby bolo možné odparku odstaviť na krátkodobú údržbu.

Existujúce celulózky, ktoré zvažujú zavedenie kyslíkovej delignifikácie, musia vyhodnotiť svoju kapacitu skladovania slabého a silného lúhu/výluhu a kapacitu odparky, pretože tento výrobný krok pravdepodobne zvýši množstvo vody na odparke.

Lúhy po opustení Regeneračného kotla a po ďalších prevádzkových fázach transformované na čerstvý varný lúh sú bez organických látok, ale majú veľmi vysoké pH. Tieto nádrže na kvapalinu tiež potrebujú voľnú kapacitu na pokrytie krátkodobých špičkových prietokov alebo napríklad odstávok pripojených jednotiek, ako sú filtre na digestát. Tieto zásady, ak sa dostanú do čistiarne odpadových vôd cez kanalizáciu, spôsobujú "pH šoky", ktoré majú za následok poruchy, ak sú pred biologickým čistením nedostatočne regulované.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Zníženie emisií zápachajúcich alebo horúcich technologických pár smerom k biologickej čistiarni odpadových vôd zabraňuje možnému narušeniu aktívnej biomasy a vážnym poruchám zariadenia.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Existuje mnoho spôsobov, ako riešiť úniky z priesakových/oblúkových kanalizácií a zachytávať prepady v procese. Zníženie, ktoré bráni účinnej realizácii týchto opatrení, vychádza z konkrétnych úzkych miest v jednotlivých celulózkach, ktorými sú zvyčajne premývanie a triedenie buničiny alebo Odparovanie.

Riziko narušenia externého čistenia odpadových vôd sa znižuje, ak sa zabráni náhodným únikom z prichádzajúcich prietokov, ktoré majú vysoké organické a niekedy aj toxické zaťaženie alebo trvalo vysoké alebo nízke pH. Vplyv na hydraulické zaťaženie nie je taký výrazný, s výnimkou celulózky, kde je otvorený systém premývania a triedenia.

Použitie vodivostných sond na zisťovanie a vyhodnocovanie únikov lúhov/odkalov v celulózke je vhodné, pretože v mnohých prípadoch je možné určiť koreláciu medzi vodivosťou a úrovňou

lúhov/odkalov pre každý jednotlivý tok. Pri prietokoch s úrovňou pH, ktorá kolísava, je štandardným prostriedkom na meranie pH on-line pH sonda. Horúce prietoky si vyžadujú špecifickú kontrolu (Monitorovanie) v kanalizačnom systéme a on-line teplotné sondy slúžia na ich ľahké monitorovanie.

Medzizložkové vplyvy

Zmeny v nádržiach na lúh/výluh a horúce kvapaliny a prevádzka účinného systému kontroly úniku si často vyžadujú zmeny alebo vylepšenia iných zariadení, najmä v oblasti techniky prania alebo odparovania buničiny. Manipulácia s horúcimi kvapalinami vo výparníku si vyžaduje o 5 - 10 % viac energie.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Optimalizácia potrebnej rezervnej skladovacej kapacity pre horúce alebo koncentrované prietoky je uplatniteľná v nových aj existujúcich mlynoch. Tieto opatrenia nielenže pomáhajú udržať cenné prevádzkové chemikálie vo výrobnom procese a zvyšujú nákladovú efektívnosť výroby, ale tiež výrazne menia vplyv celulózky na životné prostredie. V existujúcich celulózkach je tiež dôležité mať účinné riešenie na zachytenie prevádzkových tokov v samotnom výrobnom zariadení. Výstavba rezervných zásobníkov a nádob na premývanie únikov by sa mala uskutočniť spolu s vyhodnotením ďalších nákladovo efektívnych zlepšení, najmä v oblasti premývania buničiny a triedenia, odparovania a filtrácie lúhov/výluhov.

Ekonomika

Investícia potrebná na výrobu 1 500 ADt buničiny je približne 0,8-1,0 milióna EUR na dve 3 000 m dlhé skladovacie nádrže, vrátane potrebného potrubia, izolácie a čerpadiel s elektrickou energiou a riadením procesu.

Regeneračný proces koncentrovaných prevádzkových kvapalín umožňuje obnovu paliva (napr. čierneho lúhu) alebo uplatniteľných chemikálií, ktoré tieto prúdy môžu obsahovať.

Dôvody implementácie

Tieto opatrenia sa presadzujú z dôvodov ochrany životného prostredia a prevádzkovej bezpečnosti.

Príklady závodov

Väčšina závodov na celom svete.

Literatúra

Neuvedené.

3.3.13. Aeróbna biologická úprava odpadových vôd

Opis

Pozri kapitolu 2.9.11.2.1.

Vo väčšine prípadov sa odpadové vody z výroby buničiny a papieru čistia aeróbnymi metódami. Najčastejšie sa používa proces s aktivovaným kalom. Niektoré zariadenia prevádzkujú biofilmové reaktory s pohyblivým lôžkom (MBBR) ako samostatnú techniku alebo v kombinácii so zariadeniami s aktivovaným kalom. V menej prípadoch sa stále používajú prevzdušňované lagúny.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Znižovanie emisií organických látok (Chemická spotreba kyslíka, BOD), AOX, fosforu, dusíka a chelačných (chelatačných) látok do vody.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

S cieľom znížiť emisie niektoré celulózky spočiatku prechádzali na čoraz rozsiahlejšie uzavreté procesy, v ktorých sa väčšina výluhov, únikov a práce vody zachytáva a recykluje v systéme regenerácie závodu, čím sa zabraňuje uvoľňovaniu a odtoku chemikálií a zapáchajúcich organických zlúčenín s procesnou

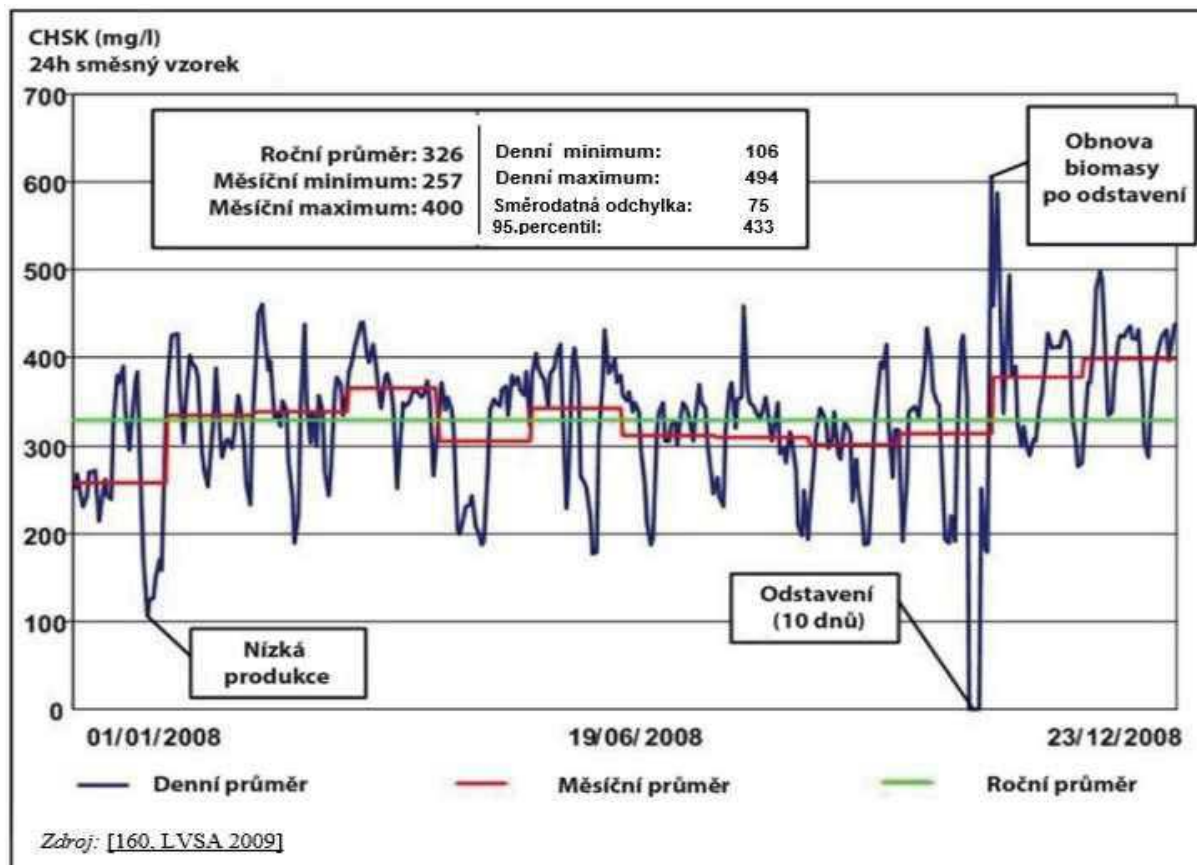
vodou. V prípade zariadení na spracovanie aktivovaného kalu je doba zdržania v sulfátových celulózkach vyššia a pohybuje sa v rozmedzí 15 až 48 hodín. Účinnosť čistenia sa líši v závislosti od druhu odpadovej vody, dizajnu zariadenia a prevádzkových podmienok. Typické hodnoty sa pohybujú v rozpätí 85-98 % pre elimináciu BOD₅ a 65-75 % pre elimináciu Chemickej spotreby kyslíka. Zníženie obsahu AOX je v rozpätí 40-65 % a fosforu a dusíka o 40-85 %, resp. 20-50 %. Celková efektívnosť odstraňovania NL použitím primárnej a sekundárnej úpravy je približne 85-90 %.

V prípade poruchy alebo ak sa niektorý z prevádzkových parametrov odchýli od požadovaných hodnôt, úroveň BOD v odpadovej vode stúpne nad 25 mg/l. Vhodnými opatreniami proti tomuto nárastu sú Upravenie prevádzkových parametrov alebo analýzy biomasy.

Vo fabrikách na bielenie buničiny s bázoou peroxidu sa na prítoku do biologickej čistiare odpadových vôd meria úroveň EDTA približne 50 mg/l (24-hodinová zmesná vzorka). V závislosti od dizajnu a prevádzkových podmienok čistiare odpadových vôd boli zaznamenané hodnoty redukcie EDTA v rozsahu od takmer nuly do 90 %. Ak EDTA znižuje, vo väčšine prípadov nie je jasné, či došlo k úplnému dosiahnutiu redukcie alebo len k zmenám v molekule.

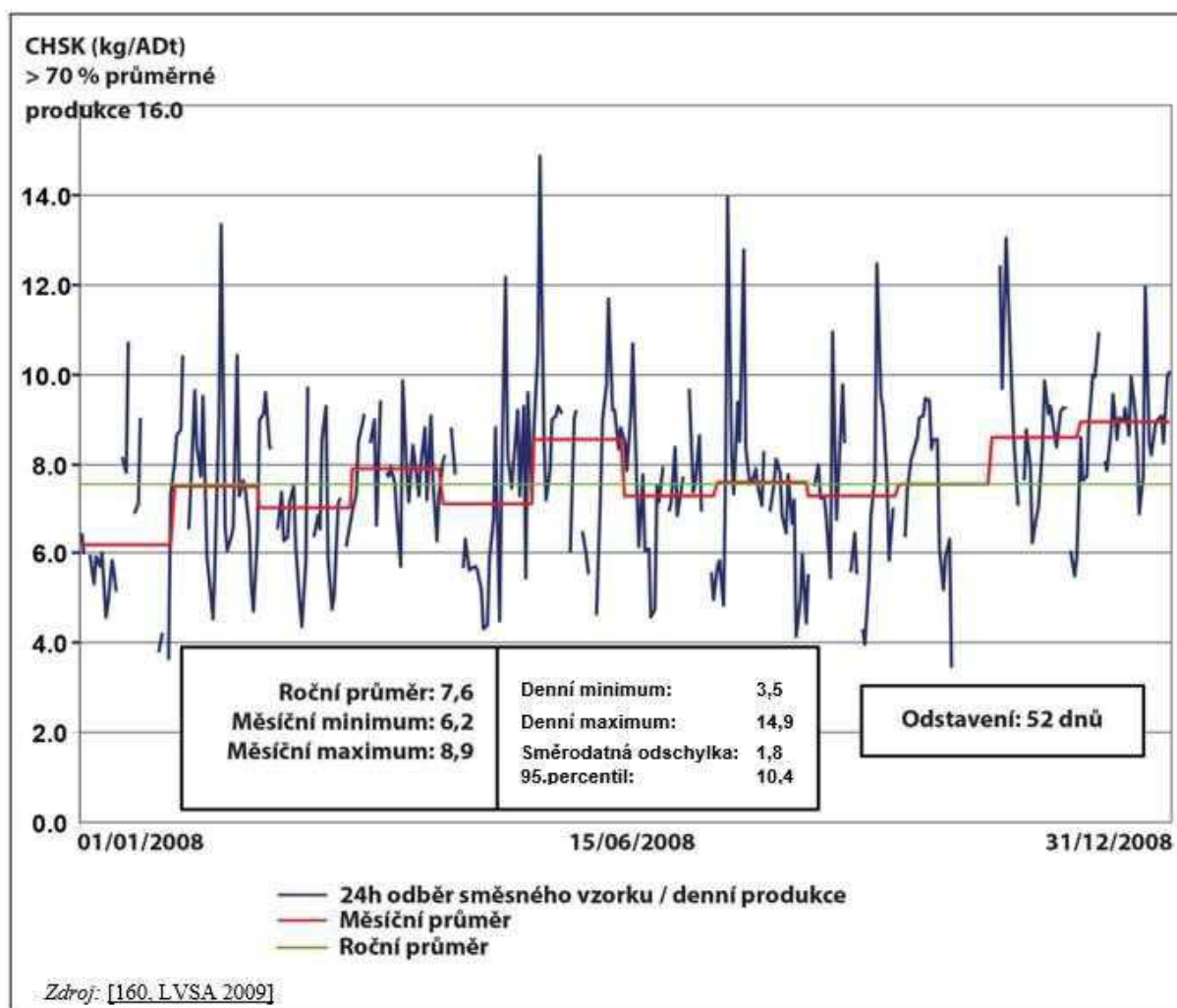
(a) bielená sulfátová buničina

Na obrázku 3.35 sú znázornené zmeny priemerných denných hodnôt emisií pre závod, ktorý celoročne vyrába bielenú buničinu z mäkkého dreva. Obrázok znázorňuje výkonnosť dvojstupňového biofilmového reaktora s pohyblivým lôžkom, následne sa používa zariadenie s aktivovaným kalom s nízkym zaťažením (zaťaženie kalom: < 0,1 kg BOD₅/kg DS_{org}), ktorý sa zaoberá úpravou odpadových vôd z závodu. Úroveň emisií Chemickej spotreby kyslíka sa spracúva pre tri rôzne referenčné obdobia (deň/mesiac/rok). Príklad predstavuje celulóšku, ktorá zavedla všetky odpovedajúce BAT do procesu vzťahujúci sa k odpadným vodám a ktorá je vybavena dobre dimenzovanou a provozovanou biologickou čistírnou odpadných vod. Priemer prítoku v tomto roku bol 26 m³ADt.



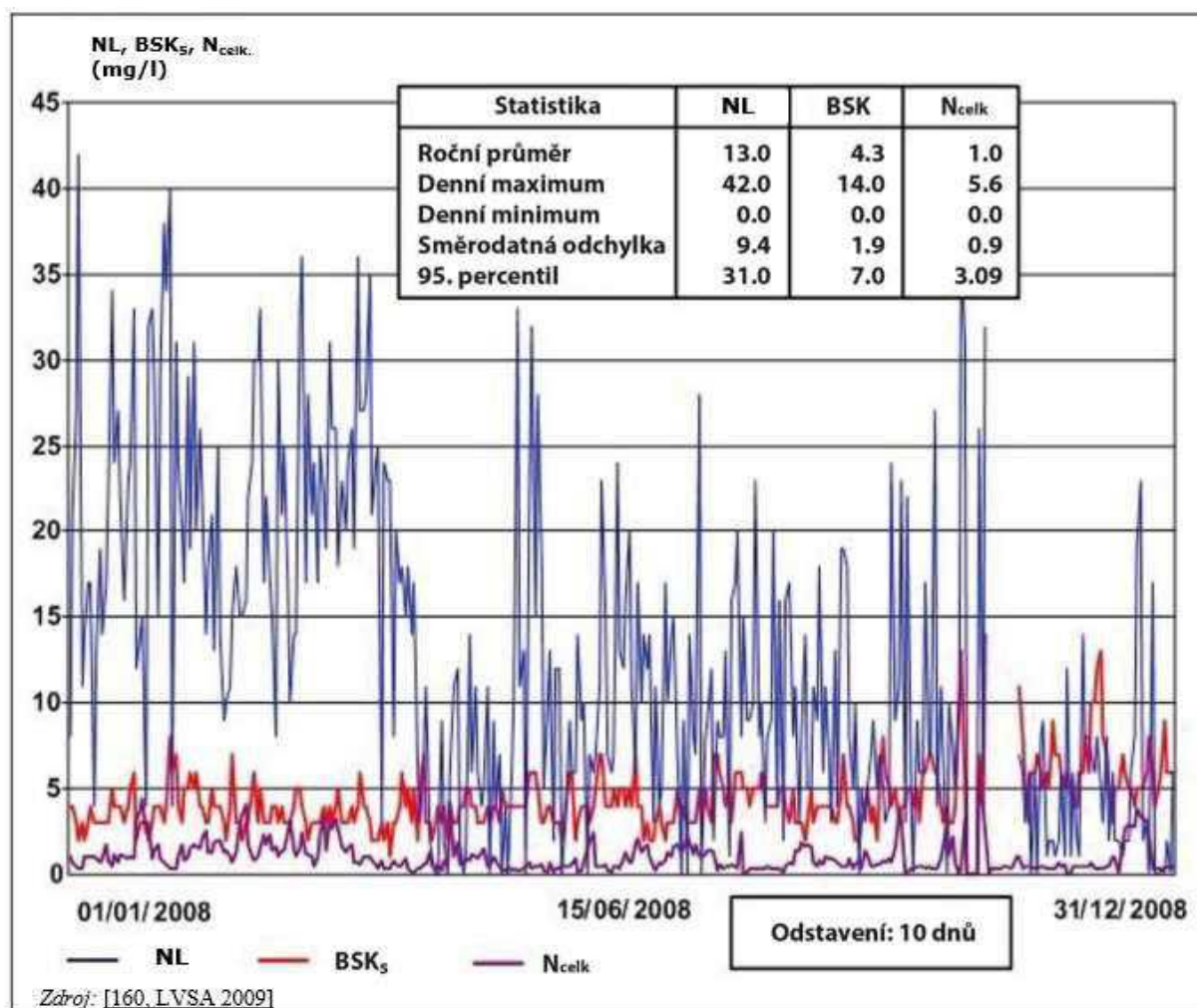
Obrázok 3.35: Úroveň CHSK (COD) odpadových vôd z bienej sulfátovej celulóžky po biologickom čistení za rôzne referenčné obdobia

V celulózo-papierenskom priemysle sa na výpočet špecifického zaťaženia CHSK (kg CHSKa/ADt) bežne používa denné zaťaženie CHSK (kg CHSK/ADt) a denná čistá výroba/produkcia (tony vzduchom vysušenej buničiny/deň). Zaťaženie CHSK za celý rok je znázornené na obrázku 3.36 pre ročné, mesačné a denné obdobia s priemerami. Treba mať na pamäti, že dni s výrobou výrazne pod ročným priemerom ($< 70\%$ ročného priemeru) neboli zahrnuté do výpočtu priemerných denných hodnôt, aby sa predišlo zavádzajúcemu matematickému efektu delenia podobných denných emisií CHSK relatívne nízkym menovateľom (znížená čistá produkcia/výroba). Nezohľadnenie tohto efektu by mohlo viesť k nesprávnym záverom o stabilite skutočného výkonu pretekov. Pre ročné a mesačné priemery nie je tento vplyv dôležitý.



Obrázok 3.36: Zaťaženie CHSK odpadových vôd z bielenej sulfátovej celulózy po biologickom čistení za rôzne referenčné obdobia

V tomto prípade čistiareň odpadových vôd pracuje pri znížení živín s prítokom BOD₅:N:P v pomere 100:0,5:0,1 (konvenčné BOD₅:N:P = 100:3 - 5:0,5 - 1). Zníženie živín sa ukázalo ako možné bez ohrozenia odstránenia Chemickej spotreby kyslíka, ktoré produkuje menej prebytočného kalu a dobrú usaditeľnosť kalu [159, Steube et al. 2005]. Pri hydraulickom čase zdržania 3 hodiny v systéme s biofilmom a 8-9 hodiny v systéme s aktivovaným kalom za podmienok obmedzených živinami sa odstráni 98 % BOD a 70 % Chemická spotreba kyslíka. Celkový obsah suspendovaných látok (DS) v odpadovej vode je menší ako 25 mg/l. Dosiahnutie nízkych hodnôt emisií živín: 0,3 mg/l P_{celkovej} a 1 mg/l N_{anorg.} ako ročný priemer. Na obrázku 3.37 sú znázornené dosiahnuté úrovne priemerných denných koncentrácií pre N_{celkovej}, BOD₅ a NL počas roka a zahŕňa štatistické posudzovanie. Nový_{celkovej} zahŕňa len anorganické zložky N.

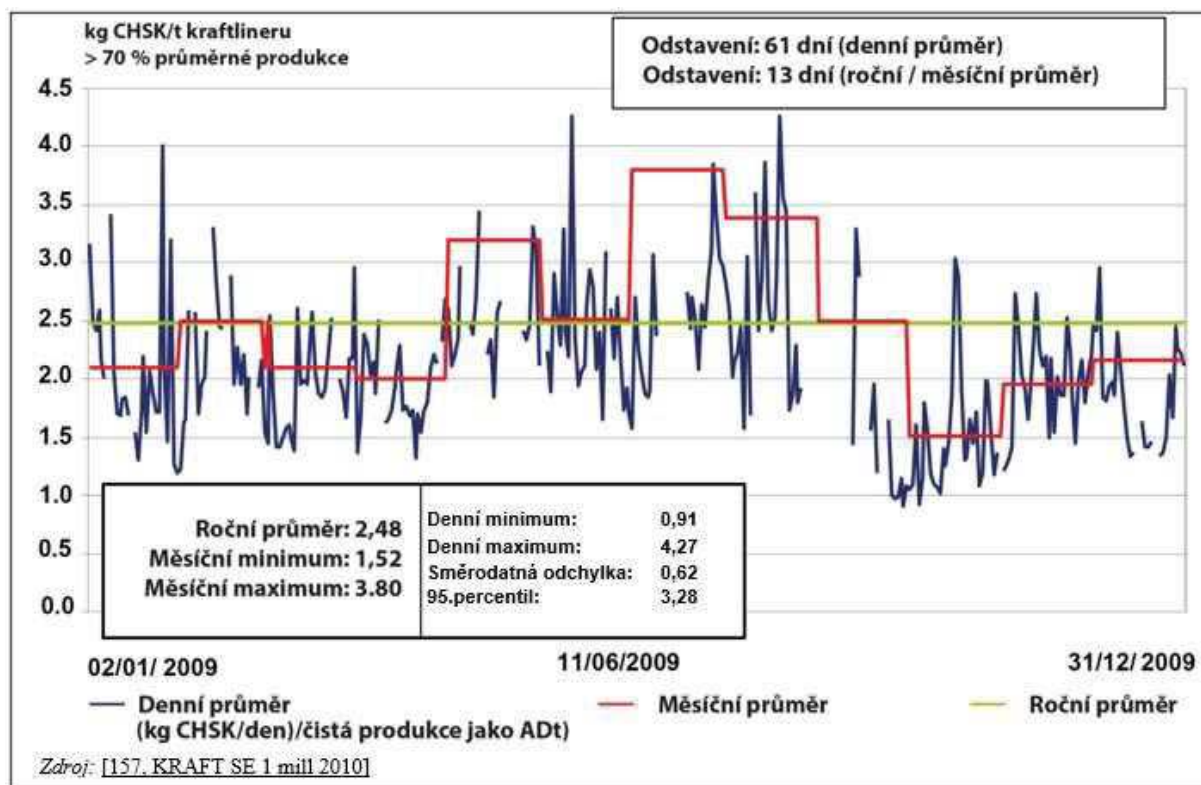


Obrázok 3.37: Úroveň NL, BOD₅, NO_{celkovej} v odpadových vodách zo sulfátovej celulózky po biologickom čistení za rôzne referenčné obdobia

V tomto prípade sa EDTA (prítok: 34-63 mg/l) znižuje sa približne o 90 % alebo viac a vyskytuje sa na úrovni medzi 0,4 a 7 mg EDTA/l (priemer za rok 2008): 1,8 mg/l; merania sa vykonávajú 12krát za rok po 24 hodinách. zmiešané vzorky; metód analýzy: DIN 38413-3). Na prítoku (24-hodinová zmiešaná vzorka) sa vykonávajú merania s priemerom 50 mg EDTA/l.

(b) nebielená sulfátová buničina

Na obrázku 3.38 je znázornený príklad výkonu systému úpravy aktivovaného kalu pre nebielenú sulfátovú buničinu. Integrovaná celulózo-papierenská továreň KRAFT SE 1 má ročnú kapacitu 700 000 ton kraftlineru, základného papiera používaného pri výrobe vysokokvalitnej vlnitej lepenky. Závod prevádzkuje celulózu na výrobu sulfátovej buničiny s dvoma linkami na výrobu buničiny z ihličnatých drevín, jednu linku na výrobu buničiny z listnatých drevín s bieliarňou, linku na výrobu buničiny z recyklovaných vlákien a dva papierenské stroje. Odpadová voda z linky na výrobu nebielenej sulfátovej buničiny vzniká len v prípade prevádzkových problémov. Celulóзка je z hľadiska úniku čierneho lúhu úplne uzavretá, t. j. čierny lúh sa vedie do regeneračného systému. Ďalšími zdrojmi organických látok (Chemická spotreba kyslíka) sú odfarbovacie prevádzky, odpadové vody z bieliarní a zber papiera pre recyklačnú linku. V júli a auguste sa emisie zvýšili nad priemer. Určité množstvo čierneho výluhu z prepadu skladovacích nádrží sa muselo odvádzať do havarijnej nádrže, odkiaľ sa výluh postupne odčerpával do biologickej čistiarne odpadových vôd. V priebehu roka by mohla byť situácia pod kontrolou.



Obrázok 3.38: Chemická spotreba kyslíka v odpadových vodách CHSK pre celulózkú s nebieleným sulfátom po biologickom čistení pre rôzne referenčné obdobia (KRAFT SE 1)

V tabuľke 3.25 sú uvedené dosiahnuté hodnoty emisií do vody po biologickom čistení pre vybrané prosperujúce celulóžky na sulfátovú buničinu v Európe. Tieto zariadenia zaviedli kombináciu techník integrovaných do procesov, ako je opísané v častiach 3.3.2-3.3.12, a primárneho čistenia a účinného biologického čistenia. Efektívnosť úpravy v uvedených príkladoch je približne 70 % pre Chemickú spotrebu kyslíka. Biologické čistiarnie odpadových vôd sú väčšinou navrhnuté a prevádzkované ako čistiarnie s nízkym zaťažením aktivovaným kalom (alebo porovnateľné systémy, ako napríklad MBBR), kde je zaťaženie kalu nižšie ako 0,15 kg BOD/kg MLSS za deň a typický čas zdržania v aktivačnej nádrži sa pohybuje od približne 14 hodín do 2 dní. Zoznam obsahuje výber závodov, o ktorých boli k dispozícii alebo poskytnuté údaje, a preto nie je vyčerpávajúci. Viac príkladov je možné nájsť v oddieli 3.2.2.5.3. Vo Švédsku a Fínsku sú hodnoty BOD uvedené ako BOD₇. Všetky hodnoty sú ročné priemery. Niektoré zariadenia merajú celkový organický uhlík (TOC) namiesto alebo popri Chemickej spotrebe kyslíka (CHSK). Ak sú tieto hodnoty TOC k dispozícii, sú v tabuľke uvedené v hranatých zátvorkách. Hodnoty sú rozdelené medzi bielené a nebielené celulóžky. Uvádza sa aj druh dreva používaného na výrobu buničiny.

Tabuľka 3.25 Dosiahnuté hodnoty emisií do vody po biologickom čistení na príklade sulfátových celulózok v Európe

Príklady závodov (zdroj údajov)	CHSK [TOC] (kg/ADt) a (mg/l)	BOD ₅ alebo 7 (kg/ADt) a (mg/l)	NL GF/A (kg/ADt) a (mg/l)	AOX (kg/ADt) a (mg/l)	N _{celk.} (g/ADt) a (mg/l)	P _{celk.} (g/ADt) a (mg/l)	Prietok (m ³ ADt)	Druhy úpravy	Poznámky
Bielená sulfátová buničina									
Södra Cell AB, Mönsterås Bruk (Švédská štatistika 2007)	8 (286)	0,9 (32)	0,3 (11)	ND	57 (0 2,0)	9 (0,3)	28	Aktivovaný kal s dlhým časom zdržania dlhšie (2 dni)	Bielené mäkké/listnaté drevo, komerčná buničina TCF
Zellstoff Pöls AG (Správa o prostredí 2008)	9,2 [3,9] (250) [106]	0,45 (12)	0,52 (14)	0,11 (3,0)	57 (1,5)	32 (1,3)	36,8	Aktivovaný kal so 14-hodinovou dobou zdržania dlhšie	Bielená ihličnatá, komerčná buničina ECF
Zellstoff Stendal (dotazník 2007)	7,6 (247)	0,15 (5)	0,5 (16)	0,05 (1)	100 (1)	20 (2)	31	Dvojstupňový aktivovaný kal	Komerčná buničina z bieleného mäkkého dreva, ECF a TCF
Zellstoff- und Papierfabrik Rosenthal (Dotazník 2007)	6,5 (245)	0,11 (5)	0,3 (12)	0,03 (1,0)	10 (0,27)	10 (0,3)	26,5	Aktivovaný kal	Komerčná buničina z bieleného mäkkého dreva, ECF a TCF
Stora Enso Enocell (Štatistický úrad Fínska 2006)	14 (378)	0,2 (5)	0,3 (8)	0,19 (5,1)	70 (0,2)	4 (0,1)	37	Aktivovaný kal	Bielená buničina z mäkkého dreva/listov, komerčná buničina ECF a TCF
Oy Metsä-Botnia Ab, Rauma mill (Dotazník 2009)	11,2 (401)	0,38 (14)	0,32 (12)	0,16 (5,7)	50 (1,8)	7 (0,2)	27,9	Aktivovaný kal	Komerčná buničina ECF
Metsä-Botnia Joutseno, (Štatistický úrad Fínska 2006)	11 (250)	0,2 (5)	0,2 (5)	0,16 (3,6)	120 (2,7)	6 (0,1)	44	Aktivovaný kal	ECF bielená buničina z mäkkého dreva
Södra Cell Värö (Dotazník 2009)	[4,2] [223]	ND	ND	ND	130 (6,9)	8 (0,4)	18,8	Aktivovaný kal	Bielené mäkké/listnaté drevo, komerčná buničina TCF
Celulose Beira Industrial (Celbi), Figueira da Foz (prieskum 2009)	8,2 [2,6] (214) [68]	0,5 (13)	0,8 (21)	0,04 (1,0)	160 (4,2)	110 (2,9)	38,4	Aktivovaný kal	Bielená komerčná buničina ECF z eukalyptu
Portucel-Setúbal (Dotazník 2009)	5,1 (259)	0,23 (12)	0,22 (11)	0,09 (4,6)	40 (2,0)	100 (5,1)	19,7	Aktivovaný kal	Bielená komerčná buničina ECF z eukalyptu
Soporcel, Figueira da Foz (Prieskum 2009)	8,7 (323)	0,5 (19)	0,9 (34)	0,11 (4,1)	110 (4,1)	100 (3,7)	26,9	Aktivovaný kal	ECF eukalyptová buničina pre integrovanú výrobu (hodnoty sa používajú len pre celulózku)

Príklady závodov (zdroj údajov)	Chemická spotreba kyslíka [TOC] (kg/ADt) a (mg/l)	BOD ₅ alebo 7 (kg/ADt) a (mg/l)	NL GF/A (kg/ADt) a (mg/l)	AOX (kg/ADt) a (mg/l)	Nový celkovej (g/ADt) a (mg/l)	P celkovej (g/ADt) a (mg/l)	Prietok (m ³ ADt)	Druhy úpravy	Poznámky
Bielená sulfátová buničina									
Nordic Paper, Bäckhammars Bruk (Švédská štatistika 2007)	4 (87)	1,5 (33)	0,5 (11)	ND	394 (8,6)	6 (0,1)	46	Biologické čistenie + chemické zrážanie (emisie sa týkajú len bunky)	Bielená sulfátová buničina + papier
Portucel, Viana do Castelo (prieskum 2009)	2,8 (164)	0,1 (5,8)	0,6 (35)	0,001 (0,05)	90 (5,3)	10 (0,6)	17,1	Aktivovaný kal (hodnoty sa vzťahujú na papier vyrobený pre krycie vrstvy (lepenky))	Bielený kraftliner (30 % RCF)
KRAFT SE 1 (Štatistický úrad Švédska 2007)	2 (105)	ND	0,2 (11)	ND	70 (3,7)	17 (0,9)	19	Aktivovaný kal (hodnoty sa vzťahujú na buničinu vrátane úpravy recyklovaných vlákien)	Bielená a nebielená sulfátová buničina + kraftliner (20% RCF)

Poznámka: ND = žiadne údaje. [hodnota] = výsledok analýzy TOC

Aktivovaný kal (hodnoty sa vzťahujú na buničinu vrátane RCF - úprava recyklovaných vlákien)

Bielená a nebielená sulfátová buničina + kraftliner (20 % RCF).

Medzizložkové vplyvy

Aeróbna biologická úprava odpadových vôd spotrebúva energiu (napr. na aerátory a čerpadlá) a produkuje kal, ktorý si zvyčajne vyžaduje úpravu pred použitím alebo likvidáciou.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Túto techniku možno použiť v nových aj existujúcich zariadeniach.

Ekonomika

Investícia potrebná na úplne novú čistiareň s aktivovaným kalom je približne 19-24 miliónov Kč. EUR pre celulózky na báze sulfátu s kapacitou 500 ADt/deň, bielenej celulózky majú nižšie náklady. Tieto náklady zahŕňajú aj potrebné primárne čistenie a úpravu kalu. Zodpovedné prevádzkové náklady predstavujú 2,0-2,6 milióna EUR. Ročný poplatok EUR.

Dôvody implementácie

Ochrana prietokov pred organickými látkami, suspendovanými látkami, živinami a potenciálne toxickými odpadovými vodami. Legislatívne požiadavky. Dosiahnutie kvality vody.

Príklady závodov

Niektoré buničiny a papierne v Európe zaviedli účinné systémy biologického čistenia odpadových vôd. Na celom svete ich používajú mnoho zariadení.

Literatúra

[1, Finnish BAT Report 1997], [75, Pöyry 1997], [131, SEPA report 1997], [157, KRAFT SE 1 mill 2010], [159, Steube et al. 2005], [160, LVSA 2009], [EIPPCB Questionnaires 2007 and 2009], [Swedish statistics 2007], [Finnish statistical data 2006].

3.3.14. Terciárna úprava odpadových vôd – chemické zrážanie

Opis

Pozri kapitolu 2.9.11.3.1.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Cieľom terciárneho čistenia je najmä zníženie emisií suspendovaných látok, čiastočne rozpusteného biologicky nerozložiteľného CHSK a fosforu. Znižovanie emisií suspendovaných látok povedie aj k zníženiu emisií živín, ktoré sú na ne viazané.

Ďalšou výhodou terciárnej úpravy je prevencia rušivých účinkov dočasných prepádov.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Neboli poskytnuté žiadne údaje o emisiách, ale za kontrolovaných skúšobných podmienok je možné odstrániť 30-50 % biologicky nerozložiteľnej CHSK z biologicky upravenej vody účinnou a funkčnou chemickou koaguláciou (zrážaním).

Terciárne čistenie môže byť rozumným riešením, ak sa zaťaženie odpadových vôd počas rôznych ročných období výrazne mení a výkonnosť sekundárneho čistenia (napr. prevzdušňovanej lagúny) je v porovnaní s dobre dimenzovaným a prevádzkovaným zariadením s aktivovaným kalom slabá.

V celulózke SE Varkaus sa terciárnym spracovaním dosiahli tieto zníženia

[17, Nurmesniemi 2010]:

- NL 55 %
- CHSK 35 %
- fosfor 60 %
- dusík 50 %

V celulózke Varkaus sa všetok kal pred odvodnením mieša pomocou skrutkového lisu a vysušený kal sa spaľuje vo vlastnej spaľovni.

Medzizložkové vplyvy

Vzniká pomerne vysoké množstvo chemického kalu, ktoré má ťažkosti s odvodnením a úpravou. Po chemickom zrážaní sa v čistenej odpadovej vode nachádzajú zvyšky hliníka a železa v nízkych úrovniach.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Uplatniteľné je pre nové a existujúce techniky, pokiaľ sa nevyžaduje ďalšie odstránenie organických látok, dusíka alebo fosforu.

Ekonomika

Z technicko-ekonomickej štúdie terciárnej úpravy (flotácia a piesková filtrácia s kapacitou približne 30 000 m³/deň) vyplynuli investičné náklady vo výške približne 6,6 milióna EUR a prevádzkové náklady vo výške približne 1,4 milióna EUR ročne (cenová úroveň: posledný štvrtrok 2007).

V závode SE Varkaus boli investičné náklady na terciárnu úpravu po prevzdušňovanej lagúne vyššie v porovnaní s jeho modernizáciou na zariadenie s aktivovaným kalom [17, Nurmesniemi 2010].

Nižšie sú uvedené všeobecné informácie o nákladoch na flotačné zariadenie (terciárne spracovanie) v závode Stora Enso Varkaus, ktorý v roku 2006 vyrobil približne 600 000 t/rok buničiny, papiera a lepenky (investičné náklady z roku 2002):

Investičné náklady (2002):	5 miliónov EUR
Veľkosť zariadenia:	2 x 30 000 m ³ /deň (dve linky)
Prichádzajúca dobierka:	300-600 mg/l
Vstup do NL:	50-150 mg/l
Použití síranu hlinitého:	50-400 mg/l
Ročné náklady:	0,5 milióna EUR, 0,025-0,03 EUR za m ³
Chemický kal (v sušine):	10 t/deň upravenej vody (20 % celkovej množstva kalu).

Dôvody implementácie

Predovšetkým sú to požiadavky stanovené v povoleniach. Terciárne čistenie sa zvyčajne používa vtedy, keď je potrebné znížiť obsah živín, farby alebo COD vo vyčistenej odpadovej vode pod úroveň BAT (napr. v prípade veľmi citlivého vodného toku/recipienta) alebo keď je potrebné zabrániť rušivým vplyvom alebo dočasným prepacom. Používa sa aj na zvýšenie účinnosti čistenia odpadových vôd (napr. v prípade prevzdušňovaných lagún). Nízka efektívnosť znižovania fosforu a Chemickej spotreby kyslíka v prevzdušňovaných lagúnach v zime sa môže zlepšiť.

Príklady závodov

Biologické čistenie spolu s chemickou flotáciou odpadových vôd z výroby sulfátovej buničiny sa používa v niektorých závodoch vo Švédsku, napr. Skoghall, Billingfors, Backhammar alebo Iggesund. Prípady, keď sa v Fínsku používa terciárne spracovanie s chemickou flotáciou, sú napríklad SE Varkaus.

Literatúra

[17, Nurmesniemi 2010], [67, Hynninen 2008].

3.3.15. Zberné systémy pre silne a slabo koncentrované zápachajúce plyny

Opis

V účinne dimenzovaných a v prevádzke udržiavaných systémoch zberu plynov je možné zápachové plyny takmer úplne zachytiť a znížiť ich množstvo. Zber (zachytávanie) a pálenie plynov môže pokryť viac ako 99 % celkových emisií plynných zložiek síry z výrobného procesu.

Užitočné metódy zahŕňajú pálenie v Regeneračnom kotli (pozri časť 3.3.16.1), vo vápennej peci (pozri časť 3.3.16.2) alebo v spaľovniach TRS so špeciálnymi horákmi (pozri časť 3.3.16.3). Plynové skrubery sa používajú aj na úprave odpadových plynov z rozpúšťacích nádrží alebo na zníženie obsahu SO₂ zo samostatnej spaľovne TRS, vápennej pece alebo regeneračného kotla. Nižšie sú uvedené informácie o efektívnom usporiadaní a prevádzke uvedených systémov na zber plynu.

I. *Premývanie koncentrovaných zápachajúcich plynov*

Cieľom je zachytiť všetky koncentrované zápachajúce plyny (pachové emisie), pretože majú veľmi vysoký obsah síry, napríklad celulóзка spracúvajúca ihličnaté drevo s ročnou výrobou 600 000 ADt by uvoľnila viac ako 1 300 ton síry (približne 2-5 kg S/ADt, pozri tiež kapitolu 3.2.2.6.4) alebo možná ešte viac bez náležitého premývania a úpravy výlučne koncentrovaných zápachajúcich plynov.

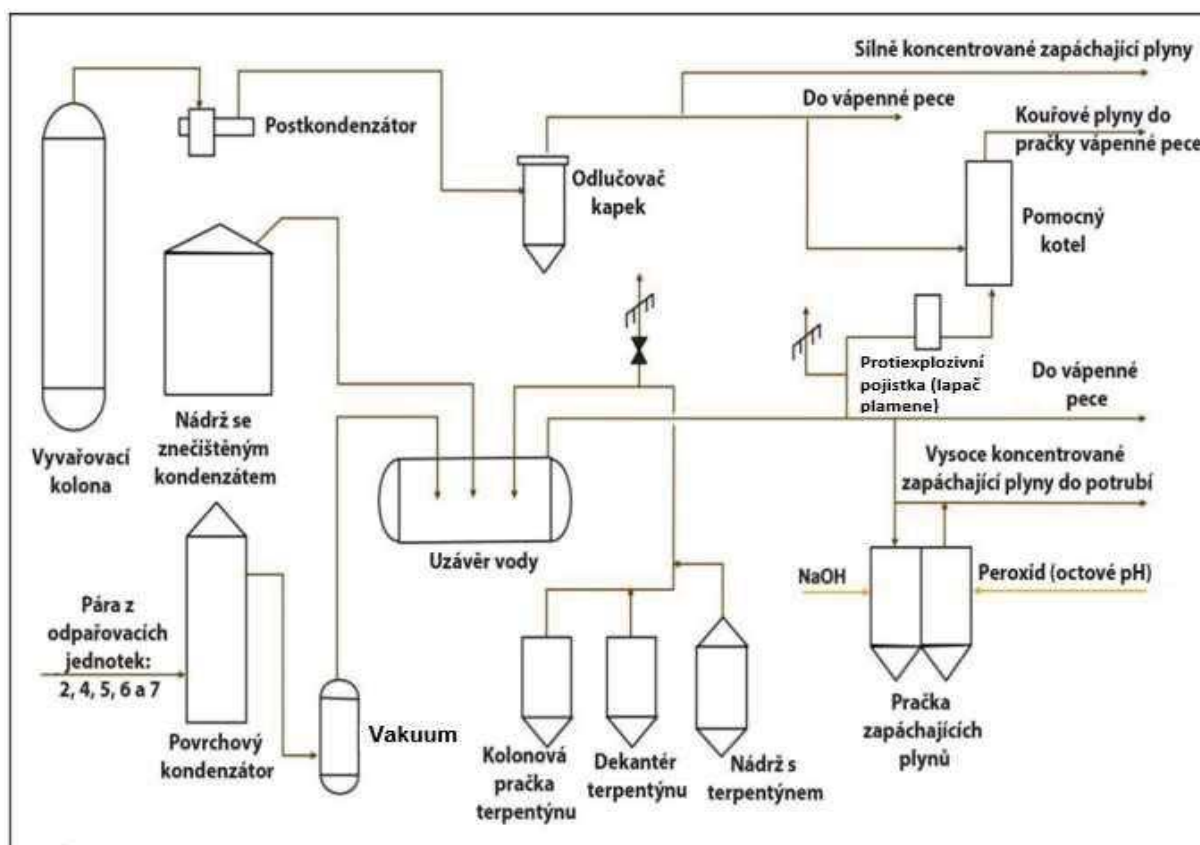
Zberné miesta pre vysoko koncentrované plyny na linke na výrobu celulózy sú:

- kotly z kondenzátora brýdových pár
- terpentínové dekantéry
- nádrže s znečistenými kondenzátmi
- terpentínové práčky
- nádoby na terpentín
- výpary z nádrže.

Zberným miestom na linke chemickej regenerácie je systém znečisteného kondenzátu, napr. nádrže na znečistený kondenzát (napr. z výparníka a regeneračného kotla), odparovacia kolóna znečisteného kondenzátu a jej kondenzátory.

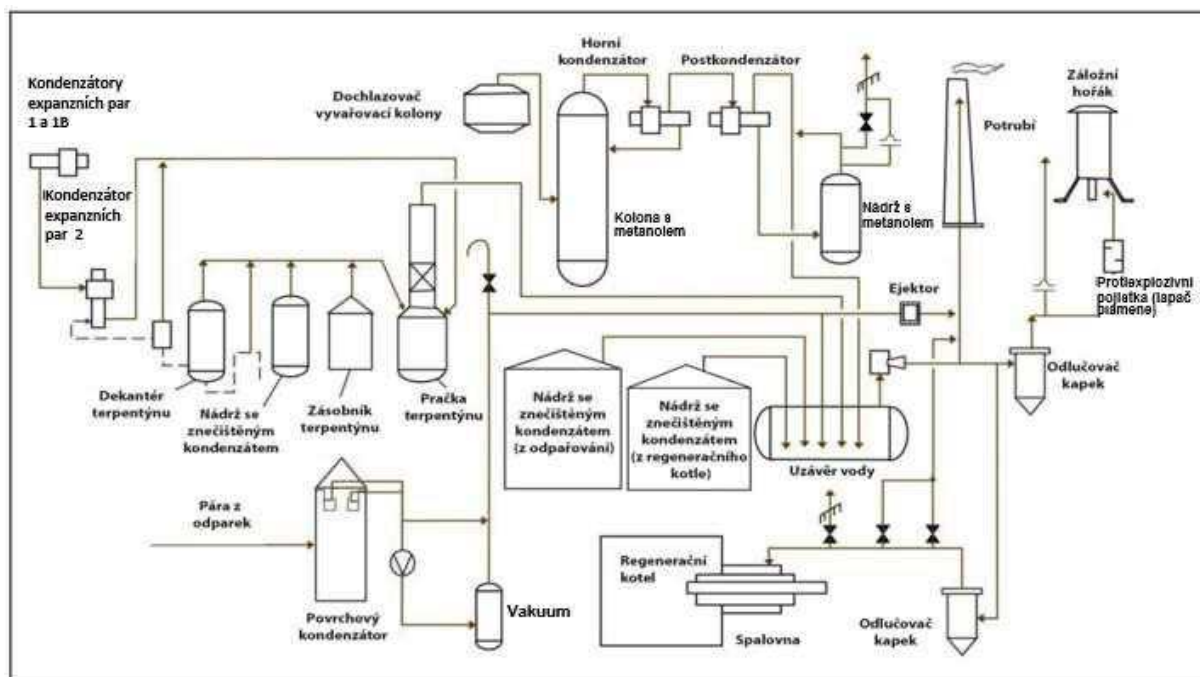
Plynové potrubia sú vybavené vodnými uzatváracími ventilmi, ktoré kondenzujú plyny a zároveň zabezpečujú, aby plyny prúdili správnym smerom. Ejektory vstreknú plyny do fázy pálenia (Regeneračný kotol, vápenná pec alebo samostatná špeciálna spaľovňa). Zberné kanály sú tiež vybavené odlučovačmi kvapiek a lapačmi plameňov, aby sa zabránilo návratu plameňov do kanálov (keďže koncentrované zápachajúce plyny obsahujú vysoký podiel horľavých plynov).

Na obrázkoch 3.39 a 3.40 sú znázornené dva rôzne účinné systémy zberu vysoko koncentrovaných zápachajúcich plynov vrátane hlavných zberných miest, možností úpravy a záložných systémov.



Obrázok 3.39: Systémy na premývanie a úpravu vysoko koncentrovaných zapáchajúcich plynov (závod Botnia Rauma)

Na obrázku 3.40 je znázornený podobný systém zberu a zálohovania, ale silne koncentrované plyny na spaľovanie nie sú vedené do pece na pálenie vápna, ale do regeneračného kotla.

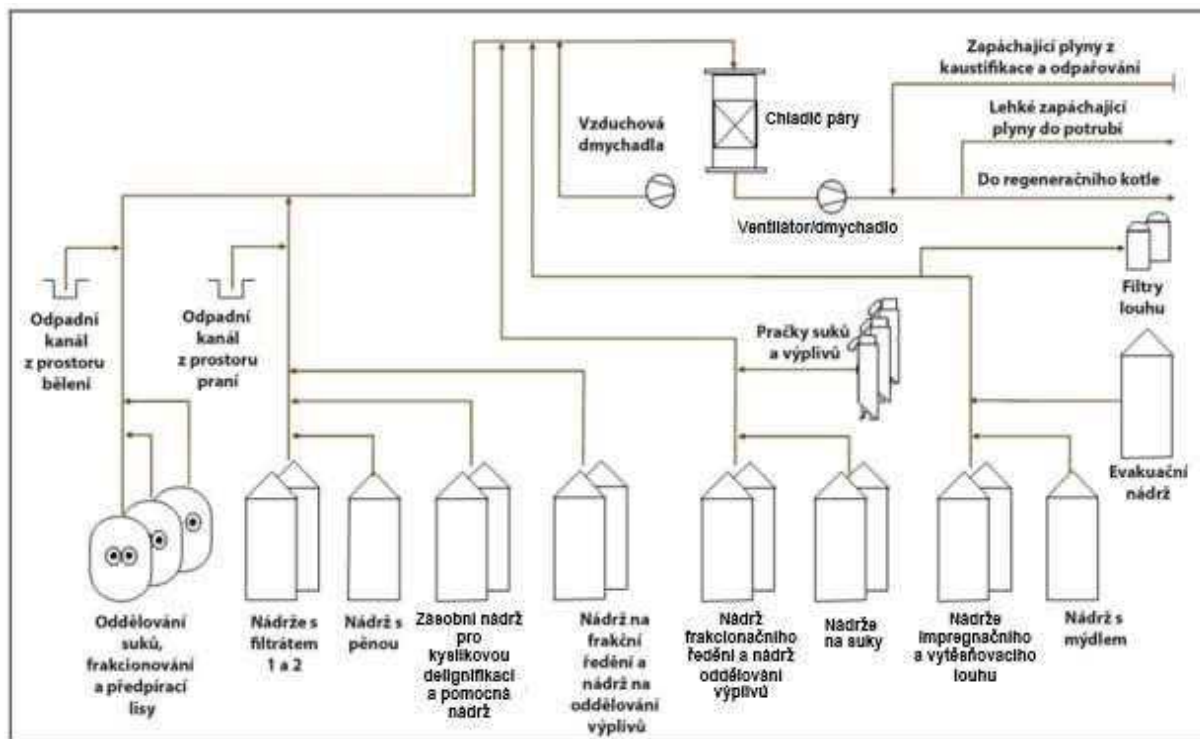


Obrázok 3.40: Systémy na zachytávanie a úpravu vysoko koncentrovaných zapáchajúcich plynov (závod Botnia Joutseno)

II. Premývanie zriedených zápachajúcich plynov

Takmer všetky zriedené alebo mierne zápachajúce plyny z linky na výrobu buničiny, zo systému na regeneráciu chemikálií a z oblasti kaustifikácie sa zachytávajú v účinných systémoch na zachytávanie plynov.

Zberné miesta pre zriedené zápachajúce plyny na linke na výrobu celulózy sú schematicky znázornené na obrázku 3.41.



Obrázok 3.41: Premývanie a úprava zriedených zápachajúcich plynov na linke na výrobu buničiny (závod Botnia Rauma)

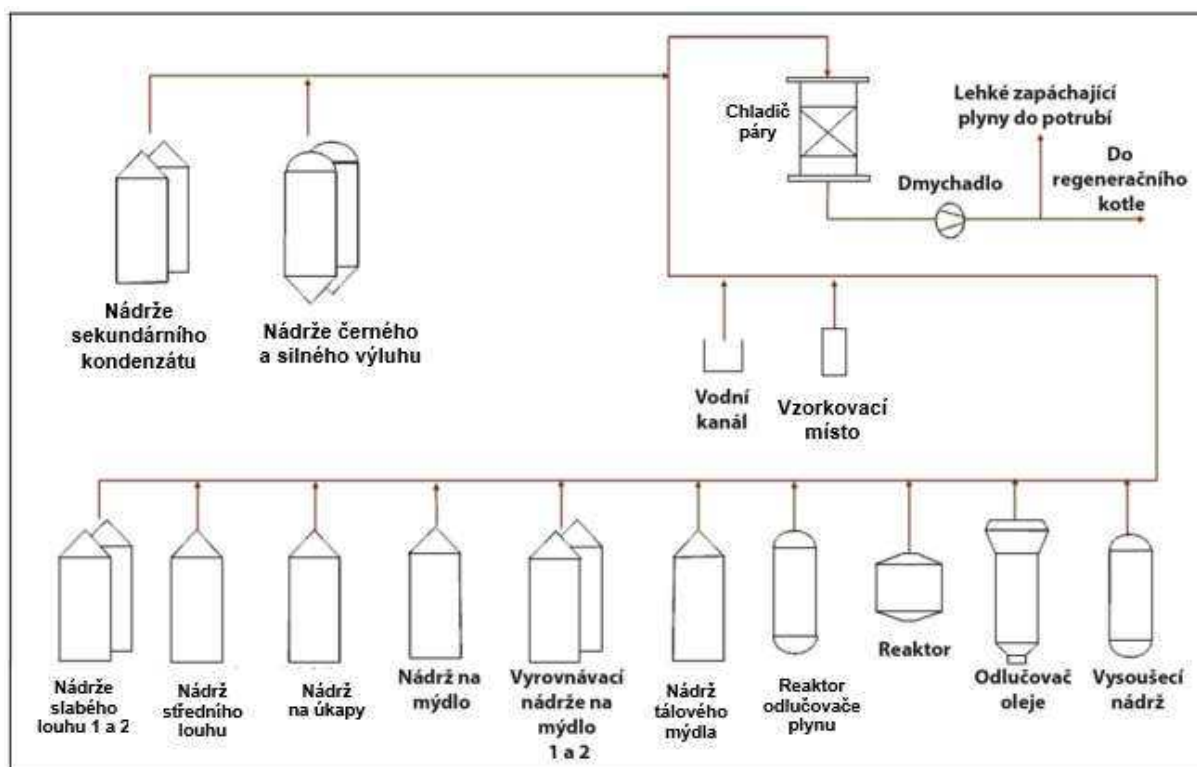
a) Zberné miesta na linke na výrobu buničiny

Zbernými miestami na linke na výrobu buničiny sú varná zóna, hnedý látkový/uspenný skruber pre nebielenú buničinu (napr. difúzny alebo tlakový skruber alebo bubnový skruber), pracie nádrže, filtračné nádrže, nádrž na prací lúh, nádrž na balíky, nádrž na privod kyslíka na delignifikáciu a zberné nádrže na lúh. Všetky tieto zdroje emisií sú napojené na zberný systém pre slabo koncentrované plyny.

Na obrázku 3.41 nie je znázornené premývanie kyslých pár z oblasti bielenia, napr. z bieliacich veží na oxid chloričitý a následne z práčok alebo SO_2 na odstránenie oxidu chloričitého. Tieto plyny sa tiež zachytávajú a podstupujú úprave v účinnom separátnom čističi plynov kvôli vysokému obsahu chloridov, ktoré spôsobujú značné riziko korózie v horákoch (spaľovniach).

b) Zberné miesta na linke na regeneráciu chemikálií

Zberné miesta z odparovacieho zariadenia a oblasti výroby vysokého oleja zahŕňajú veľký počet miest uvoľňovania plynu v systéme nádrží, napríklad nádrže na čierny lúh, silný lúh a kondenzát, stredný lúh, slabý lúh, únik lúhu a skladovanie vysokého mydla, vyrovnávacie nádrže na mydlo a nádrže na vysoký olej a mydlový olej. Ďalšími zbernými miestami sú skruber plynu z varenia s vysokým obsahom oleja, reaktor s vysokým obsahom oleja a odlučovače vysokého obsahu oleja. Systém zberu plynu je schematicky znázornený na obrázku 3.42. Zachytené zriedené plyny sa odvádzajú do regeneračného kotla ako vzduch na pálenie.

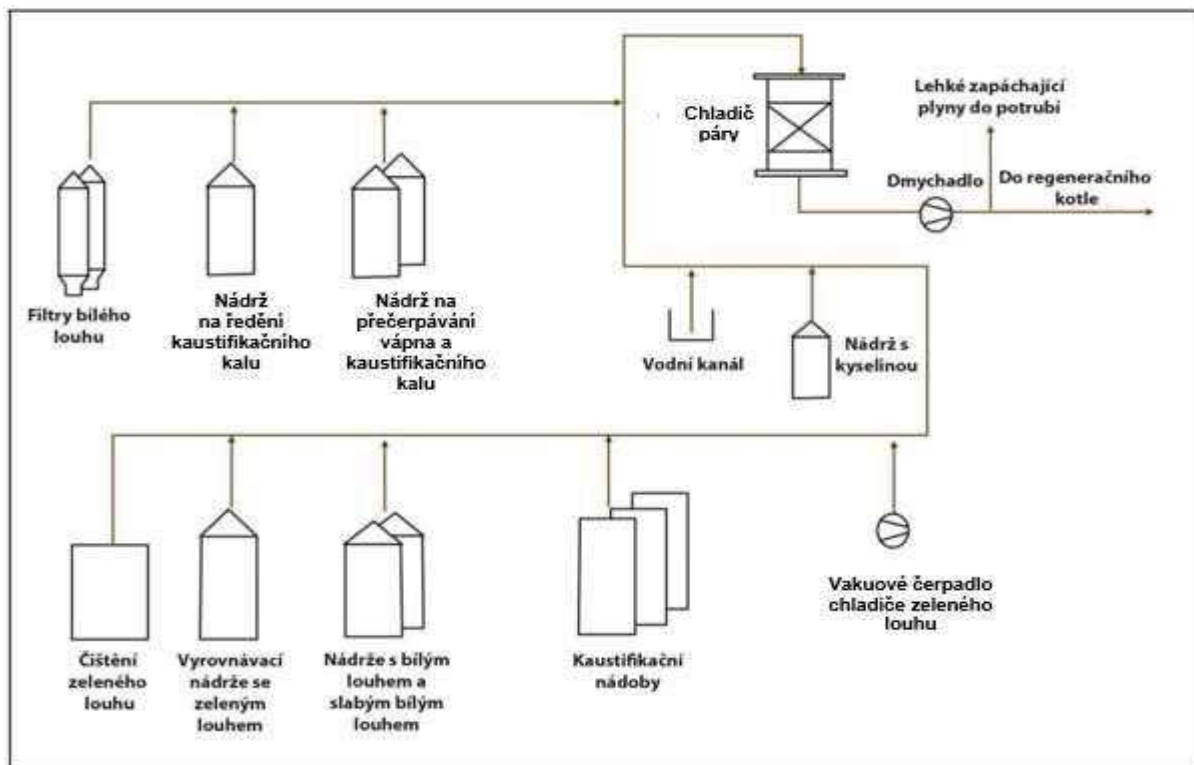


Obrázok 3.42: Premývanie a úprava mierne zápachajúcich plynov z oblasti odparovačov a varenia talového oleja (závod Botnia Rauma)

(c) Sklady v kaustifikačnom zariadení

Veľmi účinný a dokonalý systém zberu plynov, ktorý zahŕňa takmer úplné premývanie všetkých slabo koncentrovaných zápachajúcich plynov v kaustikácii. Kaustizačné výpary majú nižší obsah zápachajúcich látok ako iné zdroje. Zberné miesta z priestoru nádrží kaustifikačného zariadenia sú nádrže na zelený lúh, filtre na zelený lúh, nádrže na kal, filtre na zelený lúh, nádrže na filtrát zeleného lúhu, nádrže na horúcu vodu, oxidácia zeleného lúhu (ak sa vyskytuje) s parným kondenzátorom, hasiaci prístroj na vápno a jeho práčka, parný skruber z hasiaceho prístroja, kaustifikačné nádrže, filter kaustifikačného kalu, nádrže na biely lúh, skladovacie nádrže na kaustifikačný kal, nádrže na riedenie vody, nádrž na kyselinu, ventilačný systém kanálov a výmenník tepla pred vápennou pecou. Iba v najnovších zariadeniach sa všetky zápachajúce plyny s nízkou úrovňou (pachové emisie) zachytávajú v kaustifikačnom zariadení. Kaustizačné výpary majú zvyčajne veľmi nízky obsah zápachajúcej síry. Zachytávanie plynov z priestoru skladu kaustifikačného zariadenia je takmer rovnako účinné ako zachytávanie plynov v plnom rozsahu.

Na obrázku 3.43 je znázornený príklad efektívneho systému zberu slabo koncentrovaných zápachajúcich plynov z kaustikácie (Botnia, Rauma, Fínsko).



Obrázok 3.43: Premývanie a úprava slabo koncentrovaných zápachajúcich plynov z skladu kaustifikácie (závod Botnia Rauma)

(d) Plyny z rozpúšťacej nádrže

Rozpúšťací plyn z nádrže (DVTG) obsahuje aj vysoké množstvo síry TRS a prachových častíc (predovšetkým síranov). Tieto plyny sa tradične neklasifikujú ako Neskondenzovateľné plyny. Ak sa však odpadový plyn privádza do pece regeneračného kotla, musí sa s ním kvôli vysokému obsahu vlhkosti zaobchádzať podľa pokynov pre manipuláciu so zariadenými neskondenzovateľnými plynmi. Na čistenie často stačili len plynové čističe. Alternatívne je možné, aby DVTG horel v moderných regeneračných kotloch prispôbených na pálenie odpadových plynov po odstránení vlhkosti a prachových častíc. Táto technika bola napríklad zavedená do existujúcich regeneračných kotlov v závodoch Varkaus a Rosenthal (náklady na inštaláciu nových ventilátorov, chladičov, potrubí a zachytávačov kondenzátu dosiahli približne 1 až 2 milióny EUR na závod).

Ak sa splodiny pália v regeneračnom kotli, ventilátor ich odčerpá z rozpúšťacej nádrže, kondenzátor zníži vlhkosť plynov a skruher zníži množstvo pevných častíc. Upravenej plyn sa potom spojí s predhriatym vzduchom a ventilátor fúka zmes vzduchu a plynu cez potrubie do pece. Alternatívne je možné, aby odpadový plyn prešiel cez skruher a potom na strechu.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Účinný systém zachytávania a úpravy plynov je nevyhnutný na reguláciu obsahu vápna a zápachu. Tým sa tiež vyhneme nepríjemnému zápachu v okolí. Premývanie zápachajúcich plynov má rozsiahly vplyv na zlepšenie kvality ovzdušia. Zariadenia s pokročilými systémami zachytávania slabo a silne koncentrovaných zápachajúcich plynov slúžia na zníženie trvania zápachu na < 1 % prevádzkového času.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Hlavným cieľom je predovšetkým takmer úplné premývanie/zadržanie a úprava zápachajúcich plynov. Vzhľadom na vysoký obsah síry a zápach vysoko koncentrovaných zápachajúcich plynov by sa malo zachytiť (účinnosť premývania > 99 %) a vyčistiť (> 97 %) čo najviac dostupných plynov. Pre silne koncentrované plyny by mali byť k dispozícii záložné systémy, ktoré by mali byť v prípadoch potreby čo najskôr uvedené do prevádzky.

Slabo koncentrované plyny by sa mali zachytávať a upravovať zo všetkých ostatných zdrojov. Slabo koncentrované zápachajúce plyny spravidla nemajú v prevádzke záložný systém, pretože účinok zápachu (zapáchajúcich látok) nie je taký silný ako pri uvoľňovaní úrovni TRS. Efektívne systémy majú automatizovaný systém na okamžité zistenie nežiaducich únikov, ktoré sa potom hlásia priamo do dispečingu. Zriedené plyny TRS by mali prechádzať vysoko účinnými systémami zachytávania (> 95 %) a mali by sa vhodne upravovať. Doba prevádzkyschopnosti spracovateľského systému pre slabo koncentrované plyny by mala byť viac ako 90 % prevádzkovej doby. V prípade výroby by tieto emisie mohli spôsobiť obťažovanie okolia v podobe šírenia zápachu. Použitím účinného systému na zachytávanie a úpravu zápachajúcich plynov (pachových emisií) sa výrazne znižujú emisie síry.

Technické zariadenie systému pre zápachajúce plyny (pachové emisie) musí tiež spĺňať bezpečnostné predpisy týkajúce sa bezpečnosti práce a manipulácie s horľavými kvapalinami a plynmi. Musia byť spoľahlivé, správne dimenzované (napr. kapacita dúchadla na dosiahnutie požadovaného nasávania je veľmi dôležitá) a obsluhovať ich musí špeciálny personál vyškolený špeciálne. Je nevyhnutné, aby príslušné technologické riešenia pre systémy so zápachajúcimi plynmi sprevádzala správna a starostlivá obsluha zo strany personálu závodu.

Zapáchajúce plyny (pachové emisie) obsahujú významný podiel vodnej pary. Obsahujú aj organické zložky, ktoré za bežných prevádzkových podmienok ľahko kondenzujú. Je dôležité navrhnuť zberný systém tak, aby sa znečistenej kondenzáty mohli účinne odstraňovať a čistiť. Kondenzačný systém musí byť nastavený tak, aby sa prietok vratného vzduchu (sušenie) počas odstraňovania kondenzátu mohol znížiť aj počas odstávky. K niektorým prevádzkovým poruchám dochádza v priebehu spúšťania alebo pri tvorbe kondenzátu a pri opätovnom Odparovaní.

Údržba systému zberu plynu je dôležitá na dosiahnutie čo najlepšieho výkonu a dostupnosti v rámci BAT. Vo vysoko koncentrovaných plynových systémoch môžu úniky vzduchu spôsobiť zriedenie plynu, pričom zmes plynu a vzduchu sa môže stať potenciálne výbušnou. Preto je potrebné udržiavať plyné potrubia v bezchybnom stave. V kanáloch so zriedenými plynmi vzniká ďalší problém: plyny s vysokou úrovňou koncentrácie sa môžu hromadiť a vstupovať do zóny výbuchu počas porúch procesu. Za normálnych prevádzkových podmienok systém pracuje so slabo koncentrovanými zápachajúcimi plynmi pri nízkej teplote. Nežiaduce úniky by sa mali nepretržite a automaticky monitorovať (Monitorovanie), napr. Použitím minianometrov na meranie prietoku v potrubnom systéme, prepínaním ventilov a meraním zmien teploty v prípade únikov atď.

Jednou z najdôležitejších otázok je kapacita systému zberu. Častou chybou je výber príliš malých rozmerov pre potrubia a výrobné zariadenia, pretože zvyčajne všetky zariadenia nakoniec vyrábajú veľmi veľa, ako je pôvodná kapacita. Dúchadlo musí mať tiež dostatočnú kapacitu, aby udržalo celý systém pri nízkom tlaku.

Na zabezpečenie primeranej prevádzkyschopnosti systému by mali byť vodovodné zásobníky dostatočne dimenzované, aby umožnili očakávaný prietok plynov. V opačnom prípade by sa mohli zápachajúce plyny dostať na nežiaduce miesta v procese alebo uniknúť priamo do ovzdušia a spôsobiť nepríjemný zápach (emisie zápachajúcich látok). Hladina vody v násypoch by sa mala nepretržite monitorovať.

Plynové čističe a ich dýzy si tiež vyžadujú kontrolu a údržbu, najmä ak sa biely lúh použije ako prácia kvapalina (biely lúh má vyšší obsah pevných látok ako NaOH). Prevádzka skrubera by sa mala monitorovať meraním a v závislosti od plynu by sa mal TRS znížiť aspoň o 50 %, pretože dimetylsulfid a dimetyldisulfid sa neumývajú.

Overenie účinnosti zberného systému a prevádzkového času, počas ktorého slabo koncentrované plyny opúšťajú spaliny, je možné vypočítať veľmi presne Použitím procesov automatizácie zariadenia.

Medzizložkové vplyvy

Efektívne premývanie zápachajúcich plynov (obsahujúcich síru) môže spôsobiť nerovnováhu v rovnováhe síry a sodíka. Ak sa v procese nahromadí prebytočná síra, bude potrebné ju z procesu odstrániť, napr. vylúhovaním popola z Regeneračného kotla.

Pálenie zápachajúcich plynov (pachových emisií) v regeneračnom kotle je možné, že ovplyvní obsah síry a NO_x z regeneračného kotla.

Pálenie plynov obsahujúcich síru znižuje obsah uhličitanov a pH popola z odlučovača regeneračného kotla. Dodatočná vápna v zápachajúcich plynach je predovšetkým výsledkom nahradenia uhličitanov síranmi v popole elektrostatického odlučovača. Keď sa zníži obsah uhličitanov, zvyšná síra vo forme SO_2 v spalinách. Pred rozhodnutím o pálení zápachajúcich plynov v regeneračnom kotle sa odporúča skontrolovať kapacitu regeneračného kotla, aby sa zistilo, či dokáže pojať dodatočnú síru. Emisie síry z regeneračného kotla možno znížiť znížením sírnatosti čierneho lúhu, zvýšením obsahu tuhých látok v koncentrovanom čiernom lúhu alebo použitím plynového skrubera.

V ustálenej prevádzke budú emisie síry zo spaľovania koncentrovaných zápachajúcich plynov nízke za predpokladu, že obsah sušiny vo výluhu na spaľovanie je aspoň 72 % a zaťaženie výluhu je takmer plné, pri sulfidicite ~ 40 .

Ak sa zápachajúce plyny spaľujú s čiastočným zaťažením, pH a látky uhličitanu v popole elektrostatického odlučovača a SO_2 v spalinách sa musia posúdiť pre rôzne prípady. Kotel pracujúci nepretržite pri čiastočnom zaťažení si vyžaduje vyšší obsah sušín ako kotel pracujúci pri menovitom zaťažení alebo nad ním, aby sa zabezpečila bezproblémová prevádzka. Ak je množstvo síry uvoľnenej so zápachajúcimi plynami také vysoké, že SO_2 zvyšuje sa tendencia k zanášaniu a korózii kotla spôsobenej soľami kyslého popola (nízke pH).

Najmä koncentrované zápachajúce plyny obsahujú zlúčeniny dusíka. Tieto zlúčeniny obsahujú najmä amoniak, ktorý sa izoluje z čierneho výluhu vo výparníku. V niektorých prípadoch sa vytvorili zlúčeniny dusíka v oblasti kaustifikácie z dusíka, ktorý sa dostal do nádrže na rozpúšťanie taveniny z regeneračného kotla a potom recirkuloval cez procesy varu do regeneračného kotla. Teoreticky sa príspevok k NO_x predstavuje približne 5 - 15 % celkového zaťaženia, ale merania emisií sa ťažko overuje.

Zriedené zápachajúce plyny predstavujú menej ako 1 % NO_x z regeneračného kotla. Ich vplyv na zaťaženie TRS regeneračného kotla je relevantný len vtedy, ak je kotel mimo normálnej prevádzkovej zóny, t. j. pracuje s nízkou kapacitou. Potom je možné, že horný vzduchový register regeneračného kotla je príliš studený na pálenie TRS.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Opísané systémy možno inštalovať v nových aj existujúcich zariadeniach. V mnohých starších celulózkach je v prípadoch časť pracieho zariadenia otvoreného typu. Premývanie splodín z týchto zriadených zdrojov plynu si vyžaduje úprave veľmi veľkého objemu vzduchu, čo je technicky aj ekonomicky možné.

Ekonomika

V niektorých prípadoch je možné, že zložitejšia štruktúra zariadenia komplikuje premývanie všetkých zriadených zápachajúcich plynov. V uvedených prípadoch sa môžu výrazne zvýšiť náklady na systém potrubí a požiadavky na dúchadlá.

Dôvody implementácie

Zlepšuje pohľad na celulózky vyrábajúce sulfátovú buničinu a všeobecnú akceptáciu prevádzky a jej vplyvu na životné prostredie.

Príklady závodov

Modernizované zariadenia so systémami zachytávania a úpravy zápachajúcich plynov uvedeného druhu sú možné v závodoch Botnia Joutseno a Rauma (FI), Heinzel Pöls (AU) alebo Mercer Stendal a Rosenthal (DE) atď.

Literatúra

[174, M.Ahlroth a kol. 2009], [175, Recovery Boiler Committee 2006], [176, Hämäläinen 2009].

3.3.16. Regulácia silne a slabo koncentrovaných neskondenzovateľných plynov s vysokou operatívnosťou

Domov

Spracovanie nekondenzovateľných plynov (NCG), ktoré spôsobujú emisie redukovaných zlúčenín síry, a preto majú neprijemný zápach, sa delí na úpravu koncentrovaných nekondenzovateľných plynov (CNCG), ktoré obsahujú približne 2-5 kg TRS/ADt (merané ako S), a úpravu zriedených nekondenzovateľných plynov (DNCG), ktoré obsahujú približne 0,5 kg TRS/ADt (merané ako S). Veľmi podrobné informácie o emisiách TRS nájdete v časti 3.2.2.6.4.

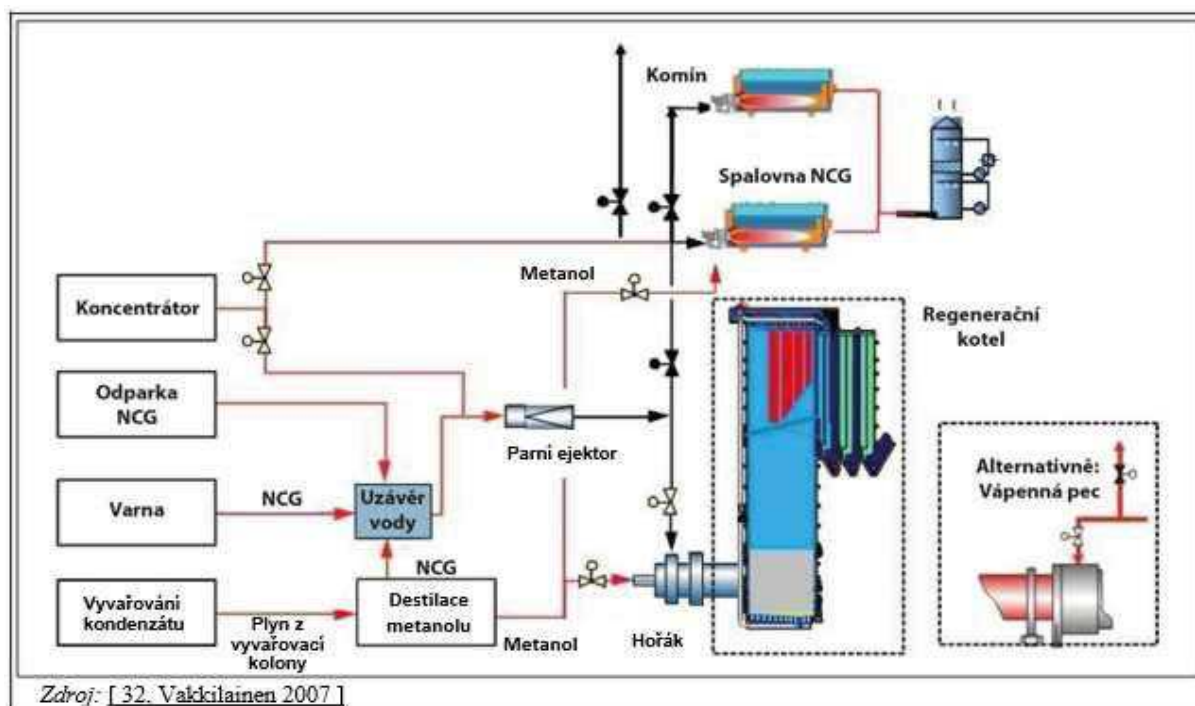
Vysoko koncentrované a nízkoobjemové vsádzkové a odparovacie plyny (CNCG) sa tvoria napríklad v systémoch rekuperácie terpentínu, kontinuálnych kondenzátoroch expanzie pár sporáka, zásobníkoch znečisteného kondenzátu, odpadových plynov a iných zdrojoch neskondenzovateľných odparovacích plynov a v diskontinuálnych vsádzkových systémoch rekuperácie tepla namiesto kontinuálnych kondenzátorov expanzie pár sporáka.

Vysokoobjemové a slabo koncentrované plyny (DNCG) sa tvoria priebehu úpravy čierneho lúhu a bieleho lúhu, prania buničiny, v podlahových kanalizáciách so Zvyškami čierneho lúhu a bieleho lúhu. Hlavnými zdrojmi emisií sú zariadenia na pranie a triedenie buničiny, nádrže na buničinu a prací lúh na pranie a triedenie, nádrže na čierny lúh na odparovanie a nádrže na biely lúh na kaustikáciu.

Premývanie plynov NCG prebieha pomocou potrubí, ejektorov a dúchadiel na prepravu plynov (pozri časť 3.3.15). Malo by sa predchádzať prevádzkovým poruchám alebo nesprávnemu fungovaniu systému a mal by sa monitorovať a zaznamenávať počet porúch a ich trvanie.

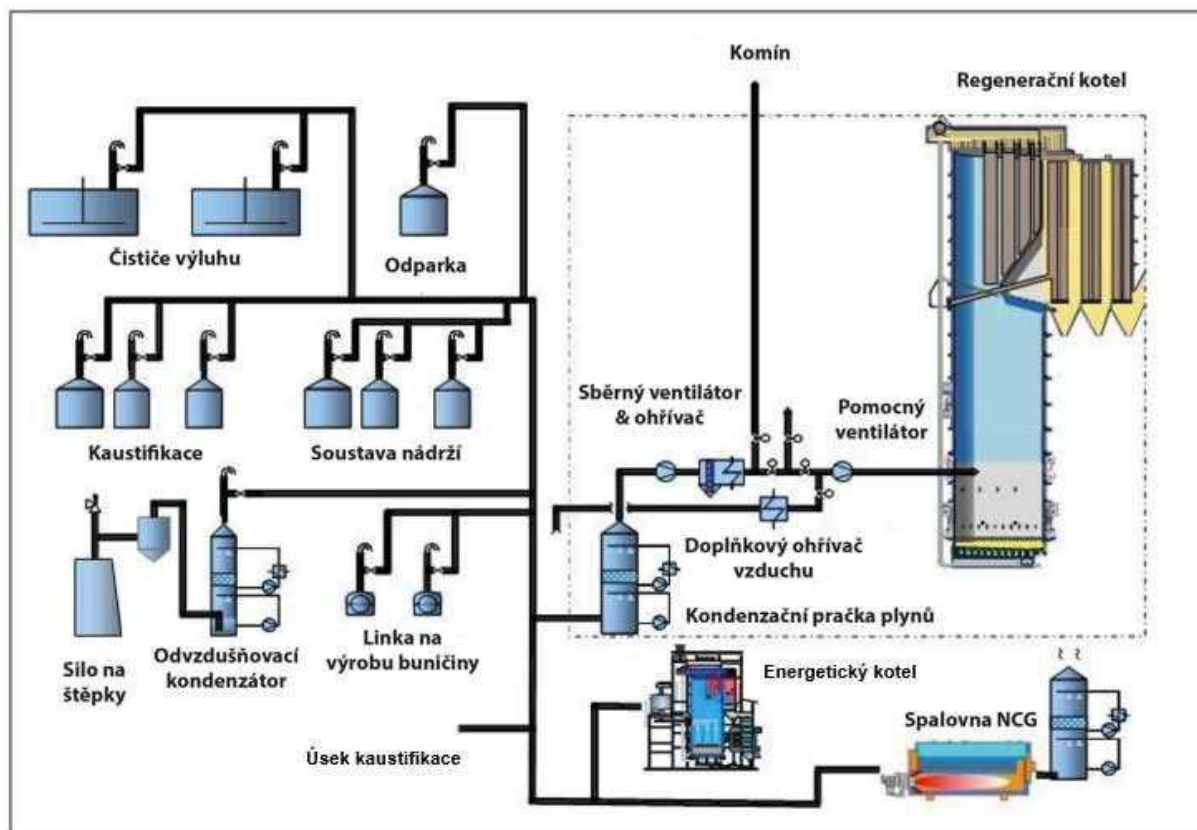
Na úprave zápachajúcich plynov (emisií zápachu) sú k dispozícii rôzne technické možnosti: predovšetkým pálenie v regeneračnom kotli (pozri kapitolu 3.3.16.1), peci na pálenie vápna (pozri kapitolu 3.3.16.2) alebo špeciálnej spaľovni NCG vybavenej pračkou SO₂ (pozri kapitolu 3.3.16.3).

Schéma príkladového systému úpravy pre CNCG je znázornená na obrázku 3.44 a pre DNCG na obrázku 3.45. V prípade silne koncentrovaných plynov systém likvidácie/odvodu plynu vždy zahŕňa záložné systémy. Na obrázku 3.44 je znázornený príklad, keď sa silne koncentrované plyny spaľujú v regeneračnom kotli so záložným spaľovačom NCG. Vysoko koncentrované plyny sa môžu alternatívne spaľovať vo vápenke (tiež so zálohou) alebo v špeciálnej spaľovni NCG, ktorá v tomto prípade tiež má zálohu (nie je znázornená na obrázku 3.44).



Obrázok 3.44: Príklad systému úpravy CNCG

Na obrázku 3.45 je znázornené, že zriadené plyny NCG zachytené z veľkého počtu zdrojov sa prednostne pália v regeneračnom kotli alebo v niektorých prípadoch v energetickom kotli (ak je v prevádzke), v spaľovni NCG alebo v peci (na obrázku nie je znázornené). Často neexistujú žiadne záložné systémy na pálenie plynov DNCG.



Obrázok 3.45: Príklad systému na úpravu DNCG

Účinnosť a prevádzkyschopnosť systému na úpravu plynov závisí od druhu zvoleného systému (regeneračný kotol, pec na pálenie vápna, špeciálna spaľovňa NCG), počtu a typu záložných zariadení, ktoré sa aktivujú v prípade prevádzkových porúch, údržby, odstávok z údržby alebo iných odstávok bežného systému, a od kontroly (monitorovania) a riadenia celého systému (s ohľadom na prevádzkyschopnosť - pozri obrázok 3.46). Vysokú operatívnosť systému na úpravu vysoko koncentrovaných plynov možno dosiahnuť napríklad pálením vysoko a slabo koncentrovaných plynov v regeneračnom kotli a použitím pece na pálenie vápna ako jednej zálohy a horáka ako druhej zálohy. Ďalšie možnosti pozrite si v kapitolách 3.3.16.2 a 3.3.16.3.

Za bežných prevádzkových podmienok Systém zabezpečuje, že sú vždy k dispozícii dve jednotky, z ktorých je možné vykonať odstránenie CNCG. Konštrukčná kapacita pre pálenie CNCG by mala byť schopná spracovať viac ako 100 % vyprodukovaného plynu za normálnych prevádzkových podmienok. Takisto by mala byť k dispozícii aspoň jedna jednotka na odstraňovanie CNCG počas odstávky závodu. Ak je jednou z možností horák alebo kotol NCG, jeho pálenie bude vyžadovať nepretržité pálenie malej časti NCG, ale nie na maximálnu kapacitu. V týchto kapitolách sú uvedené rôzne alternatívy.

3.3.16.1. Spaľovanie silne alebo slabo zapáchajúcich plynov v regeneračnom kotli

Opis

CNCG sa môžu zaviesť do sekundárneho vzduchového stupňa regeneračného kotla (pozri obrázok 3.56), ktorý využíva ich energiu na premenu redukovaných zlúčenín síry na oxid siričitý. Ak je obsah sušiny v čiernom lúhu dostatočne vysoký (pozri časť 3.3.17.1), emisie SO_2 sa pri pálení CNCG v regeneračnom kotle prakticky nemenia. Na udržanie emisií síry na veľmi nízkej úrovni (takmer nulovej) nie je potrebná žiadna ďalšia technika znižovania emisií (napr. technika na čistenie plynov).

Zachytené zriedené zapáchajúce plyny (DNCG) sa môžu spaľovať ako sekundárny alebo terciárny vzduch v regeneračnom kotle. V závislosti od objemu DNCG a štruktúry celulózky niektoré celulózky prevádzkujú niekoľko systémov na odstraňovanie TRS pre rôzne oddelenia.

Príklad emisií dosiahnutých regeneračným kotlom, ktorý sa používa na silne koncentrované plyny a je vybavený čističom plynov, nájdete na obrázku 3.55.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Účinné zachytávanie zapáchajúcich plynov zo všetkých zdrojov a účinné čistenie zabezpečuje minimalizáciu emisií síry (TRS) a obťažovanie okolia zápachom (zapáchajúce látky).

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Pálenie oboch druhov plynov v regeneračnom kotle sa bez problémov používa v mnohých zariadeniach. Po spálení NCG v regeneračnom kotle sú tieto plyny takmer úplne odstránené a emisie TRS sú väčšinou nižšie ako 5 mg TRS/Nm³ (6 % O₂), určené ako priemerná ročná hodnota, pozri obrázok 3.48 a obrázok 3.49, a už nespôsobujú žiadne nepríjemné zápachy (emisie zápachu) v okolí.

Prietok vzduchu v terciárnom stupni regeneračného kotla, kde sa môže spaľovať DNCG, je obmedzený, a preto budú potrebné iné alternatívy pre pálenie.

Údaje o dosiahnutých hodnotách TRS a SO_2 z regeneračných kotlov - pozri kapitolu 3.3.17.1.

Medzizložkové vplyvy

Pálenie zapáchajúcich plynov v regeneračnom kotle je možným zdrojom ďalších emisií NO v dôsledku amoniaku obsiahnutého v zapáchajúcich plynach. Nedávne experimenty však ukázali, že zvýšeniu emisií NO je možné zabrániť, ak sa zapáchajúce plyny prepravujú požadovaným spôsobom a na požadované miesto v kotle. [225, Hupa 2005]. (napr. elektrárne Södra: Värö a Mörrum).

Technické kritériá uplatniteľnosti

Toto opatrenie je možné uplatňovať v nových a existujúcich celulózkach na výrobu bielenej buničiny.

Ekonomika

Údaje o nákladoch neboli poskytnuté.

Dôvody implementácie

Znižovanie emisií zápachajúcich plynov (zapáchajúcich látok) a vápna. Legislatívne požiadavky.

Príklady závodov

Korsnäs, Frövi; Södra: Värö a Mörrum, Skutskär; UPM Pietarsaari; Celbi, SE Oulu, UPM Kymi, UPM Fray Bentos, MB Joutseno, MB Kemi, Zellstoff Pöls AG; SE Veitsilouto, Zellstoff Stendal [33, KOM 2011], [komentár D1 Nemecko].

Literatúra

[33, COM 2011], [64, J.Malmström 2010], [65, N.DeMartini et al. 2010], [66, FRBC 2010], [225, Hupa 2005].

3.3.16.2. Spaľovanie zachytených zápachajúcich plynov (silne a slabo koncentrovaných) vo vápennej peci

Opis

Zachytené silne koncentrované zápachajúce plyny sú možné spaľovať ako sekundárny vzduch vo vápenke (pozri obrázok 3.44). Niektoré zariadenia pália aj slabo koncentrované zápachajúce plyny vo vápenke, iné používajú alternatívne metódy (napr. regeneračný kotol, technika skrubrovania plynu). V závislosti od objemu DNCG a štruktúry celulózky používajú v niektorých celulózkach niekoľko systémov čistenia plynov pre rôzne oddelenia (pozri obrázok 3.45). Príklad jedného zariadenia v oddíle "Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje" priamo ukazuje, že všetky plyny sa čistia v premývacích skruberoch.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Účinné zachytávanie zápachajúcich plynov zo všetkých zdrojov a účinné čistenie minimalizuje emisie síry (TRS) a obťažovanie okolia zápachom (zapáchajúce látky).

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Údaje o emisiách pre pece na pálenie vápna, ktoré spaľujú CNCG s čistiacim plynom a bez neho, sú uvedené v oddieli 3.3.20.1.

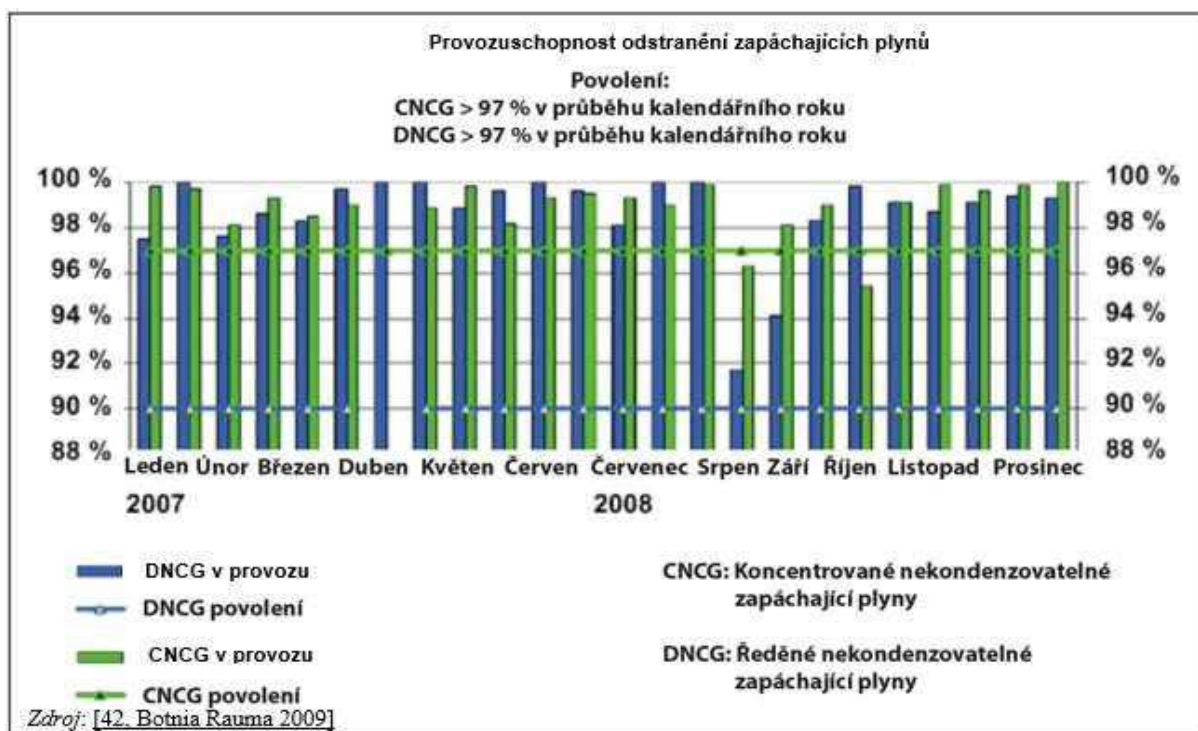
Príklad prevádzkového systému na úpravu zápachajúcich plynov je znázornený na obrázku 3.46.

V tomto prípade sa CNCG spaľujú vo vápennej peci a ako záloha sa používa špeciálny kotol. V záložnom kotli sa udržiava tlak pary 11 barov. Od volania "stop" po alarm záložného kotla "horí zápachajúci plyn" uplynie hodina. Ak nie je možné pálenie vysoko koncentrovaných plynov, unikajú do ovzdušia cez 120 m vysoký komín.

Všetky DNCG sa perú v premývacích práčkach (jedna na linke na buničinu, dve na odparke a dve v kaustikácii). Ak nie je možné pálenie v regeneračnom kotle, plyny unikajú do ovzdušia cez 120 m vysoký komín.

Miera zachytenia pre CNCG je 100 % a miera zachytenia pre DNCG je takmer 100 %. Počas troch mesiacov v dvojročnom období bola prevádzková doba odstraňovania CNCG nižšia ako 97 %, ale napriek tomu sa tento cieľ dosiahol počas celkovej doby kalendárneho roka. Operatívnosť odstraňovania DNCG bola v priebehu sledovaného obdobia porovnateľná alebo dokonca vyššia ako v prípade CNCG, hoci povolenie vyžaduje len > 90 % dostupnosť, t. j. < 10 % plynov DNCG môže byť vypustených do komína, a teda do ovzdušia. 100 % prevádzkyschopnosť znamená, že systémy na znižovanie zápachu plynov

sú neustále v prevádzke a do ovzdušia sa neuvoľňujú žiadne plyny. Dôvodom znižovania času prevádzky v tomto prípade boli poruchy zariadení (napr. apríl-júl 2008, porucha odparovača), iné výrobné problémy a intervaly nábehu výroby.



Obrázok 3.46: Príklad požiadaviek povolenia a dosiahnutého prevádzkového výkonu systému na znižovanie zápachajúcich plynov

Overenie účinnosti systému odstraňovania a prevádzkový čas, počas ktorého slabo koncentrované plyny unikajú do ovzdušia cez dymovod, je možné vypočítať pomocou procesov automatizácie zariadenia. Na obrázku 3.46 je znázornený príklad systému kontroly (Monitorovanie).

Medzizložkové vplyvy

Vo väčšine prípadov má pálenie zápachajúcich plynov vo vápenke za následok zvýšenie hodnoty NO_x . Vývoj nízkych hodnôt NO_x (nízka hodnota) pri pálení vápna v peci za prítomnosti plynov aj hlavných palív si bude vyžadovať ďalšie opatrenia [225, Hupa 2005]. V prípadoch, keď sa v peciach na pálenie vápna používa olej ako palivo a spaľujú CNCG, dochádza k dosiahnutiu hodnôt NO_x pod 300 mg/Nm^3 (pri 6 % O_2) ako priemerná ročná hodnota (pozri časť 3.3.21.1).

Výhodou pálenia vo vápennej peci je, že nie je potrebná žiadna ďalšia pec. Nevýhodou je, že síra obsiahnutá v plyne sa môže vo vápne absorbovať len čiastočne. Je to spôsobené uhličitanom vápenatým predovšetkým ako zložkou absorbujúcou síru (CaCO_3) v kaustifikačnom kale, ktorý má slabé absorpčné vlastnosti. Keď sa táto vlastnosť vyčerpá, SO_2 ; keď je silná, Neskondenzovatelné plyny sa spaľujú v peci. SO_2 súvisia s množstvom prietoku zápachajúcich plynov. Aby sa minimalizovala tvorba SO_2 možné je znížiť obsah síry v palivách, alebo je možné zlúčeniny síry z plynov pred spaľovaním vyčistiť vo vápennej peci.

Výhrevnosť CNCG je možné v priemere nahradiť 10 až 15 % paliva použitého vo vápenke. Kolísanie množstva energie plynu je možné, ale môže komplikovať výrobu vápna požadované a jednotné kvality. Kondenzácia metanolu za systémom oddeľovania plynu môže byť možná pre minimalizáciu problému kolísania kvality plynu, ale vyžaduje si ďalšie investície.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Všeobecne uplatniteľné.

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Znižovanie emisií zápachajúcich plynov (zapachajúcich látok) a vápna. Legislatívne požiadavky.

Príklady závodov

Väčšina závodov v Európe. 22 európskych celulózok uviedlo, že na odstránenie CNCG používajú pálenie vápna. 4 ďalšie závody uviedli, že používajú vápennú pec ako zálohu na odstránenie týchto plynov [33, COM 2011]. Príklady zariadení, ktoré spaľujú CNCG vo vápennej peci, sú uvedené na obrázkoch 3.71 a 3.72.

Literatúra

[33, COM 2011], [42, Botnia Rauma 2009], [64, J.Malmström 2010], [65, N.DeMartini et al. 2010], [66, FRBC 2010], [225, Hupa 2005].

3.3.16.1.1. Spaľovanie zachytených silne koncentrovaných plynov v spalovni NCG vybavenej práčkami na odstránenie SO₂

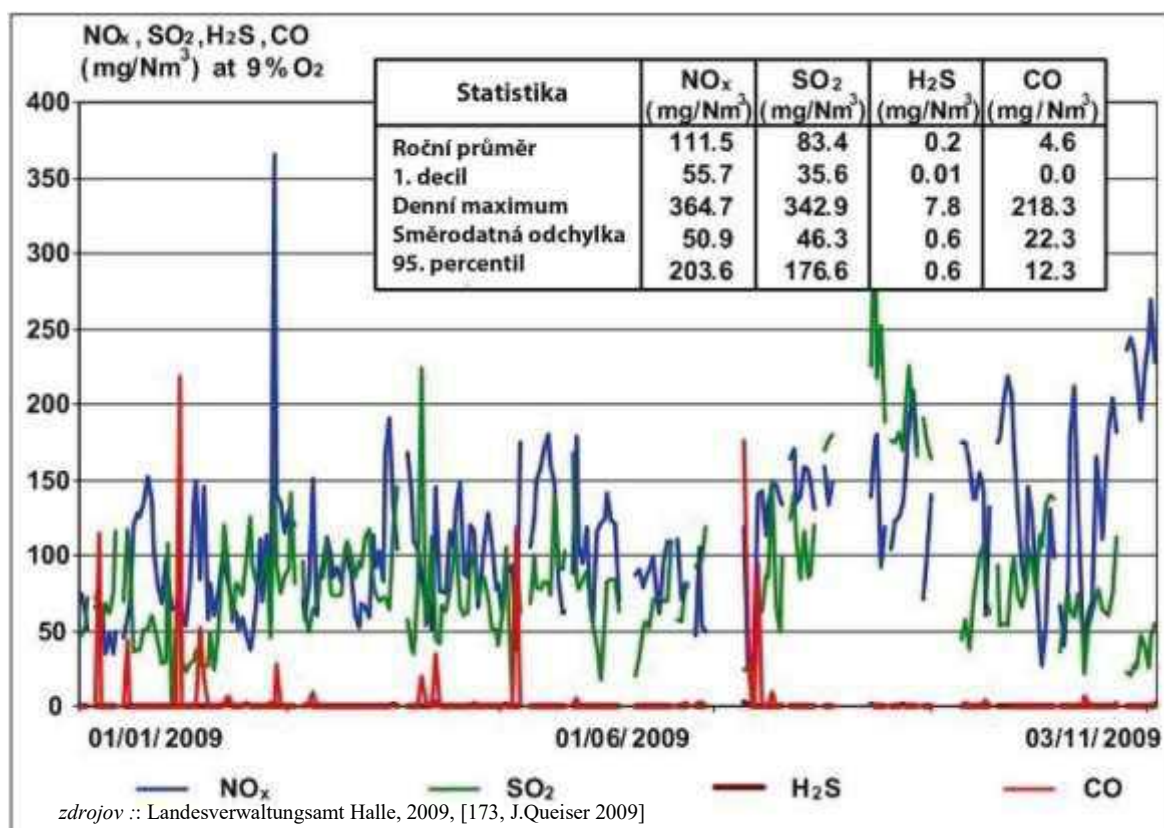
Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Pálenie nekondenzovateľných plynov (pozri kapitoly 3.3.16.1 a 3.3.16.2) môže prebiehať aj v spalovni so špeciálnym horákom vybaveným SO₂. Vznikajúce SO₂ Premývanie je možné, napr. absorpciou NaOH, a vzniknutý hydrogénsulfit sodný (NaHSO₃) je možné použiť namiesto komerčného SO₂ v bieliarniach na premývanie odpadových vôd z bieliacich zariadení na odstránenie zvyškových zložiek síry z ClO₂. Iné zariadenia používajú oxidovaný biely lúh ako praciú kvapalinu pre prací plyn.

Spaľovňa NCG so špeciálnym horákom využíva výhrevnosť CNCG na napájanie kotla. Prevádzka čističky plynov je opísaná v kapitole 3.3.17.2.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Príklad dosiahnutých emisií do ovzdušia zo spalovni TRS pre vysoko koncentrované plyny vybavené parným kotlom s rekuperáciou tepla a skrubermi plynov je vylúčený na obrázku 3.47. Údaje pochádzajú z online prenosu údajov o emisiách príslušným orgánom. Paliva pre tento kotol sú ľahký vykurovací olej, terpentín, metanol a vysoko koncentrovaný NCG. V tomto prípade sa slabo koncentrované plyny pália v regeneračnom kotli. Pracia kvapalina pre práčku je oxidovaný biely lúh, ktorý sa vyrába v prevádzke z bieleho lúhu (NaOH, N₂S) a kyslíka (O₂). Po použití v práčke sa biely lúh a absorbované zlúčeniny síry vypustia späť do vápenného cyklu. Emisie prachu sú nižšie ako 5 mg/Nm³ (pri 9 % O₂).



Obrázok 3.47: Emisie do ovzdušia zo špeciálnej spaľovne TRS vybavenej práčkou plynu

V tomto prípade celulózka prevádzkuje dve nezávislé spaľovne TRS so špeciálnymi horákmi na pálenie vysoko koncentrovaných plynov, čím sa vytvára prebytok (rezervná kapacita pre prípad poruchy). Tieto dve spaľovne používajú na rekuperáciu tepla spoločný parný kotol a spoločný skruber. Okrem toho je k dispozícii horák v prípadoch prevádzkových alebo systémových porúch. Ak sú počas poruchy stále prítomné nespálené plyny, unikajú do ovzdušia cez komín.

Slabo koncentrované plyny sa úplne spália v regeneračnom kotle. V dôsledku vysokej objemovej rýchlosti uvedených plynov sa nepoužíva záložný systém. Za bežných prevádzkových podmienok neboli v prípade spaľovne NCG na obrázku 3.47 zaznamenané žiadne problémy so zápachom (zapáchajúcimi látkami); na riešenie prevádzkových porúch je potrebné splniť osobitné požiadavky povolenia.

Údaje o emisiách získané z iných spaľovní NCG so špeciálnymi horákmi [33, KOM 2011] u ukazujú podobnú situáciu, s výnimkou niektorých spaľovní NCG s výrazne vyššou tvorbou emisií.

Trinásť zariadení nahlásilo do TRS (ako S) emisie zo spaľovne NCG rovné alebo nižšie ako 5 mg/Nm³ SO₂ pod 100 mg/Nm³ ako priemerné ročné hodnoty zaznamenalo 13 závad. Niektoré spaľovne NCG majú výrazne vyššie emisie.

Pokiaľ ide o NO_x niektoré prevádzky zaznamenali emisie z NCG v rozsahu 100-300 mg/Nm³ ročný priemer (0,02-0,04 kg/ADt). Ostatné závody (celkovo 6) však zaznamenali výrazne vyššie hodnoty NO_x z NCG medzi 1 400 mg/Nm³ až 2 000 mg/Nm³ ako ročný priemer (alebo do 0,2 kg/ADt). Nie je jasné, prečo sa tieto emisie tak výrazne líšia medzi zariadeniami, ktoré spaľujú veľmi podobné prúdy plynu v prevádzke NCG. Je známe, že kondenzáty obsahujúce CNCG a metanol obsahujú veľa amoniaku a že spaľovňa (horák s nízkym obsahom NO_x) a správna regulácia vzduchu sa použijú len na ovplyvnenie tepelného toku NO_x a nie na emisie NO_x časti dusíku v palivu. Tieto skutočnosti sa však uplatňujú aj pre závody s nižším obsahom NO_x, ako aj pre závody s vyššou tvorbou NO_x.

Medzizložkové vplyvy

Pálenie zápachajúcich plynov (pachové emisie) v špeciálnej peci je možné zvýšiť množstvo NO_x ak sa neprijmú žiadne protiopatrenia (postupné pálenie, pozri kapitolu 3.3.24.1).

Technické kritériá uplatniteľnosti

Toto opatrenie je možné uplatňovať v nových a existujúcich celulózkach na výrobu sulfátovej buničiny.

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Znižovanie emisií zápachajúcich plynov (zapachajúcich látok) a vápna. Legislatívne požiadavky.

Príklady závodov

SE Enocell, SE Imatra; SE Oulu, SE Sunila; UPM Kaukas; UPM Kymi Korsnäs AB, Frövi a mnoho ďalších; mnohé závody používajú palenie NCG ako zálohu na spracovanie silne koncentrovaných plynov [33, COM 2011].

Literatúra

[33, COM 2011], [173, J.Queiser 2009].

3.3.17. Znižovanie emisií síry (SO_2 a TRS) z regeneračného kotla na čierny výluh

3.3.17.1. Zvýšenie obsahu sušiny v čiernom výluhu

Opis

Efektívny spôsob zníženia TRS a sušenia z sulfátových celulózok je pálenie materiálu s vysokým obsahom sušiny v regeneračnom kotli. Hodnoty obsahu síry v CNCG a v vykurovacom oleji pri pálení v regeneračnom kotle sú určené na zníženie obsahu SO_2 sú menej rozsiahle.

a) SO_2

SO_2 vznikajú predovšetkým Oxidom H_2S a karbonylsulfidu (COS) v spodnej časti pece. Predovšetkým zdrojom plynných emisií síry je čierny výluh (pozri tab. 3.12) a obsah síry v iných spaľovacích prúdoch, napr. CNCG. Úroveň emisií sa udržiava na nízkej úrovni spaľovaním čierneho lúhu s vysokým obsahom sušiny (pri vyššej teplote) v kotli a optimalizáciou parametrov pálenia, napríklad prívodu vzduchu a miešania paliva so vzduchom.

Emisie síry z regeneračného kotla ovplyvňujú tieto prevádzkové parametre.

- Teplota v rôznych zónach, ktorá je ovplyvnená obsahom sušiny (výhrevnosťou) Silne čierneho lúhu a množstvom spaľovacieho vzduchu. So zvyšujúcim sa obsahom sušiny v surovine sa zvyšuje teplota pálenia, čo spôsobuje odparovanie väčšieho množstva sodíka (Na), ktorý sa potom spája s SO_2 za vzniku NO_2SO_4 , čím sa znižuje SO_2 z regeneračného kotla. Na druhej strane skutočnosť, že sa počas odparovania odstraňuje viac síry v rámci zvýšenia obsahu sušiny v čiernom lúhu, by mohla znížiť množstvo síry vstupujúcej do regeneračného kotla, ak by sa zápachajúce sírne plyny z odparovania nespalovali v regeneračnom kotle. Nevýhodou vyššej teploty je, že je možné, že zvýši obsah NO_x .
- Pomer síry k sodíku (S/Na_2) v kvapaline (sulfidicita). Pri vyššom stupni síratosti nemusí byť množstvo sodíka uvoľneného v peci v pomere k množstvu síry dostatočné na viazanie všetkej uvoľnenej síry, a preto môže časť síry opustiť pec skôr ako Oxid siričitý než ako síran sodný. Čierny výluh s veľmi vysokým obsahom sušiny je možné, aby tento účinok vyrovnal.

- Prívod prebytočného vzduchu, teplota primárneho vzduchu a distribúcia spaľovacieho vzduchu.
- Zaťaženie pece. Prevádzka regeneračného kotla v režime preťaženia má nepriaznivý vplyv na emisie SO₂. Zaťaženie pece je priamo úmerné teplote v peci, t. j. pri zmene zaťaženia pece sa mení aj teplota. V niektorých prípadoch kotly emitujú SO₂ emisie sú citlivé na zmeny zaťaženia, t. j. emisie SO₂. SO₂ sa môžu zvýšiť, aj keď sa zaťaženie kotla zníži. SO₂ z iných kotlov (s veľmi vysokým obsahom sušiny) nereagujú na zmeny v zaťažení kotla.

Po bežnom odparovaní je obsah sušiny v silne čiernom výluhu približne 70 %. Po inštalácii koncentrátora do zariadenia je možné dosiahnuť obsah sušiny 80 % alebo dokonca vyššie (85 %). Dosiahnuteľný obsah sušiny závisí čiastočne od druhu dreva (pozri kap. 3.1.11).

b) Emisie TRS

Emisie zlúčenín celkovej redukovanej síry (TRS) z regeneračného kotla ovplyvňujú prakticky rovnaké prevádzkové parametre ako emisie SO₂.

- Obsah sušiny. V dôsledku pálenia čierneho lúhu s vysokým obsahom sušiny je v spalínach dostatok sodíka, ktorý viaže takmer všetku síru vznikajúcu pri pálení čierneho lúhu. Pri plne zaťažených a stabilne prevádzkovaných kotloch sú emisie síry veľmi nízke alebo dokonca nezistiteľné. A ak je k dispozícii dostatok sodíka na viazanie všetkej síry, potom prakticky nevzniká SO₂.
- Zaťaženie pece. Zaťaženie pece je priamo úmerné teplote v peci. Prevádzka regeneračného kotla v režime preťaženia má nepriaznivý vplyv na charakteristiky emisií, najmä na množstvo sírových zložiek produkovaných. Rýchle zmeny prevádzkového režimu môžu spôsobiť náhle extrémne hodnoty TRS. Emisie TRS z kotlov s veľmi vysokým obsahom sušiny nereagujú na zmeny zaťaženia kotla.
- Distribúcia vzduchu. Hlavným kontrolným faktorom emisií TRS z pece v regeneračnom kotle je miešanie kyslíka a sírných plynov. Ak sa plyny dobre premiešajú, premenia sa na SO₂. Použitie moderných vzduchových systémov pomáha dosiahnuť dostatočné premiešanie.

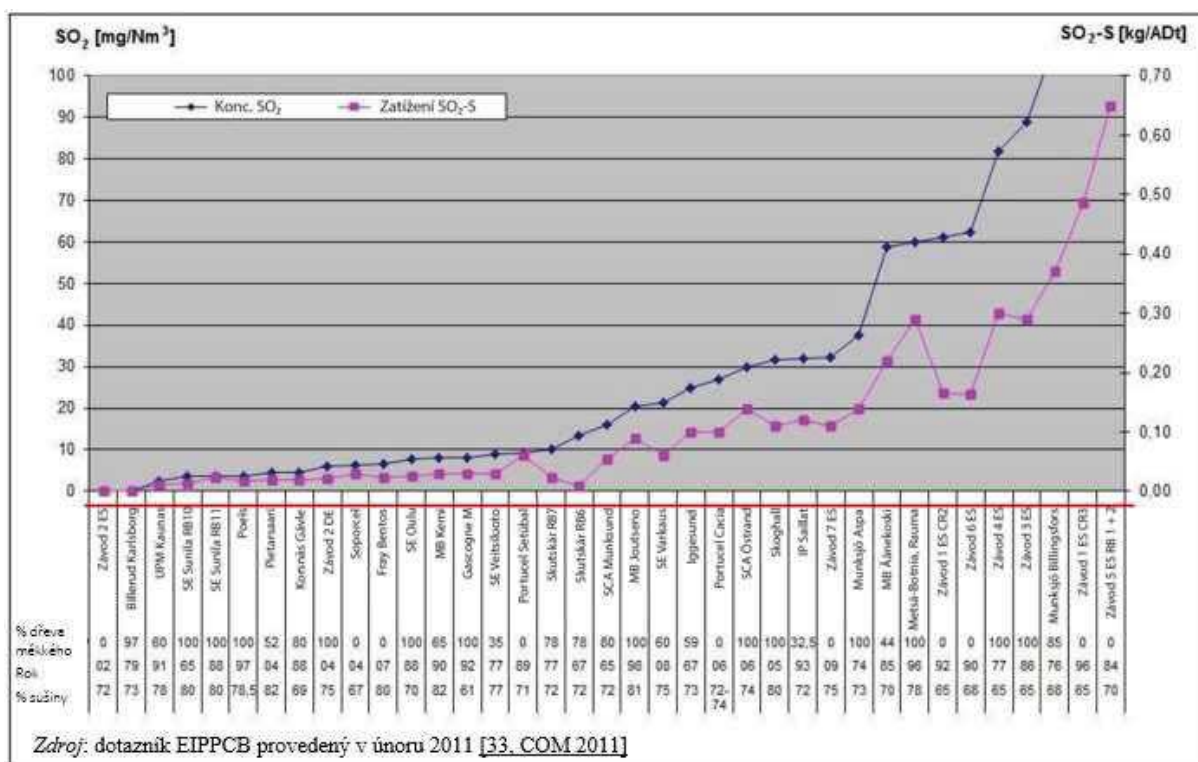
Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Znižovanie emisií vápna a maximalizácia výroby elektrickej energie.

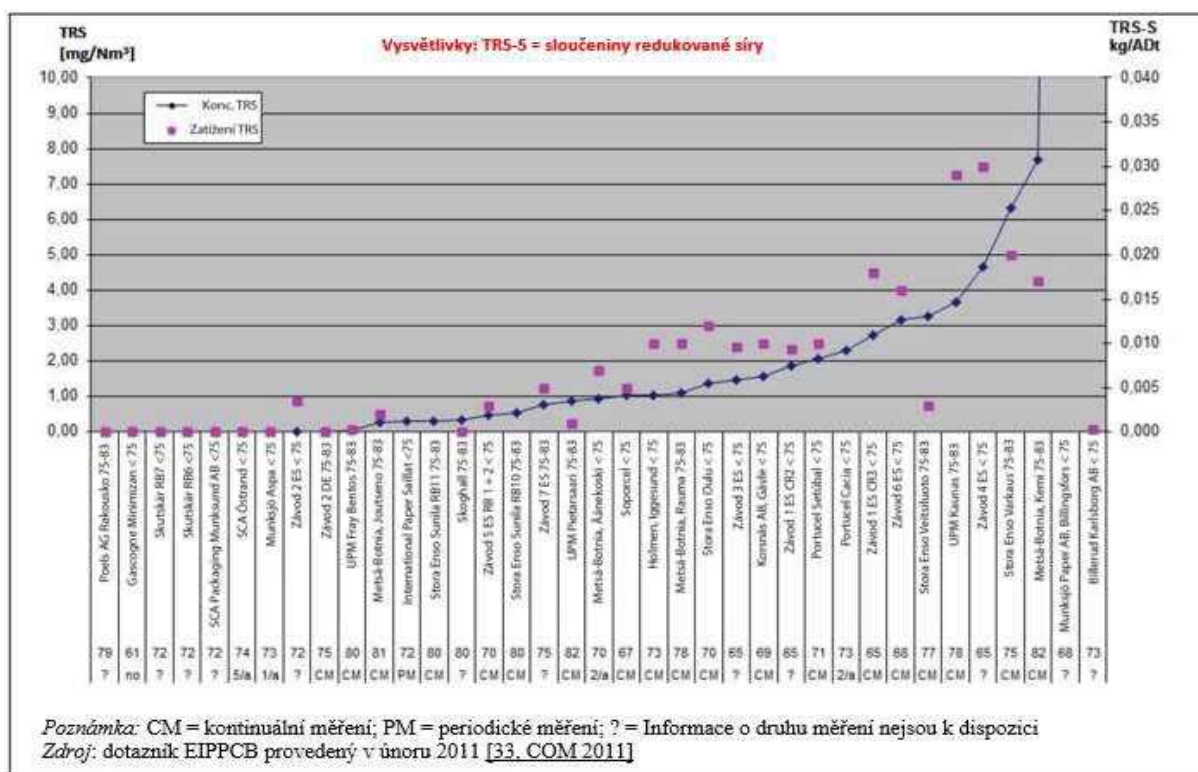
Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

V prípade kotlov spaľujúcich čierny lúh s vysokým obsahom sušiny (približne 80 %) sa SO₂ sú veľmi nízke alebo dokonca nulové, ak kotol pracuje v ustálenom stave [207, T.Tamminen a kol., 2002].. SO₂ reaguje s zložkami sodíka v vzniku síranu sodného. Keď sa vyskytuje vysoký obsah sušiny pri pálení suroviny, je k dispozícii dostatok sodíka na viazanie všetkého oxidu siričitého. Napriek tomu sa niekedy vyskytujú extrémne emisie v rámci nestabilných prevádzkových podmienok (pozri tiež kap. 3.2.2.6.1).

Na obrázkoch 3.48 a 3.49 sú znázornené ročné priemerné hodnoty SO₂ a TRS (prípady, keď boli uvedené iba H₂S) z regeneračných kotlov spaľujúcich suroviny s rôznym obsahom sušiny. V prípade všetkých závodov, ktoré poskytli tieto údaje, sa hodnoty úrovne koncentrácie (mg/Nm³, 6 % O₂) a emisné zaťaženie (kg S/ADt). Uvádza sa obsah sušiny pod 73 %, 73 % až 80 % a nad 80 %.



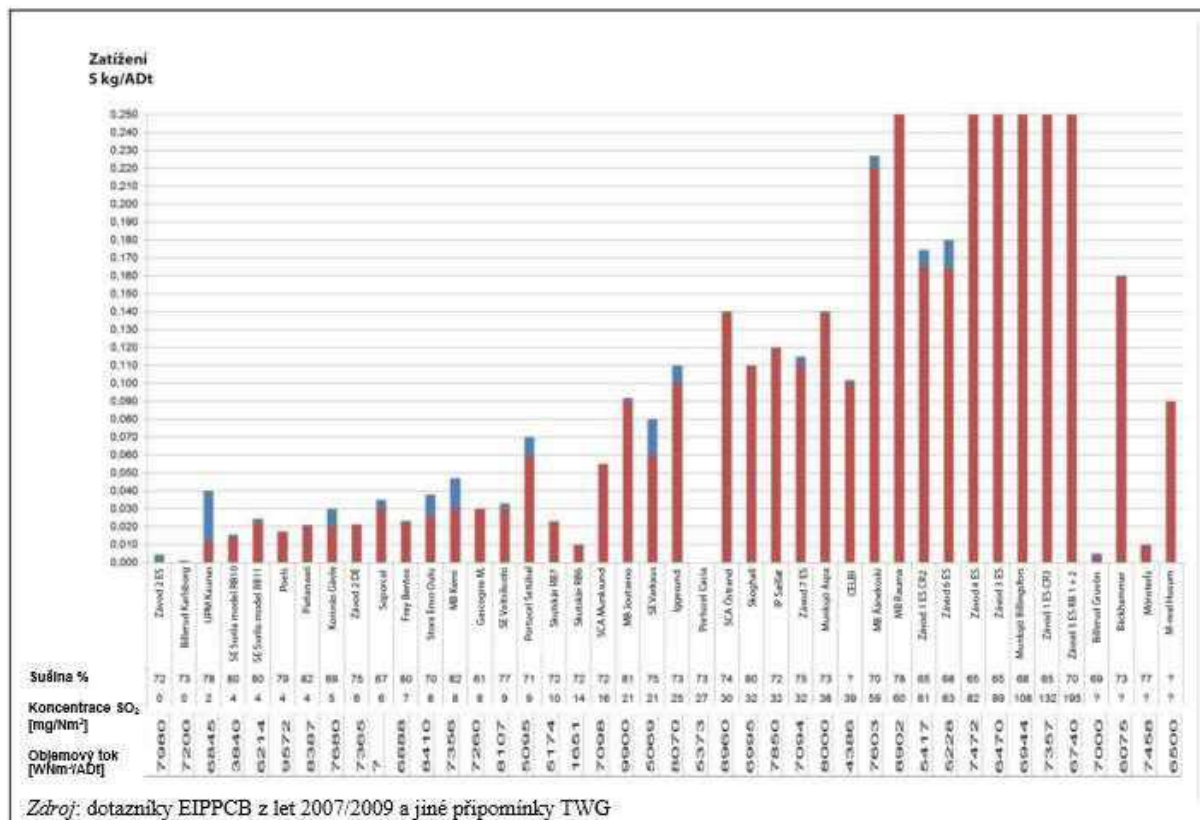
Obrázok 3.48: Úroveň a SO₂ z regeneračných kotlov s rôznym obsahom sušiny (%) v čiernom lúhu a s použitím rôznych podielov mäkkého a tvrdého dreva



Obrázok 3.49: Koncentrácia a emisné zaťaženie TRS z regeneračných kotlov s rôznym obsahom sušiny (%) v čiernom lúhu a s rôznym podielom mäkkého a tvrdého dreva

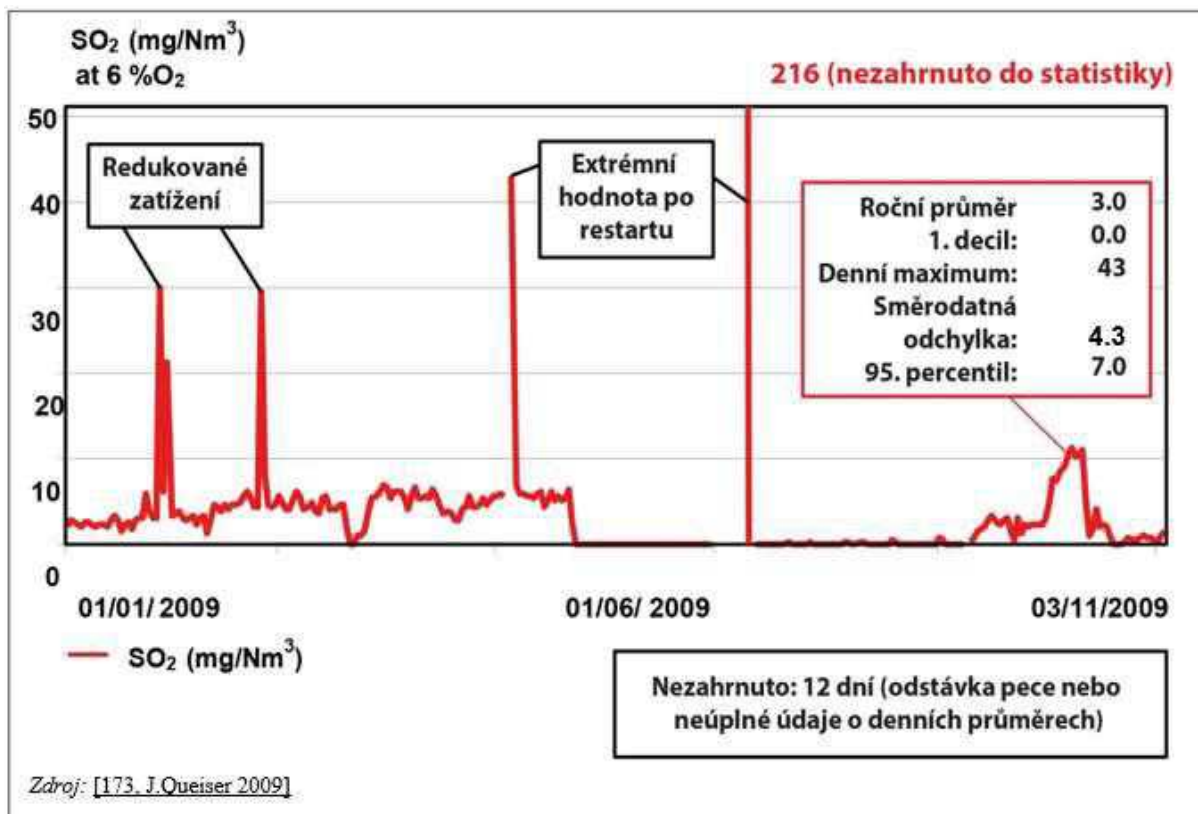
Údaje potvrdzujú, že emisie TRS z regeneračného kotla sú veľmi nízke alebo dokonca nulové, keď kotel pracuje v ustálenom stave. Priebeh roka je charakterizovaný niekoľkými odchýlkami. Väčšina závodov dosahuje emisie $< 5\text{--}25 \text{ mg SO}_2/\text{Nm}^3$ alebo $0,01\text{--}0,10 \text{ kg sušenia-ADt buničiny}$. Je tiež jasné, že pálenie surovín s vysokým obsahom sušiny je účinným opatrením na dosiahnutie nízkych emisií síry z regeneračných kotlov. Na dosiahnutie uvedených výsledkov nie sú potrebné práčky. Počas roka sa spravidla nameria niekoľko extrémnych hodnôt SO_2 (pozri obrázok 3.51).

Nahlásené celkové emisie plynnej síry (TRS + $\text{SO}_2\text{-S}$) sú uvedené na obrázku 3.50.



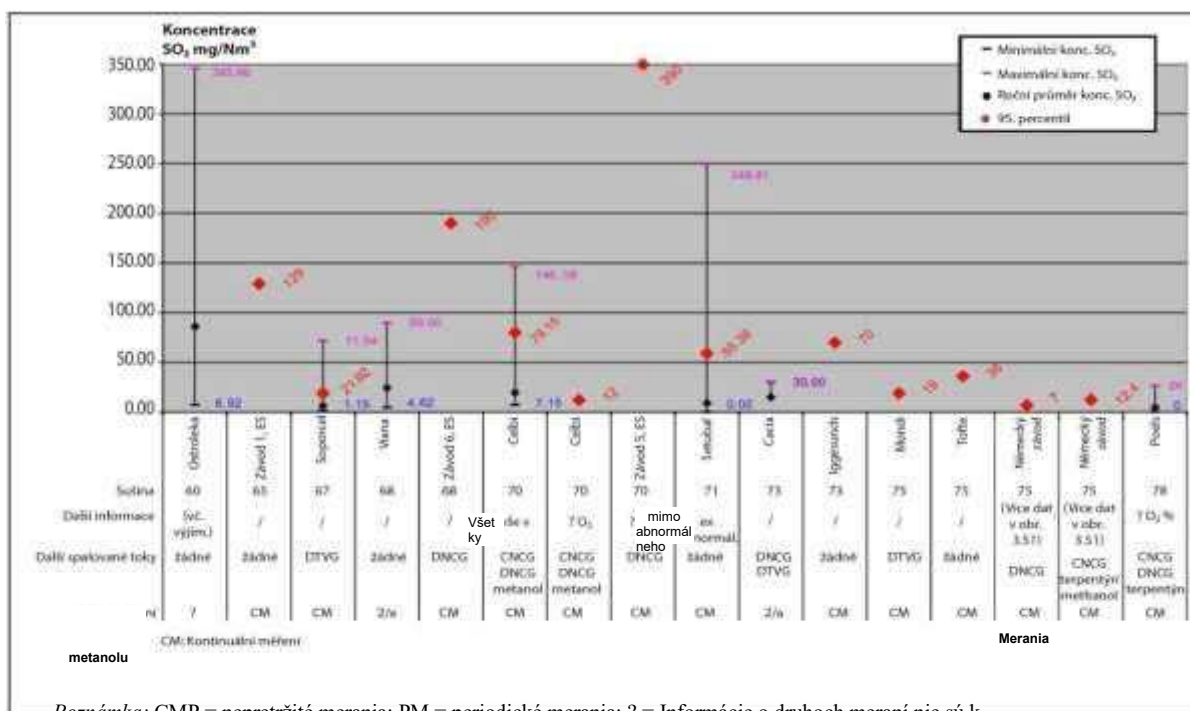
Obrázok 3.50: Emisie plynnej síry z regeneračných kotlov so zodpovedajúcim obsahom sušiny (%) v čiernom výluhu, koncentráciou SO_2 a prietokom odpadových plynov

Na obrázku 3.51 je znázornený príklad priemerných denných hodnôt SO_2 počas roka (suchý plyn, 273 K, 6 % O_2) v prevádzke, ktorá spaľuje surovinu s obsahom sušiny 75 % v regeneračnom kotle. Paliva pozostávajú z čierneho výluhu, palív s nízkym obsahom síry (zemný plyn a vykurovací olej) ako pomocného paliva a zápachajúcich plynov. Údaje pochádzajú z online prenosu údajov o emisiách príslušnému orgánu (Zdroj: Landesverwaltungsamt Halle, 2009, deň). Hodnoty SO_2 sa merajú nepretržite. V priebehu roka boli emisie H_2S nižšie ako $1 \text{ mg}/\text{Nm}^3$. Ročný priemer $3 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ v tomto existujúcom prípade priamo udáva ročnú hodnotu SO_2 $0,03 \text{ ADt}$.

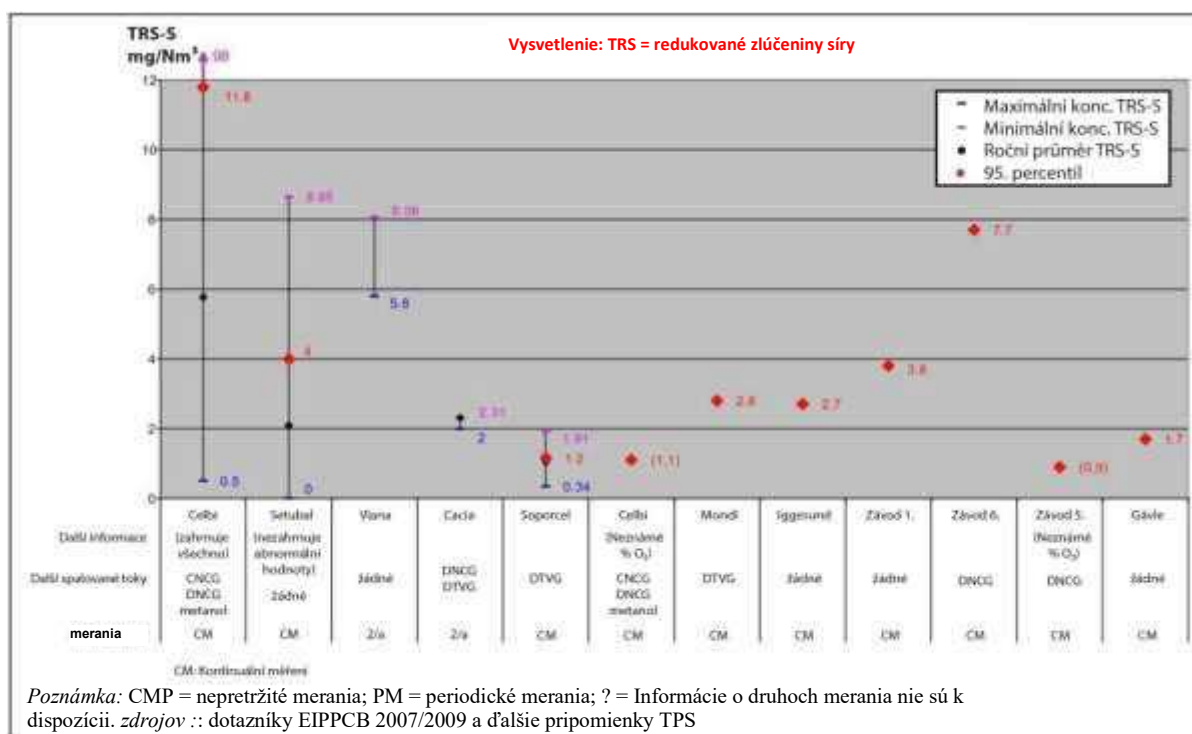


Obrázok 3.51: Nepretržité merané denné priemery SO₂ z regeneračného kotla v sulfátovej celulóze

Nahlásené krátkodobé emisie SO₂ TRS sú znázornené na obrázkoch 3.52 a 3.53.



Obrázok 3.52: SO₂ z regeneračného kotla ako krátkodobý Priemer



Obrázok 3.53: Emisie TRS z regeneračného kotla ako krátkodobý priemer

Medzizložkové vplyvy

Zvýšenie obsahu sušiny zvyšuje teplotu pece a znižuje emisie síry, ale zvyšuje emisie NO_x ak sa neprijmú protopatrenia (pozri kap. 3.3.17.2). Prevádzka regeneračných kotlov pri vysokom obsahu pevných látok a vysokej teplote v peci maximalizuje výrobu energie z týchto kotlov (vysoké tlaky a teploty).

Znižovanie emisií síry prostredníctvom vysokého obsahu sušiny zvyšuje emisie prachu pred čistením spalín. Tento problém sa musí kompenzovať inštaláciou účinnejšieho a drahšieho elektrostatického odlučovača. Pri veľmi vysokom obsahu sušiny (> 80 %) sa v poslednej fáze procesu odparovania uvoľňuje veľké množstvo zlúčenín síry, ktoré sa musia zachytiť a spaľiť.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Tento proces je možné zaviesť v nových a existujúcich celulózkach na výrobu bielenej buničiny. Okrem existujúcich zariadení na odparovanie je možné nainštalovať aj superkoncentrátor ako samostatnú fázu. Problémy s viskozitou možno vyriešiť použitím skladu pod tlakom a tepelným Upravením pred posledným koncentrátorom.

Ekonomika

V existujúcich zariadeniach sú náklady na zlepšenie odparovania a koncentrácie silného čierneho výluhu spojené s cieľovou koncentráciou. Pre existujúce závody s výrobnou kapacitou 1 500 ADt/deň sulfátovej buničiny sú investície potrebné na zvýšenie úrovne koncentrácie čierneho lúhu zo 63 % nahor tieto:

- úroveň od 63 % do 70 %, 1,7-2,0 mil;
- úroveň od 63 % do 75 %, 3,5-4,0 mil;
- úroveň od 63 % do 80 %, 8,0-9,0 mil.

Zvýšenie obsahu sušiny zvyšuje prevádzkové náklady, a preto je možné dosiahnuť naozaj výrazné úspory. Toto opatrenie zvyšuje energetický manažment zariadenia a vedie k zhusteniu kapacity regeneračného kotla.

Dôvody implementácie

Zákonné požiadavky a vyššia efektívnosť procesov.

Príklady závodov

Fínske regeneračné kotly spaľujú v priemere takmer 80 % sušiny a švédske regeneračné kotly spaľujú v priemere takmer 70 % sušiny [66, FRBC 2010].

Literatúra

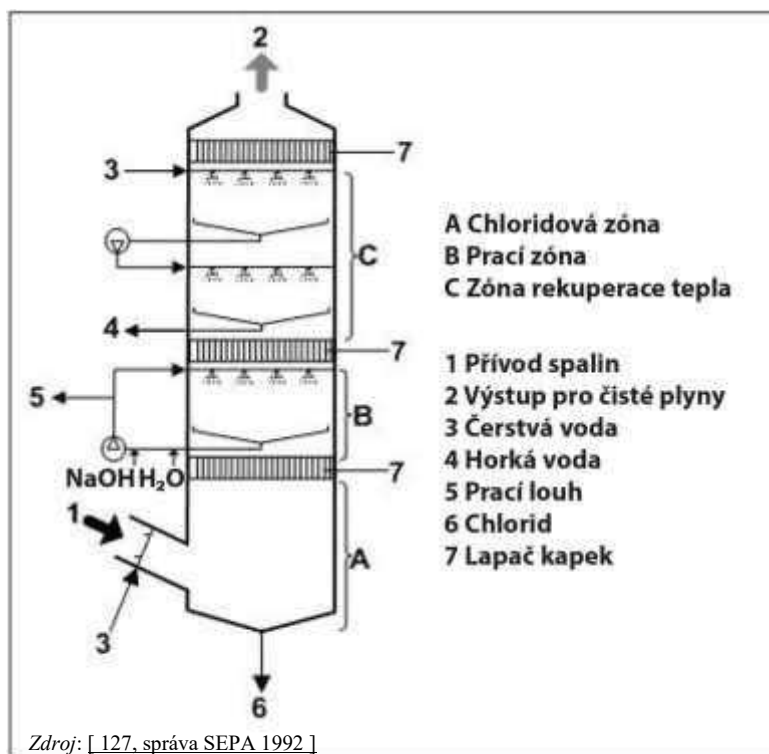
[1, Finnish BAT Report 1997], [33, COM 2011], [66, FRBC 2010], [173, J. Queiser 2009], [207, T. Tamminen a kol. 2002].

3.3.17.2. Inštalácia práčiek na regeneračnom kotli

Toto opatrenie možno použiť ako alternatívu k technike opísanej v kap. 3.3.17.1. Je to tiež opatrenie na ďalšie zníženie emisií nežiaducich častíc (pozri kap. 3.3.19) alebo rekuperáciu tepla.

Opis

Mokrý pranie je technológia používaná na odstraňovanie oxidu siričitého (SO_2) zo spalín regeneračných kotlov. Mokrú práčku kotla na Regeneračný proces síranov môže mať tri prevádzkové stupne (pozri obrázok 3.54 zdola nahor).



Obrázok 3.54: Čistička plynu pre Regeneračné kotly

Chlorid sa absorbuje studenou vodou zavedenou do prívodu plynu. Efektívnosť odstránenia chloridov je zvyčajne 60-70 %. V zóne premývania sa odstraňujú SO_2 a nežiaduce časti. Premývanie prebieha pri pH 6-7. Hodnota pH sa upravuje pridaním hydroxidu sodného, slabého lúhu alebo oxidovaného bieleho lúhu. SO_2 reaguje s pracou kvapalinou v vzniku Na_2SO_3 a tiež určité množstvo Na_2SO_4 . TRS v tvare H_2O odstránenie SO je možné spolu s odstránením S_2 . Na odstránenie sírových látok (síranov) zo spalín je však potrebný prací lúh s vysokým pH. Pri takomto vysokom pH by sa absorboval aj oxid uhličitý, čo však nie je možné vzhľadom na relatívne veľké množstvo oxidu uhličitého vznikajúceho pri pálení.

Prebytočná kvapalina (lúh) z práčky sa recykluje do procesu, zvyčajne na výrobu bieleho lúhu.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov prostredia

Znižovanie emisií síry.

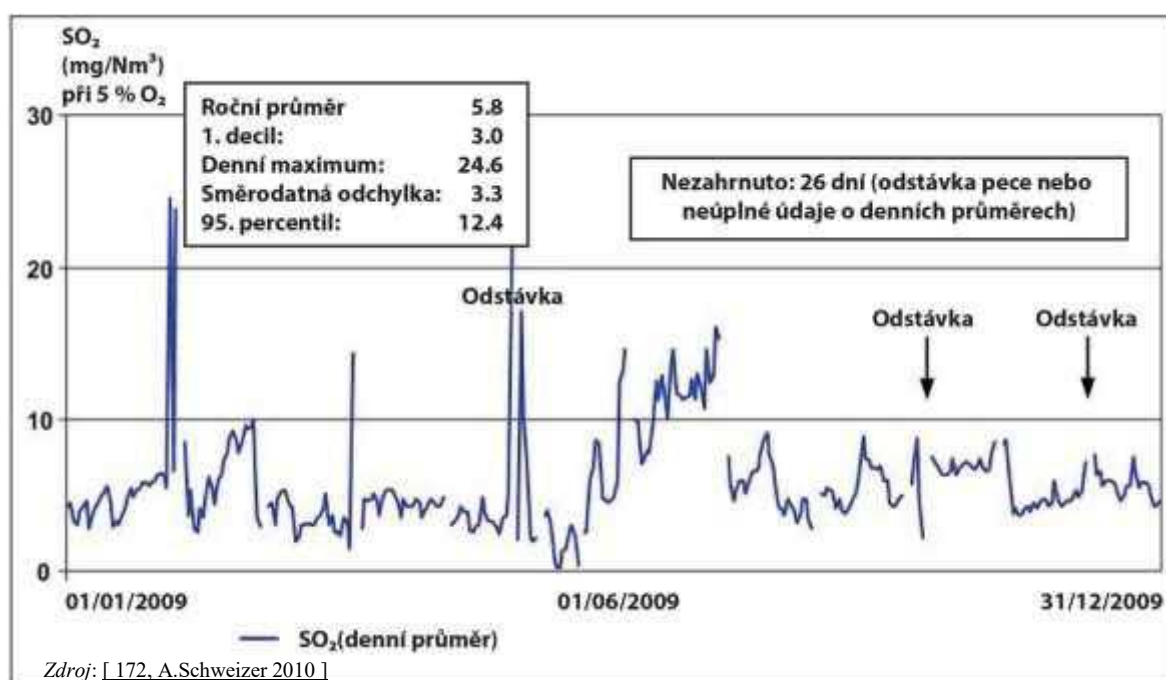
Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Mokrý skrubery sa používajú približne v jednej tretine Regeneračných kotlov.

Ak sa však využíva rekuperácia tepla, je to často ďalší dôvod na realizáciu. Efektívnosť odstraňovania SO_2 pri mokrých skruberoch je zvyčajne $> 90\%$. Podľa zozbieraných údajov sa pri znižovaní emisií SO_2 možno vyskytnúť aj spaľovaním materiálu s vysokým obsahom pevných častíc a mokrým premývaním plynu.

V prípade závodov s vyšším obsahom SO_2 v prípade, že sa materiál s vysokým obsahom sušiny páli v regeneračnom kotle (napr. z dôvodu preťaženia kotla), môže byť skruber opatrením na zníženie týchto emisií.

Na obrázku 3.55 sú znázornené zmeny emisií priebehu roka. Údaje pochádzajú z interného online merania spoločnosti. Palivá používané v regeneračnom kotle zahŕňajú čierny výluh (približne 75 % sušiny), silne zapáchajúce plyny (približne 3 kg S/ADt) a zmes terpentínu a metanolu. Práčka v tomto prípade bežne používa ako praciu kvapalinu iba vodu; ak hodnota pH vo vode klesne na < 7 (t. j. SO_2 v násypoch by sa zvýšila), do práce kvapaliny sa pridá NaOH na reguláciu emisií síry. Priemer ročného emisného zaťaženia tohto závodu v roku 2008 bol 0,014 kg SO_2 /ADt (Zdroj: dotazník, 2008). Na reguláciu prevádzky práčky sa používa nepretržité meranie SO_2 pred a za práčkou.



Obrázok 3.55: Nepretržité merania denných priemerov SO_2 z regeneračného kotla (bielenej prevádzky) vybaveného ESP a skruberom

Medzizložkové vplyvy

Privedením čerstvej vody do hornej časti práčky je možné v prípade potreby vyrobiť horúcu vodu. Táto voda je zvyčajne dostatočne čistá na to, aby sa mohla používať ako pracia voda v bieliarni. Práčka má potrebu lúhov v forme oxidovaného bieleho lúhu, slabého lúhu alebo hydroxidu sodného, čo môže zvýšiť nároky na kapacitu pre následnú regeneráciu.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Najlepšie je inštalovať techniku súčasne s inštaláciou nového kotla, hoci existujúce kotly možno vybaviť technikou aj dodatočne, hoci s oveľa vyššou cenou. Regeneračné kotly pri pálení čierneho lúhu s vysokým obsahom sušiny majú zvyčajne veľmi nízke emisie síry a z tohto dôvodu je inštalácia techniky menej výhodná. Môže sa použiť aj na ďalšie zníženie emisií prachu alebo na rekuperáciu tepla.

Ekonomika

Tieto zariadenia dodávatelia zvyčajne dodávajú ako balík. Investícia potrebná na výrobu bielenej sulfátovej celulózy s kapacitou 250 000 a 500 000 t/rok je 7,2 milióna EUR a 10,4 milióna EUR. Zahŕňajú práčka, čerpadlá práce kvapaliny, obehové čerpadlá, elektrická energia a Zavedenie. Prevádzkové náklady predstavujú 580 000 EUR ročne a 920 000 EUR ročne.

Dôvody implementácie

Znižovanie obsahu SO₂. Rekuperácia tepla. V niektorých prípadoch odstránenie prachu. V celulózkach, ktoré pália materiál s vysokým obsahom sušiny v regeneračnom kotle, sa SO₂ sa znižuje výrazne a v takýchto zariadeniach nie je potrebné inštalovať práčky. Situácia týkajúca sa vnútornej energie v zariadení si môže, ale nemusí vyžadovať výrobu teplej vody v skruberi. V modernom regeneračnom kotle v sulfátovej prevádzke (najmä ak sa pri pálení používa materiál s vysokým obsahom sušiny) nie je možnosť získať H₂S je zvyčajne problém, ktorý by si vyžadoval vyriešiť premývaním. Použiť sa môžu aj ako druhá časť dvojstupňového zariadenia na odstraňovanie prachu (ESP a skrubery).

Príklady závodov

Práčky sú inštalované v mnohých regeneračných kotloch v Európe.

Literatúra

[127, správa SEPA 1992], [131, správa SEPA 1997], [172, A.Schweizer 2010].

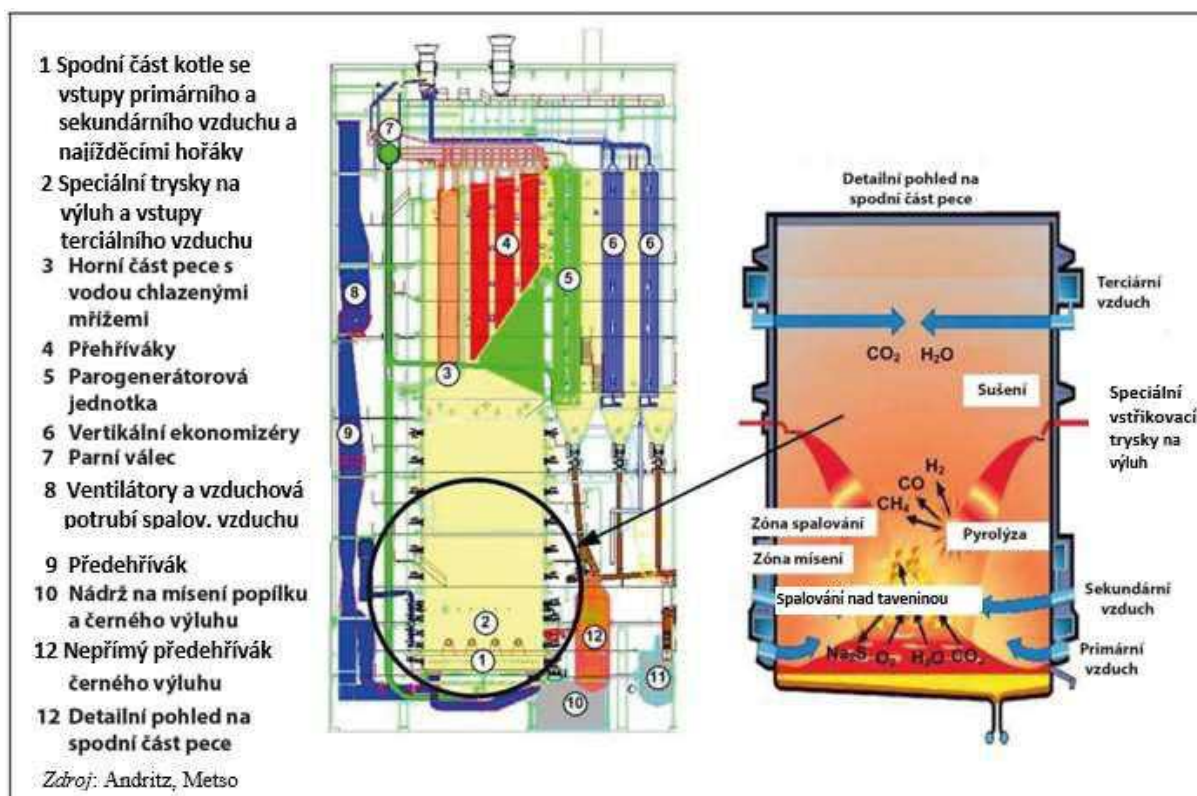
3.3.18. Regulácia emisií NO_x z regeneračného kotla na čierny výluh

3.3.18.1. Optimalizované riadenie spaľovania a regulácia faktorov ovplyvňujúcich emisie NO_x

Opis

Na jednej strane problém procesov pálenia a plynov v kotle na regeneračný proces čierneho lúhu obmedzuje možnosť zníženia emisií NO_xale na druhej strane ponúka aj určitý priestor na zníženie emisií. NO_x možno znížiť správnou kontrolou pálenia a lepším systémom prívodu vzduchu (pozri kap. 3.3.18.2).

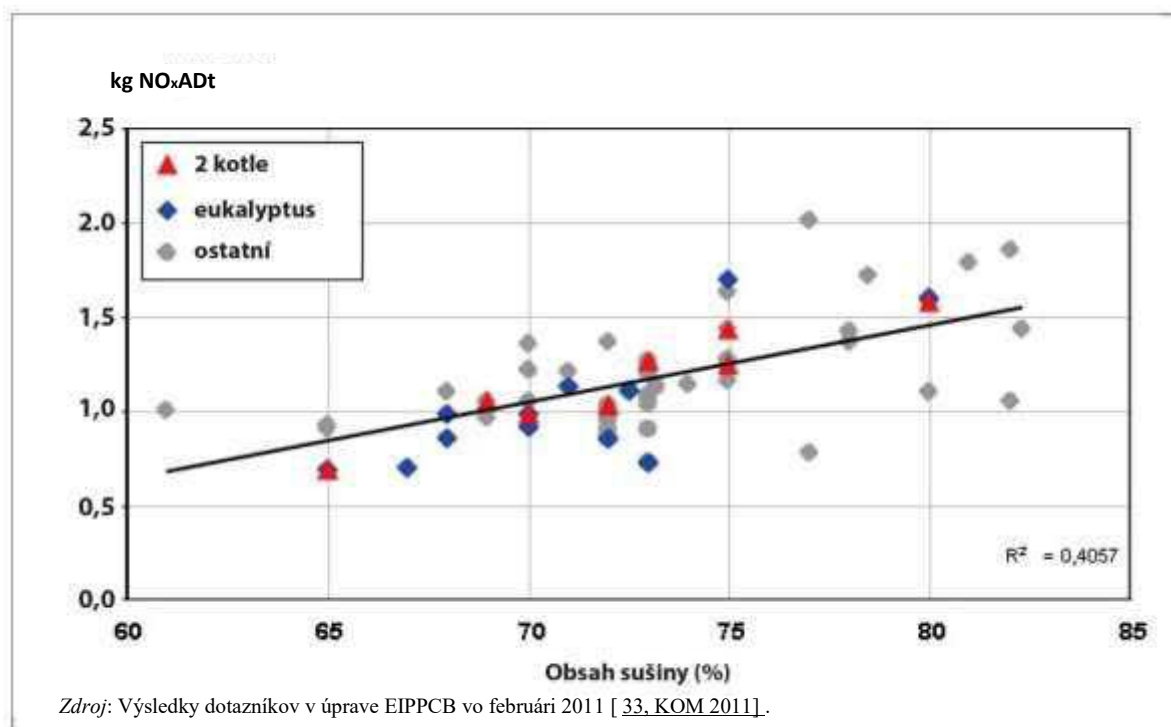
Typický moderný regeneračný kotol používaný v sulfátovej celulóze je znázornený na obrázku 3.56. Na zväčšenom obrázku vpravo sú znázornené základné princípy pálenia čierneho výluhu na vyššej úrovni spaľovacej komory. Spaľovací vzduch sa vo všeobecnosti privádza prostredníctvom primárneho, sekundárneho a terciárneho prívodu (a v niekoľkých prípadoch aj prostredníctvom kvartérnej podlahy), ale existuje niekoľko rôznych variantov vzduchových systémov. Počet sekundárnych a terciárnych úrovní sa môže líšiť, rovnako ako výška alebo umiestnenie prívodov vzduchu. Čierny výluh sa vstrekuje do spaľovacej zóny pomocou špecializovaných trysiek. Štartovacie horáky sú umiestnené na úrovni sekundárneho vzduchu a sú napájané plynom alebo vykurovacím olejom. V niekoľkých regeneračných kotloch sa do priestoru na pálenie pod lúhovými dýzami zavádzajú plyny s vysokým obsahom zápachu (CNCG). Zriadené nekondenzovateľné plyny (DNCG) sa privádzajú do sekundárnej alebo terciárnej úrovne vzduchu v spaľovacej komore. Tavenina sa hromadí v spodnej časti spaľovacej komory. Tavenina odchádza cez žľaby do rozpúšťacej nádrže. Pred vstupom plynov do elektrostatického odlučovača (ESP) sa teplo z pálenia získava pomocou teplovýmenných plôch.



Obrázok 3.56: Úplný pohľad na kotol a schematický pohľad na spodnú a strednú časť pece regeneračného kotla v sulfátovej celulózke

Emisií oxidov dusíka (NO_x) z regeneračných kotlov ovplyvňujú tieto faktory [58, K.Grönblad a kol. 2000], [61, Wallén a kol. 2002], [64, J.Malmström 2010], [65, N.DeMartini et al 2010], [66, FRBC 2010], [225, Hupa 2005], [226, Vakkilainen et al. 2005]:

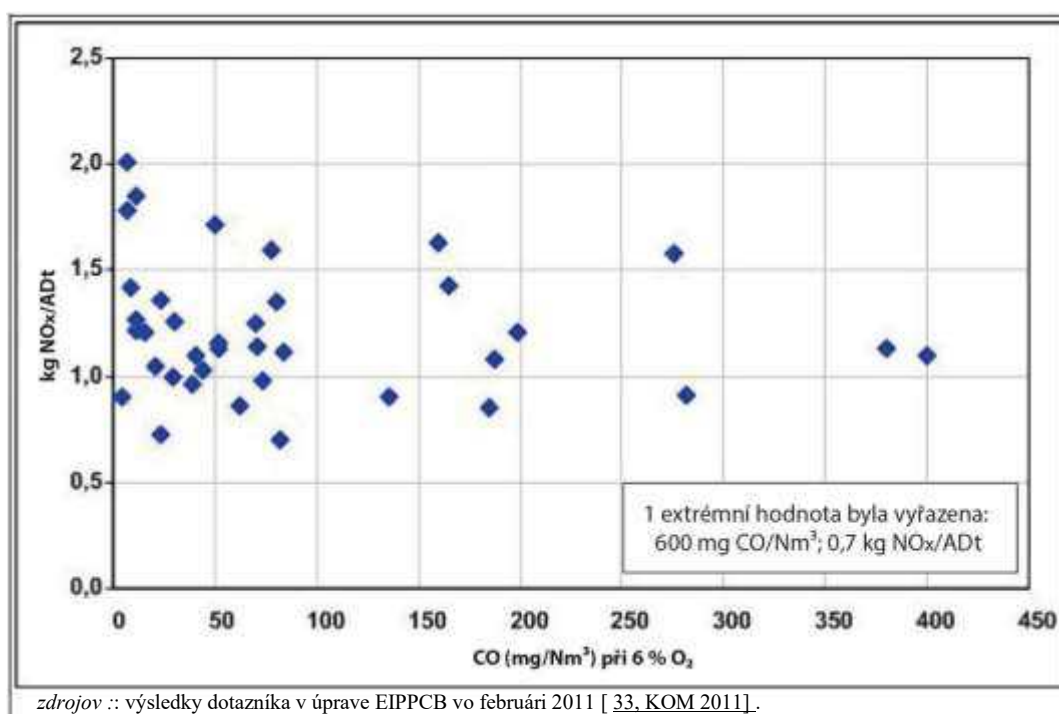
- (a) **Obsah sušiny v čiernom výluhu.** Zvýšenie obsahu sušiny v čiernom lúhu (napr. zo 75 % na 85 %) zvyšuje teplotu v spodnej časti pece, znižuje prietok plynu a môže viesť k zvýšeniu obsahu NO_x z hľadiska úrovne koncentrácie aj emisného zaťaženia. Vyššie teploty zároveň minimalizujú emisie síry a maximalizujú výrobu pary a elektriny. Rôzne emisie je potrebné starostlivo zvážiť. Na obrázku 3.57 je znázornená regresná priamka, ktorá ukazuje určitý "vhodný" vzťah medzi obsahom sušiny (%) a špecifickým NO_x z 30 rôznych regeneračných kotlov. Niektoré zariadenia majú prevádzku dvoch regeneračných kotlov (2 kotly v tabuľke).



Obrázok 3.57: Zat'azenie špecifickými emisiami NO_x (kg NO₂/ADt) z regeneračných kotlov podľa obsahu sušiny v čiernom výluhu (%)

- (b) **Prebytok O₂ a obsah CO v priebehu pálenia.** Existuje korelácia medzi NO_x a emisiami O₂ a CO v spalínach z regeneračného kotla. Minimalizácia emisií NO_x je dôležité zabezpečiť optimalizáciu vstupu vzduchu do spaľovacej komory. Konečné spaľovanie by malo prebiehať v hornej časti spaľovacej komory, kde je vyššia teplota. Nízky prebytok spaľovacieho vzduchu a mierne zvýšené hodnoty CO majú za následok, že NO_x znižuje.

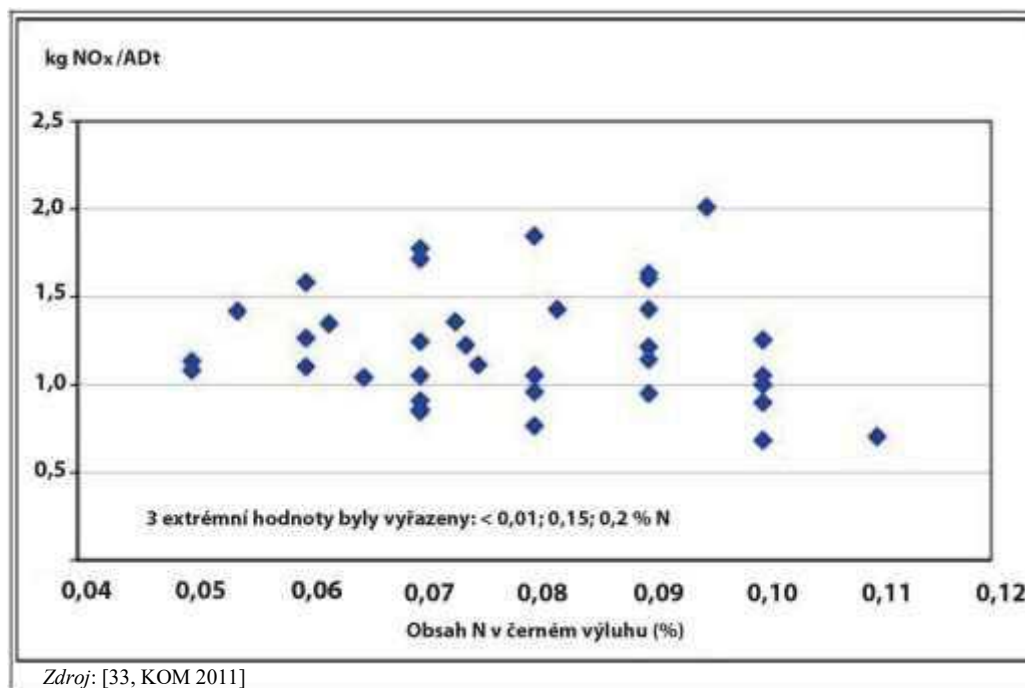
Ak pomer vzduchu klesne pod približne 2 %, potom sa NO_x znižuje, ale CO sa začne dramaticky zvyšovať. Ak O₂ ďalej znižuje, potom sa TRS zvyšuje. Úroveň oxidu uhoľnatého v rozpätí 250-500 ppm vedie k výrazne vyšším úrovniam NO_x. Ak hodnoty CO zostanú pod 50-100 mg CO/Nm³ budú aj emisie VOC a PAU nízke a zároveň sa dosiahnu nízke hodnoty emisií NO_x ako potvrdzuje obrázok 3.58.



Obrázok 3.58: Vzťah medzi úrovňou CO a špecifickým NO_x z kotla na regeneráciu čierneho výluhu

- (c) **Usporiadanie systému vzduchu a dizajn kotla (počet a umiestnenie prívodov vzduchu a Úrovne - Úrovne vzduchu).** Niektoré regeneračné kotly umožňujú inštaláciu novej vzduchovej hladiny (pozri kap. 3.3.18.2), ale v niektorých prípadoch to neumožňuje, keď regeneračný kotol pracuje na plnú kapacitu. Všetky nové kotly majú pokročilý vzduchový systém na minimalizáciu emisií NO_x. Prevádzky s najnovšími regeneračnými kotlami znižujú emisie z uvedených kotlov o 20-30 %.
- (d) **Obsah dusíka v sušinách čierneho výluhu.** Obsah dusíka v čiernom výluhu má priame účinky na obsah NO_x z kotla na regeneráciu čierneho výluhu. Na NO_x sa premení približne 30 % dusíka v čiernom výluhu. Za bežných prevádzkových podmienok je možné vyskytnúť nižšiu konverziu na NO_x ako 30 %. Drevom zvyčajne obsahuje viac dusíka ako mäkké drevo. Čierny výluh z ihličnatého dreva tak vedie k vyšším hodnotám NO_x ako výluh z listnatého dreva (približne o 20 %).

Raz švédska štúdia [62, Hedenberg 1996] ukazuje, že drevom obsahuje ~370 g N/m³ "svb" (pevný objem bez kôry) a drevom obsahuje ~ 225 g N/m³ "svb". V prípade výroby sulfátovej buničiny je spotreba dreva na výrobu jednej tony sulfátovej buničiny ~ 4 m³ "svb" drevom a ~ 5 m³ "svb" dreva. Vstup do bielenej celulózy bude ~ 1 480 kg N/ADt pre tvrdé drevo a ~ 1 120 kg N/ADt pre mäkké drevo. Približne 90-95 % tohto dusíka sa rozpustí vo fermentore a následne v čiernom výluhu v regeneračnom kotli. V regeneračnom kotle sa približne 25-35 % dusíka premení na NO_x. Na zvyšky na N₂. To by teoreticky znamenalo, že NO_x ktoré sú približne o 30 % vyššie v prevádzke na výrobu tvrdého dreva oproti prevádzke na výrobu mäkkého dreva. Emisie z rôznych reálnych regeneračných kotlov to však nepotvrdzujú, ako ukazuje obrázok 3.59. Dôvodom môže byť skutočnosť, že obsah dusíka v čiernom výluhu sa často uvádza v pomerne širokom rozmedzí.



Obrázok 3.59: Vzťah medzi obsahom N v čiernom výluhu (%) a NO_x z regeneračných kotlov

- (e) **Pálenie CNCG v regeneračnom kotli (alternatívou sú vápenné pece alebo špeciálny horák na CNCG).** Hoci CNCG obsahuje dusík, skúsenosti tiež ukazujú, že dobré pálenie CNCG v regeneračnom kotle nemusí vždy znamenať zvýšenie emisií NO_x. Vo väčšine prípadov vedie pálenie CNCG vo vápenej peci k výraznému zvýšeniu emisií NO_x závodu.
- (f) **Pálenie iných palív obsahujúcich dusík.** Palivá, ako sú kondenzáty obsahujúce metanol, odpadové plyny z rozpúšťacej nádrže (DTVVG) alebo biologický kal, pri ich pálení v regeneračnom kotle môžu zvyšovať emisie NO_x.
- (g) **Zaťaženie pece regeneračného kotla na čierny výluh.** Zaťaženie regeneračného kotla čiernym výluhom má významný vplyv na NO_x; vyššie zaťaženie pece znamená vyššiu teplotu pece a umožňuje lepšiu reguláciu pálenia. Kotel, ktorý je prevádzkovaný pri vyššom ako projektovanom zaťažení, zvyčajne produkuje vyššie emisie. Rozlišujú sa tri hlavné prípady:
 - i. Vysoké zaťaženie, pri ktorom je vzduchový systém preťažený; možnosti regulácie sú minimálne; čas zdržania je príliš krátky, teploty sú vysoké a vysoká premena na NO_x.
 - ii. Typické zaťaženia, pri ktorých je možná optimalizácia prevádzky vzduchového systému a efektívne využívanie všetkých úrovní vzduchu; časy a teploty pobytu sú optimálne a minimálna premena na NO_x.
 - iii. Nízke zaťaženie, pri ktorom má pec nízku potrebu vzduchu; horné úrovne vzduchu sa nevyužívajú; čas zdržania je dlhý a teploty sú nízke. Pozorovaná je mierna premena na NO_x.
- (h) **Výtťažnosť buničiny.** Vyššie výnosy znamenajú nižšie špecifické emisie (kg NO_x/ADt). Nebielená buničina má vyššiu výtťažnosť (t. j. na tonu vyrobenej buničiny sa vyprodukuje menej čierneho lúhu ako pri bielenej buničine), čo znamená nižšie špecifické emisné zaťaženie - hoci v oboch prípadoch má kotel na Regeneráciu čierneho lúhu približne rovnaké množstvo NO_x v komíne. Rovnaký efekt sa uplatňuje pri rozvlákňovaní mäkkého a tvrdého dreva a najmä pri rozvlákňovaní eukalyptu (vyššie výnosy).

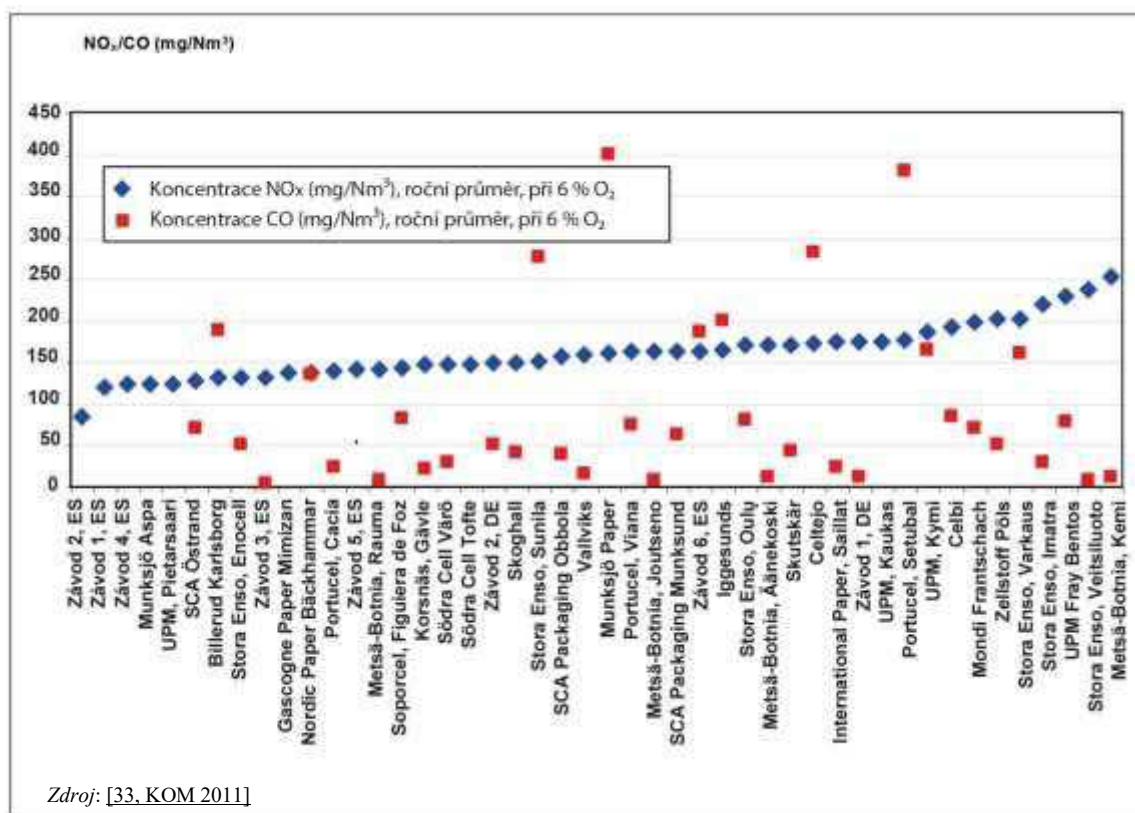
V závislosti od kotla sa NO_x možno regulovať prostredníctvom optimalizácie uvedených faktorov. Predpokladom nízkych emisií je nepretržité meranie a nastavovanie príslušných parametrov spaľovania (O_2 , CO , teplota, prietok plynu, NO_x , SO_2 , zaťaženie kotla, paliva). Dizajn regeneračného kotla a optimalizovaný vzduchový systém slúžia na zníženie emisií CO a NO_x do určitej miery znížiť.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Táto technika znižuje množstvo NO_x a umožňuje súčasnú reguláciu emisií CO

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Na obrázkoch 3.60 a 3.61 sú zhrnuté hodnoty emisií NO_x z kotlov na rekuperáciu čierneho lúhu v európskych celulózkach, ktoré vyplnili dotazník o emisiách do ovzdušia z prevádzok na výrobu sulfátovej buničiny, ktorý vypracoval EIPPCB vo februári 2011. Niektoré závody uviedli len špecifické zaťaženie NO_x . Vzhľadom na rozdiely v prietoku odpadových plynov sa úroveň NO_x nie vždy zodpovedajú príslušným špecifickým koncentráciám NO_x . Na obrázku 3.60 sú znázornené ročné priemerné hodnoty NO_x spolu s príslušnými ročnými priemernými emisiami CO (pri 6 % O_2).

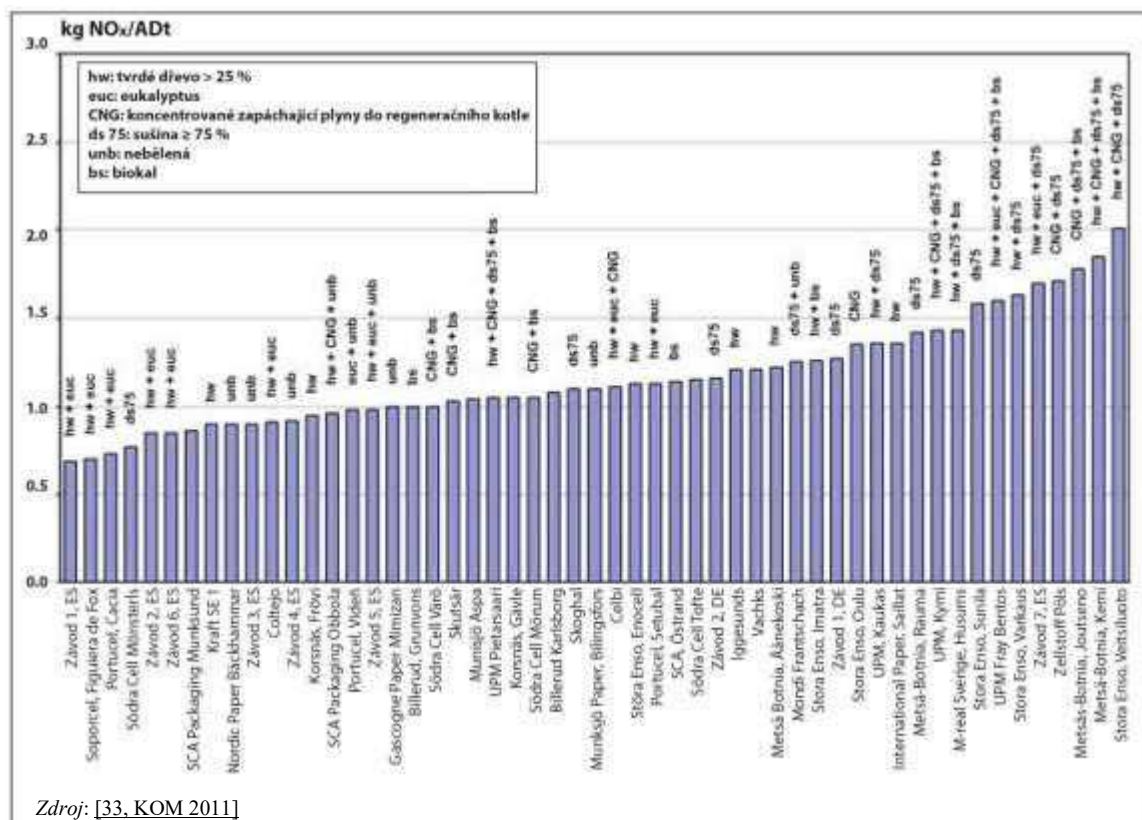


Obrázok 3.60: Úroveň NO_x (ako NO_2) pri 6 % O_2 z kotla na regeneračný výluh

V závislosti od vyššie opísaných determinantov sa NO_x medzi < 140 mg/Nm³ a 230 mg/Nm³ (6 % O_2) ako ročné priemerné hodnoty. Vo väčšine prípadov sa uvedené úrovne vyskytujú pri koncentráciách CO medzi < 25 mg/Nm³ a 200 mg/Nm³ (ako ročné priemery pri 6 % O_2). NO_x kolíšu pomerne málo, vyskytuje sa len niekoľko výrazných odchýlok (pozri obrázky 3.62, 3.65 a 3.66).

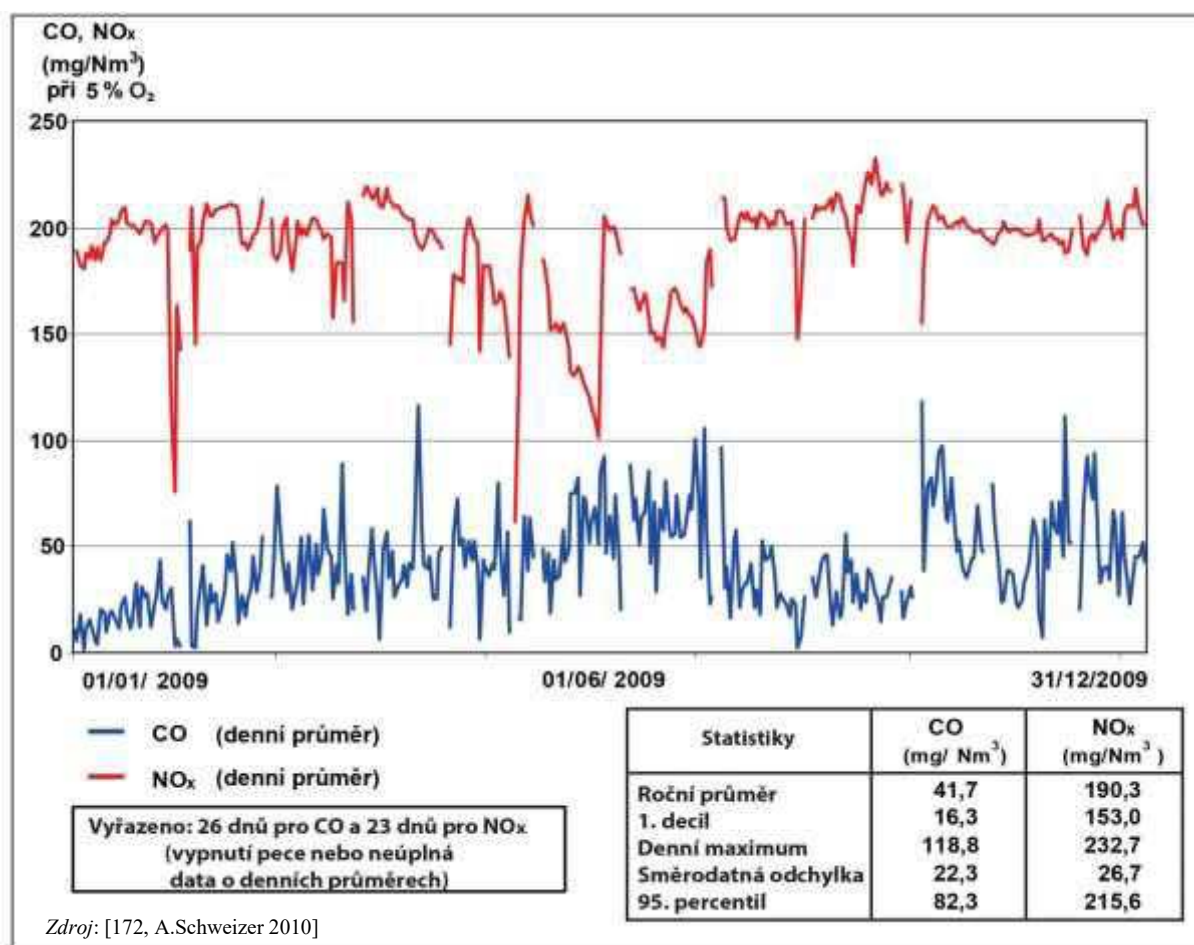
Na obrázku 3.61 sú znázornené špecifické emisie NO_x celulózky, ktoré boli v prevádzke. Relevantné faktory ovplyvňujúce NO_x (obsah sušiny vyšší ako 75 %, vyšší podiel tvrdého dreva, pálenie CNCG a kalu v kotli Regeneračného kotla na zhodnocovanie čierneho lúhu). Ako je uvedené, všetky regeneračné kotly, ktoré majú špecifické emisie vyššie ako 1,5 kg NO_x (ako NO_2)/ADt, kombinujú dva alebo

viac uvedených nepriaznivých faktorov. Na druhej strane sú uvedené aj opačné príklady, ktoré sa ťažšie vysvetľujú.



Obrázok 3.61: Špecifické emisie NO_x z kotla na regeneráciu čierneho výluhu

Na obrázku 3.62 je uvedený príklad emisií regeneračného kotla s tromi úrovňami vzduchu, ktorý sa používa na pálenie čierneho lúhu (približne 75 % sušiny), CNCG a zmesi metanolu a terpentínu. Špecifické emisie NO_x sú 1,5 kg/ADt. Obsah dusíka v sušine (drevozom) bol v priemere 0,08 % (v roku 2008). Kotol je v prevádzke mierne nad svojou projektovanou kapacitou. V prípade tohto kotla sa nepotvrdil žiadny vplyv pálenia metanolu v regeneračnom kotle. NO_x sa približne 33 % vypočítaného vstupného dusíka prepočíta na NO_x/Nm₃ (pri 5 % O₂). NO_x CO sa merajú nepretržite.



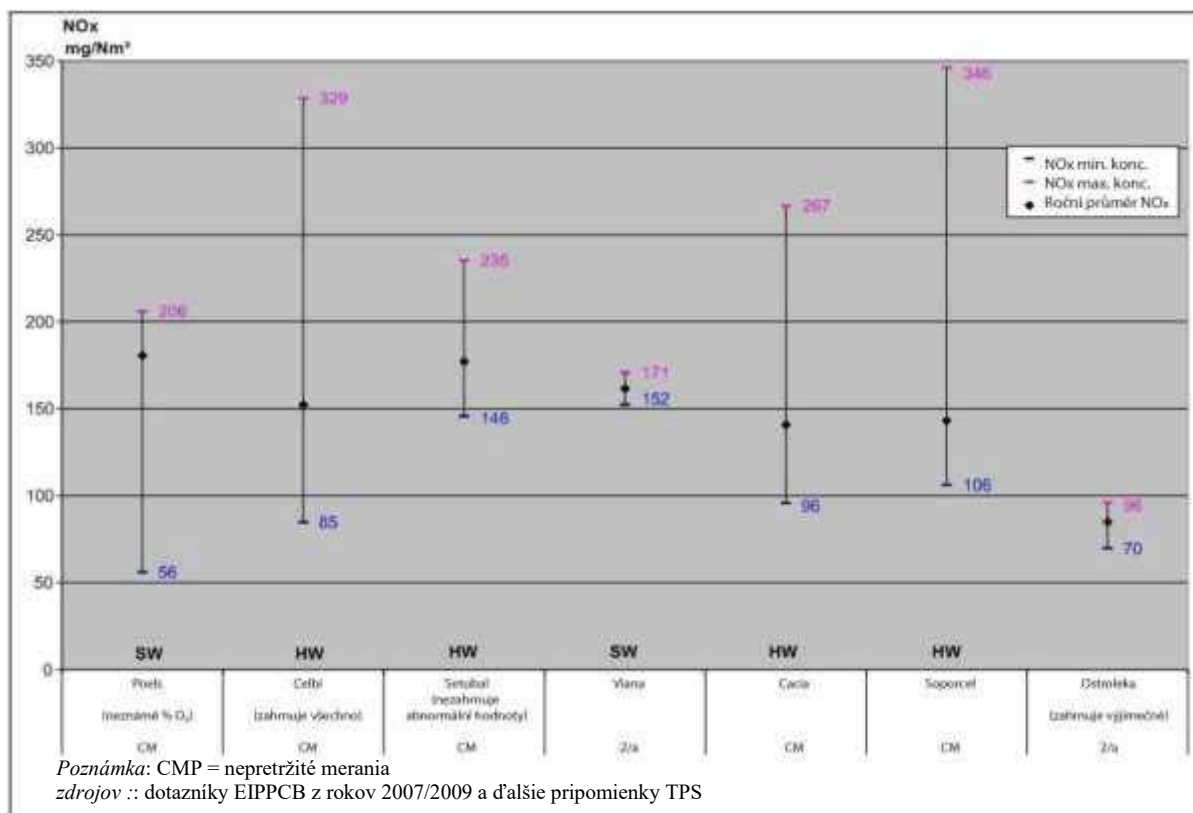
Obrázok 3.62: Denný priemer NO_x a CO z regeneračnej kotly na čierny lúh v sulfátovej celulóžke za celý rok

Priemerné špecifické emisie NO_x z 22 švédskych kotlov na regeneračné zhodnocovanie čierneho lúhu v prevádzke v roku 2008 boli 1,04 kg NO_x/ADt; sedem zariadení uviedlo emisie NO_x pod 1 kg/ADt (Zdroj: Štatistický úrad Švédska 2007). Najvyššia hodnota NO_x kotla na regeneračné zhodnocovanie čierneho výluhu vo Švédsku bola emisia 1,28 kg/ADt.

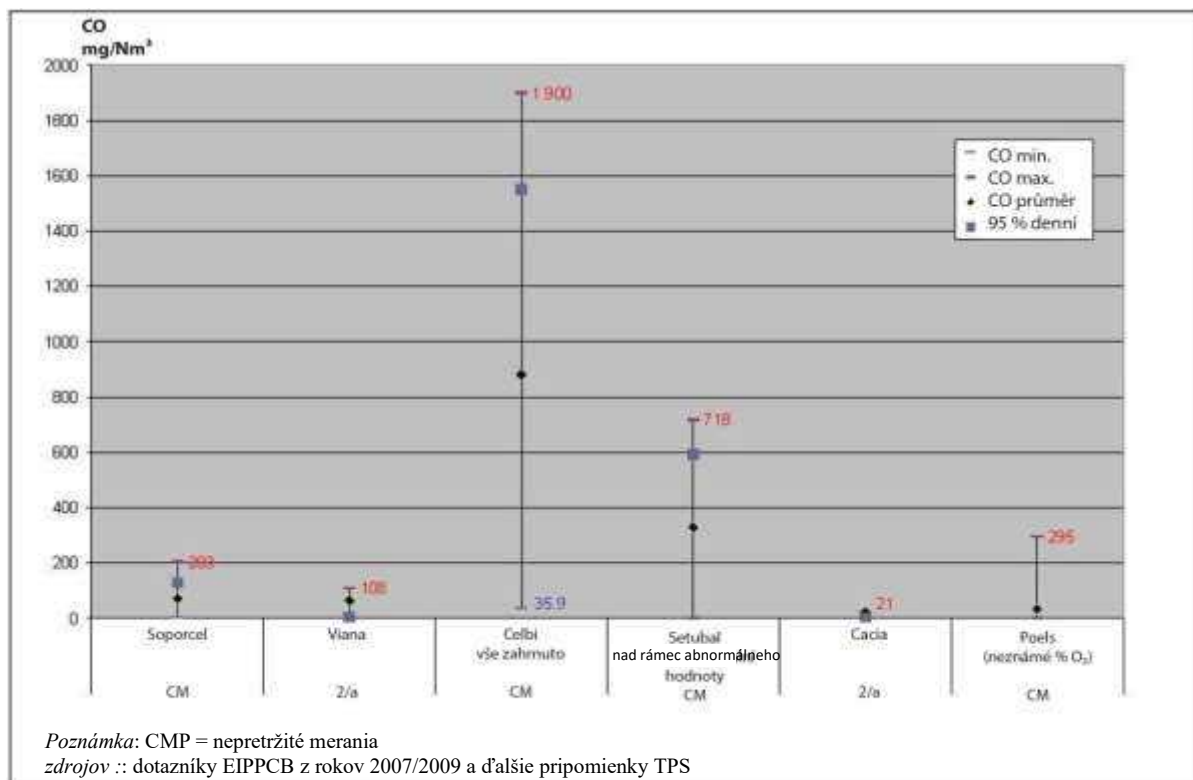
Šesť portugalských celulóžok, ktoré prevádzkovávajú predovšetkým eukalyptovú buničinu, vykázalo v roku 2010 emisie NO_x v rozmedzí 121 mg/Nm³ (8 % O₂) alebo 0,73 ADt a 153 mg/Nm³ (8 % O₂) alebo 1,13 kg/ADt (Zdroj: dotazník 2009). Všetky tieto regeneračné kotly pracujú s tromi úrovňami vzduchu.

Pre špecifické NO_x je potrebné vziať do úvahy, že rozvlákňovanie eukalyptu má vyššiu výťažnosť (51-54 %) ako škandinávské mäkké drevo (44-46 %) a tvrdé drevo (47-49 %), a teda aj vyššiu špecifickú výťažnosť NO_x.

Nahlásené krátkodobé emisie NO_x a CO sú uvedené na obrázkoch 3.63 a 3.64.



Obrázok 3.63: NO_x z regeneračného kotla ako krátkodobý Priemer



Obrázok 3.64: Emisie CO z regeneračného kotla ako krátkodobý priemer

Ďalšie údaje o NO_x pre celý závod sú zhrnuté v kap. 3.2.2.6.7.2.

Medzizložkové vplyvy

Použitie BAT nemá žiadne vedľajšie účinky na životné prostredie ani nevýhody pre iné zložky.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Opatrenia sú uplatniteľné pre nové aj existujúce zariadenia.

Ekonomika

Regeneračný kotol na čierny lúh je najdrahším zariadením v celulózke. Preto by sa mala vykonať optimalizácia výkonu tohto kotla. V určitom okamihu musia prevádzky investovať do nového a väčšieho kotla. NO_x však zvyčajne nie sú predovšetkým dôvodom.

Dôvody implementácie

Dôvodom zavedenia tejto techniky sú environmentálne predpisy a snaha prevádzkovateľov zabezpečiť efektívnu prevádzku regeneračných kotlov. Pretože NO_x kotla na rekuperáciu čierneho lúhu zodpovedá približne 65-85 % celkových emisií z elektrárne (pozri obrázok 3.30), je potrebné vyvinúť úsilie na zníženie emisií NO_x z uvedených zariadení.

V niektorých prípadoch (napr. Švédsko) zamerali svoje environmentálne programy na zníženie acidifikácie a eutrofizácie. V rámci týchto programov sa v sektore celulózy a papiera prijali aj dostupné opatrenia na zníženie emisií síry a oxidov dusíka.

Príklady závodov

Väčšina celulózk na výrobu sulfátovej buničiny v Európe už zaviedla a prevádzkuje regeneračné kotle, ako je opísané vyššie.

Literatúra

[33, COM 2011], [58, K.Grönblad a kol. 2000], [61, Wallén et al. 2002], [64, J.Malmström 2010], [65, N.DeMartini et al. 2010], [66, FRBC 2010], [225, Hupa 2005], [226, Vakkilainen et al. 2005].

3.3.18.2. Optimalizované systémy vzduchu v regeneračnom kotle na čierny výluh

Opis

Kotly na regeneráciu čierneho lúhu pracujú s redukčnou atmosférou v spodnej časti pece. Tvorba NO_x v kotli na regeneračný proces čierneho lúhu je preto vyššia ako v iných peciach. Upravenie vzduchových systémov bolo vykonané s cieľom znížiť množstvo NO_x sa ukázali ako úspešné.

Nad bežnými úrovňami prívodu vzduchu (ktoré sú zvyčajne tri) je v kotle zabudovaná ďalšia úroveň (štvrtá), ktorá sa nachádza v hornej časti kotla. Väčšina kotlov na regeneračný výluh má štyri úrovne prívodu vzduchu, v prípadoch dokonca päť. Úprava systému prívodu vzduchu zavedením ďalších otvorov na prívod vzduchu v hornej časti kotla znižuje množstvo NO_x.

Znižuje NO_x pomocou vzduchového odkalovania je závislosť od dizajnu a zaťaženia kotla na rekuperáciu čierneho lúhu a od hodnoty emisií NO a zvyčajne predstavuje 10 - 25 %.

Úrovně prívodu vzduchu, ktoré sa pridávajú nad bežné úrovne, poskytujú väčšiu možnosť rozhodovania pri kontrole emisií NO spolu s technológiou pálenia.

Ukázalo sa, že techniky znižovania emisií NO založené na optimalizácii distribúcie vzduchu nie sú účinné, ak je zaťaženie kotla veľmi vysoké, ako je to v prípade viacerých celulózk. [225, Hupa 2005]. Na druhej strane, všetky kotly na rekuperáciu čierneho lúhu, ktoré prešli modernizáciou alebo boli novovybudované, pri ktorých bolo vylúčené, že majú nízke hodnoty NO_x majú niekoľko úrovní prívodu vzduchu. Neboli poskytnuté žiadne ďalšie konkrétne údaje o úspešnosti konkrétnych systémov distribúcie vzduchu.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

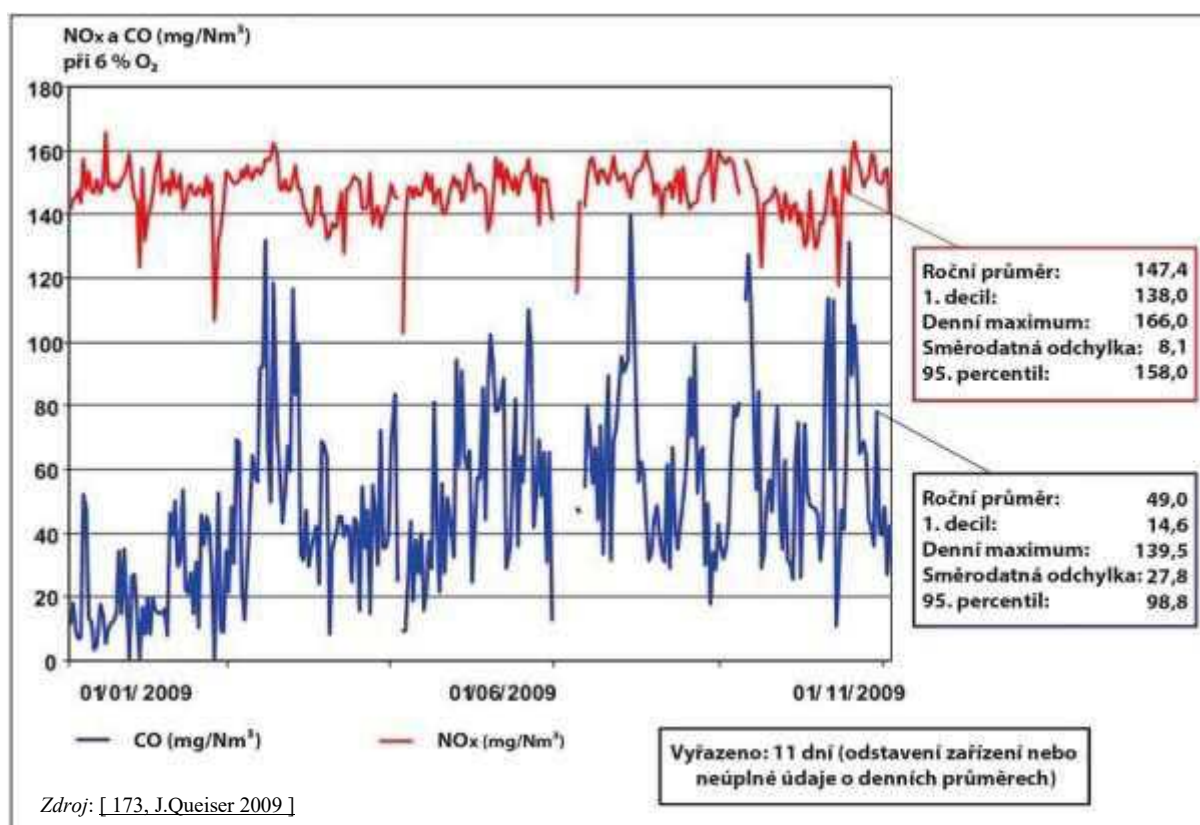
Vyššia emisia NO_x .

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Znižuje NO_x ktoré sú ovplyvnené prevádzkou BAT, sú premenlivé a majú viaceré závislosti. V mnohých prípadoch znižuje emisie NO_x približne o 10-25 %. [63, Salmenoja 2009], [64, J.Malmström 2010]. Okrem toho, napríklad celulózka IP v Saillat vo Francúzsku uviedla, že zavedenie štvrtej úrovne prívodu vzduchu nevedlo k žiadnemu významnému zníženiu emisií NO_x (neboli poskytnuté žiadne údaje o výkone kotla ani iné podrobnosti). Táto technika sa musí prispôsobiť špecifickým podmienkam kotlov na regeneráciu čierneho lúhu.

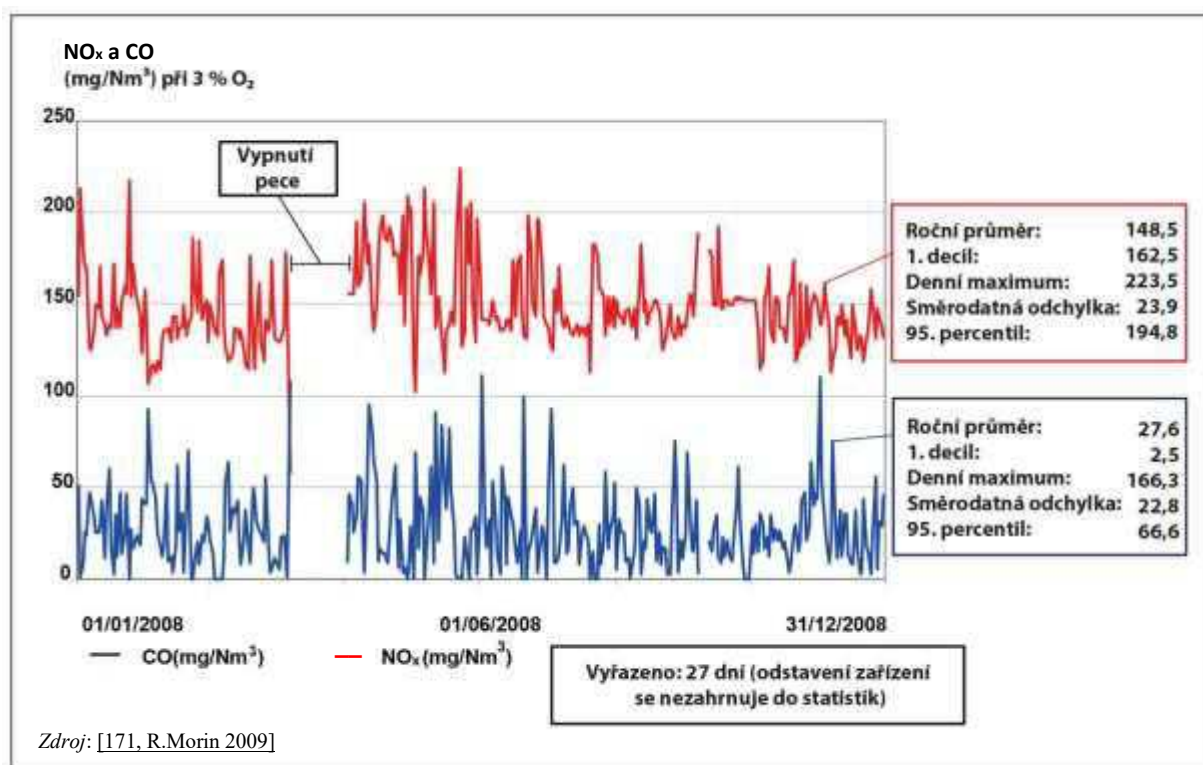
Úspechy dvoch celulózok na výrobu sulfátovej buničiny, ktoré absolvovali zavedenie moderných systémov prívodu vzduchu a majú štvrtú úroveň vzduchu, sú uvedené ako príklady na obrázkoch 3.65 a 3.66.

Prvým príkladom je európska bielinejšia celulózka, ktorá ako zdroj vlákien používa dreviny (borovicu a smrek). Regeneračný kotol na čierny výluh pracuje s mierne nižšou kapacitou ako je projektovaná a má štvrtú úroveň prívodu vzduchu. Regeneračná kotla na regeneráciu čierneho lúhu spaľuje čierny lúh (približne 75 % sušiny), zemný plyn a ľahký vykurovací olej ako pomocné palivo a DNCG. Úroveň emisií NO_x a CO sú znázornené na obrázku 3.65. Vo vyplnených dotazníkoch závod uviedol ročné emisie 1,25 kg NO_x/ADt .



Obrázok 3.65: Nepretržite merané denné priemery NO_x a CO z regeneračnej kotly na výluh čierny

Druhým príkladom je sulfátová celulózka Sodra Varo vo Švédsku, ktorá ako zdroj vlákien používa mäkké drevo (smrek a borovicu). Regeneračný kotol má štvrtú úroveň prívodu vzduchu. Kotla regeneračná na čierny lúh spaľuje čierny lúh (približne 75 % sušiny), niektoré fosílna paliva a DNCG. Dosiahnutie NO_x a CO sú znázornené na obrázku 3.66. Priemerná ročná úroveň emisií zodpovedá ročným špecifickým emisiám NO_x z kotly na regeneráciu čierneho výluhu s hodnotou 1,02 kg/ADt.



Obrázok 3.66: Nepretržité merané denné priemery NO_x a CO z regeneračného kotla v bielení celulózy Sodra Varo

Novšie regeneračné kotly, v ktorých sa spaľovací vzduch rozvádza prostredníctvom štyroch alebo viac bodov, dosiahnu v niektorých prípadoch hodnoty nižšie ako 150 mg NO_x/Nm³ (pri 3 % O₂) alebo pod 1 kg NO_x/t (pozri obrázok 3.30).

Je potrebná veľmi presná kontrola procesu, aby sa zabránilo zvýšeniu tvorby CO v priebehu pálenia s menším množstvom kyslíka. S cieľom znížiť množstvo NO_x kotly na rekuperáciu čierneho lúhu sú v prevádzke pri nízkych hladinách kyslíka. Typické hodnoty kyslíka v spalinách sú 2,5-3 %. Zhustiť prebytok O₂ možné zvýšiť NO_x.

Medzizložkové vplyvy

Nedochádza k žiadnym medzizložkovým vplyvom.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Uplatniteľné pre nové a existujúce prevádzky. Tento proces si bude vyžadovať výrazné zmeny v systéme prívodu vzduchu do pece a špeciálne rúrky v stenách pece, ktoré odolávajú korózii v redukčnom prostredí, sa budú musieť v niektorých prípadoch prehĺbiť zo spodnej časti kotla na najvyššiu úroveň vzduchu, čo bude pre kotol znamenať výraznú zmenu. Veľkosť a rozmery kotla slúžia na obmedzenie uplatniteľnosti tohto opatrenia v niektorých prípadoch.

Ekonomika

Investícia potrebná na úpravu prívodu vzduchu do regeneračného kotla v sulfátovej celulóze s bielením a výrobnou kapacitou 250 000 až 500 000 ton ročne predstavuje 1,7 milióna EUR a 2,3 milióna EUR. Investície zahŕňajú nové prívody vzduchu do regeneračného kotla, prístrojové vybavenie, potrubia a ventilátory. Dochádza k malej zmene prevádzkových nákladov (inštalácia ďalšieho ventilátora mierne zvyšuje spotrebu energie).

Dôvody implementácie

NO_x má potenciál okysľovať a je možné, že zvyšuje eutrofizáciu. V prípadoch citlivých jazerných oblastí v Európe sa preto považuje za dôležité ďalej znižovať množstvo NO_x prostredníctvom primárnych opatrení.

Príklady závodov

Väčšina kotlov na regeneračný proces čierneho lúhu má štyri úrovne privodu vzduchu, niekoľko sekundárnych a terciárnych pozícií alebo vertikálne systémy na nových a existujúcich kotloch.

Literatúra

[63, Salmenoja 2009], [64, J.Malmström 2010], [171, R.Morin 2009], [173, J.Queiser 2009], [225, Hupa 2005].

3.3.19. Znižovanie emisií prachu z kotla na regeneračný výluh

3.3.19.1. Elektrostatické odlučovače

Opis

Elektrostatické odlučovače (ESP) vytvárajú elektrostatické pole na ceste častíc v prúde vzduchu. Časti sa nabíjajú záporne a migrujú smerom ku kladne nabitým zberným platniam. Zberné dosky sa pravidelne pretrepávajú alebo rozkývajú, čím sa materiál uvoľňuje a padá do zásobníka pod nimi.

Je dôležité optimalizovať cykly lúpania ESP, aby sa dosiahla minimalizácia spätného rozptylu častíc. Rozdiely vo výkonnosti jednotlivých ESP závisia od dizajnu a dimenzovania elektrostatických filtrov a od mnohých prevádzkových parametrov, ako sú prietok odpadového plynu, teplota plynu, začiatok a koniec prevádzky, počet polí, intenzita elektrického poľa, plocha a tvar elektród, SO₂ prebiehajúca údržba. Výkon môže byť zhoršený najmä nahromadením materiálu, ktorý vytvára na elektródach vrstvu na účel izolácie a dôvodom je, že znižuje elektrické pole. Tento účinok sa musí regulovať.

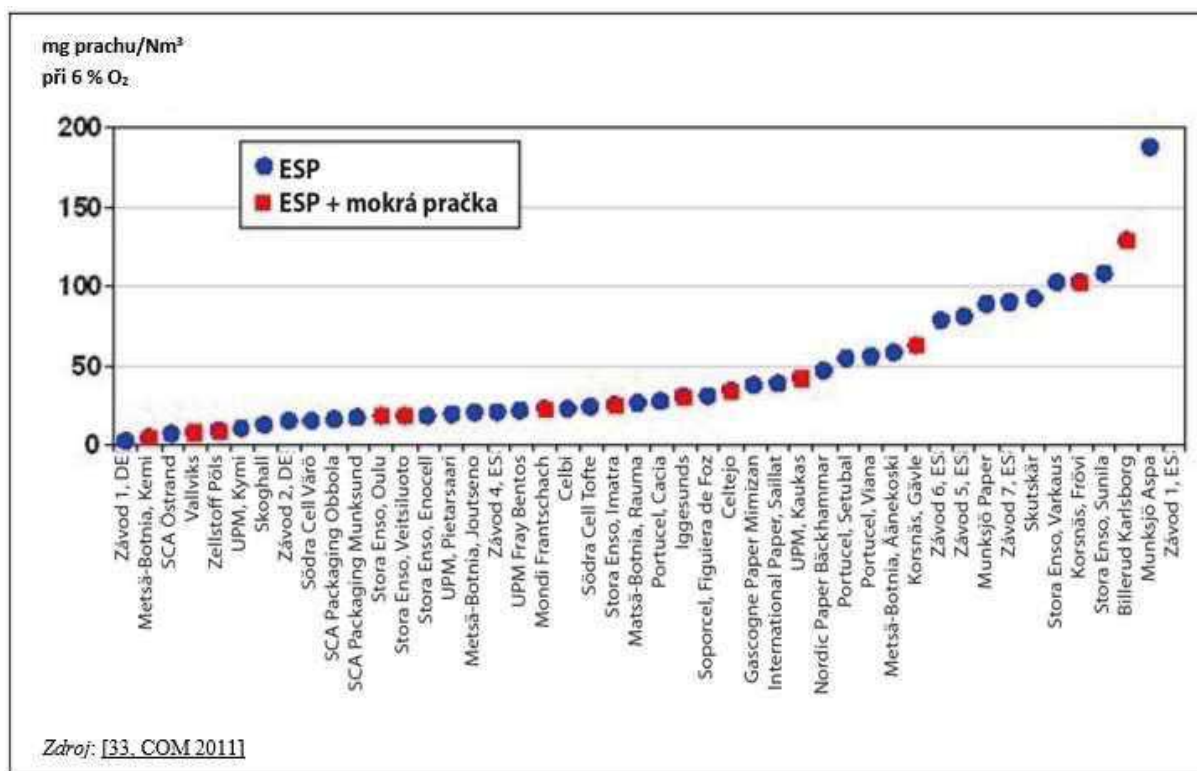
Po opustení regeneračného kotla sa plyn zvyčajne rozdelí na dva prúdy, ktoré sa paralelne vedú cez elektrostatické odlučovače. Tieto dva prúdy umožňujú v prípade potreby vypnutie jedného ESP na Úpravu alebo údržbu. Elektrostatické odlučovače (ESP) sú zvyčajne dimenzované na minimálne 65 % celkového prietoku plynu z kotla v týchto dvoch prúdoch, čo umožňuje údržbu prebiehať bez odstavenia kotla. Pravidelná úprava je potrebná na odstránenie usadenín Na₂SO₄ ktoré sa tvoria v priebehu bežnej prevádzky.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Odstránenie prachu (častíc). Emisie prachu z regeneračných kotlov pozostávajú najmä z jemného prachu (< 2 μm), pozri obrázok 3.28.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

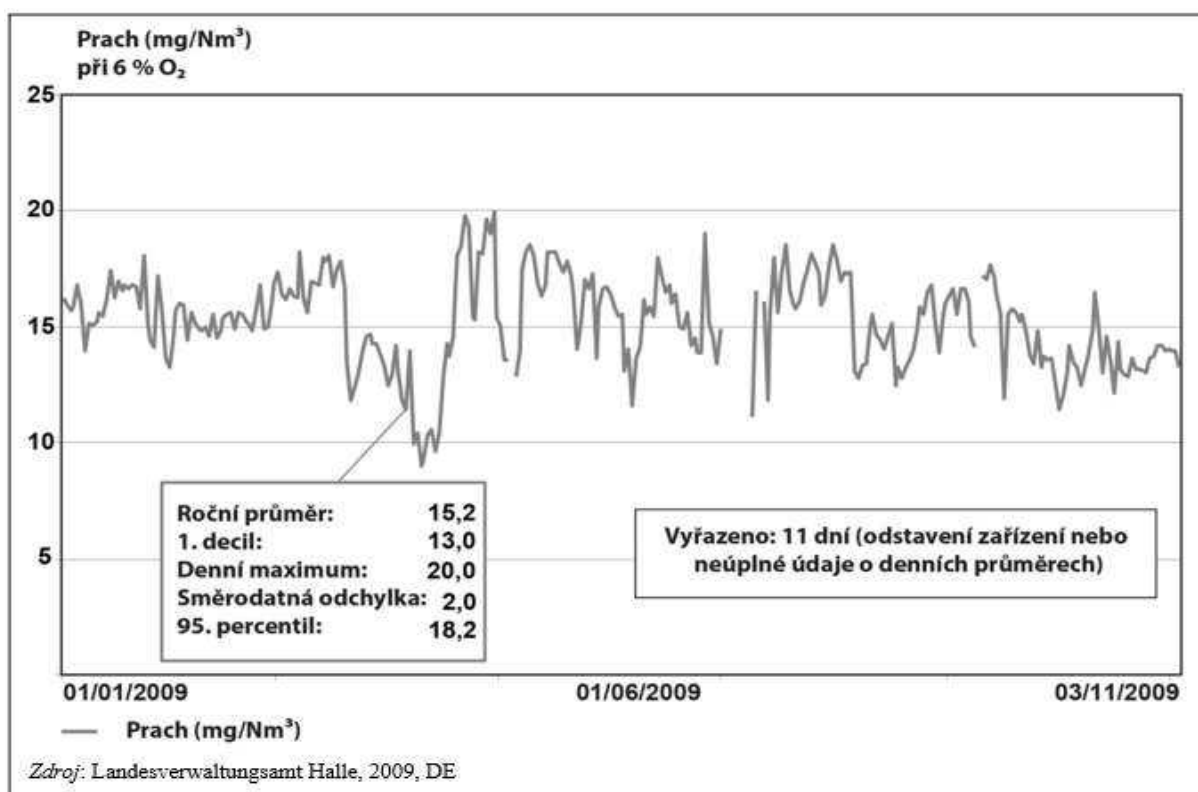
Na obrázkoch 3.67 a 3.70 sú zhrnuté nahlásené emisie prachu z regeneračných kotlov v európskych bielených celulózkach. Na obrázku 3.67 sú znázornené emisie prachu ako priemerné ročné hodnoty úrovne (Nm₃, suchý stav, pri 6 % O₂) výroby, ktoré uviedli tieto úrovne. Zobrazené sú preteky, pri ktorých sa používa len ESP alebo ESP spolu s práčkami.



Obrázok 3.67: Priemer ročnej úrovne emisií prachu z regeneračných kotlov za ESP alebo ESP a mokrých pračok

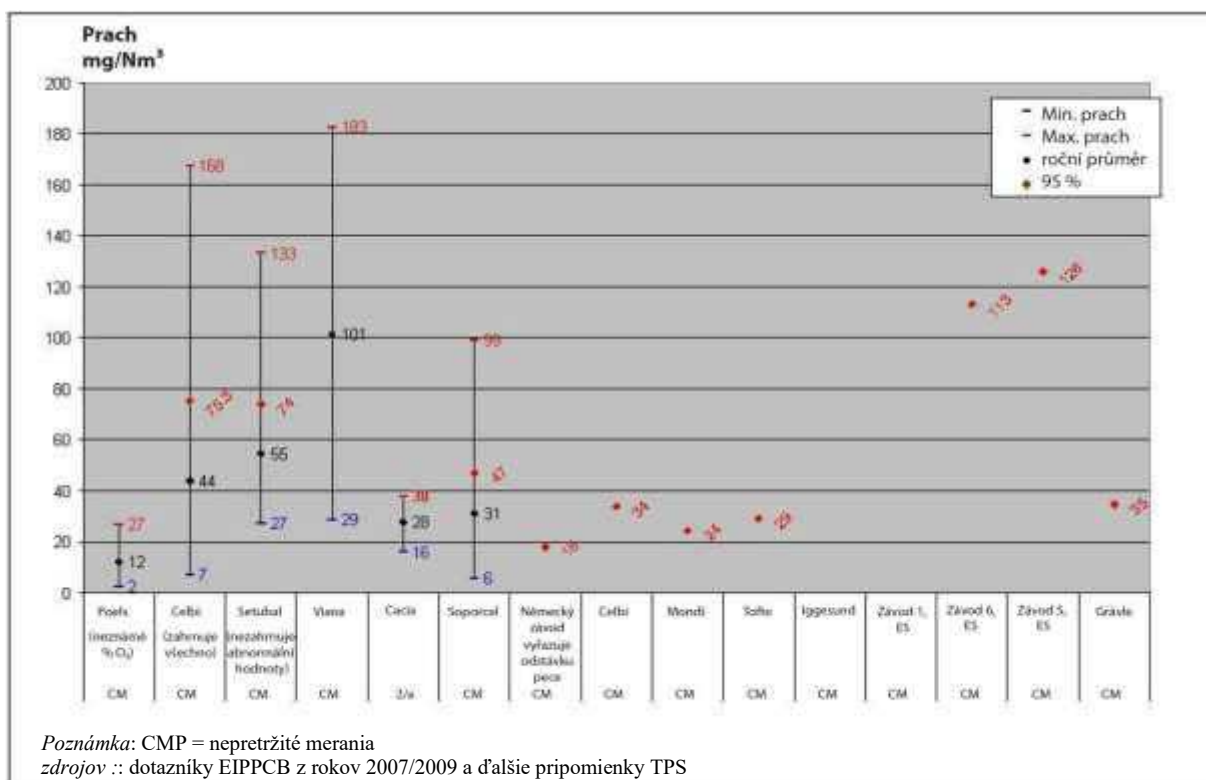
S ESP sa vyskytujú priemerné ročné emisie prachu < 10-30 mg/Nm³ (alebo 10-40 mg/Nm³ (6 % O₂)). Určenie dennej priemernej hodnoty. Dôležitými faktormi pre dobrý výkon ESP sú kritériá návrhu, riadenie procesu a údržba ESP, optimálne napájanie vysokým napätím, správne dimenzovanie a vhodný počet elektrických polí. Dosiahnuté hodnoty sú závislé nielen od technických aspektov, ale aj od cieľov stanovených príslušnými orgánmi alebo samotným prevádzkovateľom.

Na obrázku 3.68 je znázornený príklad dobre dimenzovaného ESP spolu s dobrou distribúciou prietoku plynu do ESP a optimalizáciou režimu čistenia ESP. Uvedené sú priemerné denné údaje za celý rok. Tieto údaje pochádzajú z online prenosu údajov o emisiách príslušnému orgánu. Prach sa meria nepretržite. Emisie prachu sú znížené na 15-20 mg/Nm³ na základe priemerných denných hodnôt (suchý plyn, 273 K, 6 % O₂).



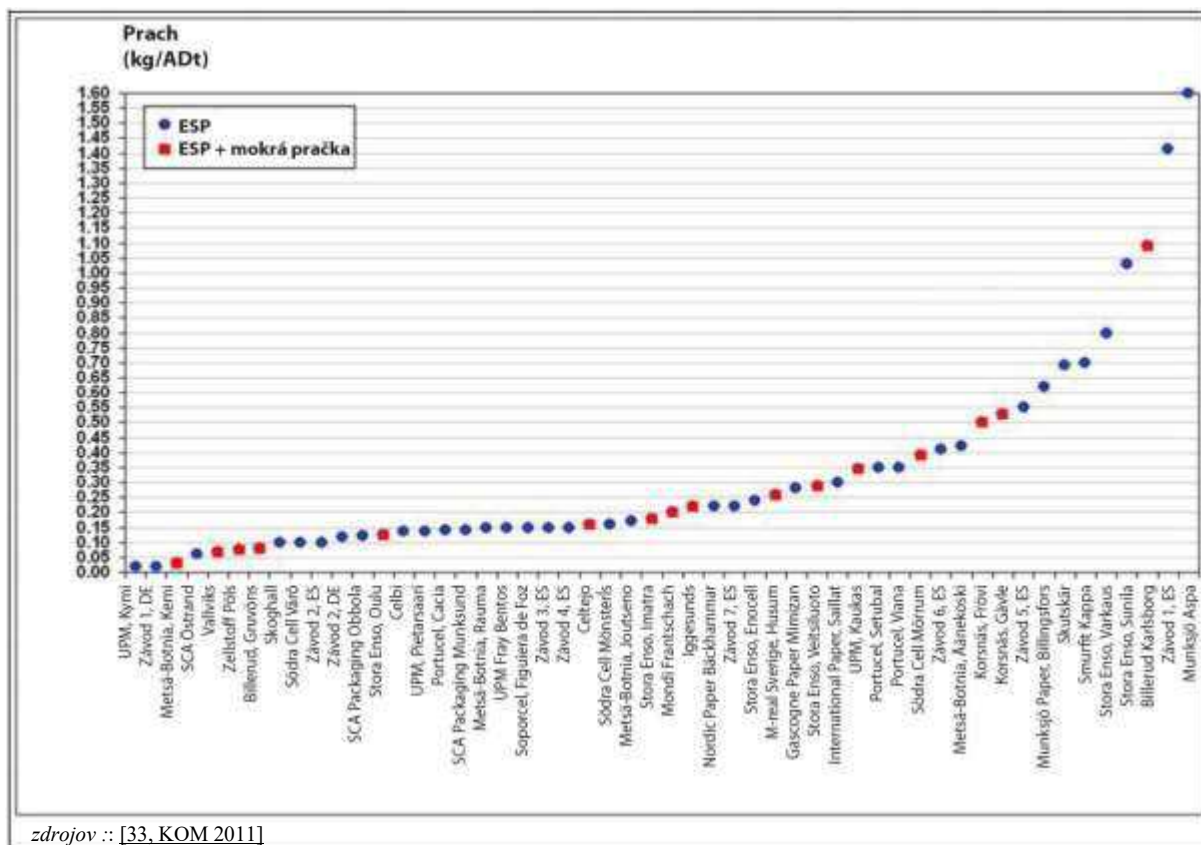
Obrázok 3.68: Nepretržité merania priemerných denných emisií tuhých znečisťujúcich látok za ESP a za regeneračným kotlom v sulfátovej celulózke

Nahlásené krátkodobé emisie prachu sú znázornené na obrázku 3.69.



Obrázok 3.69: Emisie prachu z regeneračných kotlov ako krátkodobý priemer

Na obrázku 3.70 sú uvedené nahlásené emisie prachu z regeneračných kotlov v európskych celulózkach na bielenej buničinu. Ide o prevádzky uvedené na obrázku 3.67 a tie, ktoré uviedli len emisné zaťaženie prachom (bez hodnôt úrovni koncentrácie). Prach sa vyjadruje ako priemerné ročné emisné zaťaženie (kg prachu/ADt). Rozlišujú sa preteky, pri ktorých sa ESP použije len ako samostatný systém, a preteky, pri ktorých sa ESP použije spolu s mokrými práchkami.



zdrojov :: [33, KOM 2011]

Obrázok 3.70: Zaťaženie ročnej priemernej tvorby prachu z regeneračných kotlov za ESP alebo ESP a mokrých práchok

Zmeny paliva, obsahu sušiny a zaťaženia kotla slúžia na ovplyvnenie výkonu ESP. Existujú však spôsoby, ako určiť, aké zmeny paliva a výkonu kotla zvládne ESP v prevádzke. Merania výkonu ESP (kV, mA, počet iskier) spolu s kontrolou (Monitorovanie) prevádzky systému odstraňovania prachu slúžia na udržanie optimálnej prevádzky systému. Ak sa napríklad zvýši výkon regeneračného kotla, bude potrebné zabezpečiť väčšie odstránenie prechádzajúcich plynov a prachu v ESP. Monitorovaním hodnôt príkonu T/R (transformátor/vyrovnač) v porovnaní s minimálnymi hodnotami stanovenými v prevádzkovej prevádzke na splnenie povolených emisií zo zariadenia môžu prevádzkovatelia určiť maximálne zaťaženie, pri ktorom môže kotol pracovať a zároveň spĺňať platné požiadavky. Všetky systémy spojené s ESP vrátane kapacity systému na odstránenie prachu musia byť monitorované tak, aby systém mohol spĺňať prevádzkové požiadavky na zariadenie a zároveň sa znížilo narušenie výkonu ESP a extrémne emisie.

ESP sú veľmi účinné zariadenia na zachytávanie veľmi jemných častíc ($< 0,5 \mu\text{m}$) za predpokladu, že tieto častice majú schopnosť agregácie, napr. ako prach z Regeneračného kotla. V prípade regeneračných kotlov v sulfátových celulózkach umožňuje veľkosť častíc dobrú účinnosť separácie ESP. Pri pálení nevznikajú žiadne aerosóly.

Pri navrhovaní a prevádzke ESP na použitie v regeneračných kotloch je potrebné riešiť niekoľko špecifických otázok. Niektoré z kľúčových odporúčaní sú tieto:

- Na trase plynu z kotla do ESP sa vyhýbajte rovným povrchom, aby ste zabránili usadzovaniu prachu;
- každá plynová trasa by mala byť navrhnutá tak, aby bolo možné časť systému čistenia plynu vyradiť z prevádzky kvôli údržbe, keď je kotol v prevádzke so zníženým zaťažením (t. j. návrh až 70 % celkového prietoku cez jeden systém ESP);
- so zvyšujúcim sa obsahom sušiny vo výluhu sa často zvyšuje aj zaťaženie ESP prašnosťou;
- hodnota pH prachu musí zostať vyššia ako 8,5, aby sa zabránilo lepkavému prachu, ktorý sa ťažko odstraňuje z povrchov;
- malo by sa snažiť zachovať čo najstabilnejšie rozloženie prietoku plynu do všetkých separátorov (štandardná odchýlka prietoku plynu po prvom zbernom poli by nemala byť väčšia ako 20 %);
- z dôvodu ťažkostí pri odstraňovaní nahromadeného prachu zo zberných elektród musí byť výška, dĺžka a celková plocha zbernej plochy elektród pre holiaci strojček primerane zodpovedajúce dimenzovaná;
- systém na odstraňovanie prachu zo spodnej časti ESP musí byť veľmi robustný, spoľahlivý, účinný a nesmie spôsobovať zvýšenie prachu.

Výkonnosť existujúcich zariadení ESP je možné často zlepšiť bez potreby ich celkovej výmeny, čo znižuje náklady. Zlepšenie ESP je možné dosiahnuť montážou modernejších elektród, inštaláciou automatických regulátorov napätia alebo inováciou systémov odbočiek. Okrem toho je možné zlepšiť priechod plynu cez ESP (lepšie rozloženie prietoku plynu) alebo pridať ďalšie úrovně. Zlepšenie výkonnosti existujúceho ESP je možné dosiahnuť vyrovnaním vysielacích elektród so zbernými elektródami, odstránením "rozptýlených" tokov plynu približne okolo elektród, lepším čistením zbernej dosky a zabezpečením optimalizácie napájania. Toto opatrenie je možné, že si vyžaduje nastavenie prietoku a výmenu systému riadenia. Existujú však situácie, keď je zvýšenie zaťaženia ESP plynom a prachom alebo zníženie prípustných emisií zo zariadenia také, že zmeny v ohreve a regulácii nebudú postačujúce. V týchto prípadoch je potrebné zvážiť existujúcu veľkosť ESP. Až po dôkladnom posúdení veľkosti existujúceho ESP, pôvodného výkonu a nových výkonnostných požiadaviek je možné určiť správny prístup k modernizácii existujúceho zariadenia.

Zloženie čierneho výluhu môže mať za následok menej výkonu u ESP. Možno je, že prach silnejšie prilnie k zbernej doske. Úprava elektród môže vyžadovať upravenie podložky. Moderné systémy riadenia to dokážu zistiť a nastaviť optimálny výkon odbočiek. Takejto meniacej sa situácii sa prispôbi aj elektrický príkon.

Veľkosť ESP a jeho spotreba energie sa exponenciálne zvyšujú so znižujúcim sa obsahom prachu v čistom plyne. Optimalizovaná prevádzka ESP závisí od definovaných podmienok surového plynu, ako je teplota a vlhkosť. Za predpokladu, že prebieha všetka odporúčaná údržba, je možné, že ESP má životnosť niekoľko desaťročí. Niektoré diely, ako sú remenice a ložiská, je potrebné po niekoľkých rokoch prevádzky pravidelne vymieňať v rámci bežnej údržby.

Výkonnosť ESP často ovplyvňuje zloženie prachu, rozloženie prietoku plynu a objem plynu, "bludné" prúdy v okolí nabíjajúcich alebo zberných systémov, nevhodná konštrukcia závesného systému, nedostatok moderných zdrojov energie a ovládacích prvkov a tiež v priebehu používania všeobecne nedostatočná údržba ESP. Na dosiahnutie najlepšieho výkonu je nevyhnutné udržiavať vnútro ESP čisté, správne vyvážené a napájané najnovším riadiacim systémom. Rutinné kontroly a plánované plánovanie údržby vnútorného priestoru ESP zabezpečia spoľahlivú prevádzku.

Kontrola (monitorovanie) napájania každej časti ESP a reakcia na veľké výkyvy pomôže udržať dobrú výkonnosť tejto jednotky: účinnosť zachytávania prachu ESP je maximálna, pri optimalizácii nabíjania prachových častíc a pri Použití T/R na premenu striedavého prúdu na vysokonapäťový jednosmerný prúd je prevádzka na najvyššej úrovni. Aby sa dosiahlo čo najlepší zber prachu, musí sa pozorne sledovať sekundárne napätie (kV), prúd (mA) a počet prekročení za minútu z každého T/R a musia sa riešiť výkyvy v prevádzke kotla. Vyššie hodnoty sekundárneho prúdu a menšie množstvo prekročení sú kľúčovými faktormi pri maximalizácii efektívnosti ESP. Zabránenie úniku CO je dôležité pre celkový výkon ESP.

Elektrostatické odlučovače sa vďaka svojej vysokej účinnosti, nízkej tlakovej strate, vysokej dostupnosti a energetickej efektívnosti úspešne presadili pri znižovaní prachu zo spalín z regeneračných kotlov.

Hlavnými nevýhodami ESP sú ich znižujúca sa efektívnosť pri použití izolácie a možné hromadenie materiálu na zberných doskách. Možná nebyly hlásené žiadne aplikácie tkaninových filtrov v regeneračných kotlách. Charakter zloženia prachu a procesu pálenia z regeneračných kotlov nie je veľmi vhodný pre materiály používané v textilných filtroch. Teplota a obsah vlhkosti plynu sú vyššie, než je možné pre väčšinu tkaninových filtrov. Prachové častice sú malé a často veľmi lepkavé. Tento typ prachu by sa z textilných filtrov ťažko čistil a mal by za následok veľmi vysoký pokles tlaku vo filtri. Rôzne havarijné situácie v kotle by tiež viedli k poškodeniu filtra a vyžadovali by si odstávku na jeho opravu.

Medzizložkové vplyvy

Spotreba energie sa zvyšuje so zvyšujúcou sa efektívnosťou odstraňovania prachu. ESP sa navrhujú na základe prietoku plynu a požadovanej hodnoty účinnosti odstraňovania prachu. Použitie vysokofrekvenčných napájacích zdrojov a pokročilých regulátorov v konvenčných transformátoroch/korektoroch (T/R) pomáha udržať spotrebu energie na minime. Energia prietoku je najväčším energetickým prvkom ESP. Energia však spotrebúva aj ďalšie položky, ako napríklad holiaci systém, systém odstraňovania prachu, podporné ohrievače/fúkače atď. Čím vyššia je požadovaná účinnosť odstraňovania na jednotku objemu prietoku plynu, tým vyššia je spotreba energie ESP. Zachytený prach sa v procese na 100 % znovu použije.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Všeobecne uplatniteľné, ak je k dispozícii dostatok priestoru.

Ekonomika

Náklady na rôzne zmeny sú priamo závislé od veľkosti a zložitosti existujúcich systémov.

Dôvody implementácie

Legislatívne požiadavky, zdravotné a bezpečnostné požiadavky na pracovisku, miestne podmienky.

Príklady závodov

Pozri obrázok 3.67 a obrázok 3.70.

Literatúra

[33, COM 2011], [229, Stubenvoll et al. 2007], [198, Porle 2005], [199, Herrlander 2010].

3.3.19.2. Elektrostatické odlučovače s následnými mokkými práčkami

Táto technika je opísaná v kap. 3.3.17.2 pri súčasnom znížení emisií tuhých znečisťujúcich látok a síry (SO₂, TRS).

Opis

Po odprašovaní plynu pomocou ESP (pozri kap. 3.3.19.1) odpadový plyn je vedený priamo do komína. Použitím nasávacieho ventilátora, alebo sa ďalej čistí v jedno- alebo dvojstupňových mokkých skruberoch. Plyn sa kombinuje pod ESP a ochladzuje sa vstrekaním čerstvej vody, aby sa dosiahol rosný bod. Pri čistení plynov sa NaOH zvyčajne používa ako umývací kvapalina. Účinnosť odlučovania v mokrom skruberi závisí od veľkosti častíc a veľkosti (a teda aj tlakovej straty) a efektívnosti posledného odlučovača. Rozmery prívodu čerstvej vody a odlučovača hmly sú čisto ekonomickými faktormi z hľadiska základného usporiadania zariadenia.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov a účinkov medzi zložkami prostredia

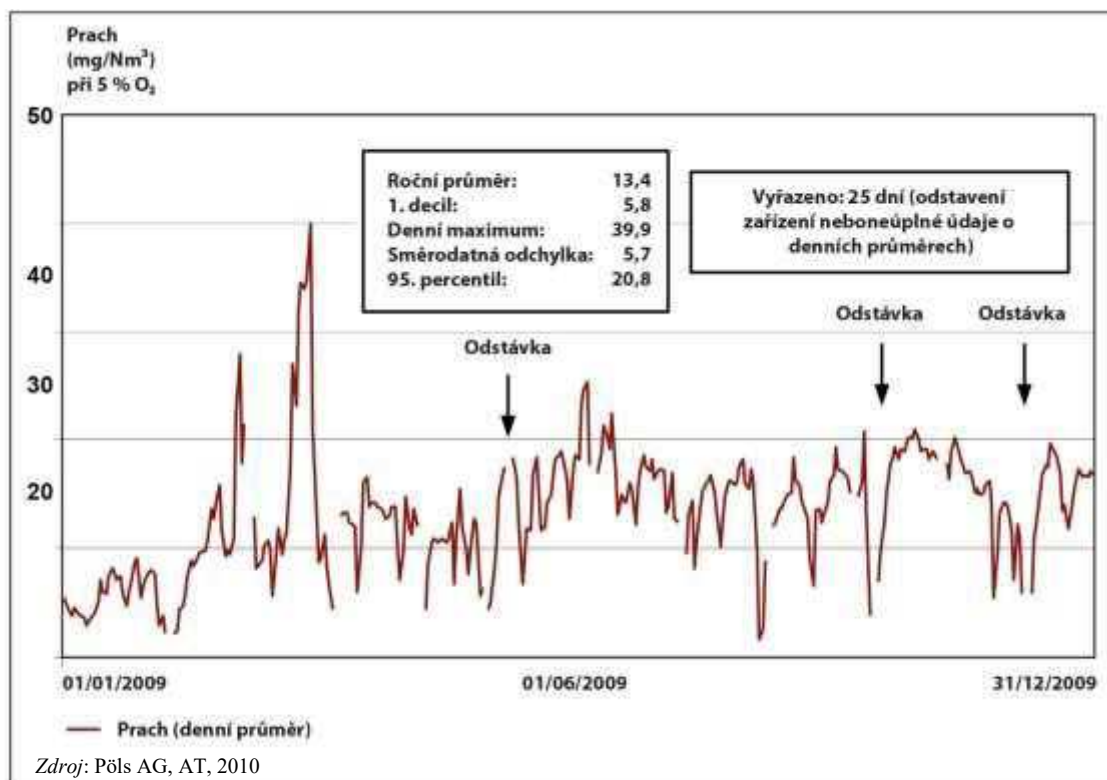
Pozri kap. 3.3.19.1.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Účinné mokré práčky odstraňujú až 75 % prachu, ktorý zostáva v odpadovom plyne ESP. Údaje o výkone ESP a mokrých práčok na znižovanie prachu sú uvedené na obrázkoch 3.67 a 3.70. Ako sa ukázalo, samotné ESP aj ESP následne s mokrým čistením môžu vyskytnúť nízke emisie prachu. Práčky sa zvyčajne nepoužívajú na odstránenie prachu, ale na zníženie emisií síry. Znižovanie prašnosti je len pozitívnym vedľajším účinkom.

Moderné elektrostatické odlučovače (ESP) dosiahnu vysokú efektívnosť znižovania prachu. V starších systémoch sa často používajú dvojstupňové zariadenia na znižovanie prachu (ESP a mokré práčky). Ak ESP nie je dostatočne dimenzovaný a dobre udržiavaný, môžu sa pri jeho výhradnej prevádzke vyskytnúť pomerne vysoké emisie prachu. V týchto prípadoch je možné, aby mokré premývanie udržalo emisie prachu na nízkej úrovni. Niekoľko moderných regeneračných kotlov je tiež vybavených dvojstupňovým systémom odprášenia (t. j. ESP a práčky), najmä na zabezpečenie trvalo veľmi nízkych emisií síry, ale aj na účely rekuperácie tepla (ak je to vhodné).

Na obrázku 3.71 je uvedený príklad emisií dosiahnutých s dvojstupňovým systémom odprášenia (ESP a práčka). Priemer denných úrovní prachu v čistom plyne sa pohybuje medzi 10 mg/Nm³ a 20 mg/Nm³ (Suchý plyn, 273 kal, 5 % O₂). Údaje uvedené na obrázku 3.71 pochádzajú z interných on-line meraní v rámci spoločnosti. Práčka v tomto príklade vo všeobecnosti používa ako praciú kvapalinu iba vodu; iba ak hodnota pH vo vode klesne pod 7 (t. j. SO₂ v komíne by sa zhustila), do pracej kvapaliny sa pridá NaOH. Regeneračný kotol na obrázku 3.71 pracuje o 13 % nad svoju kapacitu, čo má za následok vyššiu hodnotu prietoku odpadových plynov. Vyšší prietok vedie k zvýšeným emisiám prachu za ESP a odlučovačom hmly za práčkou. Pri projektovanej kapacite boli priemerné denné emisie prachu z tohto závodu vyššie ako 15 mg/Nm³.



Obrázok 3.71: Nepretržité merania priemerných denných údajov o emisiách prachu z ESP pre regeneračný kotol v sulfátovej celulóze

Technické kritériá uplatniteľnosti

Dvojstupňový systém odsávania prachu (ESP a mokrý skrubber) je možné použiť v nových aj existujúcich zariadeniach.

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Legislatívne požiadavky, zdravotné a bezpečnostné požiadavky na pracovisku, miestne podmienky. Dôvodom použitia skrubera v kotle na regeneračnú rekuperáciu čierneho lúhu nie je zníženie emisií tuhých znečisťujúcich látok z tohto zdroja, ale kontrola emisií SO₂ (pozri kap. 3.3.17.2), ak nie je možná uplatniteľnosť vnútorných opatrení, ako je zvýšenie obsahu sušiny.

Príklady závodov

Pozri obrázok 3.67 a obrázok 3.70.

Literatúra

[172, A.Schweizer 2010], [229, Stubenvoll et al. 2007].

3.3.20. Znižovanie emisií síry (SO₂ a TRS) pri pálení

3.3.20.1. Výber palív a riadenie prebytku kyslíka

Opis

SO₂ možno zabrániť alebo znížiť použitím látok s nízkym obsahom síry alebo, ak sa vo vápenke uskutočňuje pálenie nekondenzovateľných zápachajúcich plynov (NCG), čistením sírnych plynov pred ich pálením vo vápenke (pozri kap. 3.3.22.2).

SO₂ Tvorba plynov sa vyskytuje pri pálení v dôsledku obsahu síry v palive a v koncentrovanom NCG pri pálení týchto plynov. Úloha síry vstupujúcej do vápennej pece spolu s kaustifikačným kalom je okrajová, ale v niektorých prípadoch môže viesť k zvýšeniu emisií TRS (pozri kap. 3.3.20.2). CaCO₃ možné je absorbovať určité množstvo SO₂, ale jeho absorpčná kapacita je veľmi obmedzená. Okrem toho je možné, že v vápennej peci sa absorbuje obmedzené množstvo síry do sodného plynu, ktorý vzniká pri odparovaní zvyškových lúhov vo vode, ktoré môžu byť ešte obsahujúce v premytom a odvodnenom žieravom kale privádzanom do pece. Tieto vápna absorbujúce síru v lúhovom kalu sú nečistoty Na₂CO₃ ktoré absorbujú určité množstvo SO₂ a vytvára síran vápna (Na₂SO₄).

Takmer všetky pece na pálenie používajú ťažký vykurovací olej alebo zemný plyn. V niekoľkých prípadoch sa používa talový olej, suchá prášková kôra, piliny alebo plyn zo splynovača kôry (ďalšie podrobnosti o použití regeneračných biopalív sú uvedené v kap. 3.3.23). Bežnejšími alternatívnymi palivami, ktoré sa používajú len ako súčasť predovšetkým hlavného paliva, sú Neskondenzovateľné plyny (NCG), metanol a terpentín.

SO₂ sú výrazne vyššie pri pálení koncentrovaných nekondenzovateľných plynov alebo kondenzátu obsahujúceho metanol a pri nepoužívaní techniky na čistenie.

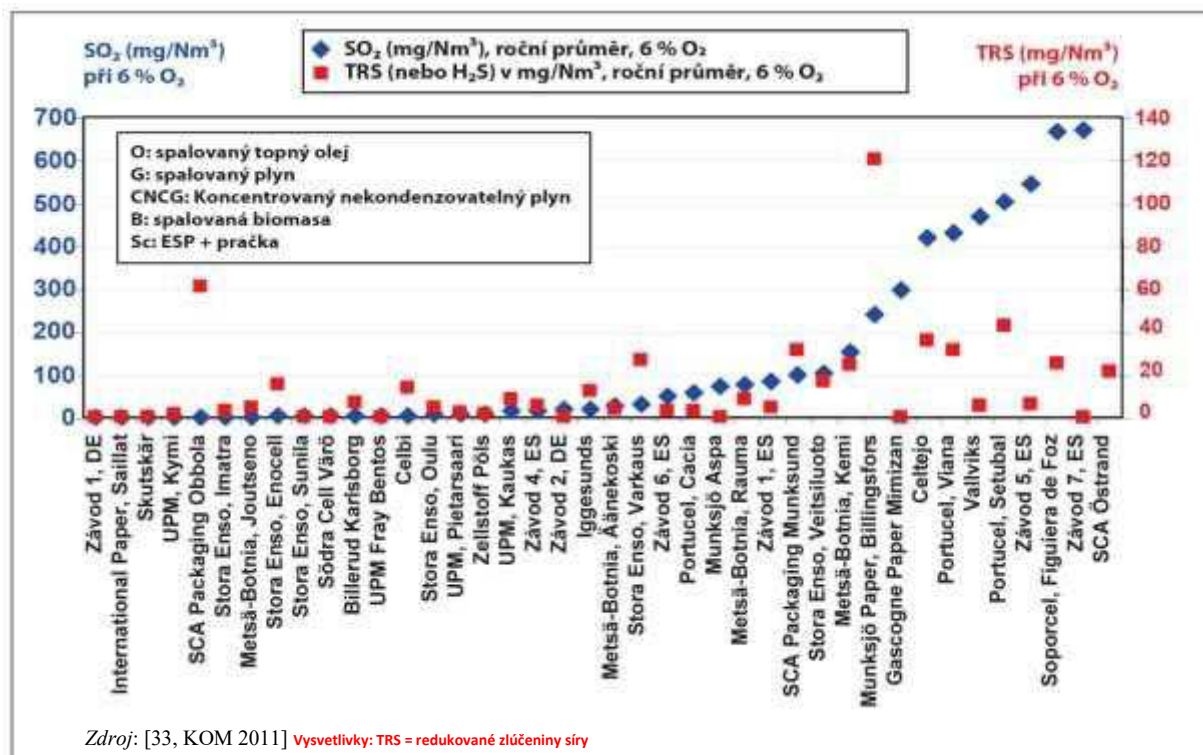
Pri správne dimenzovanej a prevádzkovej technike čistenia a filtrácie kaustifikačného kalu, dobre navrhnutých horákoch vápennej pece a dimenzovanom prívode vzduchu na dokonalé pálenie (prítomnosť dostatočného množstva prebytočného vzduchu je možná cez systém kontroly zvyškového kyslíka) sa emisie TRS z pece nezvyšia.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Znižovanie emisií síry.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Obrázok 3.72 (vyjadrený ako úroveň) a obrázok 3.73 (vyjadrený ako emisné zaťaženie) sumarizujú dosiahnuté hodnoty SO_2 a TRS z vápenných pecí v európskych sulfátových celulózkach. V niektorých prevádzkach boli uvedené len hodnoty emisného zaťaženia a neboli uvedené žiadne hodnoty úrovni koncentrácie, u iných sa vykonávali merania H_2S a nie TRS, pretože emisie TRS z vápenných pecí sú predovšetkým sírových (sulfán). V dôsledku rozdielov v prietoku odpadových plynov sa v prípade SO_2 nie vždy zodpovedá príslušnej koncentrácii SO_2 . Na obrázku 3.72 je znázornený obsah sušenia² (ľavá os y) a emisie TRS (pravá os y) ako ročné priemerné úrovne (pri 6 % O_2). Uvádzajú sa používané paliva (vykurovací olej, plyn, CNCG, biomasa), ako aj možné použitie techniky.



Obrázok 3.72: Úroveň TRS a SO_2 z miešacích pecí spaľujúcich rôzne palivá

Emisie TRS (H_2SO)

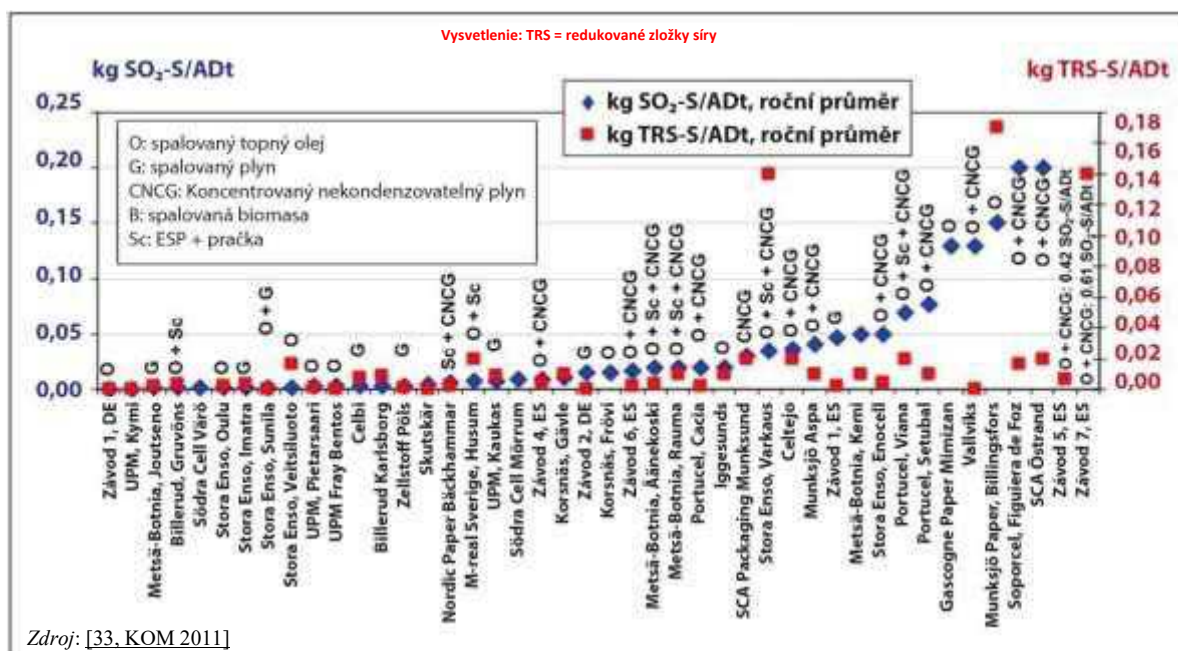
Dymové plyny z vápennej pece môžu obsahovať menšie množstvo sírových zložiek v dôsledku neúplného premývania kaustifikačného kalu. Mnohé vápenky pália aj koncentrované zápachajúce plyny (pachové emisie), ktoré do týchto pecí vnášajú zlúčeniny TRS. Emisie TRS z vápenných pecí sa zvyčajne pohybujú v rozmedzí od takmer nulových hodnôt do menej ako 20 mg TRS (ako S)/Nm³ (pri 6 % O_2). Zodpovedajúce emisné zaťaženie má rozpätie od takmer nulovej hodnoty do < 0,02 kg TRS/ADt (pozri obrázok 3.73).

SO₂

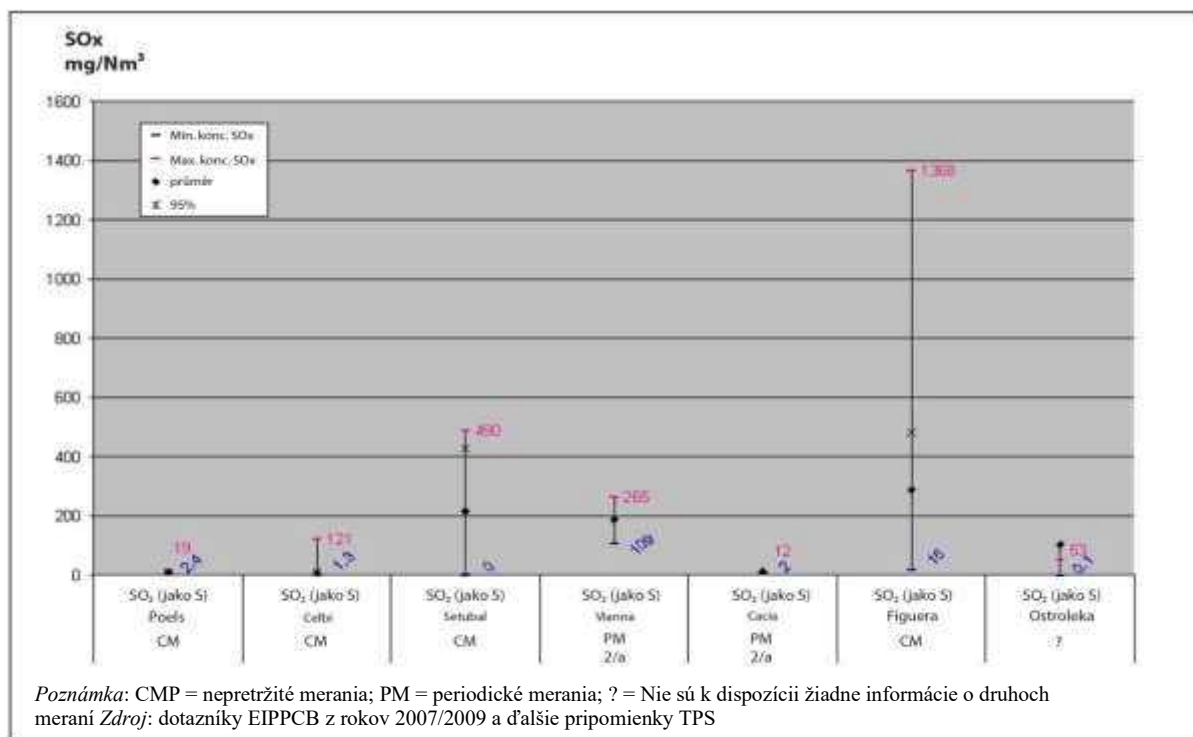
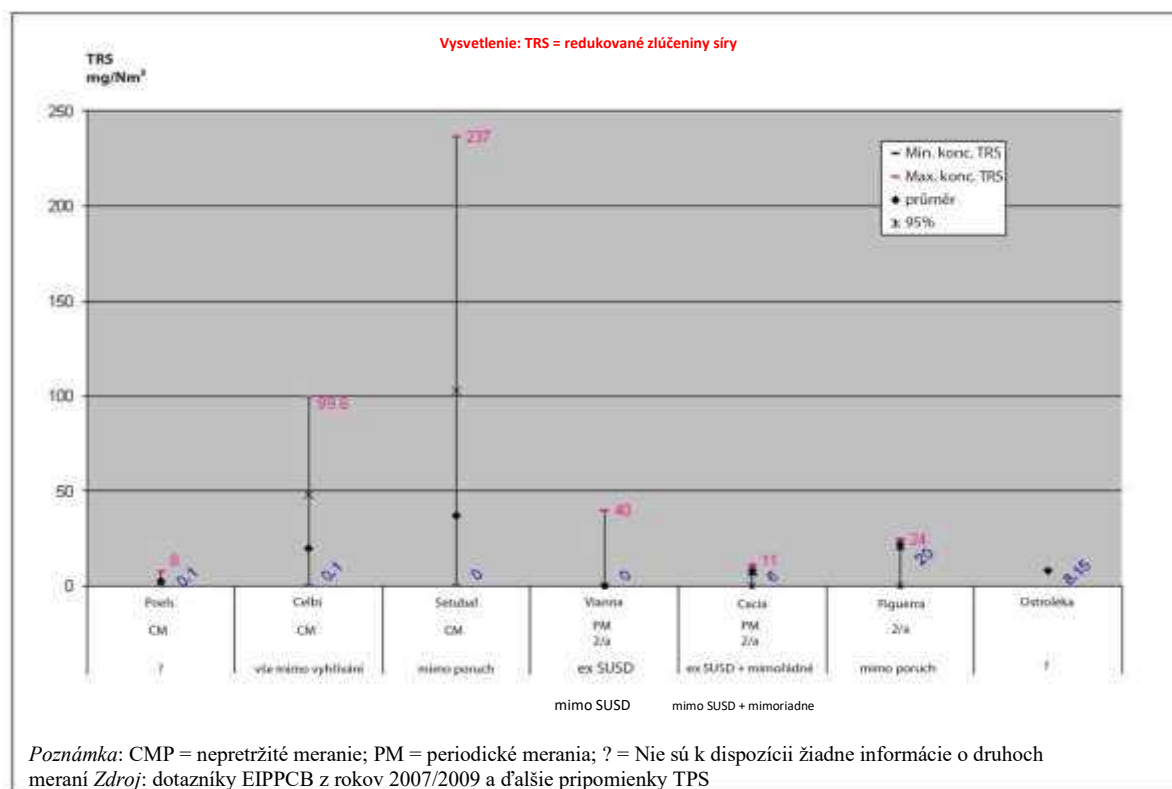
SO_2 z vápennej pece závisia od výberu paliva, od toho, či sa CNCG páli, a od toho, či sa používajú práčky (pozri kap. 3.3.20.3). Údaje uvedené na obrázkoch 3.72 a 3.73 sú v zhrnuté v tab. 3.26, ktorá uvádza dosiahnuté hodnoty SO_2 z pecí na pálenie vápna s rôznymi palivami s využitím práčok a bez nich.

Tabuľka 3.26: SO₂ z viacpalivových vápenných pecí so skrubermi a bez nich

Predovšetkým používané palivo, CNCG pre pálenie	Dosiahnutie sušenia ako ročné priemerné hodnoty	
Pálenie vykurovacieho oleja bez Neskondenzovateľných plynov	5-50 < 0,02	mg SO ₂ /Nm ³ (pri 6 % O ₂) kg SO ₂ ADt
Pálenie vykurovacieho oleja s neskondenzovateľnými plynmi (zvyčajne využitím alkalickéj práčky)	100 0,05	mg SO ₂ /Nm ³ (pri 6 % O ₂) kg SO ₂ ADt
Zemný plyn, drevný plyn alebo iná biomasa (pálenie plynu v kombinácii s CNCG je vylúčené)	1-20	mg SO ₂ /Nm ³ (pri 6 % O ₂)


Obrázok 3.73: Emisné zaťaženie SO₂ a TRS z pecí na miešanie palív spaľujúcich rôzne palivá

Nahlásené krátkodobé emisie SO₂ a TRS sú uvedené na obrázkoch 3.74 a 3.75.


Obrázok 3.74: SO₂ z pálenia vápna ako krátkodobé priemery


Obrázok 3.75: Emisie TRS z pece na pálenie vápna ako krátkodobé priemery

Medzizložkové vplyvy

Výber paliva môže mať dôsledky pre NO_x; plynové pece a pece na pálenie vápna z biomasy majú vyššie emisie NO_x.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Všeobecne uplatniteľné.

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Legislatívne požiadavky.

Príklady závodov

Pozri obrázok 3.72 a obrázok 3.73.

Literatúra

[33, KOM 2011]

3.3.20.2. Inštalácia vylepšeného prania a filtrácie kaustifikačného kalu pri rekaustifikácii

Opis

Tvorba H_2S v peci na pálenie vápna možno regulovať hladinou kyslíka a množstvom zvyškového sulfidu sodného (Na_2S) v kaustifikačnom kalu privádzanom do oddielu pre sušenie a ohrievanie pri pálení v vápennej peci.

Efektívne premývanie a filtrácia žieravého kalu znižuje koncentráciu Na_2S v tomto kalu, a tým znižuje tvorbu sírových látok (síranov), ktoré sa dostávajú do pece v priebehu procesu opätovného spaľovania. Tvorba H_2S môže byť spôsobená aj nedostatočným obsahom sušiny vo kalu a jeho čistotou. S modernými filtermi LMD je možné ľahko dosiahnuť obsah TRS 10 ppm. Vákuové filtry sa používajú predovšetkým na premývanie žieravého kalu.

Vápno (CaO) sa používa na skrášlenie zeleného lúhu ($Na_2S + Na_2CO_3$) na biely lúh (Na_2SO s $NaOH$). Po kaustifikácii sa z kaustifikačného kalu ($CaCO_3$). Kaustizačný kal sa zvyčajne recykluje vo vápenatej peci, kde sa spaľuje a prispieva k vzniku nového vápna. Predtým, ako sa vápno odvezie do pece, musí sa premyť, aby sa odstránili zvyškové množstvá hydroxidu sodného, síranu sodného a iných sodných solí.

Tlakové filtre sa používajú pri premývaní žieravého kalu. Dominantou technikou je jednostupňové premývanie žieravého kalu v tlakových filteroch.

Zlepšené premývanie a filtrácia žieravého kalu (LMD-filter) slúžia na zníženie obsahu zvyškového bieleho lúhu v kale zo 100 mg/l na 0-30 mg/l v moderných filteroch. Obsah sušiny v kaustifikačnom kale sa môže zvýšiť na 70 - 80 %. Okrem dosiahnutia úspory energie sa ďalej zlepšuje stabilita prevádzky pece. Filter LMD udržiava nízky obsah zvyškových látok sodíka v kaustifikačnom kalu, čo tiež zabraňuje poruchám procesu, ako je napríklad tvorba nálepiek vo vápennej peci.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Zníženie emisií redukovaných zlúčenín síry.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Zvýšené premývanie kaustifikačného kalu je v európskych celulózkach bežnou praxou. Monitorovanie zvyškového sodíka ($NaOH$) je potrebné, aby sa zabránilo upchatiu pri pálení. Neboli poskytnuté žiadne konkrétne údaje o efektívnosti tohto opatrenia.

Medzizložkové vplyvy

Nedochádza k žiadnym významným vplyvom.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Všeobecne uplatniteľné.

Ekonomika

Požadovaná investícia je zvyčajne 1-1,5 milióna EUR.

Dôvody implementácie

Znižuje H₂S (TRS) a zápachu (pachové emisie) z plynu z pálenia vápna.

Príklady závodov

Väčšina závodov v Európe.

Literatúra

[131, správa SEPA 1997].

3.3.20.3. Použitie alkalickéj práčky odpadových plynov

Opis

Ak sa koncentrované neskondenzovateľné plyny (CNCG) pália vo vápennej peci, je možné, že zlúčeniny síry sa pred pálením v tejto peci znížia pomocou mokrých alkalických techník. Malá vnútorná práčka s NaOH pre prúd zápachajúcich plynov (t. j. nie pre celý prúd plynu) redukuje množstvo H₂S takmer úplne, metylmerkaptán o 70 - 90 %, ale miera odstránenia metylsulfidov je vyššia. Alkalická práčka v jednom alebo dvoch úrovniach prania je možné, že sa bude podieľať na sušení2 odstránenie plynu z vápennej pece účinne. Vstup SO₂ určuje počet vstrekovacích trysiek v práčke a dávkovanie alkálií. Efektívnosť odstraňovania SO₂ v alkalickéj premývacej jednotke je > 90 %.

To, či je potrebná práčka na čistenie, závisí od obsahu síry v palive a od toho, či sa do pece privádza kondenzát obsahujúci CNCG alebo metanol.

Ďalšie informácie o prevádzkovom režime práčky sú uvedené v kap. 3.3.17.2.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Zníženie emisií vápna.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

S cieľom znížiť emisie TRS z vápennej pece sú v prípadoch niektoré zariadenia vybavené čističom plynu (aj kvôli rekuperácii tepla). Ročný priemerný obsah SO₂ 25-100 mg/Nm³ (6 % O₂). Skutočné údaje z piatich zariadení, ktoré používajú práčky pre vápenné pece, sú uvedené na obrázkoch 3.72 a 3.73. Použitie skrubera však nie je nevyhnutne potrebné na dosiahnutie rovnakých hodnôt emisií TRS, aké sa dosahujú inými metódami.

Medzizložkové vplyvy

Neexistujú žiadne rozsiahle negatívne účinky medzi jednotlivými zložkami. Mokré skrubery tiež znižujú obsah SO₂ a prach (pozri obrázok 3.84 v kap. 3.3.22.2).

Technické kritériá uplatniteľnosti

Všeobecne je uplatniteľné v peciach na pálenie vápna, ktoré spaľujú CNCG alebo vykurovací olej s veľmi vysokým obsahom síry.

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Legislatívne požiadavky.

Príklady závodov

IP Saillat; MB Äänekoski; SE Varkaus; MB Rauma; Portucel, Viana.

Literatúra

[33, KOM 2011]

3.3.21. Znižovanie emisií NO_x z vápennej pece

Väčšina vápenných pecí v bielinej celulózke je rotačná vápenná pec s predhrievačom, do ktorého sa privádza suspenzia uhličitanu vápenatého s obsahom vody 30 %. Pece v sulfátových celulózkach sú podobné štandardnej rotačnej peci na regeneráciu vápna. Je preto vhodné odkázať na referenčný dokument o najlepších dostupných technikách výroby cementu, vápna a oxidu horečnatého [272, COM 2013], kde je podrobne opísaná výroba vápna a environmentálne opatrenia pre štandardné pece na pálenie vápna.

V tejto kapitole sú opísané opatrenia špecifické pre pece na pálenie vápna, v ktorých prebiehalo vypaľovanie a ktoré sa používajú v sulfátových celulózkach.

3.3.21.1. Výber palív, optimalizované spaľovanie a riadenie prevádzky pece

Opis

Integrovaný systém kaustifikácie zahŕňa koordináciu premývania a filtrácie kaustifikačného kalu (pozri kap. 3.3.20.2), výber palív, výber miesta, kde sa spaľujú neskondenzovateľné plyny (pozri kap. 3.3.16.2) kontrola prevádzky pece s cieľom stabilizovať proces, dosiahnutie jednotnej kvality vápna a tiež nízke celkové emisie do ovzdušia.

I. Výber palív

Výber palív má rozsiahly vplyv na emisie z pálenia. Pálenie vykurovacieho oleja vo vápennej peci má za následok vyššie hodnoty NO_x ako pri pálení zemného plynu, hoci vykurovací olej obsahuje značné množstvo organického dusíka, ktorý sa v zemnom plyne nenachádza. Je to spôsobené vyššími teplotami plameňa zemného plynu, pri ktorých vzniká viac tepelných oxidov dusíka ako pri pálení vykurovacieho oleja. Ak sa vo vápennej peci spaľujú piliny, práškové drevo alebo plyny zo splyňovania biomasy (kôra), NO_x sa tiež zvyšuje.

Vo väčšine prípadov má pálenie zapáchajúcich plynov (pachových emisií) vo vápennej peci za následok výrazné zvýšenie hodnôt NO, pretože zapáchajúce plyny vnášajú do pece ďalší dusík. Vývoj nízkych hodnôt NO_x z výpalu vápna, keď sú prítomné zapáchajúce plyny aj predovšetkým hlavné palivo, si bude vyžadovať ďalšie investície a v čase písania tejto správy (2013) nie je k dispozícii žiadne spoľahlivé technické riešenie.

II. Optimalizácia výpalu vápna a riadenie prevádzky pece

Optimalizácia prevádzky pece alebo homogenizácia vstupných palív a surovín môže znížiť emisie NO_x znižuje. Významné parametre pre optimalizáciu a riadenie procesov v peci na pálenie vápna, ktoré vedú najmä k lepšej a stabilnejšej kvalite vápna a úspore energie a môžu mať pozitívny vplyv na NO_xsú:

- dobré premiešanie paliva a vzduchu;
- proces prívodu vzduchu (znižovanie prívodu kyslíka v primárnej reakčnej zóne, potom zvýšený prívod kyslíka);
- riadenie prebytočného vzduchu;
- optimalizovaná teplota sekundárneho vzduchu;

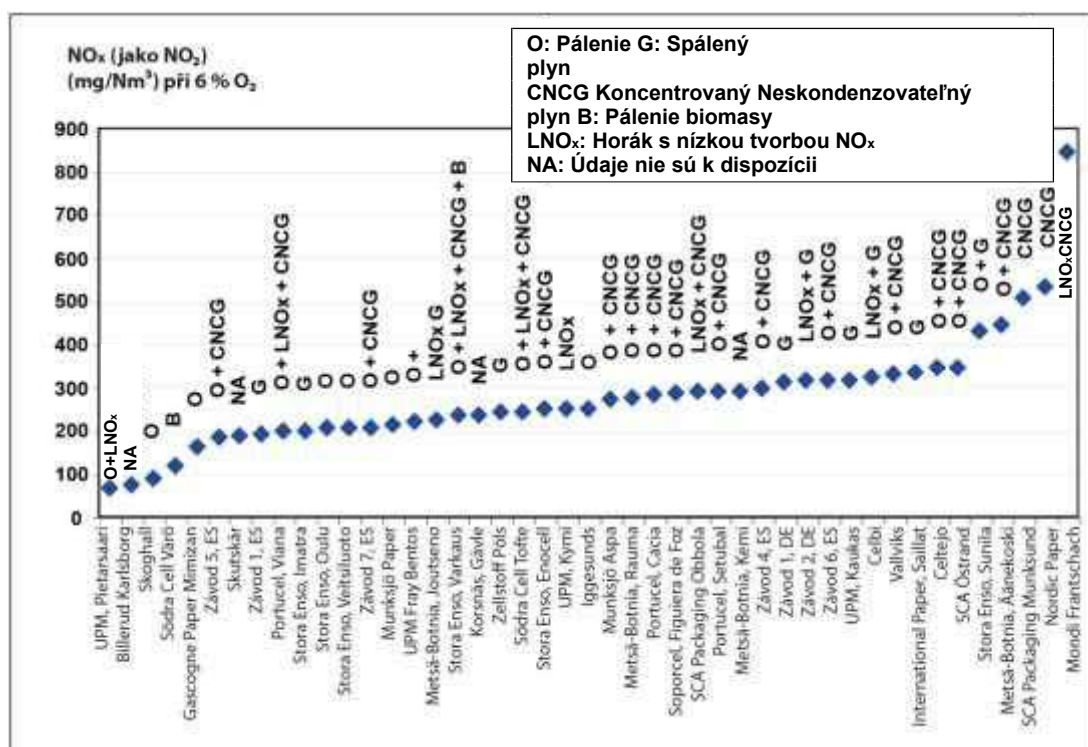
- tvar a poloha plameňa a teplota;
- riadenie prietoku kaustifikačného kalu;
- rýchlosť pece, dávkovanie paliva a rýchlosť podávania.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

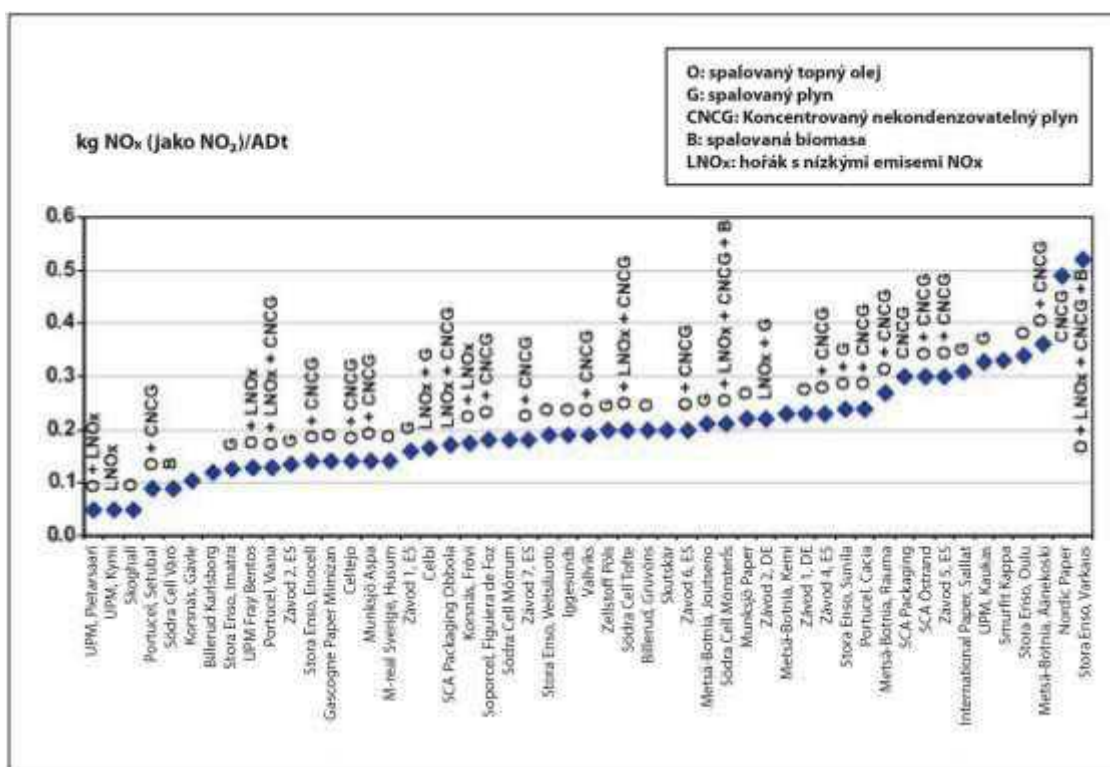
Znižovanie emisií a spotreby energie.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

NO_x špecifikované podľa použitých technológií a prevádzky pálenia na zníženie emisií NO_x (ako je uvedené v časti II vyššie) neboli poskytnuté. Na obrázkoch 3.76 a 3.77 sú preto uvedené len priemerne ročné hodnoty NO_x z vápenných pecí, pričom sa zohľadňujú použité palivá a skutočnosť, či sa v peci spaľuje alebo nespája CNCG obsahujúci amoniak. Ak vybrané palivá nie sú uvedené, neboli poskytnuté príslušné údaje. Použití horákov s nízkou hladinou NO_x je tiež uvedené na uvedených obrázkoch (viac informácií o tejto technológii nájdete v kap. 3.3.21.2).



Obrázok 3.76: NO_x z viacpalivových vápenných pecí

Obrázok 3.77: Emisné zaťaženie NO_x z viacpalivových vápenných pecí

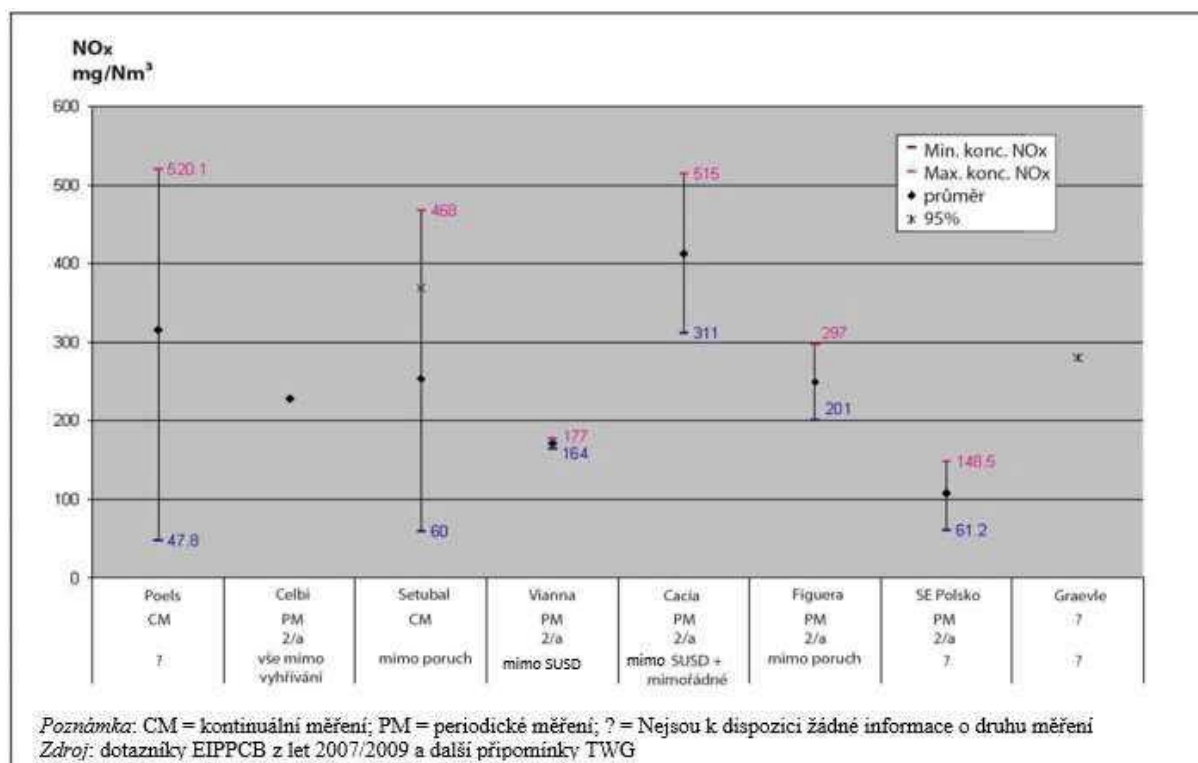
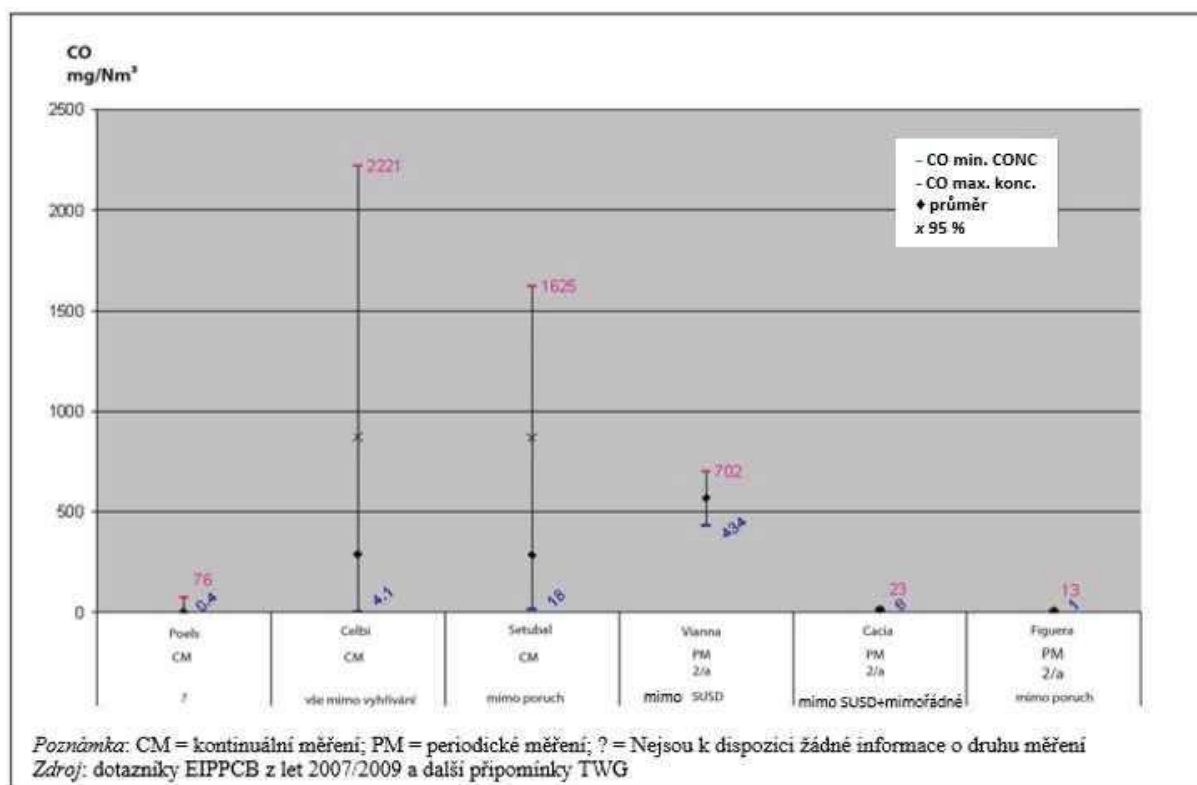
NO_x dosiahnutie tvorbou primárnych opatrení vo vápenných peciach a bez horákov s nízkou tvorbou NO_x oddiely sú zhrnuté v tabuľke 1. 3.27. V tejto tabuľke sú uvedené dosiahnuté hodnoty NO_x sú rozdelené podľa predovšetkým druhu použitého paliva.

Tabuľka 3.27: Emisie NO_x z vápenných pecí

Predovšetkým používané palivo, CNCG pre pálenie	Oxidy dusíka (ako NO ₂) ako ročný priemer
Pálenie vykurovacieho oleja (bez CNCG alebo kondenzátu obsahujúceho metanol)	100-200 mg NO _x (ako NO ₂)/Nm ³ (pri 6 % O ₂) 0,05-0,2 kg/ADt
Pálenie vykurovacieho oleja (s CNCG alebo kondenzátom obsahujúcim metanol)	100-300 mg NO _x (ako NO ₂)/Nm ³ (pri 6 % O ₂) 0,1-0,3 kg/ADt
Pálenie plynu (bez CNCG alebo metanolového kondenzátu)	200-350 mg NO _x (ako NO ₂)/Nm ³ (pri 6 % O ₂) 0,15-0,3 kg/ADt

V prípade vápenných pecí, ktoré majú výrazne vyššie emisie NO_x možné zvážiť sekundárne opatrenia, ako je SNCR. V odvetví výroby vápna sa skúsenosti so SNCR získali v jednotlivých peciach [272, COM 2013]. SNCR sa zatiaľ nepoužíva vo vápenných peciach na opakovaný výpal, ktoré sú v prevádzke v celulózo-papierenskom priemysle. Podľa jedného z rozsiahlych dodávateľov vápenných pecí (dôverné informácie) je SNCR spoľahlivou technickou možnosťou aj pre celulóžky.

Nahlásené krátkodobé emisie NO_x a CO sú uvedené na obrázkoch 3.78 a 3.79.


Obrázok 3.78: NO_x z pálenia vápna ako krátkodobé priemery


Obrázok 3.79: Emisie CO z pece na pálenie vápna ako krátkodobé priemerné hodnoty

Medzizložkové vplyvy

Riadenie optimalizácie pálenia bolo úspešne zavedené v mnohých celulózkach na výrobu sulfátovej buničiny. Vďaka týmto kontrolám sa vyskytla prevádzková stabilita, ktorá viedla k stabilnejším a vyšším reziduálnym

hladiny uhličitanov vo vápne. Znižuje sa aj špecifická spotreba energie, čím sa ušetrili drahé palivá. Vedľajším účinkom je jednoduchšia kontrola emisií, stabilnejšie a všeobecne nižšie emisie.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Optimalizáciu výpalu vápna a riadenia prevádzky pece možno použiť pre nové aj existujúce pece.

Ekonomika

Optimalizácia procesu výpalu je súvisiaca s vyššou kvalitou vápna a úsporou energie.

Dôvody implementácie

Stabilita kvality vápna a procesu kaustifikácie. Stabilita pomáha zhušťovať kapacitu kaustifikačných zariadení.

Príklady závodov

Závod Stora Enso Veitsiluoto v Kemi (Fínsko).

Literatúra

[225, Hupa 2005], [272, COM 2013].

3.3.21.2. Inštalácia horákov s nízkymi emisiami NO_x vo vápennej peci

Opis

Horáky s nízkou hladinou NO_x Použitie v parných kotloch a elektrárnach sa používa aj vo vápenkách. Táto technológia znižuje teplotu plameňa, a tým znižuje tepelné a (do určitej miery) emisie z palív NO_x. Znižuje NO_x sa dosiahnutím prívodu vzduchu znižuje teplotu plameňa.

Spaľovací vzduch vstupujúci do pece cez horák, tzv. "primárny vzduch", sa delí na dva prietoky. Obe prúdy vzduchu sú potrebné pre tvar plameňa a zabezpečenie jeho stability.

Horáky s nízkym obsahom NO_x sú navrhnuté tak, aby znižovali časť primárneho vzduchu, čo vedie k nižším hodnotám NO_x zatiaľ čo bežné viackanálové horáky majú pri prevádzke vyšší podiel primárneho vzduchu na celkovom množstve spaľovacieho vzduchu. Vyššie množstvo primárneho vzduchu vedie ku kratšiemu a intenzívnejšiemu plameňu vďaka skorému zmiešaniu horúceho sekundárneho vzduchu a paliva. To má za následok vyššie teploty plameňa a tiež tvorbu väčšieho množstva NO_x ktoré možno znížiť. Použitím horákov s nízkym obsahom NO_x.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Znižuje emisie NO_x.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Pokiaľ ide o dosiahnutie emisií, čitateľa odkazujeme na obrázky 3.76 a 3.77.

Účinky medzi zložkami

Žiadne účinky.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Horáky s nízkou hladinou NO_x možné je použiť ich v nových aj existujúcich peciach.

Ekonomika

Požadovaná investícia je zvyčajne 0,5-0,8 milióna EUR. Rámci prevádzkových nákladov sa výrazne nezvyšia.

Dôvody implementácie

Legislatívne požiadavky.

Príklady závodov

UPM Pietarsaari; Portucel Viana; UPM Fray Bentos; SE Varkaus; Södra Tofte; UPM Kymi; SCA Obbola; Celbi, Mondi Frontschach [33, COM 2011].

Literatúra

[33, COM 2011], [65, N.DeMartini et al. 2010], [66, FRBC 2010], [225, Hupa 2005].

3.3.22. Znižovanie emisií prachu z vápennej pece

3.3.22.1. Elektrostatické odlučovače

Opis

Elektrostatické odlučovače vytvárajú elektrické pole kolmé na dráhu častíc v prúde vzduchu. Časti sa záporne nabijú a migrujú smerom ku kladne nabitej zbernej doske, čím sa zabezpečí odstránenie prachových častíc z prúdu výfukových plynov. Zberné dosky sa pravidelne pretrepávajú alebo rozkývajú, čím sa materiál uvoľňuje a padá do zásobníka pod nimi. Faktory ovplyvňujúce efektívnosť ESP sú prietok plynu, intenzita elektrického poľa, vodivosť prachu, obsah vlhkosti a tvar a plocha elektród. Elektrické pole môže byť nepriaznivo redukované najmä nahromadeným odpadovým materiálom, ktorý vytvára na zbernej doske vrstvu na zabezpečenie izolácie.

S cieľom znížiť emisie častíc CaO , Na_2SO_4 a Na_2CO_3 sú elektrostatické odlučovače inštalované takmer vo všetkých celulózkach. Odlučovače ESP majú vyššiu efektívnosť pri odstraňovaní prachu v porovnaní s samotnými práčkami. Niekoľko závodov používa ESP a dodatočne mokré skrubery (pozri kap. 3.3.22.2).

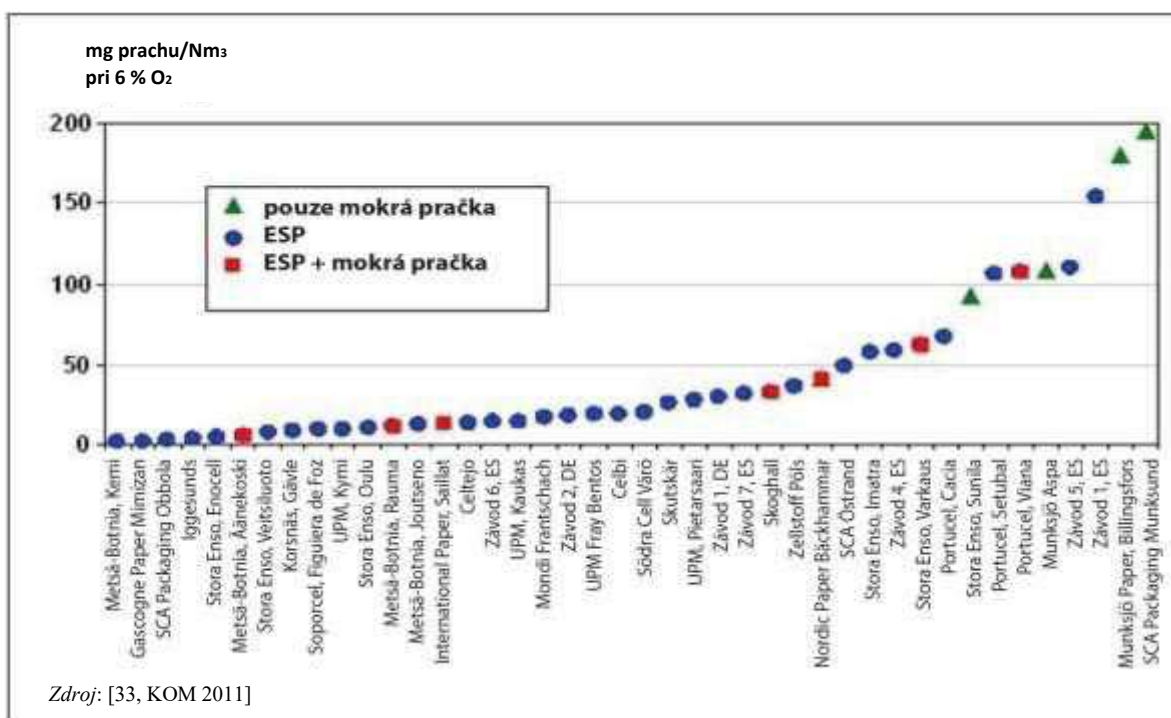
Elektrostatické odlučovače (ESP) si vyžadujú pravidelnú údržbu a Kontrolu. Preťaženie alebo nerovnomerné zaťaženie je možné spôsobiť upchatie komôr elektrostatického odlučovača.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

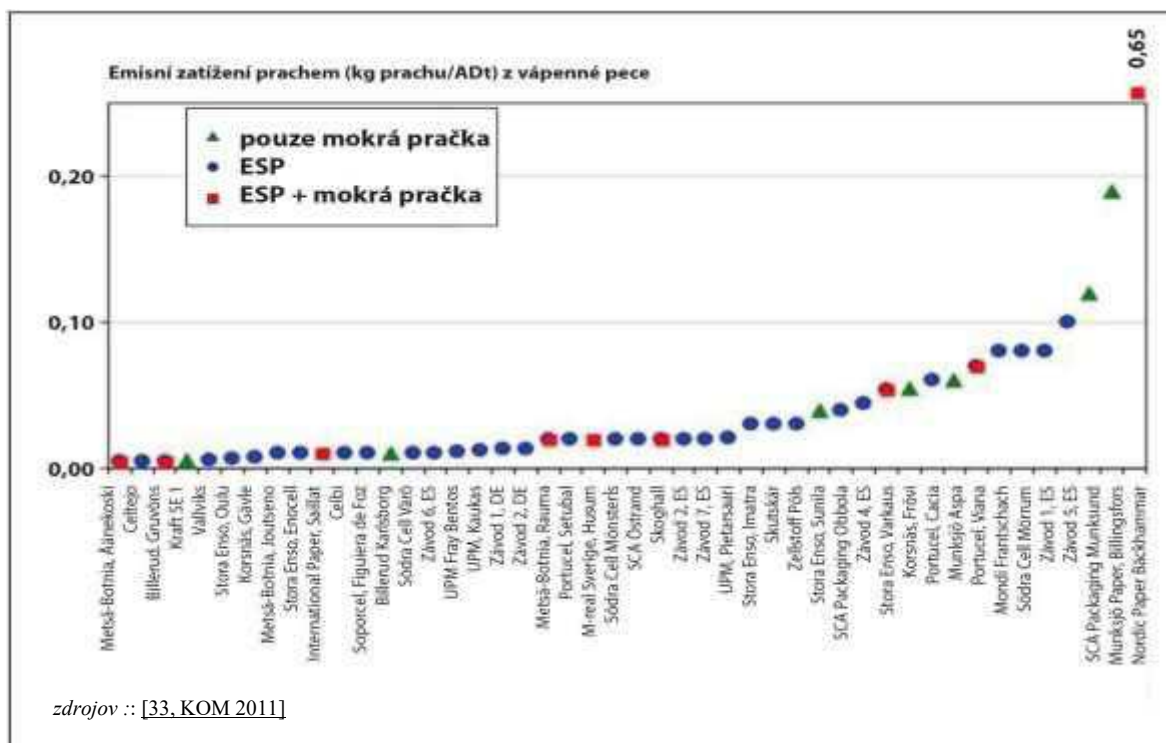
Znižuje emisie prachu.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Obrázok 3.80 (vyjadrený ako priemerné ročné emisné zaťaženie) znázorňuje dosiahnuté emisie prachu z vápenných pecí v európskych celulózkach na výrobu sulfátovej buničiny. Niektoré prevádzky uviedli len emisné zaťaženie bez hodnôt úrovni koncentrácie. Z dôvodu rozdielov v prietoku spalín úroveň prachu nie vždy zodpovedá príslušnému emisnému zaťaženiu (kg prachu/ADt). Uvádza tiež, či sa používa len ESP alebo ESP a práčky.



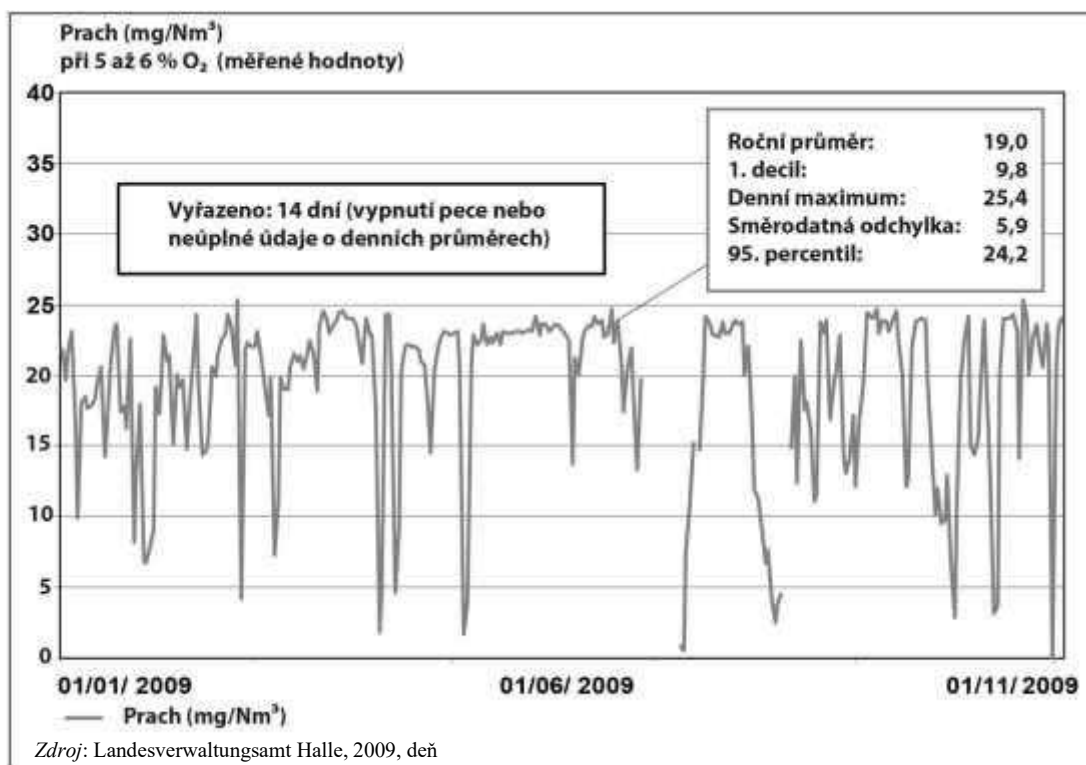
Obrázok 3.80: Úroveň emisií prachu z vápenných pecí vrátane použitých techník znižovania prašnosti



Obrázok 3.81: Emisné zaťaženie prachom z vápenných pecí vrátane použitých techník znižovania prašnosti

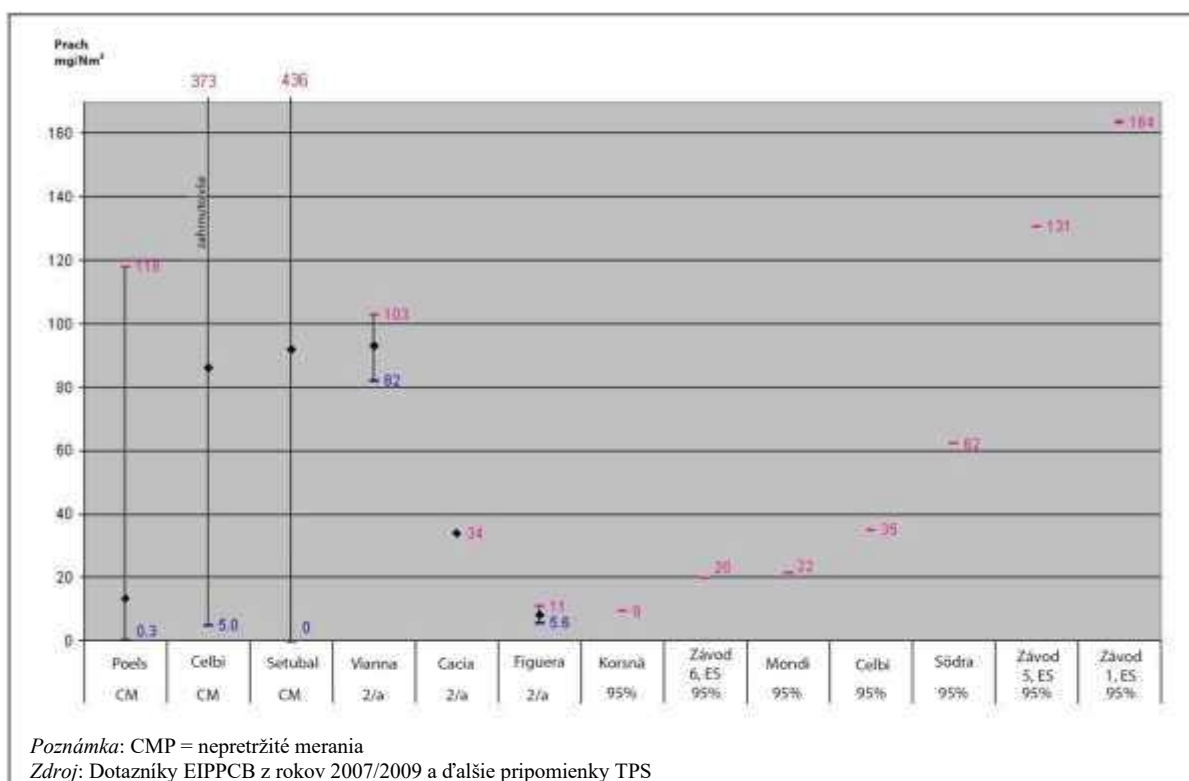
Z údajov vyplýva, že elektrostatické odľučovače vo väčšine závodov dosiahnu emisie prachu z pálenia vápna v rozmedzí 5 mg/Nm³ a 25 mg/Nm³. Určenie ročných priemerov (pri 6 % O₂) alebo 0,02 kg prachu/ADt.

Na obrázku 3.82 je uvedený príklad dosiahnutých emisií prachu za celý rok. Z údajov vyplýva, že v tomto prípade sú emisie prachu z procesu pálenia < 25 mg/Nm³ ako denný priemer (suchý plyn, 273 K, 5 - 6 % O₂) alebo menej ako 20 mg/Nm³ ako ročný priemer. Tieto údaje pochádzajú z online prenosu údajov o emisiách príslušnému orgánu. V tomto prípade sa prach meria nepretržite.



Obrázok 3.82: Nepretržite merané priemerné denné hodnoty emisií prachu z ESP vo vápenke v síranovom závode

Nahlásené krátkodobé emisie prachu sú znázornené na obrázku 3.83.



Obrázok 3.83: Emisie prachu z pece na pálenie vápna ako krátkodobý Priemer

Väčšina prachu, ktorý opúšťa pec spolu so spalínami, je CaO. Ten zvyčajne uniká z pece cez vstupný otvor. Množstvo prachu vychádzajúceho z horúcej časti pece je výrazne vyššie. Hlavnými zložkami emisií prachu v komíne sú jemné časti Na_2SO_4 a Na_2CO_3 pretože častice CaO sa účinnejšie zachytávajú už v čističke odpadových plynov. Efektívnosť existujúcich ESP možno zvýšiť pridaním komôr (elektrických polí).

Medzizložkové vplyvy

Spotreba energie sa zvyšuje z dôvodu prevádzky ESP.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Tieto opatrenia sa môžu prijať v nových a existujúcich sulfátových zariadeniach za predpokladu, že je k dispozícii dostatočný priestor.

Ekonomika

Investícia do elektrostatického odlučovača v peči na pálenie bielennej hliny s kapacitou 1 500 ADt predstavuje 5 až 6 miliónov EUR. Prevádzkové náklady sú menšie ako 0,3 milióna EUR ročne.

Dôvody implementácie

Legislatívne požiadavky. Dosiahnutie hodnôt emisií je najmä závislé od požiadaviek určených príslušnými orgánmi alebo samotným prevádzkovateľom.

Príklady závodov

Väčšina závodov v Európe.

Literatúra

[33, KOM 2011]

3.3.22.2. Elektrostatické odlučovače s následnými mokřými práčkami

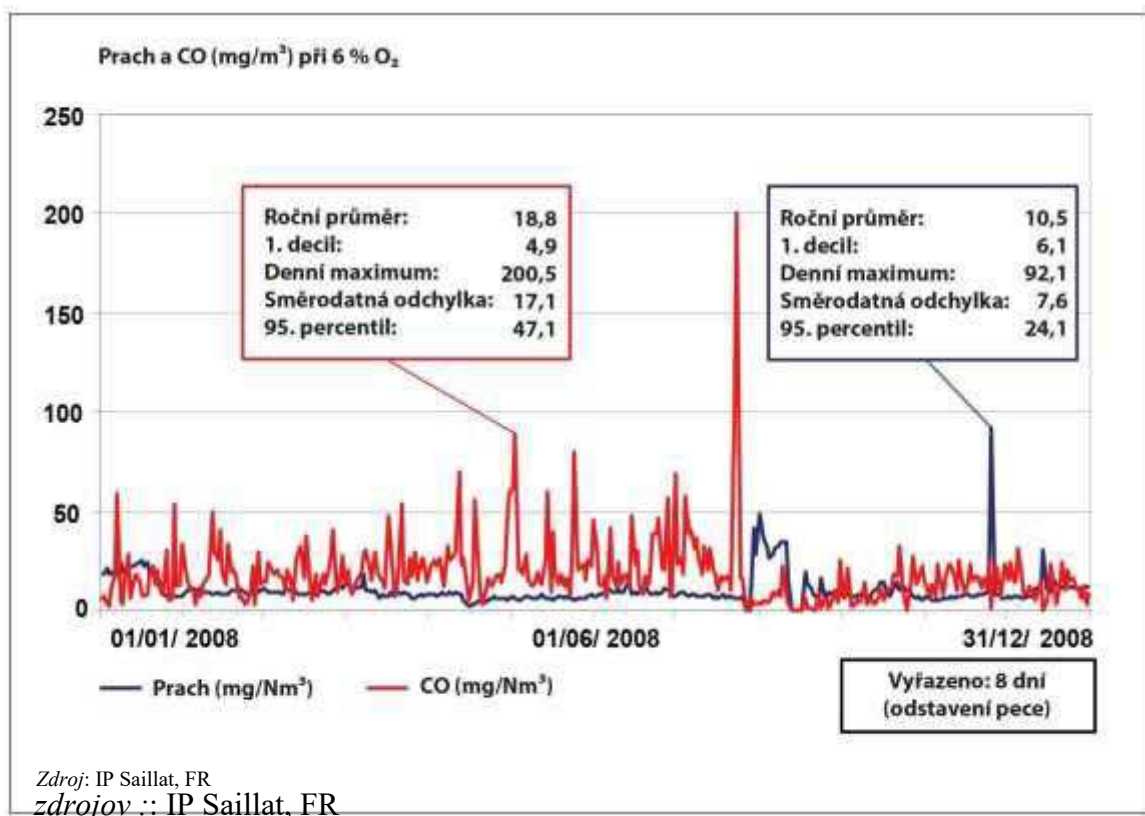
Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Odprašovanie plynu prebieha zvyčajne Použitím ESP (pozri kap. 3.3.22.1), ale v prípadoch, keď sa v prevádzkach čistí priamo v premývacích práčkach. Ako pracia kvapalina sa zvyčajne používa NaOH. Účinnosť odlučovania v mokrom skruberi závisí od veľkosti častíc a veľkosti (a teda aj tlakovej straty) a efektívnosti posledného odlučovača.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Obrázky 3.80 a 3.81 (vyjadrené ako ročné priemery) uvedené v kap. 3.3.22.1 uvádza emisie prachu z vápenných pecí v európskych sulfátových celulózkach. Ako vidno, pece na pálenie vápna, ktoré sú vybavené ESP a práčkami, dosiahnu veľmi podobné emisie prachu ako pece, ktoré používajú výlučne ESP.

Príklad dosiahnutých ročných emisií prachu je uvedený na obrázku 3.84. Z údajov vyplýva, že v tomto prípade sú emisie prachu z pálenia < 25 mg/Nm³ ako denný priemer (suchý plyn, 273 K, 5-6 % O₂) alebo približne 10 mg/Nm³ ako ročný priemer. V tomto prípade sa prach meria nepretržite.



Obrázok 3.84: Ročná priemerná denná hodnota pre emisie prachu z pece na pálenie vápna vybavenej ESP a mokrý skruber (zahrnuté sú aj emisie CO)

Medzizložkové vplyvy

Nedochádza k žiadnym významným vplyvom.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Všeobecne uplatniteľné. Ak sú ESP dobre navrhnuté, dimenzované, v prevádzke udržiavané a podieľajú sa na hospodárení, dosahujú takmer rovnaké emisie prachu ako zariadenia, ktoré používajú aj skrubery.

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Legislatívne požiadavky, súčasné odstránenie emisií síry a zápachu (zapáchajúce látky).

Príklady závodov

IP Saillat; Billerud Gruvöns; MB Äänekoski; SE Varkaus; MB Rauma; M-real Husum, Skoghall; SE Varkaus; Portucel, Viana; Nordic Paper Bäckhammar.

Literatúra

[33, KOM 2011]

3.3.23. Nahradenie fosílnych palív používaných pri pálení vo vápenkách

Opis

Hlavným spotrebiteľom fosílnych palív v sulfátovej celulózke je vápenná pec, ktorá predstavuje tepelný príkon približne 1,1-1,4 GJ/ADt. Existujú rôzne technické alternatívy nahradenia fosílnych palív pri pálení biopalivami:

- i. Použitie práškovej kôry v peci (napr. KRAFT SE 1): kôra sa vysuší, rozdrví v drviči a spaľuje na horáku na práškové palivo.
- ii. Splyňovanie kôry a použitie výsledného plynu vo vápennej peci (napr. Södra Värö, SE): splyňovací systém pozostáva z prijímacej stanice biopaliva alebo palivového sila, sekcie triedenia a drvenia paliva, sušičky kôry, sekcie ohrevu vzduchu, štartovacieho horáka a samotnej splyňovacej jednotky. Vedenie plynu vedie pyrolýzne plyny z plynovej kôry priamo do pálenia. Kôra určená na splyňovanie v splyňovacej peci na vápno by mala mať vlhkosť paliva < 15 %, aby sa zabránilo rozsiahlemu prúdeniu plynu, ktoré by obmedzilo kapacitu pece. V systéme je preto potrebná sušiareň. Sušenie kôry je možné pomocou prebytočného sekundárneho tepla z celulózky.

Cirkulačný fluidný splyňovač je žiaruvzdorný induktor. Vzduch potrebný na splyňovanie sa privádza do reaktora cez spodnú časť reaktora. Vďaka vysokej rýchlosti sa častice prenášajú do odstredivého separátora, kde sa plyn a častice oddelia. Splyňovacia jednotka pracuje v teplotnom rozsahu 600-700 °C. Popol sa odstraňuje zo spodnej časti reaktora.

V energeticky účinných zariadeniach je kôra k dispozícii na použitie vo vápennej peci ako náhrada fosílnych palív, pretože kôra nie je potrebná na výrobu pary pri bežnej prevádzke. Výroba pary zo samotného čierneho lúhu je vyššia ako potreby pary v procesoch celulózky. Prebytočná kôra sa môže použiť buď v peci na pálenie vápna, alebo sa môže predat' ako sušené biopalivo, alebo sa môže použiť na dodávku tepla, napr. do siete diaľkového vykurovania.

- iii. Niektoré prevádzky používajú pri pálení vo vápennej peci tallový olej alebo tallovú živicu.
- iv. Nedávno bola v rámci výskumného programu FRAM2 (Future Resource-Adapted Mill) skúmaná možnosť nahradenia oleja v peci na pálenie vápnalignínom [49, N.Berglin a kol. 2010]. Prevádzkový experiment so spaľovaním práškoveho lignínu vo vápennej peci prebieha v spoločnosti Södra Mönsterås. Celkovo 37 ton lignínu sa použilo ako palivo spolu s vykurovacím olejom. Počas ostatných častí testu sa v peci spaľoval 100 % lignín. Skúsenosti z tohto testu ukázali, že pri použití lignínu ako predovšetkým používaného paliva možno dosiahnuť stabilnú a nepretržitú prevádzku vápennej pece. Hodnoty teploty v peci sú rovnaké ako pri pálení vykurovacieho oleja alebo práškoveho dreva. Zachytávanie síry vo vápne je veľmi účinné, ale existuje hranica, nad ktorou sa SO₂ zvyšuje. K tomu došlo počas testu pri prechode z 90 % na 100 % pálenie lignínu. Biely lúh je možné vyrábať z vápna s rovnakou kaustizačnou efektívnosťou a rovnakou rýchlosťou ako pri bežnej prevádzke. Prevádzkovatelia zariadení tiež uviedli, že v porovnaní s

pri bežnej prevádzke, kde sa kôra a olej spaľujú spoločne, bolo ľahšie riadiť výkon pece pri spoločnom spaľovaní lignínu a oleja.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Minimalizácia potreby fosílnych palív. Z hľadiska emisií CO₂ ide o neutrálnu dodávku tepla na pálenie.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

- i. Napríklad švédsky závod KRAFT SE 1 používa práškovú kôru v násypoch na pálenie od roku 1980.
- ii. Od roku 1985 prevádzkuje švédsky závod Södra Värö jednotku na splyňovanie kôry, ktorá sa podieľa na výrobe pyrolyznych plynov a má kapacitu 28 MW. Spoločnosť Metsä Botnia sa rozhodla investovať do splyňovacieho zariadenia v celulózke Joutseno vo Fínsku. Investovali do nahradenia fosílného paliva používaného vo vápenatom zariadení biopalivom, ktoré sa vyrába z kôry. Závod sa stane zariadením na spracovanie CO₂ neutrálna. Splyňovacie zariadenie bude využívať prebytočné teplo zo zariadenia na sušenie kôry.
- iii. Závod Botnia Rauma znižuje spotrebu fosílnych palív tým, že pri bežnej prevádzke používa len biopalivá. Predtým bolo obmedzené použitie fosílnych palív na nábeh, prerušenie procesu a opätovné vypálenie vápna. Fosílna palivá využité pri zvýšení vápna boli nahradené spolupracou s neďalekou rafinériou vysokého oleja. Táľový olej, vedľajší produkt procesu výroby buničiny z mäkkého dreva, sa predáva rafinérii a celulózka zasa dostáva živicu, ktorá sa používa na pálenie vo vápennej peci a nahrádza fosílna palivá.

Medzizložkové vplyvy

Teplo na sušenie kôry na 85 % suchosť je možné získavať z plynu regeneračného kotla alebo zo samotnej vápennej pece. Neboli zaznamenané žiadne rozsiahle negatívne účinky na životné prostredie. Pálenie biomasy vo vápennej peci zvyšuje množstvo NO_x v porovnaní s pecami na vykurovací olej a vedie k podobným emisiám NO_x ako v prípade plynových pecí.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Uplatnenie bude závisieť od právneho rámca pre zelenú energiu, ceny fosílnych palív a niektorých miestnych faktorov. Technológia splyňovania pre pece na pálenie vápna je známa od 80. rokov 20. storočia. Z ekonomických dôvodov sa však vo väčšom rozsahu nepoužíval. Nahradenie fosílnych palív pri pálení je dnes dostupná technológia v rámci BAT. Niektoré závody používajú aj talový olej alebo živicu z talového oleja ako produkty vo vápennej peci, čo je tiež regeneračné biopalivo.

Ekonomika

Ekonomika a doba návratnosti používania paliva na báze biomasy vo vápenke a v niektorých ďalších prípadoch (nábeh, poruchy) sú závislé od cien ropy a plynu, potrebnej veľkosti splyňovacieho zariadenia a nákladov na emisie oxidu uhličitého. V energeticky účinnej sulfátovej celulózke je možné kotol na kôru úplne vynechať.

Dôvody implementácie

Vysoké ceny fosílnych palív a emisie CO₂. Závislosť na fosílnych palivách je možné znížiť.

Príklady závodov

Závod Södra Värö, Švédsko; KRAFT SE 1; Botnia Rauma, Fínsko; Joutseno, Fínsko.

Literatúra

[49, N.Berglin a kol. 2010], [134, Södra Värö 2009], [135, KRAFT SE 1 mill 2010].

3.3.24. Znižovanie emisií NO_x zo samostatných horákov TRS

3.3.24.1. Postupné (stupňované) spaľovanie

Opis

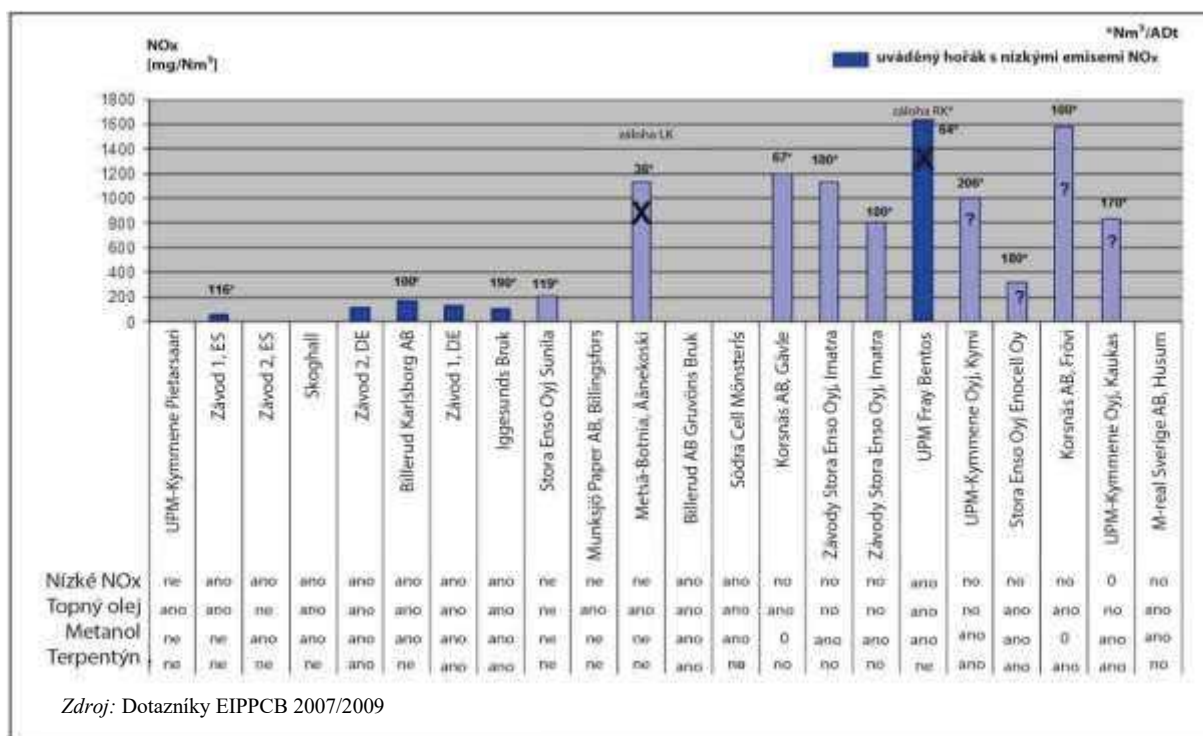
Sekvenčné spaľovanie je založené na použití dvoch spaľovacích zón s riadenými pomermi vzduchu a teploty v prvej komore. Prvá spaľovacia zóna pracuje za vyšších podmienok s cieľom premeniť zlúčeniny amoniaku na elementárny dusík pri vysokej teplote. V druhej zóne sa potom pálenie dokončí ďalším prísadou vzduchu pri nižšej teplote. Po dvojstupňovom pálení prúdia odpadové plyny do druhej komory, kde sa z nich získava teplo na výrobu pary pre proces.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

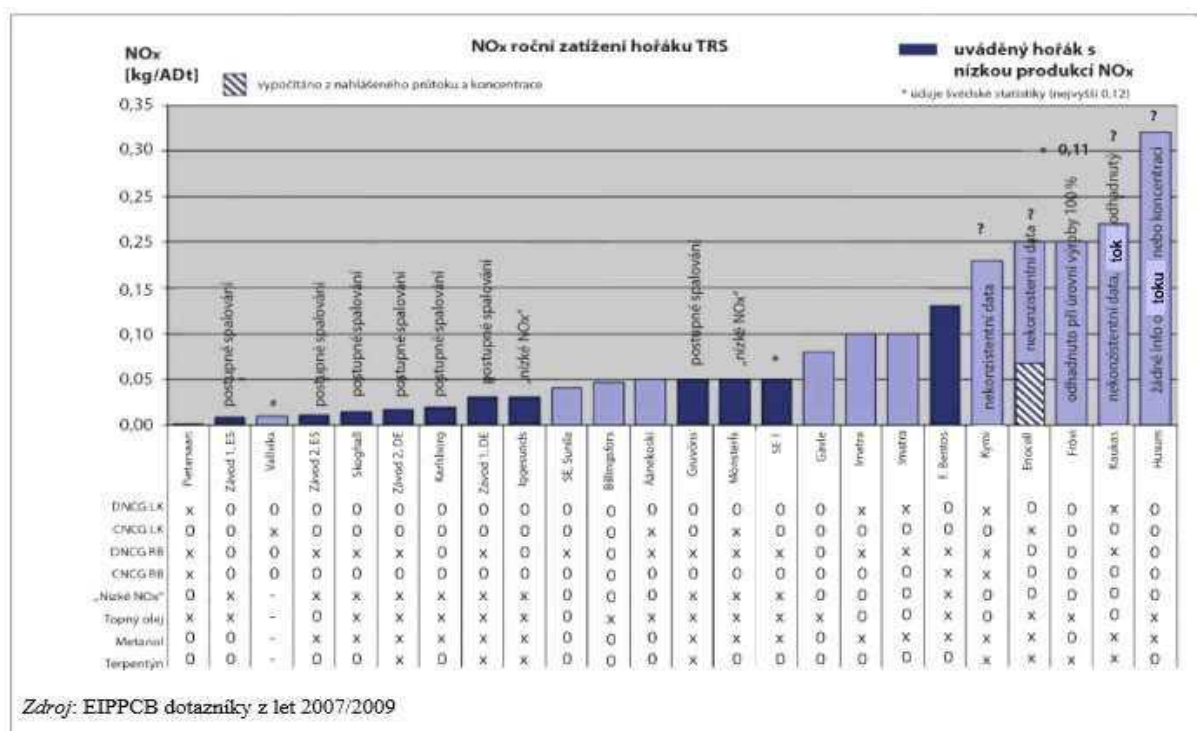
Znižuje NO_x zo pálenia koncentrovaných plynov na samostatných horákoch TRS (spaľovňa TRS so špeciálnym horákom).

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Nahlásené priemerné ročné emisie v podobe úrovne a zaťaženia sú uvedené na obrázkoch 3.85 a 3.86.



Obrázok 3.85: NO_x zo samostatných horákov TRS



Obrázok 3.86: Emisné zaťaženie NO_x zo samostatných horákov TRS

Medzizložkové vplyvy

Nie sú k dispozícii žiadne informácie.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Všeobecne je uplatniteľné pre nové zariadenia a podstatne modernizované zariadenia. Pre existujúce prevádzky len v prípade, že priestor umožňuje inštaláciu zariadenia.

Dôvody implementácie

Znižuje emisie NO_x.

3.3.25. Znižovanie emisií z kotlov na kôru alebo viac druhov palív

Pozri kap. 2.9.7.

3.3.26. Integrovaná koncepcia nakladania s odpadom

Opis

Integrované systémy nakladania s odpadmi sa začínajú separovaním frakcií odpadu pri zdroji a ich cieľom je znížiť množstvo odpadu na jeho odstránenie. Umožňujú vysokú úroveň opätovného použitia, recyklácie a regenerácie zvyškov z procesov (pozri kap. 2.9.8). Pre každý zvyšok sa posudzujú možnosti predchádzania vzniku, opätovného použitia, recyklácie a Použitia surovín (materiálu) alebo energie (pozri hierarchiu odpadového hospodárstva [205, WFD 98/EC 2008]). Poslednou možnosťou je bezpečné odstránenie zvyšných odpadov.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

V tabuľke 3.28 sú zhrnuté súvisiace údaje o hlavných frakciách odpadu, ktoré vznikajú v sulfátových

celulóžky poskytnuté údaje poukazujú na obrovské rozdiely v tom, ako sa s odpadom zaobchádza a ako sa eviduje. Rozlišovanie a zoskupovanie druhov odpadu sa v jednotlivých prevádzkach líši; niektoré prevádzky uvádzajú časti samostatne, iné ich zoskupujú priamo. Okrem toho sa časti odpadu, ktoré sú v jednom závode určené na opätovné použitie alebo recykláciu, skládajú v iných závodoch. Niektoré veľmi nízke hodnoty pre odpad určený na odstránenie korelujú s vyššou recykláciou tej istej frakcie odpadu (napr. žieravý kal). Porovnateľnosť údajov z rôznych závodov je preto obmedzená.

Tabuľka 3.28: Hlavné časti odpadu zo sulfátových celulóžok na trhu

Zvyšky na opätovné použitie alebo recykláciu		
Časť odpadu	zdrojov :	kg sušiny/ADt buničiny
Kôra a zvyšky dreva, odpad zo spracovania dreva atď.	Sklad dreva	11,4-205
Primárny kal (1)	Primárna úprava odpadových vôd	2,1-13
kal (1)	Biologická úprava odpadových vôd	1,6-9,7
Kaustifikačný kal	Kastifikácia	1-29
Ostatné (papier, sklo, kovový odpad, plasty atď.)	Celý závod	1,5-2,5
Časť odpadu	zdrojov :	kg sušiny/ADt buničiny
Sediment, piesok, piesok z hasiaceho zariadenia na vápno	regenerácia	2-22
Kal zo zeleného lúhu	Kastifikácia	6-10,9
Kaustifikačný kal	Kastifikácia	0,01 (2)-51,3
Fluidný piesok	Kotol na kôru	0,27 (3)-28
Popol	Kotol na kôru	3,5-11
nešpecifický odpad bez buničiny (sklo, kovový odpad, plasty atď.)	Celý závod	0,4-2,4

(1) Jeden závod uviedol celkovú hodnotu (primárny + sekundárny kal) 49 kg sušiny/ADt.
 (2) 29 kg sušiny/ADt uvedené ako recyklované.
 (3) Približne 6 kg sušiny/ADt sú vylúčené ako znovu použité alebo recyklované.

Zdroj: [138, PP TWG 2009]

Veľkú časť zvyškov vznikajúcich pri procesoch možno opätovne použiť, recyklovať alebo regeneračne využiť. Celkové množstvo skládkovaného odpadu sa pohybovalo v rozmedzí od 15 do 38 kg sušiny/ADt, pričom v niektorých prípadoch dosahovalo až 52 kg/ADt. Malé množstvá nebezpečného odpadu (od 0,14 do 1,2 (mokrého) kg sušiny/ADt buničiny) sa v závodoch zhromažďovali oddelene a musia sa bezpečne spracovať a odstrániť.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Všeobecne uplatniteľné.

Ekonomika

Zníženie množstva odpadu ukladaného na skládky vo väčšine prípadov znižuje aj náklady.

Dôvody implementácie

Legislatívne požiadavky; rastúce náklady na skládky.

Príklady závodov

Pri zostavovaní údajov v Tab. 3.28 boli vyhodnotené údaje z týchto závodov: ZPR Blankenstein; Celbi; Celtejo; Portucel Setubal; Portucel Viana, Portucel Cacia; Södra Cell Värö; Soporcel Figueira da Foz; Stendal Arneburg; SE Poland SA.

Literatúra

[138, PP TWG 2009]

3.3.27. Opatrenia na zvyšovanie energetickej efektívnosti

Pokiaľ ide o energetickú účinnosť, užitočné všeobecné informácie nájdete v referenčnom dokumente o najlepších dostupných technikách energetickej účinnosti (BAT). [268, KOM 2009].

Opis

Opatrenia na zvýšenie energetickej efektívnosti ([34, Kankkonen a kol. 2010], [35, Raukola et al. 2002]) možné rozlíšiť na opatrenia na zníženie spotreby tepla alebo pary, na zníženie spotreby elektrickej energie a na zvýšenie výroby elektrickej energie, najmä prostredníctvom vysokoúčinných regeneračných kotlov.

I. Opatrenia na zníženie tepelných strát a spotreby tepla:

- vysoký obsah sušiny v kôre použitím efektívneho lisovania alebo sušenia;
- vysokoúčinné parné kotly, napr. nízke teploty plynu, vysoké množstvo vzduchu podrobeného ohrevu, vysoké množstvo vody podrobené ohrevu, vysoká hlavná teplota a tlak pary;
- efektívne systémy sekundárneho ohrevu, napr. najúčinnnejšie zariadenia majú tri úrovne čistej teplej vody, napr. 80-90 °C, 60-70 °C a 40-50 °C, a niekoľko úrovní sekundárneho kondenzátu, kde sa teplota kondenzátu rovná teplote použitia;
- uzavretý vodný systém, čo znamená nízku spotrebu vody; ○ relatívne dobre uzavreté bieliace zariadenie;
- vysoká úroveň vlákny (technika strednej alebo vysokej konzistencie);
- vysoko účinný odparovač so zvýšeným počtom telies (čo je možné, aby ušetrilo elektrickú energiu v závislosti od druhov odparovačov);
- odparovače majú najvyššiu úroveň potenciálu rozvoja;
- použitie tepla z rozpúšťacích nádrží, napr. v premývacích čističkách plynov;
- riadenie sekundárnej tepelnej bilancie s optimalizáciou Použitia vody a sekundárneho kondenzátu;
- využitie odpadového tepla z odpadových vôd a iných zdrojov;
- využitie dostupných nízkoteplotných zdrojov odpadového tepla (sekundárne teplo) na vykurovanie budov, ohrev kotla alebo technologickú vodu;
- rekuperácia tepla z odpadových plynov z regeneračného kotla medzi ESP a ventilátorom;
- kontrola (monitorovanie) a riadenie procesov Použitím moderných radiacích systémov;
- optimalizácia integrovanej siete výmenníkov tepla;
- systém riadenia energetiky.

II. Opatrenia na zníženie spotreby elektrickej energie:

- najvyššiu možnú konzistenciu buničiny počas triedenia a Úpravy;
- regulácia otáčok rôznych veľkých motorov;
- efektívne vákuové čerpadlá;
- správne dimenzovanie potrubia, čerpadiel a ventilátorov;
- optimalizácia hladín v nádržiach.

III. Opatrenia na výrobu vysokého výkonu:

- vysoký obsah sušín v čiernom lúhu (zvyšuje účinnosť kotla, výrobu pary a elektrickej energie);
- vysoký tlak a teplota regeneračného kotla;
- vysoký tlak a teplota hlavnej pary v kotle na biomasu (ak je prevádzkovaný na mieste);
- výstupný tlak pary v protitlakovej turbíne tak nízky, ako je to technicky možné;
- kondenzačná turbína na výrobu elektrickej energie z prebytočnej pary;
- vysoká efektívnosť turbíny;
- predhriatie napájacej vody na teplotu blízku bodu varu;
- predohrev paliva a spaľovacieho vzduchu pre kotol.

Ďalšie zlepšenie energetickej účinnosti možno dosiahnuť prostredníctvom integrácie procesov, ktorá uľahčuje použitie prebytočného tepla z jedného procesu v inom procese.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Energie-úsporné BAT znižujú spotrebu tepla a elektrickej energie a súvisiace emisie CO₂. Zdrojov, nepriame emisie a odpad súvisiaci s výrobou energie sa znižujú. Čím menej energie sa spotrebuje, tým menej fosílnych alebo iných palív sa použije a tým menej emisií do ovzdušia vrátane oxidu uhličitého sa vyprodukuje.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Pri použití uvedených úsporných opatrení sú orientačné hodnoty spotreby elektrickej energie, ktoré možno vyskytnúť v trhovej celulózke, 660 - 750 kWh/ADt. Energia potrebná na výrobu bieliacich chemikálií nie je v tomto údaji zahrnutá a k orientačnej hodnote sa pripočíta 100 kWh/ADt, ak prebieha výroba na mieste. V dôsledku vyššej výťažnosti eukalyptového dreva v porovnaní s ihličnatými druhmi majú priamo postavené trhové sulfátové celulózky spracúvajúce eukalyptus nižšie nároky na elektrickú energiu. Približné hodnoty spotreby energie pre eukalyptovú celulózku sú 550-700 kWh/ADt.

Pri orientačných hodnotách spotreby energie sa zohľadnili tieto hranice systému:

- 1) Orientačné hodnoty spotreby energie sa vzťahujú na čistú výrobu celého závodu a zahŕňajú čerpadlá, miešadlá a stlačený vzduch. Súčasťou sú aj periférne subsystémy pre surovú a odpadovú vodu, kal a odpadovú vodu, medzi ktoré patrí flotácia rozpusteným vzduchom, šnekové lisy na odpadovú vodu alebo kal a čistenie odpadovej vody.
- 2) Tieto údaje predstavujú hrubú spotrebu energie a nezohľadňujú skutočnosť, že väčšina elektrární má vlastnú výrobu energie, ktorá sa realizuje spálením všetkého čierneho lúhu. Niektoré zariadenia vyrábajú aj paru zo spaľovania kôry, kalu atď., ktorá sa tiež nezapočítava do hrubej spotreby energie.
- 3) Rozsahy zahŕňajú všetky prevádzkové jednotky zapojené do výroby sulfátovej buničiny, počnúc skladovaním dreva a končiac buď v skladovacej nádrži na uskladnenie (v prípade integrovaných závodov) prečerpateľnej buničiny (prípravenej na použitie), alebo za sušiacim oddelením papierenského stroja/sušiarne buničiny (v prípade trhovej buničiny).
- 4) Údaje o spotrebe energie nezohľadňujú primárnu energiu vloženú do palív na výrobu elektriny, ale predstavujú teplo a energiu použitú v procese.
- 5) V prípade tepla sa hodnoty spotreby vzťahujú na tepelný výkon použitej pary.

V niektorých prípadoch zahŕňajú techniky úspory energie výmenu starých zariadení za nové. Nové zariadenia sú zvyčajne menej energeticky náročné a energeticky účinnejšie (napr. odmasťovače, triedenia, práčky, čerpadlá, odparovače). Ďalšie opatrenia sa týkajú osvedčených postupov, správneho riadenia, kontroly procesov a postupnej optimalizácie procesov. Vyššia energetická efektívnosť bola dosiahnutá prostredníctvom neustálého skracovania, ale predovšetkým rozsiahlymi projektmi modernizácii alebo úplne novými výrobnými linkami. Moderná celulózka na výrobu bielennej buničiny môže byť z energetického hľadiska úplne sebestačná v oblasti elektrickej energie a pary.

Prebytočné paliva (biomasa) sa môžu použiť mimo celulózky ako náhrada fosílnych palív používaných na výrobu tepla alebo energie, napríklad na:

- elektrická energia - najmä v oddieli splyňovania čierneho výluhu (pozri kap. 3.4.2);
- pevných alebo kvapalných palív z biomasy - sušená kôra, talový olej, lignín alebo metanol;
- teplo - do siete diaľkového vykurovania.

Dosiahnutie spotreby tepla a elektrickej energie sa uvádza na základe údajov z existujúceho závodu [138, PP TWG 2009] a porovnávajú sa s referenčným závozom na výrobu ekocyklickej buničiny KAM2 [193, Axegård et al. 2003]. Tento referenčný závod je navrhnutý so všetkými modernými procesmi, ktoré boli v prevádzke v referenčnom roku (2002), hoci nie všetky sú na rovnakom zariadení. Tento referenčný závod má často oveľa vyššiu spotrebu pary ako súčasný priemerný závod. Hoci referenčný

závod KAM je oveľa energeticky účinnejší ako typické (priemerné) zariadenia, je možné ísť ešte ďalej a výrazne znížiť potrebu tepla.

V tab. 3.29 sa referenčný závod s BAT podľa švédskeho výskumného programu MISTRA porovnáva s dosiahnutou spotrebou energie v energeticky účinnom vzorovom závode, ktorý sa zaviazal k programu energetického manažmentu a zlepšovania, t. j. švédsky závod Södra Värö.

Tabuľka 3.29: Porovnanie dopytu po pare (GJ/ADt) v referenčnom závode s BAT s ECF bielením a energeticky účinnou trhovou sulfátovou celulózku

Proces náročný na teplo	KAM2 (v lete)	Mlyn Södra Värö (projekt)
Sklad dreva	0	ND
Varenie	1,6	2,25
Výroba teplej vody	-	0,05
Delignifikácia kyslíkom	0,14	0,08
Bielenie	1,37	1,33
Príprava bieliacich chemikálií	0,10	0,14
Súčet pre linku vlákna	3,21	3,85
Odparovanie + odizolovanie	4,01	3,78
Sušiaci stroj	2,20	2,17
Fúkanie + odkalovanie	1,01	1,23
Súčet pre sušiaci stroj a regeneráciu	7,21	7,18
Rôzne, straty	0,37	0,39
Celkovo za celý závod	10,8	11,4
Nakúpené palivá	0	ND
<i>Poznámka:</i> ND = žiadne údaje <i>Zdroj:</i> [134, Södra Värö 2009], [193, Axegård et al. 2003].		

Je zrejmé, že závod Södra Värö má takmer rovnaké požiadavky na pary ako referenčný závod s BAT. Závod Värö však používa bielenie TCF, ktoré si vyžaduje o niečo viac pary ako bielenie ECF a zahŕňa spotrebu pary v lete aj v zime (v zime sa spotreba môže zvýšiť približne o 0,8 GJ/ADt v dôsledku rozmrazovania zmrazených štiepok).

Väčšinu potreby pary možno pokryť nízkotlakovou parou (približne 145 °C). Strednotlaková para (180 – 190 °C) predstavuje približne 40 % spotreby pary a používa sa najmä pri varení, delignifikácii kyslíkom a tlakových úrovniach (PO).

Zjednodušená bilancia pary pre referenčnú elektrárňu s BAT je uvedená v tab. 3.30, ktorá odlišuje trhovú výrobu buničiny od integrovanej výroby bezdrevného papiera.

Tabuľka 3.30: Pary bilancia referenčného závodu Ecolytic Pulp KAM2 vrátane turbín

Výroba a spotreba energie	Bielená trhová buničina z mäkkého dreva		Integrovaná výroba bezdrevného papiera	
	ADt	Výroba elektrickej energie (kWh/ADt)	ADt	Výroba a spotreba elektrickej energie (kWh/ADt)
Výroba				
Čierny výluh	17,7		14,9	
Neskondenzovateľné plyny	0,2		0,2	
Sekundárne teplo	0,6		0,2	
Kôra	0		1,8 + 0,2 nakúpenej kôry	
Celkovo	18,5		17,3	
Spotreba				
POSTUPY (veľmi)	10,8		13,6	
Protitlaková turbína	2,9	790	3,7	984
Kondenzačná turbína	1,7	465	0	0
- Dtto, kondenzátor	3,2			
Nakúpená energia		0		504
Celkovo	18,5	1 255	17,3	1 488
Zdroj: [193, Axegård et al. 2003]				

Trhová bielená celulóza má značný prebytok pary, ktorá sa používa na výrobu kondenzačnej energie. Samotný závod spotrebuje 712 kWh/ADt (pozri tabuľku 3.32), čo znamená prebytok elektrickej energie približne 540 kWh/ADt. Referenčný závod neprevádzkuje kotol na kôru. Kôra sa vysuší a splynovaná kôra sa potom používa pri pálení. Prebytočná kôra sa predáva namiesto toho, aby sa použila na výrobu pary. Sekundárne teplo je spätne získané teplo, ktoré sa používa na ohrev doplnovacej vody a kondenzátu z kondenzačnej turbíny.

V prípade integrovanej výroby bezdrevného papiera je ťažké odvodiť reprezentatívne hodnoty spotreby pre energeticky účinné papierne vzhľadom na zložitosť dodávky do papierenského stroja; vo väčšine prípadov sa používajú dva alebo viac rôznych druhov vlákien (referenčná papiera používa 25 % mäkkého dreva, 75 % tvrdého dreva, 20 % plniva a určité množstvo škrobu na povrchovú úpravu). Potreba elektrickej energie v oddelení bezdrevného papiera integrovanej celulózy (toto oddelenie tvorí referenčnú chemickú celulózu) je 588 kWh/ADt, a preto je nižšia ako v prípade trhovej sulfátovej celulózy. Referenčná papiera potrebuje 900 kWh/ADt, čo celkovo znamená potrebu energie 1 488 kWh/ADt pre celý integrovaný závod. Integrovaný referenčný závod má kotol na kôru a je takmer sebestačný vo výrobe pary. V priemere len 1 % je založené na nakúpenom palive. Približne 35 % dopytu po energii (504 kWh/ADt) sa však nakupuje.

Tento príklad ukazuje, že integrácia celulózy a papierne je možná a môže sa postarať o prebytok pary v energeticky účinnej celulóze, ale existuje určitý deficit, pokiaľ ide o bilanciu energie. Všeobecne dosiahnuteľné priemerné ročné hodnoty spotreby pary (v GJ/ADt), ak sú procesy dobre navrhnuté a prevádzkované, sú uvedené v tabuľke 1. 3.31. V uvedených údajoch nie je zahrnutá para na akúkoľvek výrobu energie.

Tabuľka 3.31: Spotreba pary v energeticky účinných trhových celulózkach s bielením, vyjadrená ako ročný priemer

Proces	varenie	Delignifikácia O ₂	Bielenie	sušenie	Odparovanie	Iné	celkovej
Spotreba pary (GJ/ADt)	1,6-2,0	0,2- 0,4	1,5-2,0	2,2-2,6	4,0-4,5	1,5-2,0	11-12

Potreba tepla pre vápennú pec (paliva používané pri zvýšení kaustického kalu) nie je súčasťou potreby pary uvedenej v tabuľke 1. 3.31. Približne 1,1-1,4 GJ/ADt primárnej tepelnej energie na vypálenie vápna sa musí pripočítať k potrebe pary, aby sa získala celková potreba tepla na proces.

V súčasnosti nie je možné predložiť spoľahlivé a porovnateľné údaje o celkovom výťažku tepla z procesu na tonu sulfátovej celulózy. Metódy merania (Monitorovanie), výpočtu a vykazovania tepelnej energie sa v jednotlivých prevádzkach líšia. Spotreba tepla do určitej miery závisí aj od geografickej polohy závodu. Údaje o spotrebe tepla (a elektriny) by sa mali interpretovať spolu so zjednodušenými energetickými bilanciami závodu. Pary, ktoré závod zbavuje, nie sú časťou procesného tepla. Môže sa však stať, že nové zariadenie spotrebuje menej pary, ale prebytočná para nemá okamžité alternatívne využitie. Závody by sa mali vždy snažiť nájsť takéto použitie.

Spotreba elektrickej energie v energeticky účinnej celulóze na trhu je možná od 660 kWh/ADt do 800 kWh/ADt. Spotreba v referenčnom zariadení je 712 kWh/ADt (pozri tabuľku 2.1). 3.32). Energie potrebná na výrobu bieliacich chemikálií nie je v uvedených údajoch zahrnutá a predstavovala by prídavok 100 kWh/ADt.

Tabuľka 3.32: Spotreba elektrickej energie v referenčnom závode s BAT s ECF bielením (2002)

Procesy	Spotreba elektrickej energie [kWh/ADt]
Sklad dreva	45
Sporák	44
Premývanie a triedenie nebielených vlákien po varení	60
Delignifikácia kyslíkom	60
Bielenie	80
Sekundárne triedenie	45
Sušiaci stroj	120
Odparovanie	30
Regeneračný kotol	60
Kaustifikácia a vápenná pec (vr. splyňovania kôry)	57
Chladiace veže atď.	20
Surová voda	20
Úprava odpadových vôd	30
Príprava bieliacich chemikálií (vrátane chemikálií na delignifikáciu kyslíkom)	10
Ostatní spotrebitelia, straty	30
Celkom	712
<i>Zdroj: [193, Axegård et al. 2003]</i>	

Priamo uvedené do prevádzky nové celulózy na spracovanie eukalyptu dosahujú výrazne nižšiu spotrebu elektrickej energie. Nižšia spotreba energie je čiastočne spôsobená novou technológiou a čiastočne vyššou výťažnosťou eukalyptového dreva v porovnaní s ihličnatým drevom. Vyšší výnos priamo prináša nižšiu špecifickú spotrebu energie na tonu buničiny a nižšiu špecifickú vyrobenú elektrickú energiu, pretože menej organického materiálu sa počas varenia mení na čierny lúh, ktorý sa neskôr spaľuje v Regeneračnom kotli.

a) Nová brazílska celulóza spoločnosti Veracel ECF, ktorá spracováva eukalyptus, začala výrobu v roku 2005 a v roku 2008 vyrobila 1,1 milióna ton bielennej sulfátovej buničiny. Vo svojej poslednej správe o udržateľnosti závod uviedol údaje o energii uvedené v tabuľke 1. 3.33. Vo väčšine moderných závodov sa kôra v závode nespája, ale využíva sa na odkôrňovanie v lese.

Tabuľka 3.33: Bilancia elektrickej energie pre celulózkú Veracel na výrobu sulfátovej buničiny

	Energie (kWh/ADt)		
	2006	2007	2008 (i)
Celkový objem elektrickej energie vyrobenej v zariadeniach	810	826	750
Elektrická energia používaná pri výrobe buničiny	607	553	520
Nakúpená energia	0	0	110
Predaná energia	203	213	230
<i>Poznámka:</i> (i) V roku 2008 bol závod Veracel 78 dní bez výroby elektrickej energie z dôvodu technických problémov turbogenerátora. Priebeh tohto obdobia bol charakterizovaný tým, že spoločnosť musela nakupovať energiu na výrobu buničiny. Hodnoty za rok 2007 nezodpovedajú 100 %. <i>Zdroj:</i> [122, Veracel 2009]			

b) Nová celulóзка na eukalyptovú sulfátovú buničinu Fray Bentos ECF v Uruguaji začala výrobu v roku 2007 a v roku 2009 vyrobila 1,1 milióna ton Bieleného sulfátového papiera. Výročná správa spoločnosti Botnia za rok 2009 uvádza výrobu elektrickej energie 826 kWh/ADt a spotrebu elektrickej energie len 500 kWh/ADt. [119, Botnia 2010]. Elektrická energia použitá na výrobu chemikálií nie je zahrnutá v údajoch o energii pre celulózku Veracel a Fray Bentos.

V trhových sulfátových celulózkach s bielením môže regeneračný kotol vyrábať všetku paru, ktorú zariadenie potrebuje (okrem palív na rozbeh). Na výrobu pary nie je potrebný kotol na kôru, hoci väčšina prevádzok takýto kotol stále používa. Všetka para vyrobená v procese výroby sa môže použiť v protitlakovej turbíne. Trhová celulóзка na výrobu bienej buničiny je tiež sebestačná v oblasti elektrickej energie.

Prevádzka, ktorá nie je potrebná v procesoch, je možné použiť na výrobu elektrickej energie v kondenzačnej turbíne, ktorá sa stará aj o výkyvy v parnom systéme. Na základe odhadu spotreby je možné vyrobiť a predat' prebytok elektrickej energie vo výške približne 400-500 kWh/ADt.

Výroba elektrickej energie sa v prevádzkach na úpravu tvrdého a mäkkého dreva líši. Napríklad pri rozvlákňovaní eukalyptu vzniká menej čierneho výluhu, a teda menej prebytočnej elektrickej energie.

Pri porovnávaní prebytku vyrobenej elektrickej energie by sa malo zohľadniť, či sa kôra použije na výrobu pary alebo sa použije vo vápenke, predá alebo sa použije na dodávku tepla. Pri porovnávaní údajov o výkonnosti je dôležitá aj výťažnosť buničiny (číslo kappa po varení) a ceny za predanú energiu z biomasy.

Medzizložkové vplyvy

Neboli pozorované žiadne negatívne účinky medzi jednotlivými zložkami.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Opatrenia sa v zásade vzťahujú na všetky celulózky vyrábajúce bienej buničinu. Existuje veľký technický potenciál na dosiahnutie energeticky účinnejšej celulózky na výrobu sulfátovej buničiny, dokonca aj v rámci zavedených technológií, ak budú k dispozícii dostatočné ekonomické stimuly.

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Spotreba energie je jedným z kľúčových faktorov ovplyvňujúcich náklady celulózk a papierní. Na druhej strane trhové celulózky so sulfátovou buničinou mali menej motivácie udržiavať spotrebu pary pod súčasnou úrovňou, keďže len výroba pary z čierneho lúhu v dnešnej priemernej celulózky predstavuje približne 16 GJ/ADt. Bez kondenzačných turbín, ale s maximálnou výrobou elektriny v protitlakových elektrárnach by najnižšia primeraná spotreba pary bola približne 13 GJ/ADT, pričom

výroba elektriny v protitlakových elektrárnach by bola približne 800 kWh/ADT. Nižší dopyt po pare v procesoch povedie k prebytku pary aj bez použitia kôry na výrobu pary, ktoré možno použiť na výrobu kondenzačnej energie (až 465 kWh/ADT) alebo na iné účely (napr. diaľkové vykurovanie alebo pre iných používateľov). Vzhľadom na vyššie požiadavky na paru v zariadení nie je potrebné spaľovať kôru. Použitím prebytočnej pary zo 40 % až 60 % sušiny je možné prebytočnú kôru vysušiť a predávať ako biopalivo na vonkajšom trhu. Znížená spotreba elektrickej energie tiež znižuje výrobné náklady a zvyšuje ziskovosť závodu.

Príklady závodov

Väčšina celulózk na výrobu bielenej buničiny v Európe zaviedla niektoré z uvedených opatrení. Napríklad švédsky sulfátový závod Södra Värö zaviedol väčšinu z uvedených opatrení v rámci programu Energetického manažmentu. Ďalší švédsky závod, SCA Östrand, uviedol v roku 2007 do prevádzky vysoko účinný regeneračný kotol. Ďalšími príkladmi s vyššou spotrebou energie sú relatívne nové celulózky na eukalyptus postavené v Južnej Amerike (Veracel, Fray Bentos).

Literatúra

[34, Kankkonen et al. 2010], [35, Raukola et al. 2002], [119, Botnia 2010], [122, Veracel 2009], [134, Södra Värö 2009], [137, K. Touminen 2010], [138, PP TWG 2009], [193, Axegård et al. 2003], [268, COM 2009].

3.3.28. Techniky znižovania hluku

Pozri kap. 2.9.13

3.4 Nové BAT

V súčasnosti sa vyvíja množstvo sľubných nových techník na zníženie emisií alebo úsporu energie. Zlepšenie správania prostredia nemusí byť vždy predovšetkým dôvodom implementácie, ale zohráva veľmi dôležitú úlohu vo výskume a vývoji. Niektoré z týchto techník sú opísané priamo. Táto kapitola sa zaoberá environmentálnou problematikou, ktorá sa len priamo dostala do centra záujmu a výskumných programov v oblasti vývoja environmentálne lepších riešení pri výrobe vysokokvalitných výrobkov z buničiny a papiera.

3.3.29. Zvýšenie výroby elektrickej energie a produktov z biomasy a využitie prebytočného tepla

Opis

Energeticky efektívne celulózky majú prebytok palivovej biomasy, ktorá je možné použiť v rámci celulózky aj mimo nej na výrobu biopalív z obnoviteľných zdrojov alebo iných biochemických produktov. Na zlepšenie ekonomiky výroby celulózky, najmä na severnej pologuli, sa zaviedlo zavedenie pojmu "biorafinéria". Spoločnosti sa zameriavajú na to, ako premeniť drevnú surovinu a zvyšky na báze dreva (napr. kôru, chybné vláknité výrobky) na nové druhy energetických produktov z biomasy, ako je bioetanol, nafta, oleje atď. Na základe rozsiahleho výskumu bolo vybudovaných niekoľko demonštračných zariadení na priamo ďalší rozvoj týchto technológií. Okrem toho by dôkladnejšie alebo efektívnejšie využitie niektorých existujúcich technológií mohlo priamo rozšíriť energetické produkty na báze biomasy.

Niektoré energetické produkty budúcich elektrární budú veľmi podobné tým dnešným. Zahŕňajú sušená kôra a odpad z triedenia predávaný ako biopalivo, ako aj metanol, terpentín, mydlo a talový olej. Tieto primárne produkty možno ďalej spracovať na rôzne účely vrátane kvapalných biopalív, diaľkového vykurovania a obnoviteľnej energie. Oddelené časti vedľajších prietokov, ako je lignín, hemicelulóza atď., slúžia na priamo ďalšiu rafináciu a na vznik ďalších energetických produktov.

Predovšetkým by mohli byť rozdiely z hľadiska energie a iných produktov získaných z biomasy budúcich celulózok na bielenej buničinu:

- i. zhustiť predaj elektrickej energie;
- ii. náhrada fosílnych palív používaných pri výrobe buničiny, najmä vo vápenke (pozri kap. 3.3.23);
- iii. väčšie Použitie prebytočného tepla na diaľkové vykurovanie v chladnejších oblastiach;
- iv. integrácia výroby buničiny s inými výrobnými postupmi, ktoré využívajú biomasu ako surovinu.

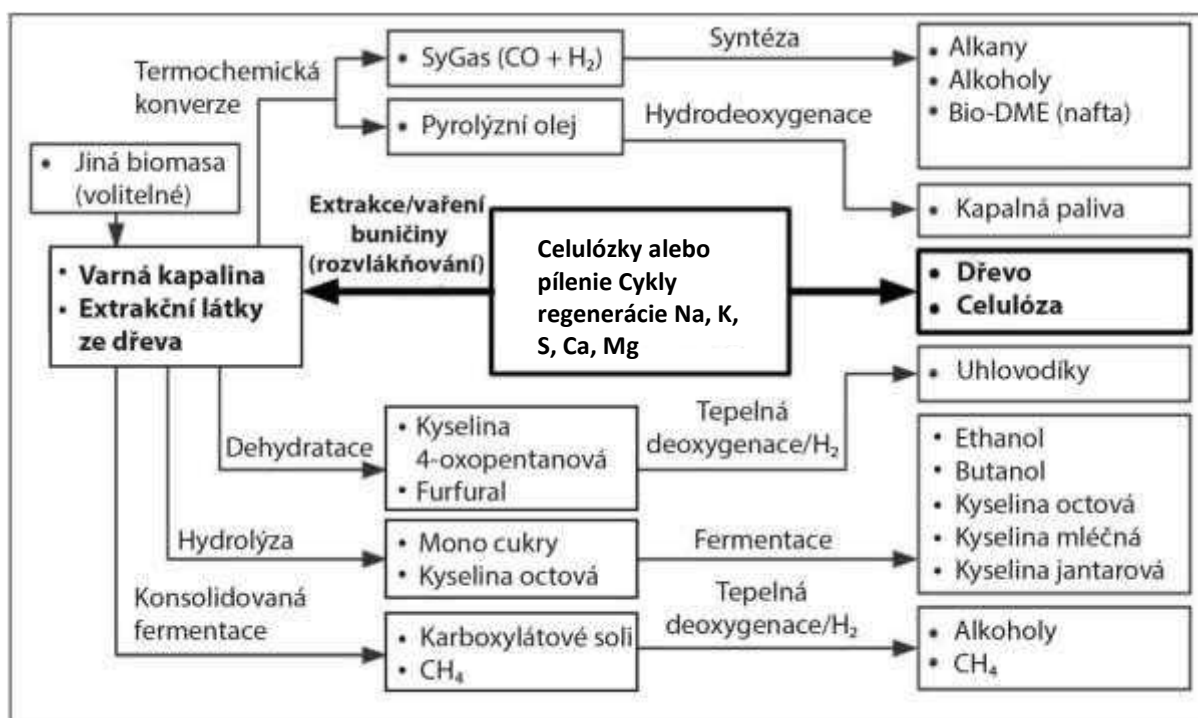
Stav vývoja

Stav vývoja, v ktorom sa nachádzajú možnosti i) až iv):

- i. Výroba prebytočnej energie/elektrickej energie. Predovšetkým zahŕňajú zníženie vlastnej spotreby tepla a elektriny (pozri kap. 3.3.27) pálenie čierneho lúhu s vysokým obsahom sušiny vo vysokoúčinných regeneračných kotloch. Energeticky účinnejšie kotly s rekuperáciou čierneho lúhu majú vyšší pomer energie k teplu, pretože využívajú ohrev napájacej vody, predohrev spaľovacieho vzduchu, rekuperáciu tepla zo spalín a predovšetkým vyššiu teplotu a tlak pary. V roku 2007 bol vo švédskej celulózke SCA Östrand nainštalovaný nový účinný kotol. Pred inštaláciou mal závod deficit elektrickej energie 114 GWh/rok. Po inštalácii nového kotla by elektrárň mohla zabezpečovať výrobu 90 GWh prebytočnej energie ročne. [137, K.Touminen 2010]. Energeticky efektívne regeneračné kotly sú cenovo dostupnou technológiou. Moderné kotly nedávno uvedené do prevádzky dosahujú teplotu 515 °C a tlak 110 barov a môžu zvýšiť celkovú výrobu energie až o 16 % v porovnaní s východiskovým stavom, ak sú v konštrukcii kotla zahrnuté všetky prvky na zvýšenie výroby energie

[124, Mäntyniemi 2010]. Účinnosť systému z hľadiska výroby energie je možné priamo zvýšiť, ak sa ako palivo na konečné prehriatie pary použije čistý palivový plyn, a nie čierny lúh. Spaľovaciu komoru pre plyny je možné úzko integrovať do regeneračného kotla. V dôsledku tohto usporiadania je možné použiť oveľa vyššie teploty pary až do 560-600 °C. [137, K.Touminen 2010]. Možným budúcim riešením ďalšieho zvýšenia výroby elektrickej energie (premenou energetického potenciálu čierneho lúhu) je technika splyňovania čierneho lúhu (pozri kap. 3.4.2).

- ii. Nahradenie fosilných palív používaných pri výrobe buničiny, najmä vo vápenke (pozri kap. 3.3.23). Táto technológia je k dispozícii od roku 1980, ale bola zavedená len v niekoľkých závodoch. Nárast cien ropy a plynu a nákladov na emisné kvóty môže v budúcnosti zvýšiť ziskovosť tejto technológie.
- iii. Väčšie Použitie prebytočného tepla na diaľkové vykurovanie je osvedčenou technológiou vo väčšine celulózok, najmä v severských krajinách (napr. Södra Värö a Mönsterås), a pravdepodobne sa bude naďalej rozširovať.
- iv. Integrácia výroby buničiny s inými výrobnými procesmi, ktoré využívajú biomasu ako surovinu (koncept biorafinérie). Budúce celulózky môžu postupne stať platformami pre integrované výrobné zariadenia na iné energetické a biorafinérské produkty. Existujú synergie, ktoré spočívajú v logistike a manipulácii so spoločnými surovinami, spoločnými servisnými zariadeniami, čistením odpadových vôd a najmä systémami výroby tepla a energie, ktoré možno integrovať do nových technológií a procesov. Boli zavedené rôzne všeobecné postupy, ktoré integrujú premenu biomasy na komoditné výrobky v rámci existujúcich celulózok a papierní. Na obrázku 3.87 sú znázornené tieto procesy, ktoré prechádzajú od biomasy k palivám a chemikáliám. Možné palivá a chemikálie sú uvedené na pravej strane.



Zdroj: [133, A.v.Heiningen 2010]

Obrázok 3.87: Procesy lesnej biorafinérie

V ľavej časti diagramu sú znázornené rôzne suroviny vrátane drevných látok a použitých čiernych lúhov, ktoré vznikajú v priebehu varenia drevných štiepok. Ďalšími možnými surovinami sú lesná biomasa, agrolignocelulóza (slama, kukuričné stonky a listy atď.) a kal. Niektoré z týchto technológií boli vytvorené v demonštračnom meradle. V súčasnosti prebieha rozsiahly výskum. Všetky procesy musia ešte prekonať rôzne výzvy, ale je pravdepodobné, že v prípadoch niektorých z nich budú v veľmi blízkej budúcnosti zavedené v plnom komerčnom meradle. [133, A.v.Heiningen 2010]. Očakáva sa, že integrácia celulózky s inými zariadeniami bude rásť.

Environmentálne dôsledky

Všetky tieto BAT zlepšujú bilanciu bielenej rozvlákňovania z hľadiska emisií CO₂ znižovanie emisií skleníkových plynov a väčšie využitie obnoviteľných zdrojov energie namiesto fosílnych palív na rôzne účely. Neboli k dispozícii žiadne informácie o emisiách a iných environmentálnych problémoch spojených s výrobnými zariadeniami na výrobu iných energetických a biorafinérskych produktov, ako sú biopalivá, syntézny plyn, etanol a iné.

Ekonomika

Výroba buničiny a papiera čelí rastúcej konkurencii zo strany nových výrobcov v tropických a subtropických oblastiach. Títo noví konkurenti majú podstatne vyššie výrobné náklady vďaka dostupnosti plantáží s rýchlo rastúcimi a vysoko kvalitnými druhmi dreva, ktoré im umožňujú rozšíriť výrobu. Aby tradiční výrobcovia celulózy a papiera v regiónoch mierneho pásma zostali finančne životaschopní, musia sa zmeniť a zväziť integráciu výroby dreva a celulózy s biorafinériami, ktoré vyrábajú celulózu, bioenergiu a biochemické produkty. Významnou príležitosťou pre celulóžky a papierne je, že obnoviteľné a uhlíkovo neutrálné procesy v oblasti bioenergie a biochemických produktov (biopalivá, biomateriály, chemikálie) sú Všeobecne ekonomicky atraktívnejšie, ak sú integrované do existujúcich celulózových a papierenských prevádzok. Táto transformácia smerom k integrovanej lesnej biorafinérii umožňuje sektoru zlepšiť vlastnú energetickú udržateľnosť a ekonomickú životaschopnosť prostredníctvom rozsiahlej infraštruktúry a know-how.

Literatúra

[34, Kankkonen et al. 2010], [124, Mäntyniemi 2010], [128, P.McKeough et al. 2010], [133, A.v.Heiningen 2010], [137, K.Touminen 2010].

3.4.2. Splyňovanie čierneho výluhu

Opis

Splyňovanie čierneho lúhu (BLG) je sľubnou technikou pre celulóžky, pokiaľ ide o nadprodukciiu (výroba s prebytkom) elektrickej energie alebo výrobu biopalív. Princípom BLG je proces premeny koncentrovaného čierneho lúhu na anorganické zlúčeniny (predovšetkým sodík a síru), ktoré sú vhodné na výrobu chemikálií na varenie a horľavého palivového plynu obsahujúceho predovšetkým vodík a Oxid uhoľnatý.

BLG sa používa na výrobu syntézneho plynu na pálenie v plynovej turbíne. Jednou z najzaujímavejších možností pre procesy BLG je prevádzka plynovej turbíny v kombinácii s parnou turbínou v kombinovanom cykle. Zahustený čierny výluh sa splyňuje v tlakovom reaktore za redukčných podmienok. Výroba surového syntézneho plynu zahŕňa oddelenie od anorganickej taveniny, prachu a sírových látok (sulfátu). Výsledný čistý plyn sa spaľuje v plynovej turbíne na výrobu energie. Horúce spaliny sa používajú na výrobu pary v kotli na odpadové teplo a výsledná vysokotlaková para vyrába ďalšiu energiu v parnej turbíne. [13, Landälv a kol. 2010], [193, Axegård et al. 2003, s. 58, s. 165].

Technológia založená na plynových turbínach existuje, ale nedá sa prispôbiť výkyvom prevádzky (preto je potrebné podporné palivo, ako je zemný plyn) a uplatniteľné plynové turbíny ešte neboli podrobené optimalizácii pre palivá s nízkou výhrevnosťou, takže na plné využitie potenciálu kombinovaného cyklu BLG je potrebná ďalšia práca na vývoji turbín, ako aj splyňovacej jednotky.

Technika BLG je možné použiť aj na výrobu syntézneho plynu ako suroviny na výrobu chemikálií s vyššou hodnotou na predaj (pozri kap. 3.4.1 vyššie). Niekedy sa to označuje ako koncept biorafinérie [55, M.Naqvi a kol. 2011].

Stav vývoja

V čase písania tohto článku (2013) bola najsľubnejšou a najpokročilejšou technológiou na priemyselné využitie vysokotlaková a vysokoteplotná technológia BLG vyvinutá spoločnosťou Chemrec.

Kombinovaný cyklus Chemrec pozostávajúci z plynovej a parnej turbíny dokáže v porovnaní s moderným regeneračným kotlom vyrobiť o 400 kWh viac energie na tonu buničiny, z čoho 80 kWh/ADt je dodatočná elektrická energia, ktorá je k dispozícii na predaj. Aby sa však dosiahla takáto energetická efektívnosť splyňovania čierneho lúhu, musí výkon závodu byť vyšší ako 450 000 ADt/rok. [57, O.Grigoray 2009].

Napriek tomu, že splyňovanie čierneho lúhu sa javí ako sľubná technológia pre celulózo-papierenský priemysel, existujú prekážky jej trhového uplatnenia. Medzi najdôležitejšie z nich zahŕňajú: dostupnosť finančných prostriedkov na jeho realizáciu, chýbajúci cenovo dostupný a spoľahlivý žiaruvzdorný systém, ktorý by chránil splyňovacu jednotku pred prevádzkovým zaťažením dlhšie ako niekoľko rokov, dosiahnutie dostatočnej čistoty syntetického plynu pre prevádzku plynovej turbíny, ale aj zvýšené zaťaženie v kaustifikačnej časti. Tieto otázky si vyžadujú ďalšie štúdie a nové testy.

V nasledujúcich desiatich rokoch môžu nastať priaznivé podmienky pre aplikáciu splyňovania čierneho lúhu, keďže celulóžky s kapacitou viac ako 450 000 ADt/rok v súčasnosti predstavujú 12 % a ich podiel bude naďalej rásť. Okrem toho sú potrebné okamžité a naliehavo vymeniť kotly v prevádzkovej prevádzke, pretože sú na konci svojej životnosti.

Environmentálne dôsledky

Priamo uvedené možné výhody BAT.

- Vyššia výroba energie Použitím kombinovaného cyklu (plynová turbína a parná turbína). Teoretické bilančné výpočty ukazujú, že u koncepcie kombinovaného cyklu BLG je možné dosiahnuť energetickú efektívnosť približne 30 % (vypočítanú z výhrevnosti čierneho výluhu). V porovnaní s účinnosťou bežného regeneračného kotla, ktorá je 12-13 %. Celková efektívnosť (elektrická energia a pary) by sa možná znížila približne o 5 % na približne 75 %. Znižuje sa tak výroba technologickej pary. V situácii s prebytkom pary to vyzerá ako zaujímavá možnosť zhustenia výroby elektrickej energie na predaj.
- Nízke emisie do ovzdušia.
- Pre celulóžky so zníženou kapacitou z dôvodu obmedzení regeneračného kotla to umožňuje zvýšiť výrobu. Systém je výhodný najmä v závodoch s integrovanou, ale neužitou kapacitou výroby buničiny a v prípadoch, keď úpravy v sekcii vlákien pridávajú do Regeneračného systému ďalšiu sušinu (napr. rozvlákňovanie s nízkou kappa, delignifikácia kyslíkom, zvýšená recyklácia odpadových vôd z systému bielenia).

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne podrobné a transparentné údaje. Cena 1 MWh elektrickej energie je približne štyrikrát vyššia ako cena pary, takže zvyšovanie pomeru elektrickej energie a tepla je pre celulóžky výhodné. Ak kapacita elektrickej energie rovná 2 100 kWh/ADt (z čoho polovicu možno predat'), kombinovaný cyklus so splyňovaním môže celulóžke priniesť ďalšie ekonomické výhody.

Literatúra

[13, Landälv a kol. 2010], [54, N.DeMartini et al. 2010], [55, M.Naqvi et al. 2011], [56, Naqvi et al. 2010], [57, O.Grigoray 2009], [193, Axegård et al. 2003].

3.4.3. Selektívne znižovanie chloridov a draslíka použitím upravenia prachu ESP (čistenie)

Opis

Vysoké hladiny chloridov a draslíka v cykli regeneračného procesu bielennej soli urýchľujú upchávanie regeneračného kotla za určitých okolností. Súčasný hodnoty v prípadoch, keď sa používajú kotly, vyžadujú, aby sa kotly niekoľkokrát ročne odstavili a prepláchli vodou. Ostatné prevádzky podliehajú takýmto nepravidelným odstávkam

zhustiť výkon dúchadla a tepelná cirkulácia. V niektorých sulfátových zariadeniach sa časť celkového popola zachyteného v elektrostatických odlučovačoch bežne odstraňuje, čo však vedie k rozsiahlym stratám síranu sodného a uhličitanu sodného. Odstránený sodík sa musí nahradiť, čím vznikajú ďalšie náklady na doplnenie chemikálií.

Metódy úpravy prachu ESP zahŕňajú lúh, kryštalizáciu odparovaním, kryštalizáciu chladením a iónovú výmenu. Prvé tri metódy fungujú na základe rozdielov v rozpustnosti síranov alkalických kovov a chloridov alkalických kovov. Proces iónovej výmeny využíva na oddelenie chloridov od síranov iónovú retardáciu. Pri druhej BAT je možné použiť amfoterné iónovo-výmenné živice na čistenie popola z ESP na odstránenie chloridov.

Stav vývoja

Všetky uvedené systémy boli nainštalované a prevádzkované vcelku aspoň v jednom závode. Uvedené efektívnosti znižovania a prevádzkové skúsenosti s znižovaním K a Cl sa líšia.

Environmentálne dôsledky

Tieto techniky prispievajú k zachovaniu uzavretých procesných prietokov a zároveň zabraňujú negatívnym vedľajším účinkom. Ak chcú celulózky dosiahnuť lepšiu izoláciu technologických prietokov, musia brať do úvahy aj neprocesné chemikálie, ktoré vstupujú do celulózky spolu so surovinami a technologickými chemikáliami. Uvedené najškodlivejšie chemikálie zahŕňajú chloridy a draslík. Hromadenie chloridov (Cl) a draslíka (K) znižuje bod topenia popola z regeneračného kotla, čo spôsobuje prilepenie a upchatie priechodu spalín. Zvyšuje sa aj riziko korózie. To všetko je možné viesť k výrobným stratám. Chlorid a draslík sú vylúčené v popole z regeneračného kotla. Odstránenie chloridov a draslíka z tohto popola sa považuje za výhodnú možnosť kontroly hladiny chloridov v regeneračnom cykli závodu.

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne údaje z úplnej prevádzky. Ekonomické výhody spočívajú v tom, že tieto BAT znižujú náklady na chemikálie pre sulfátové celulózky. Skládkovanie popola z regeneračného kotla je tiež možné znížiť.

Investičné a prevádzkové náklady sú závislé od cieľovej efektívnosti odstraňovania Cl a K a od zvoleného systému Upravenia (čistenia). Požadovaná efektívnosť závisí aj od bilancie sodíka a vápna v papieri.

Literatúra

[51, R.Honkanen 2010], [52, Goncalves et al. 2009].

3.4.4. Čiastočná autokaustifikácia boritanov

Opis

Hlavná autokaustifikačná reakcia, ktorá prebieha v peci regeneračného kotla, prebieha medzi boritanom sodným (NaBO_2) a uhličitanom sodným (Na_2CO_3) v roztavenej tavenine za vzniku trioxoboritanu sodného (Na_3BO_3). Rozhodujúcimi parametrami procesu sú teplota a pomer Na/B v čiernom lúhu. Trioxoboritan sodný reaguje s vodou v nádrži na rozpúšťanie taveniny k vzniku hydroxidu sodného (NaOH) a regeneračného NaBO_2 [39, M.Michniewicz a kol. 2010], [40, B.Bujanovic a kol. 2003], [41, H.Tran a kol. 2001].

K procesu čiastočnej autokaustifikácie boritanov dochádza v prípade, keď sa do síranového lúhu pridávajú boritany sodné v vyššej ako stechiometrickej koncentrácii [38, M.Björk a kol. 2005]. Časť uhličitanu sodného (Na_2CO_3) prechádza kaustifikáciou v regeneračnom kotli. Kaustifikácia zvyšných Na_2CO_3 sa dokončí v konvenčnom kaustifikačnom zariadení v celulózke, ktorá znižuje obsah vápna.

Táto technológia sa javí ako životaschopná možnosť, najmä v prípade sulfátových celulózok, kde je potrebná dodatočná kapacita v kaustifikačnej a vápennej peci. Prevádzkové testy ukázali, že žiadne

nedochádza k rozsiahlym vedľajším účinkom na procesy v závode. Predovšetkým závery štúdií [37, B.Eckert a kol. 2005], [40, B.Bujanovic et al. 2003] naznačujú, že prítomnosť boritanov vo varnom lúhu zvyšuje výťažnosť buničiny, pravdepodobne znižuje výkvet, zvyšuje selektivitu odstraňovania lignínu a môže zvýšiť viskozitu buničiny pri rovnakom čísle kappa. Veľkou výhodou tejto techniky je, že si nevyžaduje kapitálové investície, pretože autoklávovacia reakcia prebieha v existujúcom Regeneračnom kotli. Úspech tejto technológie je závislý na tom, či je možné čierny lúh obsahujúci bór účinne spracovať v Regeneračnom kotle, a tiež na stupni dokončenia reakcií, ktoré sú súčasťou prevádzky a tvoria triboritan sodný (Na_3BO_3) v kotle.

Stav vývoja

Od začiatku roku 2000 sa táto technológia testovala v niekoľkých terénnych skúškach priamej aplikácie priamo na mieste. Výsledky ukazujú, že táto technológia funguje a znižuje spotrebu vápna o množstvo úmerné úrovni (stupňu) autokaustifikácie (v závislosti od molárneho pomeru Na/B v cyklu lúhu). Nemá žiadny negatívny vplyv na vlastnosti buničiny, koróziu zariadení, prevádzku fermentora, pranie buničiny, odparovanie čierneho lúhu, rekaustikáciu a procesy vápennej pece. Niekoľko celulózok na výrobu bielennej buničiny v USA, Kanade a Švédsku (Stora Enso Norrsundet) už používa techniku čiastočnej autokaustifikácie (10-30 % miera autokaustifikácie).

Environmentálne dôsledky

Táto technika umožňuje vyrábať hydroxid (hydroxid sodný) priamo v regeneračnom kotli a zlepšiť procesy vápennej pece a kaustifikácie znížením kaustifikačného zaťaženia a množstva vápna, ktoré sa spracúva v systéme. Sľubné prínosy pre prostredie sú súvisiace s znížením emisií z vápennej pece a s znížením spotreby energie alebo paliva vo vápennej peci.

Ekonomika

Čiastočná automatická kaustifikácia boritanov môže zabezpečiť úsporu nákladov a environmentálne výhody pre celulózky na výrobu sulfátovej buničiny, ktoré majú obmedzené možnosti kaustifikácie, tým, že zmierni úzke miesta vo výrobnom cykli lúhu bez toho, aby vznikli náklady na zvýšenie kapacity konvenčných kaustifikačných zariadení a vápenných pecí. Výhodou je nižšie zaťaženie vápennej pece, znižovanie spotreby paliva, zníženie nákupu čerstvého vápna a odstránenie odstraňovanie žieravého kalu. Prípady, kedy sú výhody spôsobené vyššími výťažkami buničiny vo fermentore alebo možným znížením zaťaženia alkáliami. Pridanie boritanu však zvyšuje obsah sušiny v spaľovanom čiernom lúhu, najmä pri vysokých stupňoch autokaustifikácie, a môže mať za následok zníženie výhrevnosti čierneho lúhu a produkcie pary.

Literatúra

[37, B.Eckert a kol. 2005], [38, M.Björk a kol. 2005], [39, M.Michniewicz a kol. 2010], [40, B.Bujanovic a kol. 2003], [41, H.Tran a kol. 2001], [48, Mao a kol. 2006].

3.4.5. Techniky SNCR alebo SCR na zníženie emisií NO_x z kotla na regeneráciu čierneho výluhu

Opis

SNCR

Vstrekovanie amoniaku do horúceho (približne 900 - 1 000 °C) plynu spôsobuje selektívnu nekatalytickú redukciu (SNCR), pri ktorej sa oxid dusíka mení na molekulárny dusík (N_2). Tento proces sa používa v elektrárenských kotloch, kotloch na kôru, spaľovniach odpadu, sklárskych peciach, vápenkách a iných zariadeniach. Jeho účinnosť a uplatniteľnosť pre regeneračné kotle sú stále nejasné.

Tento proces využíva hornú časť regeneračného kotla ako "chemický reaktor" a nevyžaduje žiadne ďalšie zariadenie za kotlom. Na zníženie množstva chemikálií sa musí nainštalovať séria injekčných otvorov na niekoľkých úrovniach.

Reakcia zvyčajne prebieha v úzkom rozmedzí teplôt. Hlavnými parametrami pri prevádzke BAT sú riadenie nežiaduceho amoniaku (NH_3), dobré premiešanie pridaného amoniaku a vzduchu a dimenzovaný čas zdržania pri správnej teplote. Pri príliš vysokej teplote amoniak oxiduje na NO_x , zatiaľ čo pri nízkych teplotách sú reakcie príliš pomalé a amoniak opúšťa kotol nezreagovaný (amoniak/únikov₃-).

SCR

Selektívna katalytická redukcia (SCR), pri ktorej sa amoniak vstrekuje v špeciálnom katalytickom reaktore do ochladených spalín, je dobre známa technika, ktorá sa bežne používa v elektrárenských kotloch, ale v regeneračných kotloch sa vyskytla len v pilotnej fáze. Problémom tejto výroby je zabezpečiť dimenzované odstránenie prachu z plynu pred procesmi v katalytickom reaktore a životnosť katalyzátora.

Stav vývoja

SNCR

Selektívna nekatalytická redukcia NO_x na báze vstrekovania amoniaku bola testovaná v regeneračnom kotle s kapacitou 2 000 t/d [46, M. Lundberg a kol. 2008]. Výsledky ukázali dobrú mieru redukcie s obmedzeným únikom amoniaku v rozsahu zaťaženia 60-100 %. V prípade ostatných emisií nemal prídavok amoniaku žiadny alebo len malý vplyv.

Osobitná pozornosť sa venovala chemickému zloženiu popola s cieľom posudzovať možnosť tvorby amónnych solí na vykurovacích plochách. Analýzy vzoriek sedimentov spolu s výpočtami termodynamickej rovnováhy ukazujú, že tento potenciál je obmedzený a nemá vplyv na vlastnosti sedimentov.

Určitým problémom pri použití tejto techniky v regeneračných kotloch v sulfátových celulózkach je kolísavé zaťaženie kotla, ktoré posúva miesto optimálneho teplotného okna pre techniku SNCR na iné miesto v potrubí spalín. Dôvodom je, že efektívnosť redukcie NO kolíše. Je tiež potrebné viac si uvedomiť zvýšené riziko korózie v odvode plynu, ktoré je možné, že je spojené s touto výrobou. Testy tejto metódy prebiehajú [225, Hupa 2005].

Výpočtové simulácie dynamiky prúdenia ukázali, že prienik dýz SNCR do pary regeneračného kotla bol nedostatočný, čo naznačuje, že obmedzený počet vstrekovacích vstupov nebol dostatočný na zabezpečenie rovnomernej distribúcie. To naznačuje, že je možné systém vstrekovania výrazne zlepšiť. Nie sú k dispozícii žiadne spoľahlivé údaje o prevádzkovej ekonomickej efektívnosti BAT.

SCR

Predbežné testy tejto techniky prebiehajú v sekundárnom prúde oddelenom od pálenia v regeneračnom kotle, ale dlhšie nebola oznámená demonštrácia v plnom rozsahu. [225, Hupa 2005]. Techniku SCR je možné použiť za určitých podmienok (aplikácie s nízkou prašnosťou v rámci ESP, potreba nízkych hodnôt SO_2 , nové usporiadanie vykurovacej plochy) možno zvážiť ako možnosť pre nové regeneračné kotly. Najmenej jeden dodávateľ Regeneračných kotlov ponúka Regeneračné kotly s technológiou SCR.

Environmentálne dôsledky

V porovnaní s bežnými zariadeniami na pálenie má kotol na rekuperáciu čierneho lúhu nízke emisie oxidov dusíka. Regeneračný kotol je však najväčším zdrojom NO_x v sulfátových celulózkach z dôvodu vysokých prietokov plynu. Použitie opatrení na čistenie spalín na regeneračnom kotle by preto malo najväčší vplyv na celkové emisie. Okrem toho je možné očakávať zvýšenie emisií NO_x z moderných vysokoúčinných regeneračných kotlov, čo bude predovšetkým spôsobené vyšším obsahom sušiny v čiernom lúhu (vyššie teploty) a vyšším zaťažením pece.

SNCR

Pri aplikáciách SNCR bolo zaznamenané a potvrdené potenciálne zníženie o približne 30-50 %. [225, Hupa 2005], ale bez uvedenia použitej stochiometrie a úniku amoniaku. Efektívnosť odstránenia závisí od množstva vstrekovanej amoniaku a prevádzkových podmienok (nízka hodnota počiatocného obsahu NO_x, kolísanie teploty, vplyv iných zložiek v plyne). Nezreagovaný amoniak, ktorý zostáva v spalínach ako emisie amoniaku, by mohol obmedziť použitie tejto techniky pri znižovaní emisií NO. Stále chýbajú praktické empirické údaje o najlepšom umiestnení dávkovania amoniaku a prevencii predávkovania (úniku amoniaku) v regeneračných kotloch v sulfátových celulózkach.

SCR

Podľa výsledkov dosiahnutých v iných odvetviach (veľké spaľovacie zariadenia, sklársky priemysel) je pri použití SCR možné očakávať zníženie emisií o 70 - 90 %. Efektívnosť odstraňovania závisí od množstva vstrekovanej amoniaku a prevádzkových podmienok. Nezreagovaný amoniak, ktorý zostáva v spalínach ako emisie amoniaku, je faktorom, o ktorom je zatiaľ k dispozícii málo praktických empirických údajov a ktorý môže obmedzovať účinnosť týchto techník pri znižovaní emisií NO.

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne údaje o investičných nákladoch. Prevádzkové náklady systému zahŕňajú dodávky chemikálií, elektrickú energiu, teplo používané na Odparovanie vstrekovanej vody a prácu. Veľmi rozhodujúcim faktorom je cena redukčného činidla (amoniaku).

Literatúra

[46, M. Lundberg a kol. 2008], [63, Salmenoja 2009], [225, Hupa 2005].

3.4.6. Odstránenie komplexotvorných (chelačných) činidiel mierne alkalickou biologickou úpravou alebo ich regeneráciou použitím tzv. obličiek

Opis

Komplexotvorné (chelačné) činidlá EDTA a DTPA sa v celulóзовom a papierenskom priemysle používajú už mnoho rokov. Používajú sa pre svoje dobré sekvestračné vlastnosti, t. j. schopnosť potláčať aktivitu rozpustených iónov prechodných kovov bez vyzrážania. Tieto ióny kovov sú schopné katalyzovať rozklad peroxidu vodíka v bieliacich činidlách na radikály. V odpadových vodách z uvedených výrobných procesov sa zistila zvýšená úroveň komplexotvorných (chelačných) činidiel. Analýzami odpadových vôd zo sulfátových celulózk sa zistilo 25 - 40 % nabitých komplexotvorných (chelačných) látok. To zodpovedá obsahu EDTA 10 - 15 mg/l v odpadovej vode pri dávke 2 kg EDTA na tonu buničiny. Hoci EDTA nie je na environmentálnej úrovni toxické pre cicavce, existujú určité obavy z jej schopnosti znovu mobilizovať toxické ťažké kovy zo sedimentov a z jej problematickej biologickej biodegradácie.

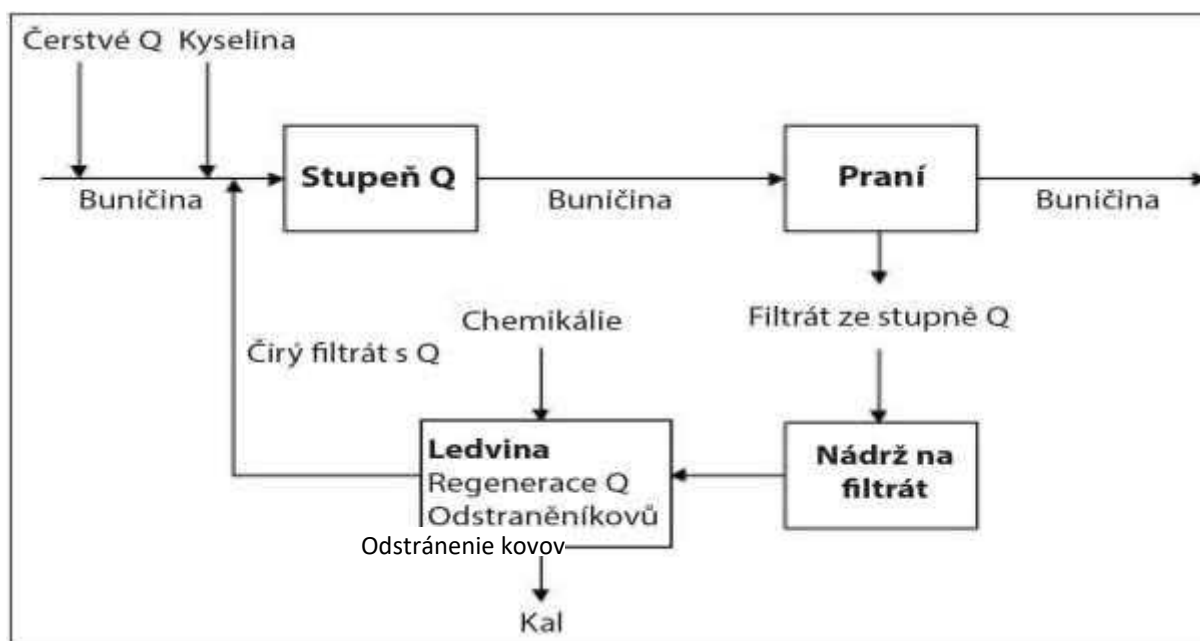
Možnosť 1

Biologické čistenie pomocou aktivovaného kalu a neaktivovaného kalu, ktoré sa bežne používa v celulóзовo-papierenskom priemysle, úspešne znižuje Chemickú spotrebu kyslíka (CHSK) a BOD v odpadových vodách. Tento systém však nedokáže významne znížiť obsah EDTA v odpadových vodách. Zistilo sa, že EDTA je odolná voči aeróbnej biodegradácii v zariadení s aktivovaným kalom v prevádzke za normálnych podmienok (pH 7). Okrem toho sa EDTA neadsorbuje na kal, a preto prechádza čističkou odpadových vôd bez toho, aby sa podstatne rozložila. Raz štúdia [154, Virtapohja et al. 1997] zistili úplnú biologickú biodegradáciu EDTA v zariadení s aktivovaným kalom za mierne alkalických podmienok (pH 8-9). Dosiahnutie priemernej redukcie EDTA približne 50 % (približne 10 % pri pH 7).

Možnosť 2

Ďalšou technickou možnosťou zníženia vypúšťania komplexotvorných (chelatačných) látok v odpadových vodách z peroxidových bieliacich stupňov je zníženie spotreby a vypúšťania týchto látok použitím tzv. obličkových výpustí. Obličky by sa mohli použiť pri spätnom získavaní EDTA z odpadovej vody (výluhu) zo úrovne Q. Očakáva sa, že spotreba EDTA by sa mohla znížiť o 65 %. Systémy obličiek slúžia tiež na znižovanie iných problematických látok, ako sú extrahovateľné látky a kovy z filtrátov bielidiel.

Princíp obličiek spočíva v tom, že za mierne alkalických podmienok (pH 10) sa do filtrátu (výtoku z bielenia) dávajú chemikálie. Kovy viazané na EDTA (alebo DTPA) sa vylúčia, zrážajú a podstupujú odstránenie spolu s kalom ([116, Rampotas a kol. 1996], [193, Axegård et al. 2003], s. 90). Princíp použitia príkladu obličiek pri regenerácii chelačných (komplexotvorných) činidiel je znázornený na obrázku 3.88.



Obrázok 3.88: Regenerácia chelačných látok vo filtrátoch z bieliacich zariadení Použitím obličky

Vzhľadom na menšie množstvo kovov vstupujúcich do bieliacich zariadení je pred peroxidovým krokom potrebná menšia dávka chelačných činidiel. Okrem toho samotná regenerácia komplexotvorných (chelačných) činidiel znižuje spotrebu. Očakávané zníženie obsahu vápnika, mangánu a železa je veľmi veľké – viac ako 80 %. Regenerácia Q vedie k vyšším dávkam čerstvého Q. V odpadových vodách sa preto nachádzajú nižšie hladiny komplexov kovov.

Stav vývoja**Možnosť 1**

Sľubne vyzerá biologická degradácia EDTA v zariadeniach s aktivovaným kalom so špeciálnymi obohatenými bakteriálnymi kultúrami (kal pestovaný s EDTA) alebo v alkalických podmienkach. Možnosť spracovať odpadovú vodu s obsahom látok EDTA v zariadeniach s aktivovaným kalom za mierne alkalických podmienok bola potvrdená skúškami takýchto zariadení v plnom rozsahu. Parametre procesu, ako je čas zdržania kalu, teplota, vek kalu, zloženie komplexov EDTA atď., sú veľmi dôležité a stále sa skúmajú.

Možnosť 2

Bez aplikácií v plnej prevádzke.

Dôsledky prostredia

Možnosť 1

Pri plnej prevádzke zariadenia s aktivovaným kalom v mierne alkalických podmienkach (pH 8-9) sa dosiahlo dosiahnutie priemernej redukcie EDTA o 50 % (približne 10 % pri pH 7). Výsledky tiež ukázali, že úprava pH na 8-9 pomocou vápenatého oxidu (dávka približne 90 mg CaO/l) nenarušuje normálnu prevádzku zariadenia s aktivovaným kalom. Úroveň EDTA vo vzorkách s urýchlenu biodegradáciou zostala relatívne konštantná (2 - 4 ppm). Biologická degradácia EDTA zvyšuje uvoľňovanie dusíka.

Keďže odpadové vody z celulózy a papierní sú zvyčajne chudobné na dusík, zvýšený rozklad EDTA v zariadeniach s aktivovaným kalom ako prostriedok na zvýšenie výživovej hodnoty dusíka je jednoznačným prínosom.

Možnosť 2

Použitím obličiek na bielenie odpadovej vody sa spotreba čerstvej vody znižuje prostredníctvom recirkulácie bieliacich filtrátov [193, Axegård et al. 2003].

Ekonomika

Dodatočné náklady na biologickú biodegradáciu EDTA v zariadeniach s aktivovaným kalom v alkalických podmienkach sú priamo spôsobené spotrebou CaO.

Pre aplikáciu systému bielenia obličiek nie sú k dispozícii žiadne ekonomické údaje.

Literatúra

[116, Rampotas a kol. 1996], [154, Virtapohja et al. 1997], [193, Axegård et al. 2003].

3.4.7. Zvýšené uzavretie systému v kombinácii s použitím „obličiek“

Opis

Zníženie spotreby čerstvej vody pri výrobe sulfátovej buničiny je výhodné z hľadiska prostredia aj z ekonomického hľadiska, pretože znižuje spotrebu energie a náklady na úpravu vody a čistenie odpadových vôd. Keďže otvorenú časť celulózy tvorí predovšetkým bieliacich zariadenie, je zrejma snaha začleniť filtráty do regeneračných systémov alebo zvýšiť ich recirkuláciu v rámci bieliacich zariadení. Vysoký stupeň uzavretia systému celulózy však môže mať negatívne účinky, pretože vedie k hromadeniu suspendovaných látok a neprocesných prvkov (NPE) v bieliacich stupňoch a chemických cykloch (procesných kvapalinách). Sulfátové celulózy prevádzkované nepretržite pri vysokej úrovni odstavenia systému (napr. so spotrebou vody približne 15 m³ na tonu buničiny alebo menej) musia používať špeciálne techniky na oddeľovanie a vypúšťanie neprocesných látok.

Predovšetkým negatívne účinky úrovne NPE v celulóze sú inkrustácia, upchávanie, korózia, zvýšené chemické zaťaženie a rozklad bieliacich chemikálií (pozri tab. 3.34).

Tabuľka 3.34: Nepriaznivé účinky spôsobené neprocesnými prvkami (NPE)

Negatívne účinky	Prvky
Možná tvorba kameňov, usadenín vo všetkých častiach zariadenia	Al, Si, Ca, Ba
Tesnenie v regeneračnom kotle	kal, Cl
Korózia	kal, Cl
Inertné zložky v vápennom cykli	P, Mg, Al, Si
Menej efektívne bielenie kyslíkom a peroxidom	Mn, Fe, Cu
Vplyv na prostredie	N, P, Cd, Pb
Zdroj: [193, Axegård et al. 2003] (s. 4-8, 65-108)	

Hlavné problémy, ktoré sa vyskytujú pri veľkoplošnom zatváraní bieliacich zariadení:

- vyzrážanie a usadzovanie zle rozpustných zložiek s iónmi alkalických kovov, t. j. šľavelanu vápenatého, uhličitanu vápenatého a síranu bárnatého;
- ióny prechodných kovov, ktoré pôsobia ako katalyzátory pri rozklade peroxidu vodíka;
- Negatívny vplyv iónov mangánu Mn(II) na efektívnosť bielenia chemikáliami na báze kyslíka.

Problémy spôsobené hromadením NPE možno účinne vyriešiť použitím tzv. obličkovej technológie (redundancia/separačné POSTUPY). Tieto druhy procesov sú dobre známe a dostupné, ale ich hlavné obmedzenia spočívajú v ich cene a malom počte aplikácií v plnej prevádzke.

Stav vývoja

Pokiaľ ide o celulózky s uzavretým cyklom a bielením, v niektorých oblastiach boli zavedené nové technológie na uľahčenie prevádzky, ale aj oblasti, v ktorých je potrebný ďalší vývoj. Úplné uzavretie systému v priebehu výroby buničiny (ktoré teoreticky umožňuje celulózu bez odpadových vôd) zatiaľ nie je možné, pretože v procese sa hromadia neprocesné prvky, ktoré sa do procesu dostávajú najmä s drevom, ale aj s chemikáliami a procesnou vodou, a musia sa zo systému odstrániť.

Obličky pre NPE zahŕňajú BAT ([193, Axegård a kol. 2003], s. 65-108) uvedené položky.

- **Vylúhovanie drevných štiepok.** Drevné štiepky sú predovšetkým hlavným zdrojom väčšiny NPE v celulóze. Značnú časť uvedených balastných látok možno z dreva odstrániť vylúhovaním drevných štiepok v kyslom roztoku pri teplote 80 - 100 °C pred varením. Výsledky štúdií pri použití rôznych lúhovacích kvapalín (voda, kyseliny, chelačné látky a MgSO₄) ([193, Axegård et al. 2003] s. 83-89), ukazujú možnosti odstránenia rôznych NPE z priemyselných borovicových štiepok. Kyslé lúhovanie zriedenou kyselinou sírovou, ktoré sa zdá byť najefektívnejšie, znižuje obsah väčšiny iónov kovov. Obsah K sa znížil približne o 75 %; Ca, Mn a Mg približne o 70 %; Al, Ba, Cd, Co, Cu, Ni a Zn na rozpätíach 50 - 65 %. Potenciál na realizáciu je dobrý. Základné požiadavky takéhoto procesu boli z veľkej časti objasnené a proces je pripravený na testovanie priame v priemysle. ([193, Axegård a kol. 2003], s. 6).
- **Filtrácia zeleného lúhu a odstránenie kalu zo zeleného lúhu.** Oddelovanie a odstraňovanie kalu zo zeleného lúhu sa považuje za dôležitý proces pri odstránení mnohých neprocesných prvkov zo sulfátového procesu. Tradičná metóda separácie, t. j. sedimentácia, sa však ukázala ako náročná a nedostatočne účinná, najmä v prípade vyšších rýchlostí recirkulácie technologických prietokov. oveľa lepšie výsledky separácie možno dosiahnuť použitím filtračných techník. V rámci výskumného programu KAM2 sa skúmali filtračné vlastnosti zeleného kalu a následne sa navrhli POSTUPY na zlepšenie tejto pomerne náročnej separácie. ([193, Axegård et al. 2003], p. 91-94). Prídavok iónov hliníka a vápnika do kalu zo zeleného lúhu zlepšuje vlastnosti filtrácie, rovnako ako prídavok žieravého kalu.
- **Kyslé zrážanie lignínu z výluhu.** Predovšetkým sa používa separácia lignínu z čierneho výluhu na získanie dodatočnej energie vo forme pevného biopaliva. Vedľajším účinkom je však aj to, že NPE sa odstraňujú z cyklu lúhu celulózy spolu s lignínom. V rámci projektu Ecocyclic sa skúmali tieto postupy: zrážanie lignínu okyslením, separácia vyzrážaného lignínu filtráciou a premývanie lignínu ([193, Axegård et al. 2003], s. 95-96). Zistili sa priaznivé podmienky pre vyzrážanie približne 30 % sušiny z čierneho lúhu, ako aj parametre pre odvodnenie a premývanie vyzrážaného lignínu. Dôležitými parametrami sú teplota zrážania, iónová sila a pH. Metóda je pripravená na testovanie v poloprevádzkovom meradle.
- **Membrána Frakcionácia lignín z adresy bielennej čierneho výluhu.** Štúdie ukázali, ([193, Axegård a kol. 2003], s. 97-100) že je možné úspešne frakcionovať Koncentrovaný čierny výluh pomocou ultrafiltrácie s polymérovou a keramickou membránou. Keramické membrány si zachovávajú svoje priaznivé vlastnosti aj pri vysokých teplotách a vysokej alkalite. Atraktívnou možnosťou je odstránenie lignínu z fermentačného okruhu, čo je možné využiť na zhutnenie výkonnosti rozvlákňovania a bielenia. Táto metóda je pripravená na testovanie v poloprevádzkovom meradle.

- **Oddelenie iónov kovov z bieliacich filtrátov - tzv. obličiek v bieliacich zariadeniach.** Vnútné uzavretie bieliaceho zariadenia s cieľom znížiť spotrebu vody protiprúdovou recykláciou filtrátu vedie k zvýšeniu teploty vody a tiež k zvýšeniu úrovne anorganických a organických zložiek v bieliacom zariadení. Navrhovaným riešením je zavedenie nových obličiek do bieliaceho zariadenia, aby sa predišlo možným problémom s týmto procesom. Na filtrát zo stupňa D a na filtráty z ostatných kyslých úrovní je možné uplatniť koncepciu tzv. ([193, Axegård et al. 2003], s. 79). Zahŕňa odstránenie viacvalentných iónov kovov (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} atď.) Použitím procesu kationovej výmeny. Upravenej filtrátu je možné ho recyklovať späť do bieliaceho zariadenia. Ďalšou metódou používanou na čistenie kyslých alebo takmer neutrálnych filtrátov z bieliarní, ktoré sú bohaté na suspendované NPE, je úprava pH filtrátu na približne 11 (pri 60 °C) Použitím žieravej sódy, vápna alebo bieleho lúhu. Veľké množstvo iónov kovov potom tvorí slabo rozpustné zložky, ktoré možno oddeliť filtráciou alebo flotáciou. Neutrálne a alkalické filtráty je možné upraviť (predovšetkým od organických látok) ultrafiltráciou a nanofiltráciou ([193, Axegård et al. 2003], s. 104-106). Použitie uvedených postupov je však stále vo fáze laboratórneho výskumu.
- **Odstránenie chloridov a draslíka upravením (čistením) popola z ESP.** Rôzne techniky, ktoré sa už v niektorých celulózkach používajú (pozri kap. 3.4.6), možno považovať aj za tzv. obličky NPE. V rámci projektu KAM2 sa skúmala ďalšia nová technika - elektrodialýza ([193, Axegård et al. 2003], s. 100-102). Elektrodialýza je separačná metóda, ktorá využíva využitie rozdielu elektrických potenciálov ako dôvodu. Mechanizmus separácie je založený na Použití iónovo selektívnych membrán a elektrického poľa kolmého na membránu. Táto technika je sľubná pre celulózovo-papierenský priemysel, a to nielen pri úprave prachu z ESP, ale aj pri odstraňovaní chloridov z filtrátov z bielenia.

Environmentálne dôsledky

Cieľom vývoja smerom k zariadeniam s uzavretým cyklom je účinne znížiť vypúšťanie organických a anorganických látok do vody a dosiahnuť minimalizáciu energie uvoľňovanej v systéme.

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne údaje.

Literatúra

[193, Axegård et al. 2003]

4. PROCES VÝROBY SULFITOVEJ BUNIČINY

Objem výroby sulfitovej buničiny je oveľa menší ako objem výroby sulfátovej buničiny. Hlavným dôvodom obmedzenejšej použiteľnosti siričitanových buničín je, že pevnosť týchto buničín nie je všeobecne taká dobrá ako pevnosť sulfátových buničín, hoci v prípadoch špeciálnych ponúkajú siričitanové buničiny iné výhody. Už niekoľko desaťročí nebol postavený žiadny nový závod na výrobu sulfitovej buničiny. Hlavný dôraz sa predovšetkým kládol na investície a činnosti zamerané na rozšírenie sortimentu výrobkov (využitie produktov), zlepšenie kvality buničiny alebo podporu vývoja nových výrobkov.

NSSC je veľmi flexibilný, pokiaľ ide o podmienky šarže a kvalitu produktov vyrábaných v rámci výroby. Na výrobu sulfitovej buničiny je v zásade možné použiť celý rozsah pH, a to zmenou dávkovania a zloženia chemikálií. Proces výroby sulfitovej buničiny preto umožňuje výrobu mnohých rôznych druhov a kvalít buničiny pre širokú škálu aplikácií.

4.1. Použité procesy a techniky

V Európe (okrem Ruska, Bieloruska a Turecka) je v prevádzke 18 závodov na výrobu sulfitovej buničiny (2010). Táto kapitola sa zameriava na výrobu buničiny pre papierenský priemysel (13 celulózok), ale obsahuje aj stručný opis niektorých špeciálnych metód výroby buničiny, napr. výrobu chemickej buničiny pre textilný priemysel (tri celulózky v Rakúsku, Španielsku a Švédsku) a špeciálnej buničiny na chemické účely (dve celulózky vo Francúzsku a Nórsku). Stručne sú opísané aj neutrálne sulfitové polobunky (NSSC). Táto kapitola obsahuje aj stručný úvod do výroby bieliacich chemikálií a produktov.

Vzhľadom na podobnosť medzi sulfitovou a sulfátovou buničinou sa mnohé opatrenia na výrobu sulfátovej buničiny v mnohých ohľadoch uplatňujú aj na výrobu sulfitovej buničiny. Informácie o technikách, ktoré sa ukladajú, nájdete v oddieli o výrobe sulfátovej buničiny v časti 3.3. Pokiaľ ide o techniky, ktoré sa majú zohľadniť pri určovaní BAT pri výrobe papiera, odkazujeme čitateľa na kapitolu 7.3, ktorá sa uplatňuje na všetky integrované celulózky a papierne.

V súčasnosti je vo Švédsku len jedna integrovaná celulózka (Nordic Paper, Säfle), ktorá vyrába nebielenú sulfitovú buničinu v malých množstvách ("nebielená" sulfitová buničina sa delignifikuje v ozónovom kroku, po ktorom nasleduje extrakčný krok). Všetky ostatné továrne na výrobu sulfitových buničín v Európe vyrábajú bielenú sulfitovú buničinu. Tri celulózky vyrábajú sulfitovú buničinu na výrobu papiera (Rakúsko, Česká republika, Portugalsko), jedna z buničiny z listnatých drevín (eukalyptus) a dve z buničiny z ihličnanov. Neutrálne sulfitové polobuničiny (NSSC), ktoré používajú kombináciu sulfitovej a mechanickej výroby buničiny, vyrábajú len nebielenú buničinu (vlnitú vrstvu).

Sulfitový proces je možné, aby se lišil v technológii chemického rozvlákňovania (pH, použitie zásad) a v produktech (papierovina, viskózová buničina). Druhy buničiny sa delia do troch skupín: buničina na výrobu papiera (kyslá hydrosulfitová buničina, magnefitová buničina), rozpustná buničina na textilnú výrobu a špeciálna buničina na chemické použitie. V tabuľke 4.1 sú zhrnuté rôzne druhy výroby sulfitovej buničiny v Európe v prevádzke.

Tabuľka 4.1: Hlavné postupy výroby sulfitovej buničiny v Európe

Procesy (1)	Počet závodov v Európe	pH	Báza	Teplota dávky (°C)	Výtazok buničiny (%)	Výrobky
1. Kyslý hydrosíran	11 závodov	1-2,5	Predovšetkým Mg^{2+} , Ca^{2+} (1 závod, Taliansko),	125-155	40-54	Tissue papier, tlačový papier, špeciálny papier
2. Hydrosiričitan (magnefit)	2 prevádzky (Rakúsko, Švédsko)	3-5	Mg^{2+}	150-170	50-65	Tlačový papier
3. Chemická buničina pre textilný priemysel	3 prevádzky (Rakúsko, Španielsko, Švédsko)	1-2,5	Mg^{2+} , Na^{+} , Ca^{2+}/Mg^{2+}	150	35-38	Výroba textilu (viskóza a iné viskóзовé vlákna)
4. Špeciálna buničina pre chemické aplikácie	2 prevádzky (Francúzsko, Nórsko)	1-2	NH_4^{+} , Ca^{2+}	125-150	30-55	Chemikálie, filtre a materiály
5. Neutrálne siričitanové polobunkové (NSSC)	6 závodov (Bulharsko, 2 v Fínsku a Poľsku, 2 ve Švédsku)	5-7	Na^{+} , NH_4^{+}	160-185	75-90	Vlnitý materiál, vlnitý papier
<i>Poznámka:</i> (1) Tieto postupy sú priamo vysvetlené v kap.4.1.1.						

Sulfitový varný proces je založený na použití vodného oxidu siričitého (SO_2) s zásadami - horčíka, vápnika, sodíka alebo amoniaku (amoniakové soli). Konkrétny princíp, ktorý sa použil, má vplyv na možnosti, ktoré sú k dispozícii v priebehu procesu, pokiaľ ide o systém rekuperácie chemikálií a energie a spotrebu vody.

Použitie relatívne lacného vápenatého lúhu je na ústupe (viac závodov v Európe stále používajú vápnik ako lúh, a to v Španielsku, Taliansku a Nórsku), pretože pivovarnícke chemikálie sa nedajú efektívne zhodnotiť. Použitím vápnika ako základu není možné zhodnotiť použité chemikálie a organické látky v regenerační kotli, ale použitý roztok z buničiny je možné zhodnotiť jako produkt (pozri část 4.1.5). V Európe (Francúzsko) existuje jedna továrň na výrobu sulfitových buničín, ktorá používa ako základ amoniak (amónne soli). Prevládajúcim procesom výroby NSSC v Európe je výroba horčíkovej NSSC buničiny (približne 11 závodov), pričom iba jeden závod (Švédsko) používa ako základ sodík. Horčík a zásady umožňujú regeneráciu chemikálií. Lignosulfonáty, cukry a iné látky vznikajúce pri vriacej teplote sa môžu použiť ako suroviny na výrobu rôznych chemických výrobkov.

4.1.1. Veľké skupiny celulóziék na výrobu sulfitovej buničiny v Európe

V týchto piatich oddieloch sú uvedené základné charakteristiky rôznych druhov závodov.

4.1.1.1. Výroba kyslej hydrogensiričitanovej buničiny na výrobu papiera

V Európe je možné nájsť približne 13 celulóziék, ktoré vyrábajú buničinu s kvalitou na papier s využitím kyslého hydrosulfitového roztoku. Kyslé procesy sú procesy s pH 1 - 2,5. Názov výroby sulfitovej buničiny na výrobu papiera je odvodený od Použitia roztoku hydrosulfitov ako delignifikačného činidla. Kation používaný v papierenskej buničine je zvyčajne horčík (11 fabrík v Európe) a v jednom prípade vápnik (Taliansko). Väčšina výrobcov buničiny je integrovaná. Komerčná buničina sa však vyrába aj v samostatných prevádzkach.

Vápnik sa používa ako základ iba v jednom závode v Európe, ktorý vyrába buničinu na bezdrevný (jemný) a špeciálny papier (Taliansko); ostatné závody, ktoré používajú vápnik ako základ, vyrábajú chemickú buničinu (Španielsko) a špeciálnu buničinu (Nórsko). Proces výroby siričitanu vápenatého sa od iných procesov NSSC líši tým, že várka musí prebiehať pri veľmi nízkom pH (približne 1,5), aby sa zabránilo zrážaniu siričitanu vápenatého.

4.1.1.2. Proces Magnefite

Proces Magnefite je prevádzkovaný v dvoch celulózkach s papierňami, v Nymölle (Švédsko) a Gratkorne (Rakúsko). Pri magnefitovom procese sa využije vyšší rozsah pH (3-5) v porovnaní s kyslým procesom NSSC, ktorý prebieha pri pH 1-2,5. To umožňuje miernejšie podmienky varenia s vyššou pevnosťou buničiny a mierne vyššími výťažkami v porovnaní s procesom s kyslým sulfitovým roztokom. Dva závody s procesom Magnefite v Európe používajú proces hydrosulfitu horčíka.

Medzi výrobou magnefitovej buničiny a kyslou hydrosulfitovou metódou sú dva predovšetkým technické rozdiely, ktoré je potrebné zohľadniť.

- V procese Magnefite je možné pri príprave varnej kyseliny dosiahnuť hodnotu pH 4 bez podporných opatrení pomocou SO₂. Preto je možná prevádzka tlakovej nádrže na oxid siričitý.
- SO₂ sa vyskytuje vo forme hydrosíranu vo vriacej kyseline.

Ďalší proces buničiny je podobný procesu s kyslým sulfitovým roztokom. Číslo kappa buničiny, ktorá nie je bielená, po varení Magnefitom sú vyššie ako po kyslej dávke: proces Magnefit prebieha pri číslach kappa 21 až 26 pre papierovinu. Pre porovnanie, pri kyslom sulfitovom procese v integrovanej výrobe dosiahnutie hodnôt kappa je zvyčajne 14 až 16 (napr. Hallein a Neusiedler, Rakúsko; Alfeld, Stockstadt a Ehingen, Nemecko). Jedna z celulóziék, ktorá vyrába komerčnú buničinu z tvrdého dreva, však vykonáva varenie aj v rozsahu čísla kappa 20-22, aby sa dosiahla požadovaná pevnosť vlákien a kompenzovali sa straty pevnosti počas sušenia buničiny.

V dôsledku vyšších čísel kappa pred bielením nie je bieliteľnosť takejto buničiny taká dobrá ako pri iných buničinách pri nižších číslach kappa. Preto je na dosiahnutie vysokej svetlosti buničiny potrebné dlhšie bieliace sekvencie alebo vyššie dávky bieliacich chemikálií. To spôsobuje najvyššie zaťaženie CHSK a BOD v odpadovej vode z fáz bieliacich. V výrobe buničiny v Magnefite používajú kyslíkovú bieliacu fázu (EOP_{MC}) pred dvojstupňovým peroxidovým bielením.

4.1.1.3. Chemická buničina pre textilný priemysel

V Európe existujú tri závody na výrobu chemickej sulfitovej buničiny (v Rakúsku, Španielsku a Švédsku). Každý z uvedených troch závodov používa vo varni iný princíp: horčík, zmes vápnika a horčíka a sodík.

Tento proces je v zásade podobný výrobe sulfitovej buničiny, ktorá sa používa na výrobu papiera. Výrobcom chemickej buničiny (viskózy) vyrábajú výrobky s nízkym číslom kappa, ktoré sa predávajú predovšetkým viskóзовému textilnému priemyslu. Na výrobu chemickej buničiny sa používajú tie isté chemikálie ako pri konvenčnom kyslom hydrosulfitovom procese. Preto sú systémy chemického a energetického zhodnocovania veľmi podobné. Predovšetkým možno nájsť rozdiely v procese varenia a bielenia. Cieľom varenia pri výrobe chemickej buničiny je dosiahnutie nízkej viskozity, t. j. krátky molekulárny reťazec celulózy. To sa vykonáva vo varni a tiež v procese bielenia.

V jednom z európskych závodov na výrobu chemickej sulfitovej buničiny (Lenzing, Rakúsko, výroba viskózových vlákien) sa delignifikácia buničiny z tvrdého dreva (buk) pred bielením znižuje na čísla kappa až na 4-7. Pred tým, ako sa buničina dostane do bieliarne, nevzniká žiadna odpadová voda. Sekvencia bieliacich procesov v zariadení prebieha na troch úrovniach: EOP-Z-P (bielením TCF).

V prvom kroku bielenia, ktorý pozostáva z delignifikácie kyslíkom a peroxidom a alkalickou extrakciou, sa kappa číslo zníži na 2 a dosiahnutie obsahu celulózy 91 % je dosiahnuté. Na tonu buničiny (úplne suchej) sa používa približne 50 kg NaOH. Látky uvoľnené z tohto kroku bielenia (Chemická spotreba kyslíka približne 85 kg/t) sa spracúvajú v odparke. Koncentráty sa spaľujú v sodnom kotli. Tým sa znižuje väčšina znečistenia odpadových vôd spôsobeného bieliarňou.

V druhej fáze bielenia sa ako bieliace činidlo používa ozón. V poslednom kroku bielenia sa používa peroxid, ktorý znižuje kappa číslo na 0,5 (> 90 % ISO, obsah celulózy > 91 %). Chemická spotreba kyslíka z druhej a tretej fázy bielenia je 15 kg/t pred čistením a čistí sa v biologickej čistiarni odpadových vôd (miera redukcie > 90 %).

Okrem bieliarne sú predovšetkým kondenzáty z odparovačov zdrojom znečistenia. Modelové zariadenie na extrakciu celulózy extrahuje z kondenzátov z odparovačov cenné produkty, ako je kyselina octová a furfural, čím sa znižuje zaťaženie kondenzátov Chemickou spotrebou kyslíka o 75 %. Zvyšné zaťaženie znečisťujúcimi látkami je 30 kg Chemická spotreba kyslíka/t a čistí sa v biologickej čistiarni odpadových vôd (miera redukcie > 90 %) spolu s ostatnými čiastkovými tokmi odpadových vôd.

Počiatočné znečistenie odpadových vôd zo závodov na výrobu chemickej sulfitovej buničiny je závislé od množstva celulózy, ktorá sa má vyrobiť, a od vnútorných opatrení použitých na zníženie emisií. Vyšší obsah alfa-celulózy zodpovedá vyššej kvalite výrobku a vyšší obsah alfa-celulózy v buničine znamená vyššie dávkovanie NaOH. To vedie k nižším výnosom a vyššiemu znečisteniu vody. Napríklad použitím 90 - 100 kg NaOH/ADt buničiny na výrobu buničiny s obsahom celulózy 92,5 % zdvojnásobuje organické zaťaženie odpadovej vody, ako je uvedené vyššie (a znižuje výťažok o 5 %).

Výroba chemickej sulfitovej buničiny zahŕňa kombináciu delignifikácie a Upravenia.

4.1.1.4. Špeciálna buničina pre chemické použitie

V Európe existujú dva závody na výrobu špeciálnej sulfitovej buničiny (vo Francúzsku a v Nórsku), pričom v jednom sa ako základ používa amoniak (amónne soli) a v druhom vápnik. Vzhľadom na významné rozdiely v procesoch a konečných produktoch sa výroba špeciálnej buničiny líši od výroby papiera a chemickej (viskózovej) buničiny.

Špeciálna buničina je buničina, ktorá sa po spracovaní môže použiť v mnohých odvetviach chemického priemyslu. Predovšetkým sa používa v týchto oblastiach:

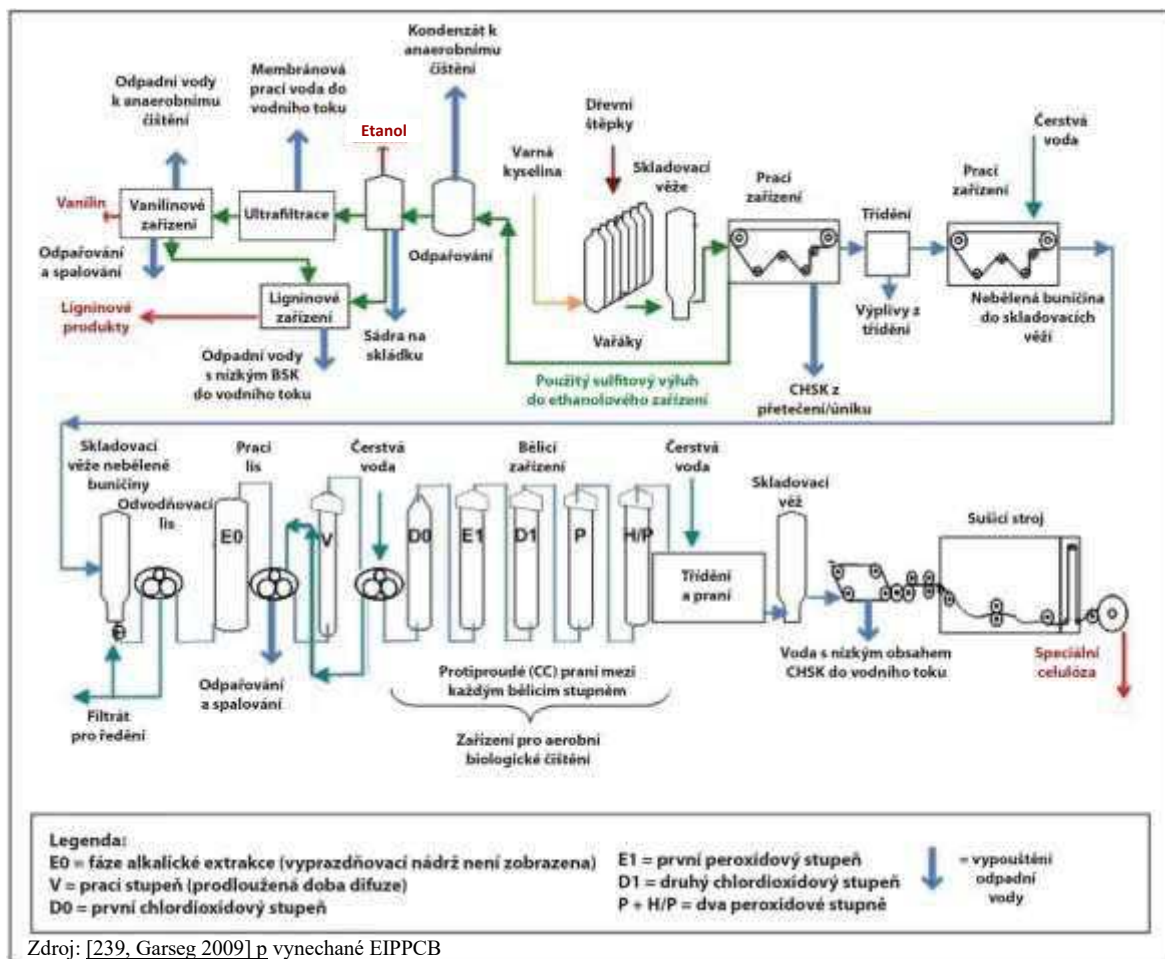
- Etery celulózy (metyl, hydroxyetyl alebo karboxymetyl celulóza), z ktorých väčšina je rozpustná vo vode. Vďaka tejto vlastnosti sa tieto výrobky používajú vo farmaceutickom, potravinárskom, kozmetickom, maliarskom a stavebnom priemysle.
- Estery celulózy (acetát celulózy a nitrocelulóza) s použitím vo výbušninách, farbách, lakoch, filtrácii a plastoch.
- Mikrokryštalická celulóza pre potravinárske a farmaceutické výrobky.

Výroba buničiny na tieto konečné použitia si vyžaduje vysoko flexibilné zariadenia, ktoré dokážu podliehať veľmi nízkej a veľmi vysokej úprave čísiel kappa a vyrobiť buničinu s nízkym a vysokým číslom alfa alebo čistoty.

V tomto zmysle je špeciálna celulóza výrobcom viacerých produktov s flexibilným procesom. Tento proces sa líši od procesov, ktoré používa väčšina výrobcov chemickej buničiny (viskózy), ktorí používajú len výrobky s nízkou kappa (jednotlivé výrobky), ktoré sa predávajú najmä pre viskózový textilný priemysel.

Viskozita sa upravuje úpravou dávky (od nízkych po vysoké čísla kappa) a v bieliarni (využitím peroxidu a chlórnanu). Výroba buničiny s vysokou viskozitou, ktorú potrebujú výrobcovia celulóзовého éteru, si vyžaduje veľmi starostlivé varenie, aby sa zabezpečilo veľmi vysoké číslo kappa nebielenej buničiny. Ďalšia úprava takýchto materiálov s vysokým číslom kappa si vyžaduje určité špeciálne podmienky, pokiaľ ide o proces bielenia. Tradičná hladina kyslíka (pozri kap. 4.3.3) je možná menej vhodná z dôvodu straty viskozity v dôsledku použitia kyslíka. Z rovnakého dôvodu je vylúčené použitie ozónu. Ďalším negatívnym účinkom použitia kyslíka je stabilizácia hemicelulózy, ktorá sťažuje dosiahnutie požadovanej hodnoty alfa pri horúcej alkalickéj extrakcii.

Namiesto toho prebieha delignifikácia súčasne s extrakciou hemicelulóz v alkalickom extrakčnom kroku za horúcich podmienok s použitím NaOH. Množstvo činidiel závisí od požadovaného obsahu celulózy. Na horúcu alkalickú extrakciu pripadá predovšetkým zaťaženie Chemickou spotrebou kyslíka z bieliacich sekvencií. V dôsledku vysokého čísla kappa nebielenej buničiny vedie výroba vysoko viskóznych výrobkov k najvyššej Chemickej spotrebe kyslíka (CHSK) v porovnaní s výrobou papiera a viskózovej buničiny (alebo špeciálnej buničiny s nízkou viskozitou). Zvyšný lignín sa musí odstrániť použitím jedného alebo viacerých krokov na báze oxidu chloričitého. Na obrázku 4.1 je znázornená výrobná schéma závodu na výrobu špeciálnej sulfitovej buničiny na chemické použitie. Zobrazuje predovšetkým prietoky vlákna, priesakových vôd, prívodu sladkej vody a odvodnenie odpadových vôd.



Obrázok 4.1: Priebeh procesu výroby špeciálnej sulfitovej buničiny a rôznych produktov na základe konverzie použitého sulfitového lúhu

Používa sa napríklad postupnosť bielenia E-D-E/P-D (francúzsky závod) alebo postupnosť znázornená na obrázku 4.1. V celulózke so 100 % podielom špeciálnej celulózy predstavuje CHSK z vysokoteplotnej alkalické extrakcie veľké množstvo organických látok, ktoré sa nedajú účinne biologicky spracovať. Preto sulfitové celulózky v Európe sústreďujú odpadový prietok z úrovne extrakcie do odparovača (pozri obrázok 4.1). Koncentrovaný výluh sa potom spaľuje v kotli na sódu (internom alebo externom zariadení). Odparovanie rozpusteného materiálu z extrakčnej fázy je veľmi špecializovaný proces, ktorý sa ťažko reguluje. Ak nie sú prevádzkové podmienky dobre riadené, hrozí riziko zablokovania odparovačov. Je potrebné časté čistenie úlomkov.

V dôsledku vysokého čísla kappa buničiny bez bielenia spôsobuje výroba produktov s vysokou viskozitou najvyššie počiatkové zaťaženie Chemickej spotreby kyslíka (CHSK) v porovnaní s výrobou papierovej buničiny. Vyššia hladina AOX je spôsobená bieliacimi procesmi s oxidom chlórčitým.

Výroba špecializovanej buničiny zahŕňa produkty s veľmi nízkou viskozitou. Pri nízkych hodnotách viskozity buničiny je možné použiť peroxid vodíka na úpravu viskozity buničiny. Okrem toho je možné použiť kyslík v prípadoch buničiny s nízkou viskozitou. V niektorých prípadoch sa pri výrobe uvedených nízkoviskózných produktov používa chlórnan.

Špecializované celulózky musia zabezpečiť širokú výrobu výrobkov pre rôzne trhy. V dôsledku toho sa rovnováha medzi druhmi buničiny s nízkou a vysokou viskozitou často mení z roka na rok. Táto meniac sa situácia je možné, že spôsobí výrazné výkyvy v úrovniach emisií.

4.1.1.5. Neutrálna sulfitová polobuničina (NSSC)

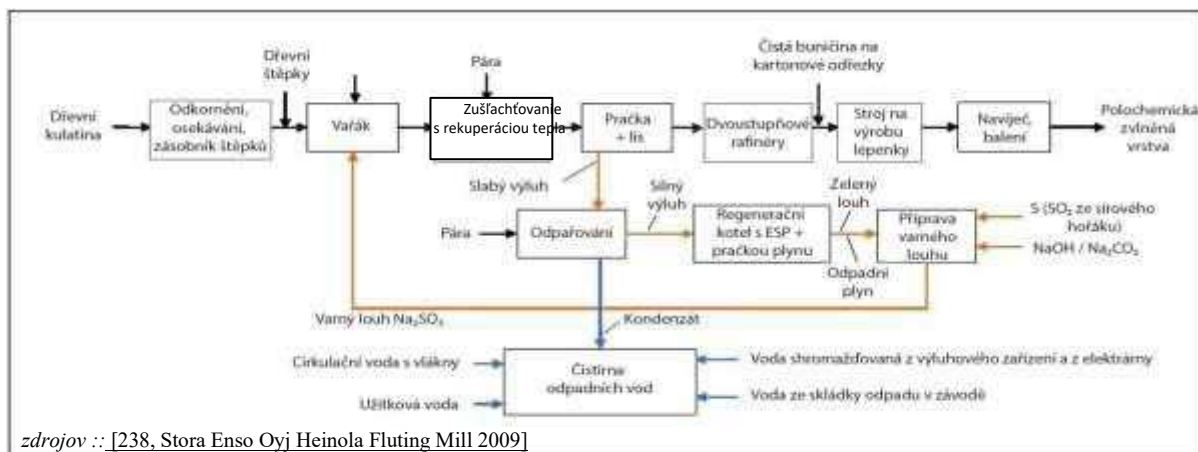
V Európe je šesť závodov NSSC (Neutral Sulfite Semi-Chemical), z ktorých tri vyrábajú aj sulfátovú buničinu na rovnakom mieste (závod Mondi Swiecie v Poľsku; závody Gruvön a Skärblacka, Billerud, Švédsko). Základné koncepcie a techniky výroby sulfitovej buničiny a NSSC sú rovnaké. Treba však zohľadniť aj dôležité rozdiely: prevádzka rafinérií, skutočnosť, že nie sú potrebné potreby bielenia, a odlišný cyklus chemickej regenerácie.

Chemická buničina sa vyrába s malou alebo žiadnou mechanickou prácou pri uvoľňovaní vlákien z dreva, ale s vysokým stupňom organického rozkladu a relatívne nízkou výťažnosťou dreva (približne 50 %). Výroba mechanickej buničiny si vyžaduje vysoký energetický vstup; zahŕňa veľmi nízky stupeň organického rozkladu, čo vedie k vysokému výťažku dreva. Polobuničina sa vyrába kombináciou uvedených dvoch princípov, chemickej a mechanickej výroby vlákien. NSSC je najrozšírenejší druh polosvalovca v Európe. Tento proces sa používa najmä pri výrobe špeciálnej buničiny na výrobu lepenky; najčastejšie sa používa na výrobu vlnitej lepenky, vnútornej časti vlnitej lepenky. Výťažnosť buničiny sa často pohybuje v rozmedzí 75 - 85 %, ale v ostatných prípadoch môže byť vyššia. Výťažnosť je závislá od času a teploty dávky. Pri výrobe vlnitej vrstvy buničiny NSSC sa nevyžaduje žiadne bielenie na dosiahnutie vysokej svetlosti a čistoty. Preto sa v všetkých prevádzkach NSSC v Európe vyrába nebielená buničina.

Proces výroby buničiny [261, *Papermaking Science & Technology* 2000] sa začína chemickým procesom podobným chemickej výrobe, v priebehu ktorého sa buničina čiastočne varí vo fermentore využitím sulfitových chemikálií pri neutrálnom alebo takmer neutrálnom pH, aby sa uvoľnili väzby medzi vláknami a lignínom. V dôsledku požiadaviek na pH sú jedinými možnými zásadami sodík (Na_2SO_3) a amoniak (amoniaku soli). Zámerom tejto miernej chemickej úpravy pri zvýšenom tlaku a teplote (160 - 190 °C) je len rozrušiť väzby v matrici dreva, aby sa vlákna mohli uvoľniť bez rozsiahleho poškodenia s vynaložením miernej mechanickej energie v priebehu procesu rozvlákňovania.

Drevný štiepok sa najprv predsparí a zohreje na teplotu ~100 °C v parných kotloch pri atmosférickom tlaku alebo pri pretlaku. Naparené štiepky sa potom dopravujú pomocou šnekového dopravníka do impregnačnej nádoby, ktorá je pod tlakom. Triesky sa impregnujú roztokom siričitanu sodného a uhličitanu alebo hydrogénuhličitanu. Čas impregnácie je krátky (5-15 minút) pri teplote ~100 °C. Drevom preniká približne 1-1,5 m³/t buničiny varného roztoku. Impregnované triesky sa odčerpávajú, aby sa mohli bez nadmerného množstva voľnej kvapaliny prepraviť do parnej fázy varnej zóny, kde sa priamym prúdom pary zahrejú na teplotu dávky (165 - 185 °C). Čas varenia sa môže pohybovať od 5 do 60 minút. Uvarené štiepky sa odvádzajú priamo do tlakového rozvlákňovača, kde sa zmäknuté štiepky rozvlákňujú pri vysokom tlaku a teplote na surovú buničinu, ktorá sa následne triedi a premýva. Po rafinácii sa buničina premyje od suspendovaných organických látok a výluhu obsahujúceho použité anorganické látky. Výluh a práca voda sa regenerujú a odvádzajú na získavanie chemikálií a energie. Výluhy sa regenerujú na nové chemikálie pre varenie buď v samostatnom chemickom regeneračnom systéme (napr. SE Heinola, Fínsko), alebo v krížovej chemickej regenerácii medzi výrobou sulfitovej a sulfátovej buničiny (napr. závod Gruvön, Švédsko). Jedna zo samostatných prevádzok nemá regeneráciu chemikálií. Po premývaní nebielenej buničiny následne nasledujú ďalšie kroky zušľachtovania, aby sa dosiahlo dosiahnutie konečných vlastností buničiny. Rafinovaná buničina je možné pred využitím na výrobu papiera zmiešať s inými vláknami.

Na obrázku 4.2 je znázornená schéma výroby v závode NSSC v Európe. Zobrazené sú predovšetkým hlavné toky vlákien, výluhov, regenerácie energie a chemikálií, odpadových plynov a odpadových vôd. Treba poznamenať, že jednotlivé zariadenia NSSC sa môžu navzájom líšiť (princíp, systém chemickej regenerácie).

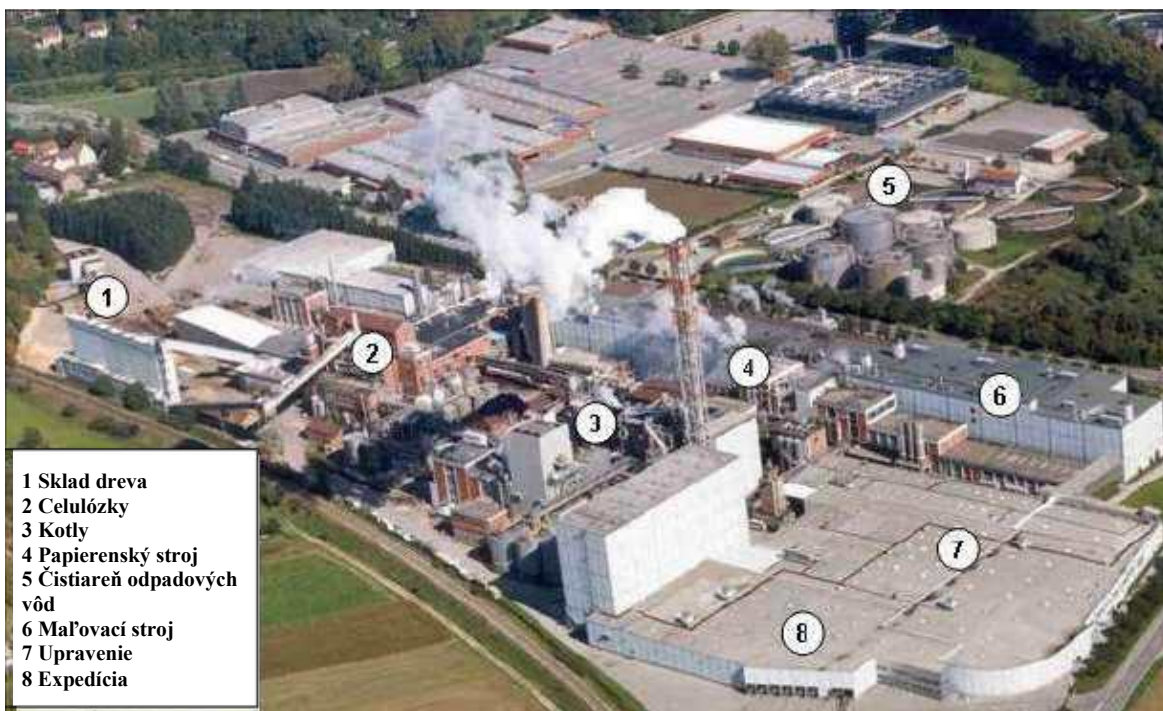


Obrázok 4.2: Schéma polomiestnej výroby neutrálneho sulfitu (300 000 t/rok) v závode s jednotkami chemického a regeneračného zhodnocovania

Chemická regenerácia v rôznych zariadeniach NSSC sa môže mierne líšiť. Potvrďuje to aj skutočnosť, že proces regenerácie v závode znázornenom na obrázku 4.2 je v Európe jedinečný.

4.1.2. Technické procesy a jednotky

Výroba sulfitovej buničiny pozostáva z troch hlavných častí: z linky na výrobu vlákien, z jednotky na regeneráciu chemikálií a energie (okrem výroby sulfitovej buničiny s vápennými zásadami, kde regenerácia nie je ekonomicky uskutočniteľná, ale kde sa použitý varný lúh môže odparovať a jeho zložky sa môžu použiť na iné účely) a z čističky odpadových vôd. Podobne ako pri výrobe sulfátovej buničiny sú k predovšetkým procesným krokom pripojené ďalšie pomocné systémy, ako napríklad manipulácia s náplňami, výroba bieliacich chemikálií a výroba energie. Pre predstavu, ako môže vyzeráť integrovaný závod na výrobu sulfitovej buničiny a papiera, je na obrázku 4.3 znázornený proces. V tejto kapitole sa podrobne rozoberajú rôzne procesné jednotky.



Zdroj :: [246, Sappi Ehingen 2009]

Obrázok 4.3: Letecký pohľad na integrovanú sulfitovú celulózu, ktorá vyrába bezdrevný jemný kriedový papier, vrátane kotla (v strede) a ČOV (vpravo vzhľadom)

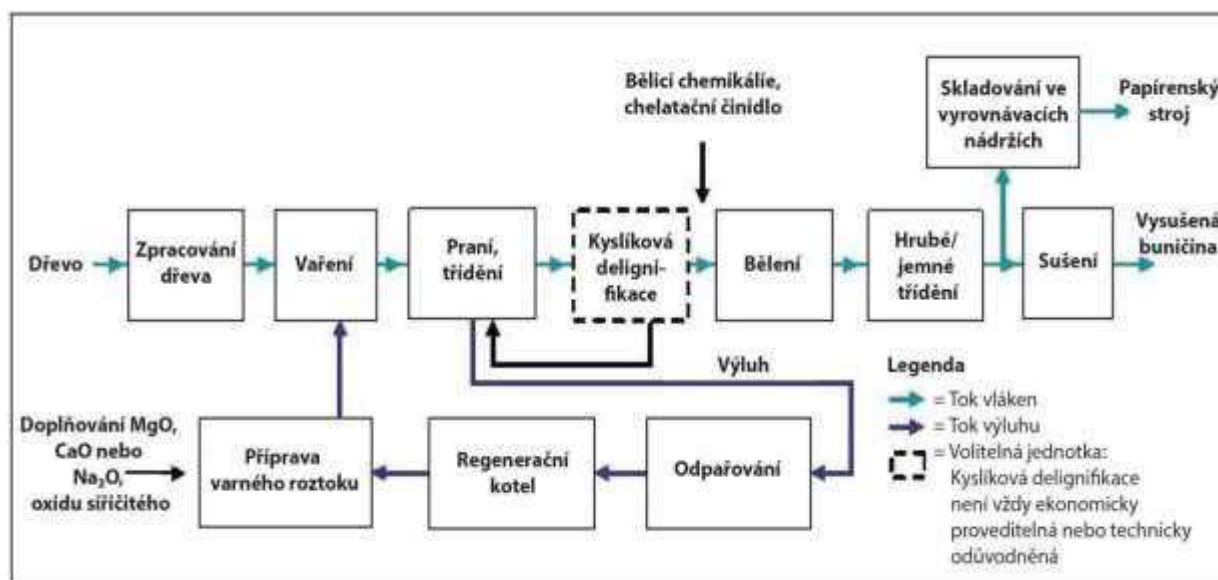
Výrobné procesy sulfátovej a sulfitovej buničiny sú v mnohých ohľadoch podobné, vrátane možnosti použitia rôznych interných a externých opatrení na zníženie emisií do životného prostredia. Vzhľadom na tieto podobnosti sa tu podrobne rozoberajú len niektoré kroky technológie výroby sulfitovej buničiny. Pokiaľ ide o procesné kroky, ktorých princípy sú podobné alebo dokonca rovnaké ako pri výrobe sulfátovej buničiny, odkazujeme čitateľa na zodpovedajúce kapitoly:

- úprava dreva (kapitoly 3.1.1 až 3.1.3);
- premývanie a triedenia (kapitola 3.1.5);
- triedenie bieleného materiálu (kapitola 3.1.8);
- sušenie (kapitola 3.1.9, predovšetkým v prípade komerčnej buničiny; existuje však niekoľko integrovaných celulózk, ktoré sušia buničinu pred jej použitím na výrobu papiera kvôli jej lepším odvodňovacím vlastnostiam).

V týchto podkapitolách sa uvádza len niekoľko poznámok týkajúcich sa rozsahu, v akom sa výroba sulfitovej buničiny líši od situácie opísanej pri výrobe sulfátovej buničiny. V tomto dokumente sa kladie dôraz na rozdiely medzi výrobou sulfátovej a sulfitovej buničiny.

Hlavné rozdiely medzi týmito dvoma procesmi chemického rozvlákňovania z environmentálneho hľadiska možno nájsť v chemickom zložení procesu varenia, v systéme chemickej regenerácie a v menšom počte bieliacich sekvencií a množstve potrebných chemikálií v dôsledku lepšej počiatočnej svetlosti sulfitovej buničiny (menej chromofórov v sulfitovej buničine). Okrem toho NSSC zvyčajne emituje menej emisií zápachu v porovnaní so sulfátovým procesom. Tieto rozdiely vedú k rôznym rozsahom emisií a k niektorým rozdielom súvisiacim s použitím techník úpravy dreva.

Hlavné procesy výroby siričitanovo-horečnatej buničiny sú znázornené na obrázku 4.4. V prevádzkach, ktoré sa venujú výrobe špeciálnej buničiny na rôzne chemické aplikácie a neutrálnu sulfitovú polocelulózu (NSSC), odkazujeme čitateľa na obrázky 4.1 a 4.2. Pri výrobe sulfitu vápenatého sú predovšetkým rovnaké postupy, ale keďže nie je možné obnoviť chemikálie, väčšina závodov používa celý sulfitový výluh alebo jeho časť na výrobu etanolu, lignosulfonátov a iných produktov (pozri obrázok 4.9 v oddieli 4.1.5).

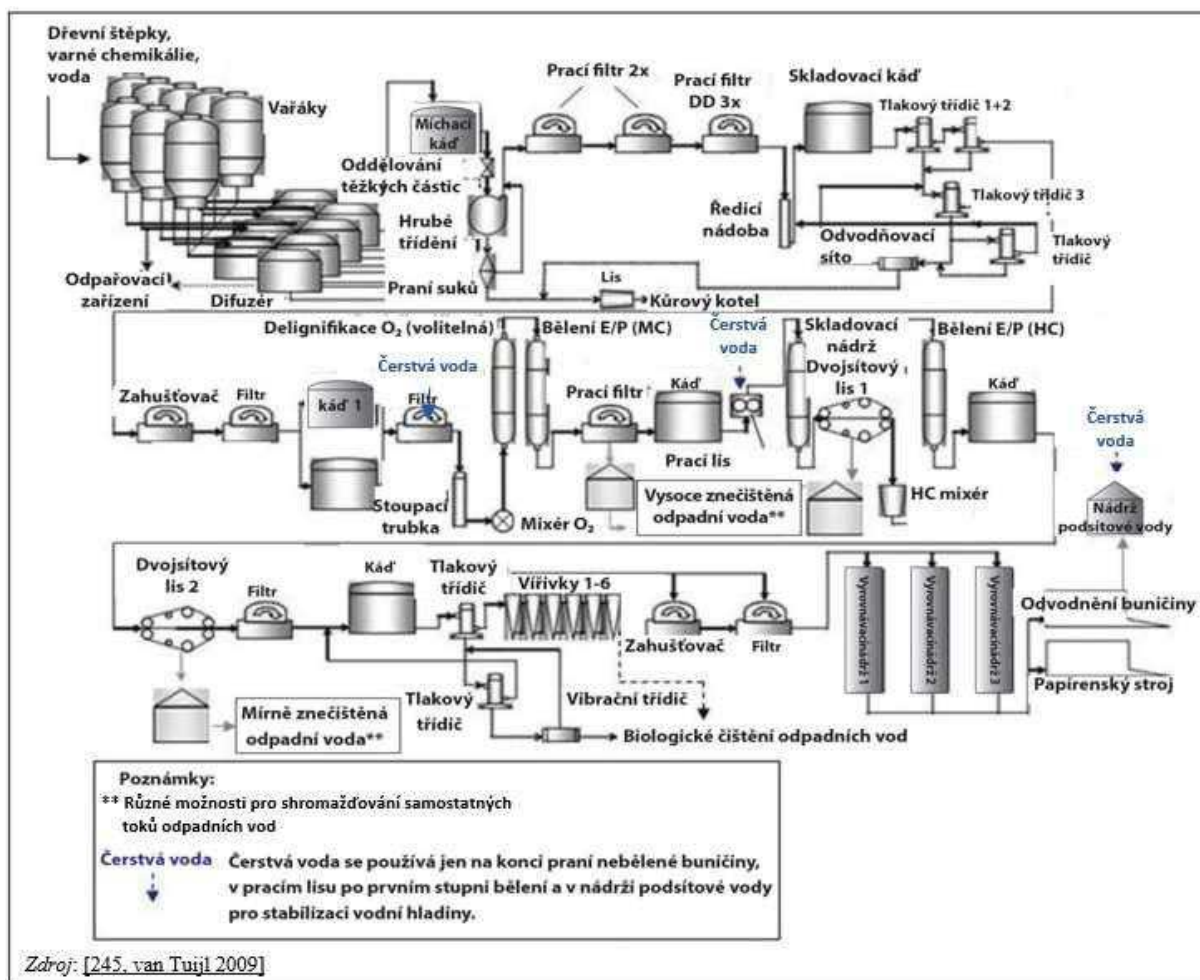


Obrázok 4.4: Hlavné procesy výroby siričitanovo-horečnatej buničiny s uvedením prevádzky linky na výrobu vlákien a regeneračného získavania chemikálií a energie

4.1.3. Prevádzka linky vlákien

Pri výrobe sulfitovej buničiny sa celulózové vlákna vyrábajú chemickým rozkladom lignínu z dreva. Drevo je na mechanickom odkôrňovaní, štiepe sa na triesky a triedi, potom je podrobené chemickej úprave na vláknitú buničinu. Majú využitie aj drevné štiepky a odpad z píl. Pri varení vo vodnom roztoku kyslých zložiek pri zvýšenej teplote a tlaku sa z drevných štiepok uvoľňuje lignín, ktorý drží drevné bunky pohromade a vytvára pôvodnú štruktúru dreva, a určité množstvo sacharidov. V sulfitových alebo polokompozitných postupoch sa predovšetkým používajú ióny HSO ako aktívna zložka. Použité anorganické a rozložené organické materiály sa oddeľujú od buničiny vo viacstupňových protiprúdových pracích systémoch, ktoré pracujú na vyskytnutie čo najčistejšej buničiny a minimálneho zariadenia výluhu. Vo väčšine zariadení sa výluh podstupuje úprave v systéme chemickej regenerácie (pozri kap. 4.1.4). Vypúšťaná buničina obsahuje aj pevné nečistoty, najmä neúplne delignifikované drevo, triesky a iné pevné materiály. Tie sa musia oddeliť triedením a výplne sa zvyčajne poddajú úprave, ktorá znižuje straty surovín. Vo väčšine prípadov sa vypraná buničina bieli na použitie vo vysokokvalitnom bielom papieri a lepenke. V prevádzkach NSSC sa buničina zvyčajne nepodrobuje bieleniu. Odpadová voda z bielenia obsahuje suspendované organické látky a chemikálie používané pri bielení. Táto odpadová voda zvyčajne neprejde do systému chemickej regenerácie odpadových vôd, ale pred vypustením sa biologicky spracuje. Preto je dôležité, aby objem odpadových vôd minimalizoval a aby sa pred vypustením do prietokov riadne fyzikálne a biologicky upravili.

Bielená buničina sa buď vysuší a zabalí na prepravu, alebo sa prečerpá ako kaša do integrovanej Papierne. Na obrázku 4.5 je znázornená typická linka na výrobu vlákien v sulfitovej celulózke.



Obrázok 4.5: Konvenčná linka na výrobu vlákenniny v sulfitovej celulózke, ktorá vyrába buničinu na výrobu výrobkov z papiera/lepenky

4.1.3.1. Spracovanie dreva

Pozri kapitolu 2.3.1.

4.1.3.2. Varňa a delignifikácia nebielenej buničiny

Pri výrobe bežnej nebielenej buničiny sa lignín extrahuje z dreva využitím koncentrovaného vriaceho roztoku, ktorého aktívnymi zložkami sú siričitan horečnatý a hydrogensiričitan horečnatý. Počas vsádzky sa drevné štiepky a varný roztok privádzajú do diskontinuálneho fermentora a vsádzka prebieha pri zvýšenej teplote a tlaku. Po dosiahnutí požadovaného množstva zvyškového lignínu sa látky prečerpajú do vyprázdňovacej expanznej nádrže alebo do difúzorov. Rozsiahlu úlohu pri priamom vypúšťaní do čistiarne odpadových vôd zohráva dávkové číslo kappa. Vyššie číslo kappa znamená, že v priebehu bielenia sa odstráni menej zvyškového lignínu, a preto sa v čistiarni odpadových vôd spracuje menej organického znečistenia. Číslo kappa dávky je preto jedným z parametrov, ktoré určujú podmienky pre konečnú kvalitu buničiny požadovanú pre konkrétne použitie papiera/lepenky.

Diskontinuálna varňa pozostáva z radu tlakových nádob, ktoré pracujú v určitom režime. Várka sa teda môže vyrábať nepretržite v kontinuálnom variči, čo sa však pri výrobe sulfitovej buničiny praktizuje oveľa menej často ako pri výrobe sulfátovej buničiny (princípy sú rovnaké a čitateľa odkazujeme na kapitolu 3.1.4).

Proces výroby kyseliny hydrosulfitovej vápenatej (tri celulózy v Európe: jedna na chemickú viskózovú buničinu, jedna na špeciálnu buničinu a jedna na papierovú buničinu) sa líši od ostatných sulfitových dávkových procesov, pretože dávka musí prebiehať pri veľmi nízkom pH (približne 1,5), aby sa zabránilo zrážaniu siričitanu vápenatého. Problémom pri vápenatom procese je upchávanie potrubí a premývacích jednotiek v dôsledku nežiaducej tvorby sadry. Keďže so znižujúcim sa číslom kappa sa zvyšuje znečistenie, je potrebné zabrániť vareniu na veľmi nízke číslo kappa. Nízke pH má pre proces biorafinácie určité výhody (nízky obsah hemicelulózy, výhodné vlastnosti lignosulfonátov). Ďalšie podrobnosti o použití koncepcie biorafinácie nájdete v oddiele 4.1.5.

Po ukončení vsádzky sa obsah fermentora vyprázdni do atmosférickej nádrže, ktorá sa zvyčajne nazýva expanzná nádrž (obsah fermentora sa môže prečerpávať aj do difúzorov). Z týchto nádrží sa potom odčerpáva buničina na triedenie a premývanie nebielenej buničiny.

4.1.3.3. Triedenie a pranie nebielenej buničiny

Po dávkovaní sa buničina triedi na tlakových sitách so štrbinami, otvormi alebo cyklónmi a podstupuje premývanie v pracích lisoch, závitkových lisoch, pracích filtroch, bubnových práčkach alebo práčkach chemikáliami. Triedenie sa zvyčajne prebieha kaskádovo. Aby sa znížili straty vlákien, oddelené zväzky sa môžu vyprať v práčke zväzkov. Účelom triedenia je oddeliť zväzky vlákien a zväzky vlákien od hlavného prúdu buničiny sériou vibračných častí zariadenia, filtráciou v tlakových triedičoch a odstredzovaním vlákien a iných častíc s rôznou špecifickou hmotnosťou (pozri kapitolu 3.1.5).

Počas viacstupňového procesu premývania sa varný roztok obsahujúci uvoľnené dreviny oddeli od buničiny a získa sa lúh alebo slabý lúh. Nízke faktory riedenia slabého výluhu a nízky prenos Chemickej spotreby kyslíka zo prácok do bieliarne predstavujú priaznivé podmienky na dosiahnutie nižších emisií do vody. Hrubá výplň a ostatné výplne z triedenia sa zvyčajne podstupujú procesom odvodnenia a spaľovania v kotolni alebo sa recyklujú do procesu. Po prvej pracovnej kaskáde je z ekologických a kvalitatívnych dôvodov výhodné uskladniť premytú buničinu vo vežiach alebo kadiach, kde sa z buničiny odstráni látka lignínu a kovy. Za zásobníkmi sa buničina pred vstupom do prvej úrovne bielenia podrobená je triedeniu a mytí. Na obrázku 4.6 sú znázornené príklady pracieho filtra a pracieho lisu.



Obrázok 4.6: Príklad filtra na premývanie (vľavo) a lisu na premývanie (vpravo) v procese premývania nebielenej buničiny

4.1.3.4. Kyslíková delignifikácia a bielenie

Po dávkovaní, triedení a praní buničiny vo väčšine prípadov následne nastupuje bielenie; v niektorých prípadoch sa pred bielením používa kyslíkové odstraňovanie delignifikátu (podrobný Opis je uvedený v kapitole 4.3.3). Bielením buničiny sa zvyšuje svetlosť buničiny a zároveň sa odstraňujú nevláknité častice a látky.

V európskych sulfitových celulózkach sa bielenie vykonáva bez použitia molekulárneho chlóru (Cl_2). S výnimkou dvoch celulózok, ktoré vyrábajú celulózu bez obsahu elementárneho chlóru (ECF), sú všetky sulfitové celulózky v Európe, ktoré vyrábajú papierovinu a chemickú celulózu, úplne bez chlóru (TCF). V prípade sulfátovej buničiny bielennej ECF sa oxid chloričitý (ClO_2) v kombinácii s využitím peroxidu vodíka (P) v ďalších krokoch bielenia. Príklad postupnosti bielenia v celulózke, ktorá prevádzkuje výrobu buničiny ECF, je uvedený v tabuľke 4.2. Fázy bielenia sa označujú využitím symbolických skratiek podľa použitého bielidla: kyslík (O), peroxid vodíka (P) alebo kombinácia (OP), oxid chloričitý (D).

Tabuľka 4.2: Príklad postupnosti bielenia ECF na výrobu sulfitovej papierovej buničiny

Parameter alebo použitá chemikália	Jednotka	O	EOP	deň	PO(P)	P
pH		10,5-11,0		4,5-5,2	10,6-10,9	9,5-10,1
NaOH	prietok	Max. 12,5	Max. 7	--	6-10	2-4
H ₂ O ₂	prietok	--	Max. 7	--	6-10	2-4
O ₂	prietok	12,5	Max. 7		1-3	--
H ₂ SO ₄	prietok	--	--	1,6	--	--
EDTA	prietok	--	--	1,15	--	--
Mastek	prietok	--	--	4,2	--	--
ClO ₂	prietok aktívneho Cl ₂	--	--	(*) Max. 4,2 (**) Max. 8,5	--	--
Číslo kappa		6,8-7,5	3,5-4,0			ECF: 0,8-1,2

Poznámka: V závislosti od dávky ClO₂ do stupňa D je možné vyrobiť buničinu s:

(*) parametre podobné parametrom buničiny TCF pri sušení s hodnotami OX v buničine < 30 ppm alebo

(**) ako klasická buničina ECF (OX < 100 ppm). Pozri stĺpec D úroveň bielenia.

Zdroj: [243, Biocel Paskov 2009]

Pri výrobe špeciálnej buničiny (pozri časť 4.1.1.4) je bielenie TCF zatiaľ uplatniteľné len v prípade, keď buničina vstupujúca do bieliarne musí mať pri výrobe vysoko viskózne buničiny oveľa vyššie číslo kappa. Na dosiahnutie dostatočnej úrovne čistoty a svetlosti sa používa jeden alebo dva stupne oxidu

oxidu chloričitého. Mnohé aplikácie špeciálnej buničiny si vyžadujú veľmi vysokú svetlosť (až 94-95 % ISO), ako aj komplexné techniky svetlosti a viskozity, ktoré sa zatiaľ nedajú vyskytnúť bez použitia oxidu chloričitého. V dôsledku použitia oxidu chloričitého sa nemôže použiť úplný protiprúdový prací cyklus, pretože odpady obsahujúce zvyškový oxid chloričitý sa nemôžu podávať na spálenie (ako sa to robí v prípade odpadov z alkalickej horúcej extrakcie). Z tohto dôvodu sa odpad z bieliarne vypúšťa priamo do čističky odpadových vôd. Na výrobu buničiny s veľmi nízkou viskozitou (do 300 ml/g) a špeciálnej buničiny s veľmi nízkymi výkyvmi viskozity je možné použiť chlórnan (napr. NaClO) ako bieliacu chemikáliu, ako v jednej z celulózok.

Pri bielení TCF sa ako bieliace chemikálie zvyčajne používajú kyslík, hydroxid sodný, peroxid vodíka a niekedy kyselina peroctová. Vo väčšine celulózok sa na vytvorenie komplexov používajú chelačné činidlá, ako sú EDTA alebo DTPA (0,5-2 kg/t). Menej celulózok používa chelačné činidlá. Použitie bieliacich chemikálií sa zvyčajne nakupuje od externých dodávateľov chemikálií.

Bielenie prebieha v postupnosti dvoch alebo viacerých bieliacich úrovní, do ktorých sa pridáva kyslík (voliteľne) a peroxid. V prvej dvojstupňovej bieliacej sekvencii sa buničina zahreje na 60 - 80 °C a pridá sa hydroxid sodný, kyslík (O) alebo peroxid (P). Prvá fáza bielenia znižuje zvyškový lignín o 45-55 %. Bielená buničina sa potom prečerpá do pracích filtrov, pracích lisov, lisov s dvojitým sitom alebo iných odvodňovacích jednotiek, aby sa znížil prenos nežiaducich látok z prvej fázy bielenia a buničina sa ďalej odvodnila. V prípadoch európskych celulózok na výrobu sulfitovej buničiny sa druhý stupeň peroxidového bielenia (EP) vykonáva ako bielenie s vysokou konzistenciou (symbolická skratka: EP(HC) = 35-40 % deň. Medzi výhody bielenia HC patrí úspora energie (pary) vďaka vysokej hustote buničiny, nižšie emisie CHSK vďaka miernym podmienkam bielenia, nízke straty buničiny vo fáze bielenia a nízka spotreba bieliacich chemikálií. Po druhej fáze bielenia sa buničina zriedi vodou a nasleduje ďalší krok techniky prania. Pri sulfitovom procese je špecifické teplo a energia potrebná na bielenie TCF nižšia ako pri bielení ECF.

Príklady bežných postupov bielenia a vypúšťania organických látok meraných ako Chemická spotreba kyslíka z bieliarne pred spracovaním v európskych celulózkach na sulfitovú buničinu sú zhrnuté v tabuľke 4.3. Organické znečistenie (kg CHSK/ADt) zahŕňa kondenzáty, ktoré sa zvyčajne spracúvajú individuálne. Symbolické skratky sa používajú na označenie stupňa bielenia podľa použitého bieliaceho činidla: kyslík (O), peroxid vodíka (P) alebo ich kombinácia (OP), ozón (Z), kyslý stupeň, pri ktorom sa na odstránenie kovov používajú chelačné činidlá (A-Q alebo Q), extrakčný stupeň s použitím hydroxidu sodného (E), oxidu chloričitého (D), chlórnanu (H) alebo kyseliny peroctovej (Paa).

Tabuľka 4.3: Použitie bieliacich postupov v európskych celulózkach na výrobu sulfitovej buničiny a vypúšťanie Chemickej spotreby kyslíka z bieliarne pred čistením

Dávkové techniky, predovšetkým hlavný produkt a báze	Číslo kappa	Sekvencia bieliacich procedúr	Chemická spotreba kyslíka z bieliarneho zariadenia kg/t	Príklady celulózok
Buničina z dreva Magnefit, papier, Mg	20-23	(O+P)-Q-(Paa-P)	120	Celulóзка 1, SE (2)
Magnefitová buničina z tvrdého dreva, papier, Mg	20-23	(O+P)-Q-P	125	Celulóзка 1, SE (2)
NSSC buničina, papier, Mg	14-16	EP-EP (HC)	50-60	Celulóзка 2, DE
NSSC buničina, papier, Mg	11-13	EOP-Q-EP-EP	35-50	Celulóзка 3, AT
NSSC buničina, papier, Mg	24	Q-Z-EP (1)	110-130 (1)	Celulóзка 4, SE
NSSC buničina, papier, Mg	12-15	O-deň-PO(P)-P	15-25	Celulóзка 5, CZ
NSSC buničina, papier, Ca	10-14	EP (MC)-EP	60-75	Celulóзка 6, IT
Chemická buničina (viskóza), Mg	4-7	E-O/P-Z-P & E/O/P-Z-P	100	Celulóзка 7, AT
Chemická buničina (viskóza), Ca/Mg	5-9	Z(HC)-(EOP)-(PO)	90-280	Celulóзка 8, ES
Špeciálna celulózka, NH ₄	7-60	deň	130-400	Celulóзка 9, FR
Špeciálna celulózka, Ca	10-60	deň	30-600	Celulóзка 10, NO

Poznámka:

Údaje sú získané z osobnej komunikácie s prevádzkovateľmi celulózky.

(1) V celulózke sa teraz začína nová sekvencia (AQEP), ktorá zníži vypúšťanie Chemickej spotreby kyslíka z bieliarne odvedením väčšieho množstva filtrátu späť do linky na výrobu celulózy a nakoniec do systému Regeneračného.

(2) Celulóзка (Stora Enso Nymölla) má dve linky v procese výroby buničiny: na tvrdé a mäkké drevo.

(3) Úroveň znečistenia Chemickej spotrebou kyslíka sa odráža v obsahu celulózky v konečnom výrobku, pričom nízke znečistenie Chemickej spotrebou kyslíka zodpovedá nízkemu obsahu celulózky v konečnom výrobku a vysoké znečistenie Chemickej spotrebou kyslíka zodpovedá vysokému obsahu celulózky. [Komentár CEPI D1]

Pri výrobe chemickej (viskózovej) a špeciálnej buničiny sa v extrakčnom kroku používa veľmi náročné Použitie (vysoká teplota, vysoká úroveň hydroxidu sodného), aby sa dosiahol požadovaný obsah celulózky. To má za následok rozsiahle straty výnosov a priame vypúšťanie veľkého množstva Chemickej spotreby kyslíka z tejto úrovne. Stupeň extrakcie lignínu z dreva v dávkovom procese (číslo kappa) určuje množstvo lignínu, ktoré sa má odstrániť v nasledujúcich krokoch bielenia. Pri výrobe chemickej buničiny je zvýšenie obsahu celulózky v alkalickej fáze extrakcie za horúcich podmienok podmienené znečistením CHSK. Väčšina odpadových vôd z bieliarne sa potom vypúšťa do Čistiareň odpadových vôd.

4.1.3.5. Koncové triedenie a sušenie

Po bielení následne nastáva konečné triedenie buničiny (pozri obrázok 4.7). Odpadová voda sa podlieha páleniu v kotli na biomasu alebo sa môže použiť v čistiarni odpadových vôd na lepšie odvodnenie kalu. Buničina určená na externý predaj (ak sa nepoužije na výrobu papiera priamo v celulózke) sa vysuší a zvyšná buničina sa prečerpá do papierne na výrobu rôznych druhov papiera (bezdrevný jemný papier, tissue papier atď.). Sušenie buničiny prebieha nielen pri výrobe komerčnej buničiny, ale aj na optimalizáciu vlastností vlákien pri tvorbe listov a odvodnení v závodoch. Celulóзки na výrobu sulfitovej buničiny sú zvyčajne integrované a vyrábajú papier v tej istej prevádzke.



Obrázok 4.7: Tlakové sitá na triedenie na konci linky

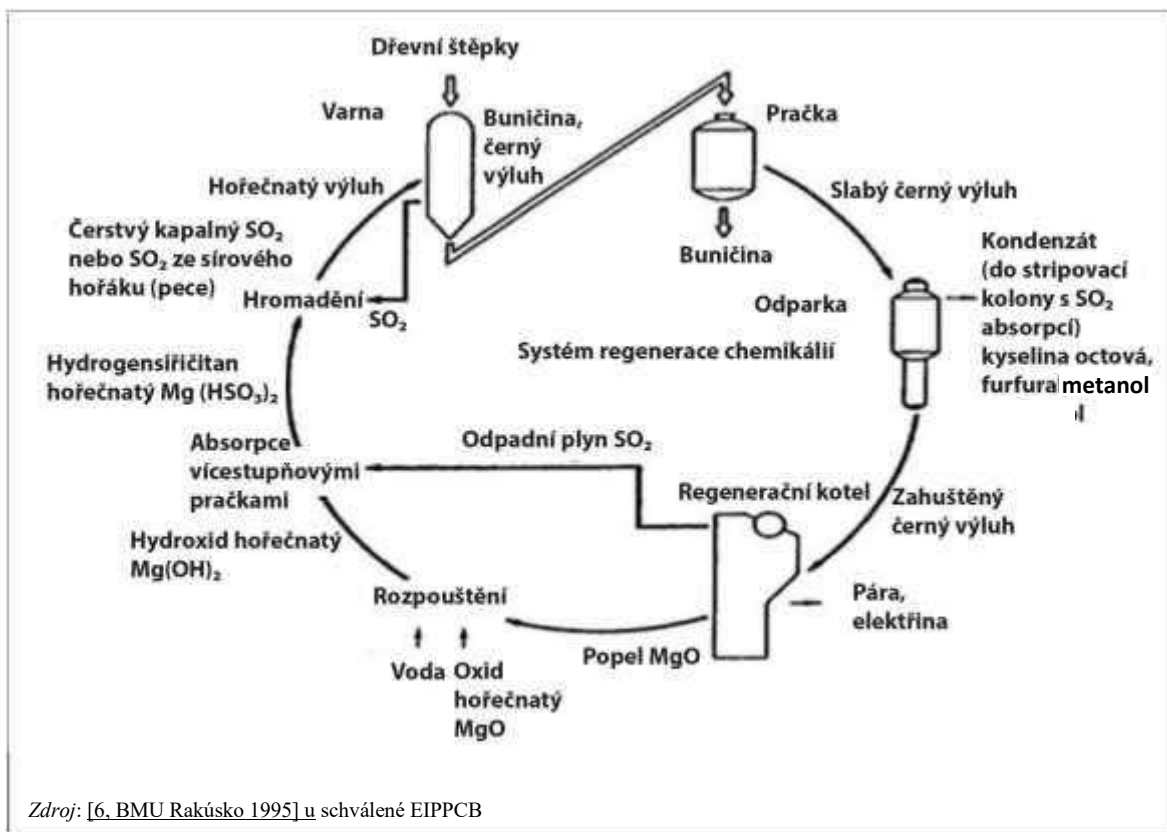
4.1.4.4 Systém regenerácie chemikálií a energie

V celulózkach, ktoré vyrábajú sulfitovú buničinu alebo magnefitovú buničinu na báze horčíka, je uprednostňovanou možnosťou regenerácia varnej chemikálie a Použitie organických zlúčenín v sulfitovom výluhu (SSL) ako zdroja energie (v prípade celulózk vyrábajúcich sulfitovú buničinu na báze vápna odkazujeme čitateľa na oddiel 4.1.5). Regenerácia pivovarských chemikálií zahŕňa Odparovanie výluhu na koncentrovanejší výluh, pálenie koncentrovaného výluhu a prípravu novej pivovarskej kyseliny z regenerovaných chemikálií. Fáza regenerácie lúhu je 97-98 %.

Regenerácia chemikálií z jednotkových procesov nebielenej buničiny je zvyčajne založená na týchto hlavných zásadách.

- Protiprúdové premývanie a Odparovanie slabo koncentrovaného výluhu.
- Pálenie koncentrovaného výluhu (biopaliva) v regeneračnom kotli, kde je možná výroba značného množstva energie na výrobu pary a elektrickej energie pre celulózku a čiastočne pre papier.
- Pri pálení vzniká pevný oxid horečnatý (popol) a plyný oxid siričitý. Oxid horečnatý sa oddelenie zo spalín v elektrostatických odlučovačoch alebo multicyklónoch a rozpúšťa sa vo vode pri tvorbe hydroxidu horečnatého. V niektorých celulózkach sa plyny z regeneračného kotla upravujú vo viaccyklovom systéme, následne sa používa skruber, ktorý poskytuje podobnú účinnosť odstraňovania ako elektrostatický filter.
- Táto suspenzia sa používa na absorpciu oxidu siričitého a oxidu siričitého zo spalín z regeneračného kotla a zo skruberov, skruberov a odparovačov pomocou viacstupňových Venturiho skruberov. Kvapalina získaná z čistenia spalín sa čistí (sedimentáciou alebo filtráciou) a obohacuje oxidom siričitým buď z pálenia elementárnej síry v sírovej peci, alebo pridaním kvapalného oxidu siričitého. Čerstvo vytvorená pivovarská kyselina (hydrogensiričitan horečnatý) sa po odstránení častíc sadzí a iných suspendovaných nečistôt prečerpá do varne.
- Regenerácia sušenia sa zvyšuje použitím stripovacej kolóny na regeneráciu oxidu siričitého rozpusteného v odparovacom kondenzáte (odparovače). Vyššie úrovne SO_2 môžu narušiť biomasu v Anaeróbnej čistiarni odpadových vôd. Odstránenie kondenzátu sa môže znovu použiť vo varni.

Prehľad cyklov chemického a regeneračného zhodnocovania je znázornený na obrázku 4.8, kde sú znázornené hlavné kroky procesu a ich funkcie.



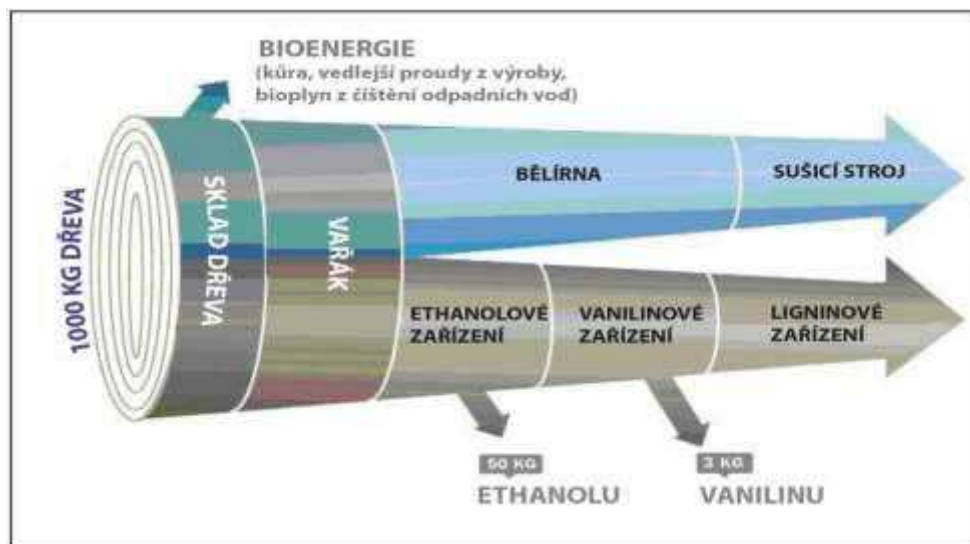
Obrázok 4.8: Chemické a energetické regeneračné cykly pre celulóšku so sulfitom hořečnatým

Celulóšky na báze horčíka majú problémy s recirkuláciou vody z fáz, v ktorých sa na reguláciu pH používa hydroxid sodný. Kľúčovým problémom pre sulfitové celulóšky je Oddelenie odpadových vôd, ktoré obsahujú rôzne chemické látky. Napríklad hydroxid sodný potrebný na dosiahnutie požadovaného pH v prípadoch bielenia. V tomto prípade nie je možné vypúšťať odpadovú vodu z bieliarne do regeneračných jednotiek z dôvodu veľkého množstva sodíkových iónov, ktoré môžu spôsobiť problémy pri prevádzke regeneračného kotla.

Regeneračné kotly okrem regenerácie chemikálií zabezpečujú aj výrobu pary. Vo celulóškach na výrobu sulfitovej buničiny sa často používajú pomocné kotle na spaľovanie kôry, oleja alebo iných palív. Tieto kotle slúžia na spaľovanie kalov, odpadových vôd a kalov z čistenia odpadových vôd. Pre kotly je vedenie pary do protitlakových turbín na výrobu energie.

4.1.5. Spracovanie vedľajších produktov sulfitovej buničiny

Priebeh várky je charakterizovaný uvoľňovaním hemicelulóz a lignínu do varného líhu. Sulfitový výluh (SSL) sa môže odvádzať priamo do chemického a procesu regenerácie energie (pozri časť 4.1.4) alebo sa môže separovať a použiť na výrobu iných produktov. Niektoré celulóšky na výrobu sulfátovej buničiny, najmä tie, ktoré pri varení používajú vápennú bazu, ale aj jednotlivé celulóšky, ktoré používajú sodík, amoniak (amónne soli) alebo zmes vápnika a horčíka, vyrábajú buničinu a niekoľko ďalších produktov. Celulóšky, ktoré premieňajú väčšinu sulfitového výluhu na rôzne produkty, sa nazývajú "biorafinérie". Na obrázku 4.9 je znázornený príklad celulóšky, kde sa všetok sulfitový výluh premieňa na predajné produkty (Borregaard, NO).



Obrázok 4.9: Základný princíp prietoku buničiny a výluhu v celulózkach, ktoré používajú koncepciu biorafinérie

Príkladmi produktov sú lignosulfonáty, etanol, krmné kvasnice, sóda, vanilín, kyselina octová a furfural.

Lignosulfonáty

Lignosulfonáty, ktoré tvoria približne 70 % sulfitového výluhu, sa používajú ako prísada alebo pomocný prostriedok v rôznych priemyselných odvetviach. Lignosulfonáty sa používajú aj ako spojivo, napríklad do krmných peliet a minerálnych brikiet, alebo ako protiprašný prostriedok používaný na cestách. Chemicky modifikované lignosulfonáty sú účinné disperzné činidlá na redukcii vody v betóne, na výrobu tehál a iných keramických výrobkov a tiež na výrobu farieb. Tento trh neustále rastie, najmä v oblasti aplikácií chemikálií, ako sú betón, čierne uhlie, triesloviny a iné. Lignosulfonáty sa považujú za deriváty prirodzene sa vyskytujúcich polymérov a ako také sú vyňaté z regulácie podľa nariadenia REACH.

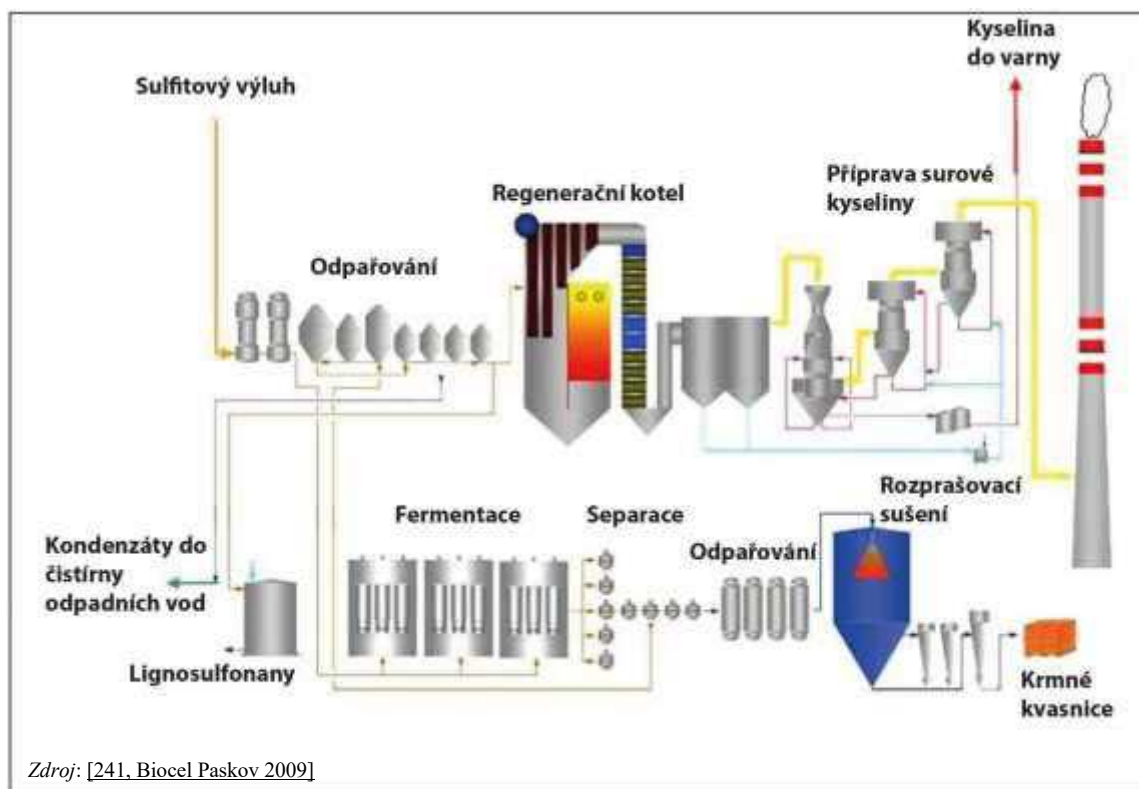
Etanol

Časť hemicelulózy vyrobená z ihličnanovej vlákniny môže byť fermentovaná a destilovaná na etanol. V minulosti väčšina sulfitových celulózok mala aj prevádzku na výrobu etanolu. Zavedením systémov regenerácie chemikáliami a energie väčšina celulózok ukončila výrobu etanolu. Klimatická politika a najnovšie predpisy o obnoviteľných palivách v súčasnosti opäť zatriktívňujú výrobu etanolu.

V procese fermentácie sa tvoria etanol a Oxid uhličitý. Etanol sa destiluje tak, aby spĺňal požiadavky na koncentráciu a kvalitu. V priebehu destilácie sa odstraňujú horľavé látky, napríklad metanol, z etanolu. Tie sa buď predávajú, vypúšťajú do čistiare odpadových vôd alebo podstupujú pálenie v celulózke, čím sa získava energia. Tvorba oxidu uhličitého je možná a oxid uhličitý sa môže zhromažďovať a vypúšťať do zariadenia na regeneráciu oxidu uhličitého (napr: Domsjö Fabriker, SE), kde sa čistí a kondenzuje na kyselinu uhličitú.

Krmné kvasinky

Priamo sa hemicelulóza môže použiť ako surovina na biotechnologickú výrobu krmných kvasiniek (pozri obrázok 4.10). Kvasinky sa vyrábajú na báze čistej kultivácie využitím fermentačného procesu. Krmné kvasnice dodávané v suchej forme sa používajú najmä pri výrobe krmných zmesí pre hospodárske zvieratá a krmív pre domáce zvieratá.



Obrázok 4.10: Schéma výroby krmných kvasiniek a separácie lignosulfonátov zo sulfitového výluhu

Sóda

Sóda sa môže vyskytovať ako vedľajší produkt pri extrakcii hemicelulózy horúcou alkalickou extrakciou s použitím NaOH (približne 30 - 130 kg/ADt buničiny), aby sa dosiahlo dosiahnutie obsahu celulózy nad 90 %. Tento roztok s vysokým organickým znečistením je možné spracovať v biologickej čistiarni odpadových vôd (spolu s ostatnými alkalickými odpadovými vodami z bieliarne). Najmenej v troch celulózkach v Európe (Rakúsko, Francúzsko a Nórsko) sa však odpadová voda s vysokým organickým znečistením, ktorá obsahuje sodík, zahusťuje odparovaním a následne sa páli v komore na roztápanie (pozri časť 4.3.13). Troska a popol z filtra pozostávajú najmä zo sodíka, ktorý sa môže použiť na neutralizáciu kyselí vody privádzanej do biologickej čistiarne odpadových vôd. Investičné a prevádzkové náklady tejto metódy sú pomerne vysoké (dôvodom je nepriaznivá energetická bilancia).

Vanilín

Lignosulfonáty sa používajú aj ako surovina na výrobu vanilínu. Procesy sa začínajú katalytickým vysokotlakovým krácaním lignosulfonátu, po ktorom nasleduje niekoľko krokov čistenia. Vanilín je jednou z najčastejšie používaných aróm a vonných látok so širokým spektrom použitia.

Kyselina octová a furfural

Tieto dva produkty sú príkladom toho, čo možno získať zo siričitanového výluhu. Výrobné a kapitálové náklady však v súčasnosti pravdepodobne prevyšujú príjmy.

Charakteristika "konceptie biorafinérie"

V prípade sulfitových celulózk s alkalickým vápnom nie je obnovenie varných chemikálií ekonomicky uskutočniteľné. Súvisiace vysoké emisie organických látok motivovali niektoré celulózkky k tomu, aby prešli od používania sulfitovej buničiny ako vápenného základu k inému základu, vo väčšine prípadov k horčíku, pretože MgO ako základ umožňuje regeneračný cyklus, ktorý sa využíva na regeneráciu chemikálií a energie. Ostatné celulózkky s procesom pálenia ukončili výrobu. Niekoľko celulózkok však objavilo veľké obchodné príležitosti v Používaní vápnika ako princípu a prijalo "konceptiu biorafinérie": regeneráciu sulfitového výluhu ako základ pre výrobu produktov, ktoré sa dajú predávať.

Premena sulfitového výluhu na predajné produkty si vyžaduje ďalšie technologické linky vrátane premývacích a čistiacich krokov. Keď sa cenné zložky sulfitového výluhu extrahujú a premenia na produkty, zostávajúca procesná voda, ktorá má stále vysoké organické znečistenie (napr. v prípade výrobcu špeciálnych buničín približne 4 500 mg Chemická spotreba kyslíka/l), sa vypúšťa do biologickej čistiarne odpadových vôd.

Mnohé produkty vyrobené zo sulfitového výluhu nahrádzajú petrochemické produkty pri konečnom použití. Týka sa to najmä etanolu, lignosulfonátu a vanilínu, ktoré tvoria väčšinu objemu vyrobeného zo sulfitového výluhu v koncepcii biorafinérie. Lignín nahrádza superplastifikátory v betóne, etanol nahrádza etylén etanol a tiež etanol vyrobený z cukrovej trstiny a vanilín nahrádza syntetický vanilín, ktorý sa bežne vyrába z guajakolu (čo je derivát fenolu). Efektívny vplyv výrobkov na báze dreva na klímu je výrazne vyšší ako v prípade petrochemických alternatív.

V biorafinérii je tonáž predajných produktov na jednotku použitého dreva oveľa vyššia ako v tradičnej celulózke podobnej veľkosti; v niektorých prípadoch je tonáž takmer dvojnásobná.

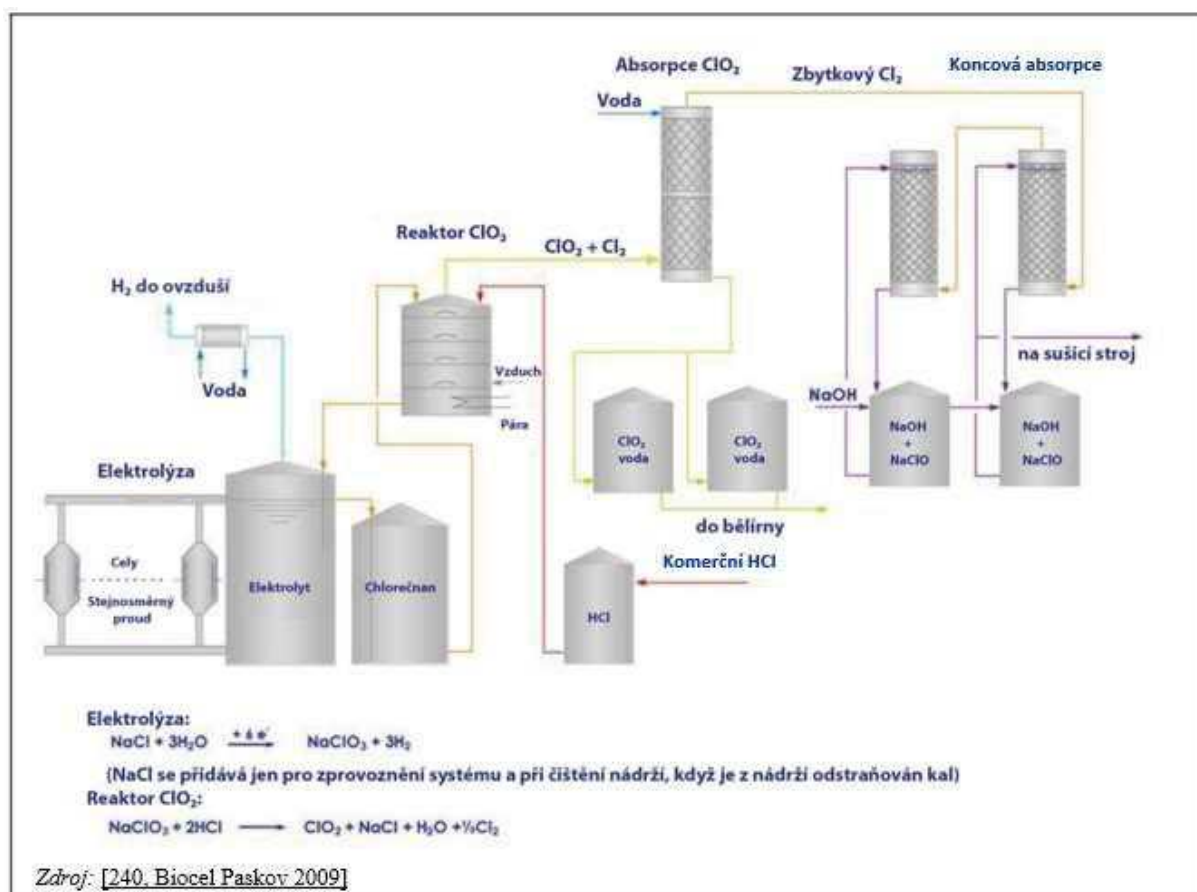
4.1.6. Príprava a spracovanie oxidu siričitého a bieliacich chemikálií

Väčšina celulózok sa podieľa na úprave kvapalného Oxidu siričitého. V prípade havárie sa môže použiť použitie kvapalného SO₂ možné je, že to môže viesť k vážnemu poškodeniu zdravia a životného prostredia. V prevádzkach sa uskladňuje a spracúva veľmi veľa ton SO₂; platia rozšírené bezpečnostné povinnosti podľa smernice Rady ESP 96/82/ES z 9. decembra 1996 o kontrole nebezpečenstiev závažných havárií s prítomnosťou nebezpečných látok [214, Smernica Seveso II -96/82/ES 1996]. Na zaistenie bezpečnosti na pracovisku je potrebné splniť rôzne povinnosti. Zariadenie musí byť napríklad registrované na príslušných úradoch, musia sa pravidelne vydávať bezpečnostné správy, povinné sú vnútorné a vonkajšie pohotovostné plány a musia sa dodržiavať dostatočné bezpečnostné vzdialenosti od obytných oblastí. Tieto zariadenia sa tiež pravidelne podrobia bezpečnostným kontrolám. Rozsiahle technické a organizačné bezpečnostné opatrenia znižujú zostávajúce riziko nehody. V prevádzkach sa bežne inštalujú automatické alarmy na zistenie náhodných únikov SO₂ a kvapalného SO₂ sú vybavené systémom na detekciu úniku.

Ďalšia možnosť prípravy sušenia² bez úpravy kvapalného SO₂ pálenie pevných látok v spaľovacej komore (sírová pec) a absorpcia plyného SO₂. Výhodou tejto metódy je, že neuplatňuje smernicu Seveso II a energia uvoľnená v priebehu exotermickej reakcie sa zhodnocuje v malom regeneračnom kotli, ktorý vyrába paru (existuje príklad celulózky, ktorá produkuje 140 000 ton ročne: 1,3 tony pary za hodinu, 12 barov, 220 °C). Túto alternatívu používajú viaceré celulózky v Európe.

Bieliarne používajú predovšetkým hydroxid sodný (NaOH), peroxid vodíka (H₂O₂) a vápno (H₂SO₄). Peroxid sa používa ako bieliace činidlo a NaOH na reguláciu pH potrebného pre tento proces. Po alkalickom bielení procese sa na okyslenie používa kyselina sírová. Dodávky chemikálií prebiehajú zvyčajne po železnici, cestou, cisternami alebo loďami, prípadne sa chemikálie vyrábajú na mieste. Úroveň látok pri dodávke je 50 % pre NaOH, 49 % pre peroxid a 70 % až 98 % pre kyselinu vápennú. Peroxid vodíka a kyselina vápna sa používajú v nezriedenej forme, NaOH sa používa ako zriedený roztok (10-18 %). Aby sa zabránilo náhodnému úniku chemikálií do pôdy, podzemných vôd alebo blízkych vodných tokov, chemikálie sa skladujú v dvojplášťových nádržiach alebo v nádržiach, ktoré sú dimenzované tak, aby vyhovovali potrebám skladovaných chemikálií. Skladovacie nádrže sú umiestnené nad záchytnými nádržami, ktoré môžu zadržiavať potenciálne unikajúce kvapaliny.

Ak sa oxid chloričitý použije ako bieliaca chemikália (bielenie ECF), je možné použiť rôzne metódy na výrobu ClO₂ v prevádzke (pozri tiež časť 3.1.12.1). Príprava oxidu chloričitého systémom Kesting (použitý napr. v sulfitovej celulózke spoločnosti Biocel Paskov a.s.) je jednou z metód, ktoré nemajú významný vplyv na životné prostredie (pozri obrázok 4.11).



Obrázok 4.11: Príprava oxidu chloričitého systémom Kesting

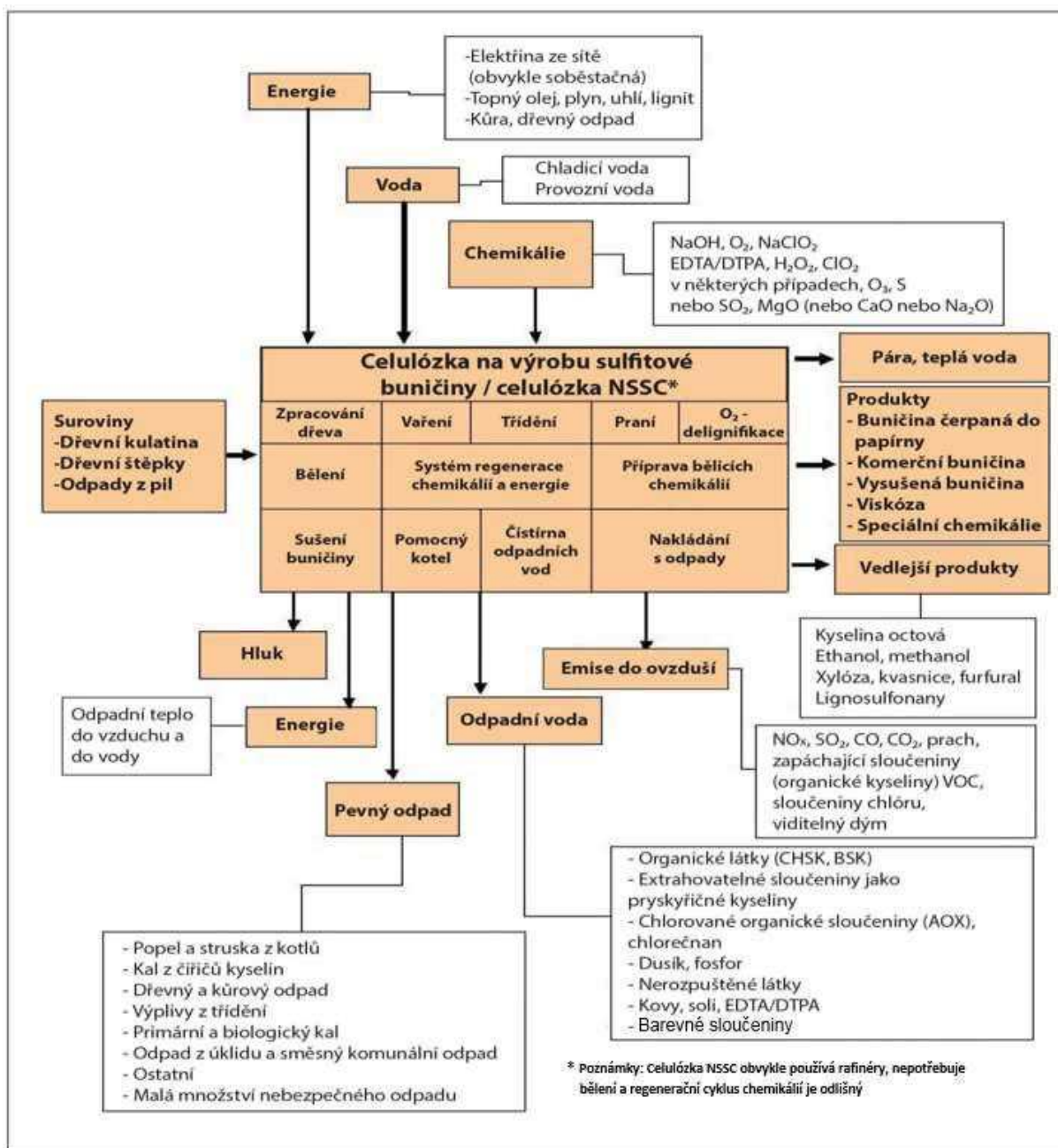
V tomto prípade sa oxid chloričitý pripravuje elektrolyzou NaCl za vzniku NaClO_3 ako medziprodukt. Celkovo sa denne používajú 1-2 tony vstupnej chemikálie (HCl) na výrobu 1-2,4 tony ClO_2 v závislosti od druhu vyrábanej buničiny. NaCl sa používa len na prevádzku systému (približne 30 ton). Systém výroby oxidu chloričitého je takmer uzavretý. Nádrže sa čistia raz ročne priebehu odstávky a kal sa odstráni. V takom prípade alebo v prípade úniku sa do systému pridávajú približne 1 - 2 tony NaCl. Niekedy sa na upravenie pH pridáva NaOH alebo HCl. ClO používa v bieliarni na vodovodných úrovniach 1,5-4,5 g ClO_2/l . V koncovej absorpcii sa vyrobený NaClO (približne 18 m³/deň) používa na vnútornú dezinfekciu vodného systému sušičky. Tvorba chlorečnanov, ktoré sú toxické pre baktérie a planktón pri hladinách približne 3 - 4 mg/l, sa nemeria z dôvodu malého množstva oxidu chloričitého, ktoré sa používa v bieliarni tejto celulózky na výrobu sulfitovej buničiny.

4.2 Súčasná úroveň spotreby a emisií

Táto kapitola uplatňuje sa na všetky druhy buničiny na výrobu sulfitovej buničiny vrátane buničiny NSSC.

4.2.1. Prehľad vstupov/výstupov pre výrobu sulfitovej buničiny

Na obrázku 4.12 je uvedený prehľad vstupov surovín a energie, ako aj výstupov výrobkov, produktov a hlavných únikov (emisií, odpadov atď.) pri výrobe sulfitovej buničiny. Priebeh procesu, druhy celulózy, koncepcia vsádzky a bielenia a marketingová stratégia celulózy vedú k rôznym emisiám do vody (napr. AOX, chlorečnany, chelačné činidlá). Množstvo a druh výrobkov a vedľajších produktov závisí od typu mlyna (pozri kapitolu 4.1.1), predaju a predajnosti vedľajších produktov.



Obrázok 4.12: Prehľad vstupných a výstupných prietokov v sulfitovej celulóze

V tabuľke 4.4 sú uvedené ročné priemerné hodnoty z troch integrovaných celulózok na výrobu magneziumbesfitovej buničiny, ktoré vyrábajú buničinu na výrobu papiera v Nemecku. Údaje preto nepredstavujú celý rozsah úrovni emisií zo sulfitových celulózok. Poskytujú však prehľad predovšetkým hlavných vstupných tokov (surovín, palív a použitej vody) a emisií znečisťujúcich látok do vody a ovzdušia vrátane zvyškov, ktoré možno očakávať v konvenčnej sulfitovej celulózke.

Tabuľka 4.4: Priemerné ročné špecifické údaje o vstupoch/výstupoch z troch integrovaných sulfitových celulózok a papierní s celkovej výrobou 462 000 ADt/rok

Vstupné údaje (3 príklady celulózok, údaje z roku 2008)			Výstup (3 príklady celulózok, údaje z ročnej priemernej hodnoty z roku 2008)		
Suroviny	Hodnota	jednotiek(1)	výrobu	Hodnota	Jednotka
Drevo (sušené metódou sušenia v peci)	~ 2,1	ADt	Bielená buničina	1	ADt
SO ₂ ako S	28-32	ADt			
MgO	9,5-24	ADt	Emisie po upravení		
NaOH	26-30	ADt	CO ₂	Žiadne údaje	ADt
H ₂ SO ₄	4	ADt	CO ₂ , obnoviteľné zdroje	Žiadne údaje	ADt
H ₂ O ₂	21-26	ADt	NO _x	0,96-1,9	ADt
DTPA	1,3-3	ADt	CO	0,03-1,12	ADt
energie			SO ₂ SO	0,77-1,11	ADt
Olej	Žiadne údaje	ADt	Prach	0,03-0,07	ADt
Uhlie	Žiadne údaje	ADt	Chemická spotreba kyslíka	21-25,5	ADt
Zemný plyn	Žiadne údaje	ADt	BOD ₅	0,45-1,2	ADt
Nakúpená elektrická energia	Žiadne údaje	prietok	Suspendované látky	0,4-1,2	ADt
Celková primárna energia (2)	Žiadne údaje	prietok	AOX	< 0,002	ADt
			NO _{anorg.}	0,09-0,4	ADt
			P _{celk.}	0,01-0,06	ADt
			Prietok odpadových vôd	43,5-65	m ³ ADt
Použití vody			Zvyšky		
Surová/čerstvá voda	43,5-65	m ³ ADt	Kal (90 % sušiny)	24-29	ADt
			Popol z kotla a odsírenie	13-33	ADt

Poznámka:
 (1) ADt = tona vzduchom vysušenej buničiny.
 (2) Emisie do ovzdušia z nakúpenej elektrickej energie nie sú zahrnuté.
 (3) Emisie do ovzdušia sa vzťahujú len na regeneračný kotol. Emisie z kôry a pomocných kotlov sa nezapočítavajú.
 (4) Údaje sa týkajú výroby buničiny. Emisie z výroby papiera sa musia posudzovať individuálne.

zdrojov :: [236, COM 2009]

Údaje sa týkajú výroby buničiny, t. j. nie je zahrnutá výroba papiera. Údaje o emisiách do vody predstavujú stav po biologickej úprave. Údaje o emisiách do ovzdušia sa vzťahujú na stav po Úprave.

V prípade celulózky vyrábajúcej chemickú buničinu (viskózovú buničinu) sa spotreba a úrovne emisií líšia z niekoľkých hľadísk: vstup dreva je oveľa vyšší (2,6 tony na tonu suchej buničiny), rovnako ako dávka NaOH potrebná na dosiahnutie čistej buničiny s vysokým obsahom alfa-celulózy. Jedna chemická celulózka pridáva použitý lúh zo prevádzky na výrobu viskózy v množstve až 80 kg NaOH/ADt buničiny. Pokiaľ ide o energetickú bilanciu, celulózka vykonáva výrobu 140 % svojej vlastnej spotreby energie a prebytok dodáva prevádzke na výrobu viskózových vlákien.

4.2.2. Hodnoty spotreby a emisií z prevádzkových jednotiek

Táto kapitola sa uplatňuje pre všetky druhy buničiny na výrobu sulfitovej buničiny vrátane buničiny NSSC.

Pri výrobe sulfitovej buničiny sú zaujímavé najmä spotreba energie, odpadová voda, emisie zo spracovania výluhov (pri použití vápnika ako základu) a emisie do ovzdušia. Zapáchajúce plyny (zapáchajúce emisie), hluk alebo obťažovanie súvisiace s prepravou surovín a konečných výrobkov môžu slúžiť na problém pre okolie. Uvedené sú aj najdôležitejšie emisie do vody, ovzdušia a pôdy (odpad) a spotreba materiálov vrátane energetických aspektov:

- spotreba dreva;
- spotreba chemikálií;
- energetické požiadavky;
- spotrebu vody a emisií odpadových vôd z rôznych krokov procesu, ako aj celkový odpad vrátane:
 - straty pri premývaní
 - vypúšťanie bieliarnej vody
 - kondenzáty z odparovačov
 - únikov
 - priame vypúšťanie živín
 - priame vypúšťanie chelačných látok
 - zložky chlóru z bielenia a chemikálií na bielenie (pre veľmi málo celulózok ECF)
 - priame vypúšťanie kovov (v závislosti od využitých zdrojov dreva);
- do ovzdušia z bodových zdrojov (regeneračný kotol, pomocné kotly);
- zapáchajúce plyny (pachové emisie) a rozptýlené (difúzne) emisie;
- Nakladanie s tuhým odpadom;
- hluku.

Ak sú k dispozícii údaje, uvedené budú informácie o emisiách do vody, ovzdušia a pôdy (odpadov) pred a po externej úprave.

4.2.2.1. Spotreba dreva

Pri výrobe sulfitovej buničiny je možné použiť vlákno z ihličnatého dreva (predovšetkým zo smreka) a vlákno z listnatého dreva (predovšetkým z buka alebo eukalyptu). Používa sa guľatina, štiepok a odpad z píl. Niektoré celulózky používajú len odpad z píl. Použitie dreva a výťažok pri výrobe bielenej buničiny je závislé od selektivity pri delignifikácii a bielení, druhu použitého dreva a typu výroby sulfitovej buničiny (pozri kapitolu 4.1.1).

Množstvo dreva potrebné na výrobu jednej tony bielenej sulfitovej buničiny na výrobu papiera je zvyčajne 1,8-2,1 tony absolútne suchého dreva/ADt buničiny.

Vzhľadom na mierne vyššiu výťažnosť procesu Magnefite (v porovnaní s procesom výroby kyslej sulfitovej buničiny) je spotreba dreva mierne nižšia. Magnefitová buničina sa od sulfitových buničín líši tým, že umožňuje použiť borovicu.

V prípade chemickej (viskózovej) buničiny (výroba viskózy) je vstup dreva podstatne vyšší: celulózka použiť približne 2,6 tony absolútne suchého dreva/ADt buničiny z dôvodu nižšej výťažnosti.

Pri výrobe špecializovanej buničiny sa spotreba dreva značne líši v závislosti od úrovne extrakcie hemicelulózy: 2,2-2,8 tony absolútne suchého dreva/ADt buničiny. Tento pomer je ovplyvnený aj druhom dreva a výrobou výrobkov.

NSSC celulózka vykázala spotrebu dreva 2,4-2,9 m³ odkôrňovanie dreva/ADt buničiny. To zodpovedá približne 1,1 tony absolútne suchého dreva na 1 ADt buničiny. Predovšetkým sa v tomto prípade používa breza. Je možné použiť aj smrekový, topoľový, jelšový alebo guľatinový odpad. Od druhu použitého dreva závisí aj výťažnosť výroby.

4.2.2.2. Spotreba chemikálií

Spotreba chemikálií sa v jednotlivých závodoch do určitej miery líši. Typická spotreba predovšetkým hlavných chemikálií na výrobu sulfitovej buničiny je však uvedená v tabuľke 4.5.

Tabuľka 4.5: Spotreba hlavných chemikálií pri výrobe sulfitovej buničiny

Chemikálie používané na výrobu bielenej Mg sulfitovej buničiny	Množstvo [kg/ADt]
NaOH	10-55
O ₂	0-15
H ₂ O ₂ (100 %)	10-40
EDTA alebo DTPA	0-3
O ₃ (i)	0-5
S (celulózky používajú buď tuhý S, alebo kvapalný SO ₂)	20-40 (max. 90)
SO ₂ (celulózky používajú buď S, alebo SO ₂)	0-70
MgO	15-25
Odpeňovače	1,31 (1 celulózky)
Disperzné činidlo pre živice	0,43 (1 celulózka)
Čistiace činidlá	NA
<i>Poznámka:</i> (1) Ozón sa v sulfitových celulózkach bežne nepoužíva. Dve celulózky, ktoré vyrábajú viskóznú sulfitovú buničinu, a jedna, ktorá vyrába papierovinu, však zaviedli fázu ozónového bielenia. (2) Celulózky NSSC nepoužívajú bieliace chemikálie ani komplexotvorné činidlá (nebielená buničina). Hlavné chemikálie sú NaOH alebo NaHCO₃ (dávka s zásadami) a S alebo SO₂.	

Švédska celulózka vyrábajúca bielenú buničinu Magnefitu na výrobu jemného papiera uviedla tieto hodnoty spotreby chemikálií na tonu buničiny: 50 kg hydroxidu sodného, 14 kg kyslíka, 1,8 kg EDTA, 2 kg kyseliny peroctovej (buničina z dreva) a 37 kg peroxidu vodíka. Postupnosť bielenia je (E + O)Q (E + O + P) (O+P)-Q-(Paa-P) pre drevné vlákno a (O+P)-Q-P pre listnaté vlákno.

4.2.2.3. Spotreba energie

V sulfitových celulózkach sa väčšina tepelnej energie spotrebuje na ohrev fermentorov, počas bielenia (ohrev procesu na urýchlenie a kontrolu chemických reakcií), sušenie buničiny (ak sa použije) a Odparovanie slabého lúhu na obsah sušiny 58 - 60 %. Väčšina elektrickej energie sa spotrebúva na prepravu materiálov a vody (čerpanie) a na hospodárenie s tlakom vo vyhrievacích nádržiach a bieliarňach.

Pri výrobe bielennej sulfitovej buničiny sa spotrebuje približne 7,5 - 16,5 GJ/ADt tepelnej energie (okrem pary na výrobu elektrickej energie). Menšie množstvá sa dosahujú pri výrobe papieroviny, ak sa do nej nezapočítava sušenie buničiny (čerpanie buničiny). Spotreba elektrickej energie je 550-900 kWh/ADt [236, COM 2009]. Spotreba energie na sušenie buničiny predstavuje približne 25 % tepelnej energie a 15 - 20 % elektrickej energie. Približne 50 % spotreby elektrickej energie sa používa na čerpanie. Ak sa ozón používa na bielenie, možná celková spotreba elektrickej energie dosiahne 990 kWh/ADt.

Spotreba energie závisí od konfigurácie procesu, technologického zariadenia, účinnosti riadenia procesu a sortimentu výrobkov.

V tabuľke 4.6 sú uvedené príklady čistej spotreby energie v prípadoch niektorých európskych celulózok a papierň, vo forme tepla (okrem tepla na výrobu protitlaku) a elektriny pre neintegrovanú alebo integrovanú výrobu sulfátovej buničiny. V druhom prípade sa údaje o energii týkajú len výroby buničiny.

Tabuľka 4.6: Príklad spotreby energie v niektorých európskych sulfitových celulózkach a závodoch na výrobu papiera v roku 2008

Druhy buničiny	Prevádzkové teplo [GJ/ADt]	Energie [kWh/ADt]
Výroba bielenej sulfitovej buničiny; v prípade integrovaných závodov sa údaje neuplatňujú pre výrobu buničiny (čerpateľná buničina)	7,5-8,5	550-750
Výroba bielenej sulfitovej buničiny; údaje neuplatňujú sa na vzduchom sušenú buničinu (vrátane sušiarne): možná je aj výroba produktov	13,5	880
Výroba bielenej sulfitovej buničiny na viskózu a chemické použitie; údaje sa vzťahujú na vzduchom sušenú buničinu (vrátane sušiaceho stroja)	16,5	900
Zdroj: [236, COM 2009]		

Neboli poskytnuté žiadne údaje o stave energetickej efektívnosti predložených celulózok. Z dostupných údajov získaných z vyplnených dotazníkov, tabuľky 4.7 a tabuľky 4.8 možno zhrnúť spotrebu energie pre dva rôzne druhy celulózok podľa procesov. Preto je možné identifikovať predovšetkým hlavné fázy energeticky náročného procesu. Uvedená energia sa líši od pretekov k pretekom a zahŕňa rôzne zariadenia s rôznou úrovňou podrobnosti. Údaje predstavujú postupne modernizované mlyny, ktoré boli založené pred mnohými desaťročiami a následne rozšírené a modernizované (referenčný rok: 2008). Novovytvorená alebo nedávno prešlá celulóza by mala pravdepodobne nižšie hodnoty.

Tabuľka 4.7: Spotreba energie na výrobu bielennej sulfitovej buničiny

Prevádzková jednotka	Celková čistá prevádzková spotreba tepla (pary) [GJ/ADt]	Čistá spotreba elektrickej energie [ADt]	Poznámky
Sklad dreva	0,185	14	Úprava, odkôrňovanie, orezávanie
Varňa	2 314	129	
Premývanie a triedenie	-	-	Žiadne údaje; zvyčajne približne 45-55 kWh/ADt
Bielenie	1 456	248	Nie O ₂ delignifikácia
Triedenie bielennej látky	-	-	Žiadne údaje; zvyčajne približne 30-40 kWh/ADt
Sušenie buničiny	-	-	Údaje sa vzťahujú na výrobu buničiny; sušenie buničiny spotrebuje približne 2,8-3 GJ/ADt a 100 kWh/ADt energie
Odparovače a oddeľovanie	3 840	42	Údaje bez vymazávania
Regeneračný kotol	0,291	286	Vrátane odsírenia spalín
Pomocný kotol	-	-	Súvisiace s výrobou papiera
Úprava odpadových vôd	-	-	Žiadne informácie; zvyčajne 9 až 15 kWh/ADt
Príprava bieliacich chemikálií	-	-	Neboli poskytnuté žiadne informácie
Rôzne, celulóza	-	12	Bližšie nešpecifikované
Celková celulóza	8 086	731	
<i>Poznámka:</i> Používa sa podobný percentuálny podiel buničiny z tvrdého a mäkkého dreva; údaje sa vzťahujú na vzduchom vysušenú tonu, ale procesy končia výrobou buničiny na čerpanie. <i>Zdroj:</i> [236, COM 2009]			

Ako je uvedené v pravom stĺpci tabuľky 4.7, súbor údajov nie je úplný. Hranice a postupy odkazovaného systému nie sú vždy transparentné. Číselné údaje sa vzťahujú na výrobu buničiny, t. j. sušenie buničiny nie je zahrnuté. Hodnoty spotreby energie slúžia len na poskytnutie hrubého prehľadu o predovšetkým spotrebe energie v celulózke a na približnú predstavu o celkovej čistej spotrebe energie.

Na rozdiel od tabuľky 4.7 tabuľka 4.8 zahŕňa aj sušenie buničiny, spotrebu energie v elektrárni, úpravu surovej vody a čistenie odpadovej vody a veľké množstvo energie spotrebovanej v rôznych procesoch vrátane strát a možných chýb merania.

Tabuľka 4.8: Vykázaná spotreba energie na výrobu bielennej sulfitovej buničiny

Oddelenie	Celková čistá prevádzková spotreba tepla (pary) [ADt]	Čistá spotreba elektrickej energie [ADt]	Poznámky
Sklad dreva		36,3	Úprava, odkôrňovanie, kosenie
Varenie	2 577	124,5	
Premývanie a triedenie	---		
Delignifikácia	0,421	140,0	
Bielenie	0,266		
Triedenie bielennej látok	---	119,4	
Sušenie buničiny	3 024		
Odparovače a oddeľovanie	4 118	104,2	
Regeneračný kotol	0,197	18,5	
Pomocné kotle		75,4	Elektrárň
Sekundárna regenerácia	0,068	32,2	
Úprava surovej vody a čistenie odpadových vôd	--	75,4	Nešpecifikované
Priprava bieliacich chemikálií	0,182	92,9	Nešpecifikované
Rôzne, celulóza	2 705	60,8	Nemerané straty, chyby merania
Celková celulózka	13 656 (*)	879,6	

Poznámka:

Väčšinou sa používa buničina z ihličnatých drevín; údaje sa neuplatňujú na jednu tonu vzduchom vysušenej buničiny a zahŕňajú sušenie buničiny a výrobu produktov.

(*) V tomto prípade sa celková suma nahlásená prevádzkou mlyna nesčíta. Určenie súčtu spotreby energie v rôznych oddeleniach je veľmi ťažké z dôvodu náročnosti merania prevádzkového tepla vo všetkých možných oddeleniach. Pri mapovaní elektrickej energie sa niekedy sčítava celková hodnota, pretože počas mapovania môžu prebiehať rôzne procesné cykly. Tieto tabuľky preto poskytujú len orientačné informácie o predovšetkým hlavných spotrebiteľoch energie v celulózke.

Zdroj: [236, COM 2009]

Sulfitové celulózky sú energeticky náročné zariadenia. Výroba pary a energie sa uskutočňuje súčasne, väčšinou s využitím obnoviteľných palív. Integrované sulfitové celulózky sú približne z 90 % energeticky sebestačné (pri Použití regeneračných chemikálií a energie). Je to priamo spôsobené získavaním energie spaľovaním približne 50 % vstupného dreva v Regeneračnom kotli (zahustený čierny lúh) a použitím kôry ako pomocného paliva pre kotly. Okrem toho je možné z rôznych krokov procesu získať sekundárnu energiu vo forme horúcej a teplej vody (40 - 80 °C). V celulózkach, ktoré používajú regeneračný kotol, sa fosílna palivá používajú najmä ako pomocné palivá v prípade poruchy, na zapáľovanie a záložný oheň v regeneračnom kotle (napr. olej alebo zemný plyn) a v pomocných kotloch. Fosílna palivá sa priamo využívajú, keď sa SO₂ sa odstaví pre úpravu.

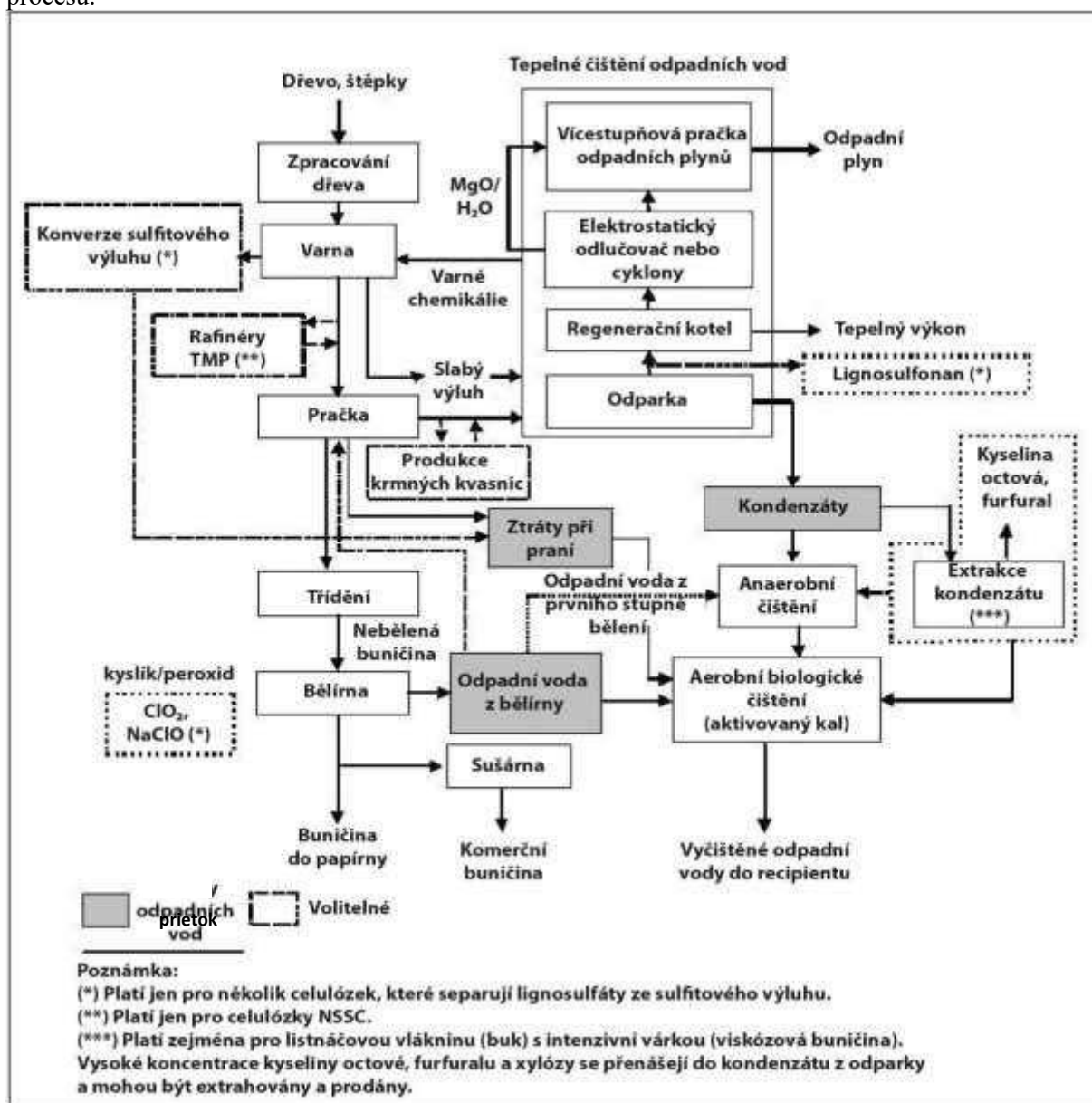
Regeneračný kotol slúži ako zdroj energie, v ktorom sa koncentrovaný sulfitový výluh spaľuje v plyne. Vzniknuté teplo sa využíva na výrobu prehriatej pary pod vysokým tlakom. Časti energie z vysokotlakovej pary sa využívajú na výrobu elektrickej energie vo vákuovej turbíne. Strednotlaková para odoberaná z turbíny a nízkotlaková výstupná para sa používajú na pokrytie potreby tepelnej energie pri výrobe buničiny. Celulózky na výrobu sulfitovej buničiny, ktoré používajú regeneračné kotly, sú takmer sebestačné, pokiaľ ide o energiu, a potrebujú len obmedzené dodávky energie z fosílnych palív.

Niekoľko celulózok v Európe, ktoré nepoužívajú regeneračné kotly alebo kotly na biomasu, musí vyrábať paru a elektrinu výlučne z fosílnych palív.

V integrovaných celulózkach a papierniach je prebytočné teplo vyrobené v celulózke príliš malé na pokrytie spotreby energie na výrobu papiera. Dodatočná potreba tepla sa musí pokryť výrobou tepla v kotloch na drevo/drevo a v pomocných kotloch. Fosílna palivá sa používajú ako pomocné palivá v kotloch na kôru a kaly a tiež predovšetkým ako hlavné palivo v pomocných kotloch. Špičková spotreba energie sa často pokrýva využitím parnej jednotky na fosílna palivá.

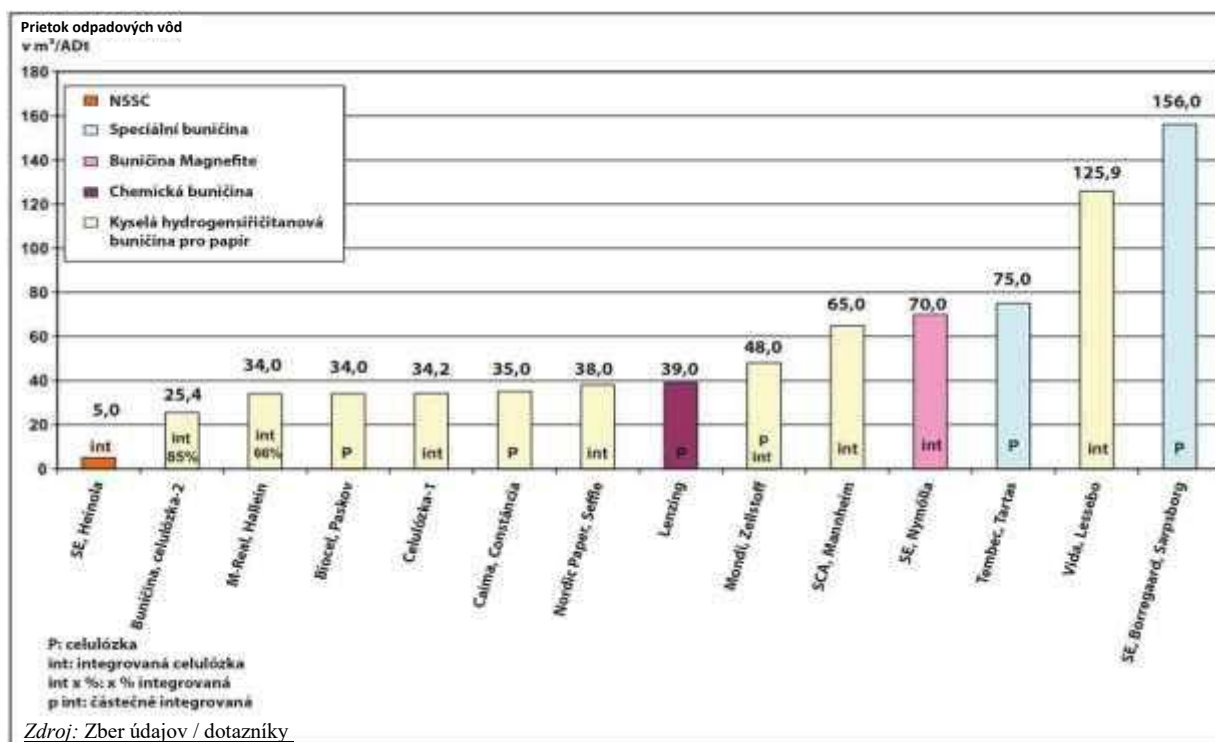
4.2.2.4. Odpadové vody a emisie do vody

Na obrázku 4.13 je uvedený prehľad hlavných procesov výroby sulfitových buničín a hlavných zdrojov emisií do vody. Emisie do vody pochádzajú z rôznych procesov, najmä zo strát počas premývania, odpadu z bieliarní a kondenzátov z odparovačov. Zahrňujú aj havarijné úniky. V dobre riadených sulfitových celulózkach však takmer nedochádza k únikom, ktoré by neboli podrobené regeneračnému procesu.



Obrázok 4.13: Predovšetkým zdroje emisií do vody z výroby sulfitovej buničiny

Na obrázku 4.14 je uvedený prehľad vypúšťaných odpadových vôd (ročné priemery) z rôznych sulfitových celulózok. Uvedené hodnoty sa pohybujú od 25 m³/ADt až do 156 m³/ADt buničiny.



Obrázok 4.14: Vypúšťanie odpadových vôd (ročné priemery) z rôznych sulfitových celulózok

Súčasnú úroveň emisií z rôznych druhov sulfitových celulózok uvedenú v tabuľke 4.9 naznačujú rozsah emisií v Európe. Väčšina celulózok má prevádzky na biologické spracovanie.

Tabuľka 4.9: Rozsahy priemerných ročných množstiev vypúšťaných odpadových vôd v roku 2008 nahlásených z rôznych druhov európskych sulfitových celulózok po čistení odpadových vôd

Technológia výroby buničiny a výroba produktov	Prietok m ³ /ADt	BOD _{5/7} ADt	Chemická spotreba kyslíka ADt	AOX kg/ADt	Pcelkovej. ADt	NOcelkovej. ADt	NL ADt
Buničina na výrobu papiera	35-65 [25-126] (2)	0,25-1,2	10-42 [10-120] (2)	< 0,001-0,03	0,02-0,10 [0,01-0,17] (2)	0,17-0,2	0,62-3,7 [16]
Buničina na výrobu papiera, magnéfit (1)	45-70	0,7-2,0	30-40	0	0,03-0,15	0,17-0,25	1,0-4,0
Chemická buničina (viskóza) na výrobu textilu (4)	40	Nevystopovateľné	4	< 0,002	< 0,01	< 0,1	0,25
Špeciálna buničina na chemické použitie (1)	40-75 [156] (2) (3)	4,1-23	58-145 [41, 58-62, 173] (2)	0,2-0,75	[0,14] 0,25	1,1 (vyššie pre základ NH ₄ ⁺ : 2,5)	6,1-16
NSSC celulózky, nebielené	11-20	0,7-1	5-10	-	0,01-0,02	0,1-1,6	0,5-1

Zdroj:

Úrovně emisií pochádzajú z osobnej komunikácie s rôznymi celulózkami a z vyplnených dotazníkov.

(1) [CEPI]

(2) Údaje v hranatých zátvorkách z priamo zberu údajov.

(3) Horná úroveň priamo zo zberu údajov/dotazníkov: 156 m³/ADt nie je zahrnutý v poznámkach.

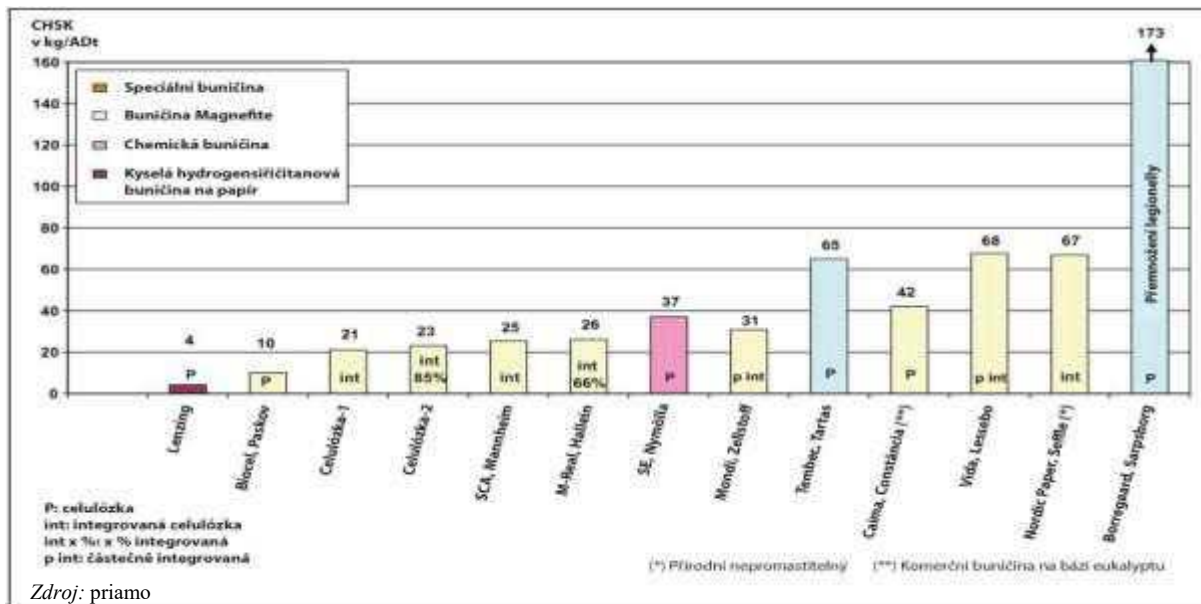
(4) Údaje len z jednej celulózky.

V niektorých prípadoch prietok zahŕňa prevádzkovú aj chladiacu vodu. Je to priamo spôsobené tým, že niektoré celulózky používajú chladiacu vodu následne ako prevádzkovú vodu. Ostatné vykonávajú priame vypúšťanie neznečistenej chladiacej vody individuálne.

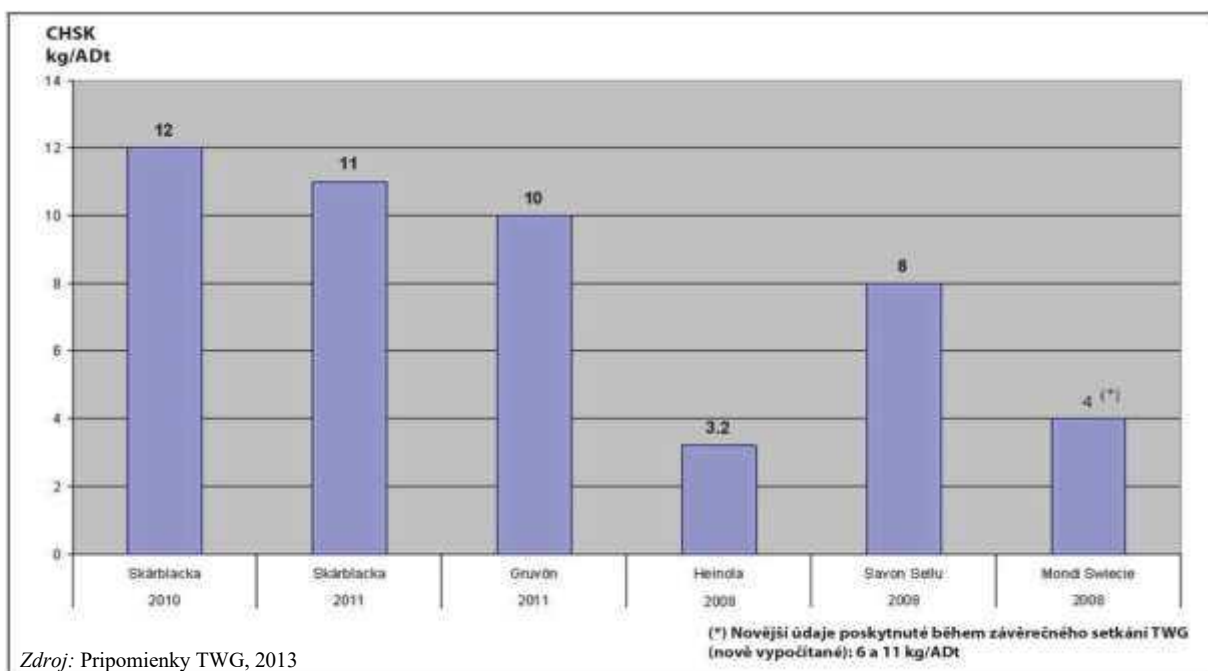
Jednotlivé vypúšťané znečisťujúce látky sú podrobnejšie opísané priamo nižšie.

Priame vypúšťanie organických látok

Vypúšťanie organických látok po čistení sa všeobecne pohybuje v rozmedzí od 4 kg Chemická spotreba kyslíka/ADt do 173 kg Chemická spotreba kyslíka/ADt (pozri údaje o Chemickej spotrebe kyslíka na obrázkoch 4.15 a 4.16 pre rôzne druhy celulózok). Najvyššia hodnota neuplatňuje sa v prípade celulózky, ktorá musela zatvoriť aeróbnu čistiareň odpadových vôd z dôvodu premnoženia baktérií Legionella.



Obrázok 4.15: Ročné priemery špecifickej CHSK zo sulfitových celulózok (okrem NSSC)



Obrázok 4.16: Ročné priemery špecifickej CHSK z celulózok NSSC

V kyslomagnéziovo-bisulfitových celulózkach vyskytuje sa množstvo organických látok uvoľnených z varených drevných štiepok v otvorenej časti procesu (konkrétne po použití techniky na premytie suspenzie buničiny nebielenej), t. j. v bieliarni, zvyčajne 40-70 kg ADt/CHSK. Jedna celulózka však znižuje špecifické emisie Chemickej spotreby kyslíka z bieliarne na 23 kg/ADt (Biocel Paskov, CZ). Špecifický objem odpadových vôd z dobre navrhnutých a prevádzkovaných bieliarní buničiny sa pohybuje v rozmedzí 15-25 m³ADt. Jedna celulózka nahlásila 5 m prietoku vody z bieliarne³ADt

Organické znečistenie vypúšťané spolu s odpadovými vodami z bieliarne sa líši medzi ihličnatými a listnatými vláknami v tom, že hoci odpadové vody z bieliarne ihličnatých vlákien obsahujú menej Chemickej spotreby kyslíka (CHSK), je oveľa ťažšie ich biologicky spracovať z dôvodu ich zloženia. Aj celulózky vyrábajúce špeciálnu buničinu môžu mať vyššie emisie v porovnaní s výrobou papierovej buničiny, najmä v prípade TCF, z dôvodu bielenia ECF pomocou ClO₂ ako aj D1, ktorá je absolútne nevyhnutná, a extrakčnej fázy na odstránenie hemicelulózy, ktorá musí prebiehať. Prietok z týchto dvoch fáz má vysoké znečistenie organickými zlúčeninami (čiastočne biologicky nerozložiteľné pre D1).

Kontaminácia CHSK v kondenzátoch je oveľa vyššia v sulfitových celulózkach ako v sulfitových celulózkach v dôsledku obsahu kyseliny octovej a furfuralu a preto, že v sulfitových celulózkach nie je bežnou praxou odstraňovať najviac kontaminované koncentrované kondenzáty. Odstraňovanie sušeniaz je dôležité pre Regeneračný proces oxidu siričitého a na zabránenie zlyhania biologického čistenia odpadových vôd a následného anaeróbného čistenia kondenzátov. Chemická spotreba kyslíka z kondenzátov sa potom rozkladá počas biologickej Úpravy. V celulózke Nymolla (SE) sa pred odparovaním pridáva hydroxid horečnatý, aby sa znížilo množstvo Chemickej spotreby kyslíka v kondenzátoch. Celkové znečistenie v kondenzátoch pred Úpravou nie je vyššie ako 60-70 kg CHSK/ADt. Jedna celulózka uvádza špecifické znečistenie kondenzátu pred Upravením 33 kg CHSK/ADt. V sulfitových výluhoch sa nachádza veľké množstvo kyseliny octovej vo forme prchavej voľnej kyseliny. Furfural sa vyrába z xylanov za kyslých podmienok v sulfitovej várke. Rozdiely v parametroch znečistenia kondenzátu CHSK medzi ihličnatým a listnatým vláknom sú pomerne malé.

Okrem bieliarní a kondenzátov pochádzajú menšie množstvá organického znečistenia z rôznych menších zdrojov, napríklad skladovanie dreva, rôzne straty pri premývaní, splachovanie vodou, úniky alebo úniky (posledný prípad sa vo väčšine prípadov zhodnocuje). Tieto menšie zdroje sa zvyčajne podieľajú na celkovej úrovni organického znečistenia odpadových vôd menej ako 10 %.

Príkladom špecifických emisií Chemickej spotreby kyslíka z celulózky Magnefite je Stora Enso Nymölla, SE (*zdroj*: Nymöll, 2010): počiatočné organické znečistenie je približne 180 kg CHSK/ADt, z čoho približne 20 kg predstavujú straty počas premývania z varne. 100 kg sa uvoľní v úrovni kyslíka a 30 kg ADt sa uvoľní v úrovni peroxidu. Medzi listnatou a buničinou dreva sú menšie rozdiely. Pred biologickým čistením sa odpadová voda z úrovne kyslíka čistí ultrafiltráciou, pri ktorej sa odstráni 30-35 kg biologicky nerozložiteľnej Chemickej spotreby kyslíka (CHSK). Po biologickej úprave sú špecifické emisie Chemickej spotreby kyslíka 43 kg Chemickej spotreby kyslíka/ADt.

V sulfitových celulózkach, ktoré používajú vápenný základ, býva znečistenie vypúšťané do vody vyššie ako v celulózkach, ktoré používajú ako základ horčík, aj keď sa uplatňujú porovnateľné opatrenia. Tri celulózky v Európe sú celulózky na výrobu sódy, jedna vyrába papierovinu, jedna chemickú (viskózovú) celulózu a jedna špeciálnu celulózu na chemické použitie. Tieto celulózky nepoužívajú kotol na regeneráciu chemikálií z fermentora a energie zo sulfitového výluhu (SSL). Hlavné znečistenie však nie je spôsobené nevyužitím regeneračného kotla. Organické znečistenie pochádza aj z odparovania SSL, ktoré je podobné v oboch procesoch (vápno a horký základ). Pomocné procesy premieňajú SSL na produkty, ako sú kvasnice, kyselina octová alebo furfural, čím sa znižuje organické zaťaženie kondenzátov, a teda aj odpadových vôd. Nebolo možné získať žiadne údaje o skutočnej úrovni emisií z celulózok a papierní a o metódach, ktoré používajú na zníženie emisií. Pri výrobe chemickej (viskózovej) buničiny majú kondenzáty najvyššiu organickú kontamináciu, pretože počas priebehu dávky sa hydrolyzuje veľmi veľa hemicelulózy. Siritanový výluh z celulózok s vápenným lúhom sa môže čiastočne alebo úplne premeniť na produkty, v takom prípade môže zanechať podobné organické znečistenie ako celulózky, ktoré používajú hydrogensiritan horečnatý (*zdroj*: španielske skúsenosti). Situácia v celulózke na báze vápnika, ktorá sa zaoberá výrobou papierovej buničiny, je možná, pretože nebolo možné získať údaje o emisiách.

Chemická (viskózová) sulfitová celulóзка (Lenzing AG, AT), ktorá sa podieľa na výrobe chemickej celulózy pre viskózové vlákna (znečistenie pred a po čistení), je uvedená v tab. 4.10.

Tabuľka 4.10: Špecifické emisie do vody z integrovanej celulózy na výrobu chemickej (viskózovej) sulfitovej buničiny pred a po biologickom čistení

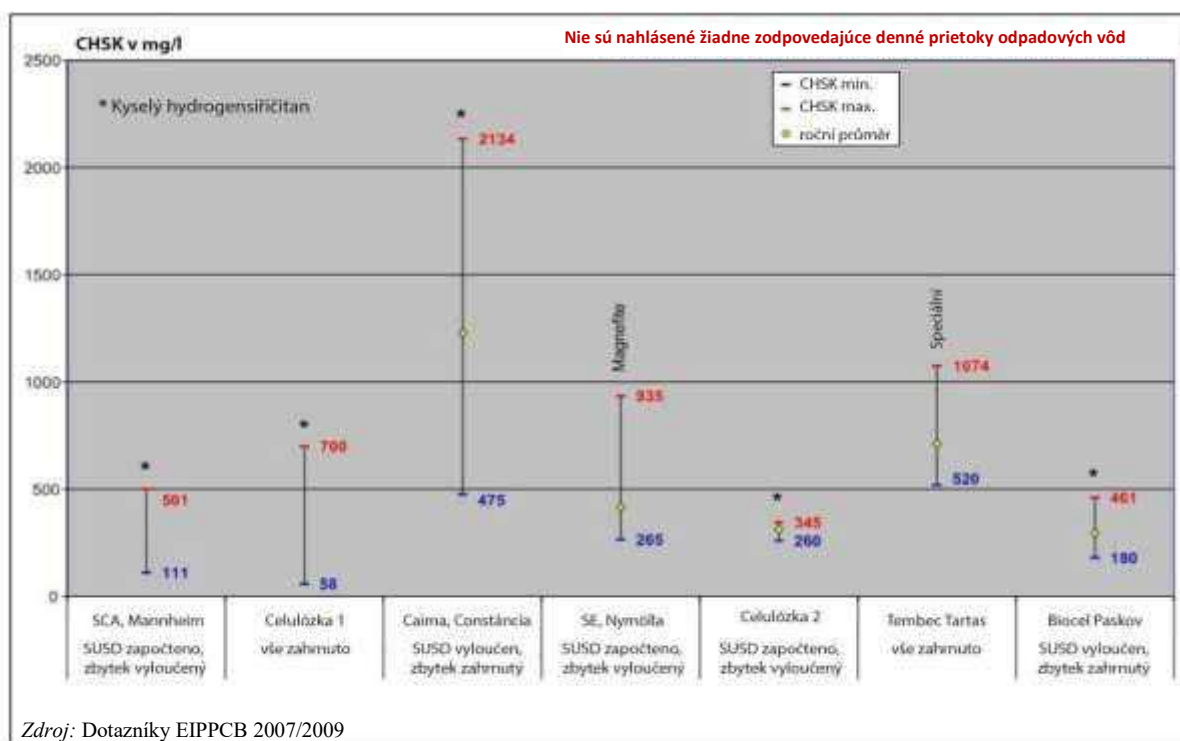
Znečistenie Chemickej spotreby kyslíka pred Čistiareň odpadových vôd	Emisie do vody po biologickej úprave
Skladovanie dreva: samostatne sa nemeria	Chemická spotreba kyslíka 4,2 prietok
Bielením (1. a 2. fáza): ~ 14,2 prietok	BODs: nemerateľné
kondenzátu: < 39 prietok	NL: 0,22 prietok
Celkové znečistenie: 44,9 prietok	AOX < 0,002 prietok
Celkový prietok: 38,3 m ³ prietok	P _{celk.} : 0,005 prietok
	N _{celk.} : < 0,1 prietok

Poznámka:

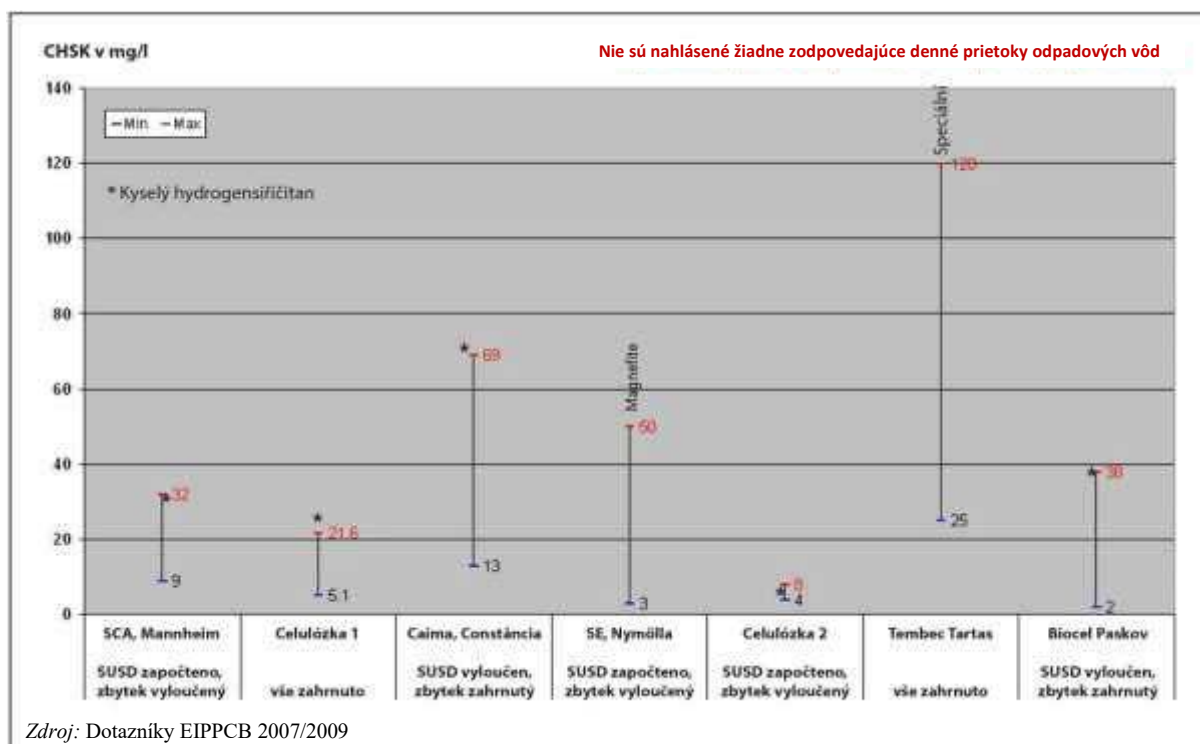
Emisie sú uvedené ako priemerné ročné hodnoty za rok 2008. Príklad predstavuje celulóšku, ktorá zaviedla možné opatrenia integrované do procesu, ako sa uvádza v oddieloch 4.1.1.3 a 1.1, na zníženie emisií do vody. Odpadová úroveň EOP podstupuje odparovanie a spálenie. Z kondenzátov z odparovačov sa extrahuje kyselina octová a furfural. Zvyšná odpadová voda sa čistí v zariadení s aktivovaným kalom, následne sa vykonáva filtrácia na zníženie množstva suspendovaných látok, P a N.

Zdroj: [220, Kroiß 2009]

Krátkodobé hodnoty nahlásených emisií Chemická spotreba kyslíka a BOD sú uvedené na obrázku 4.17 a Obrázok 4.18.



Obrázok 4.17: Krátkodobé priemery emisií COD zo sulfitových celulózek

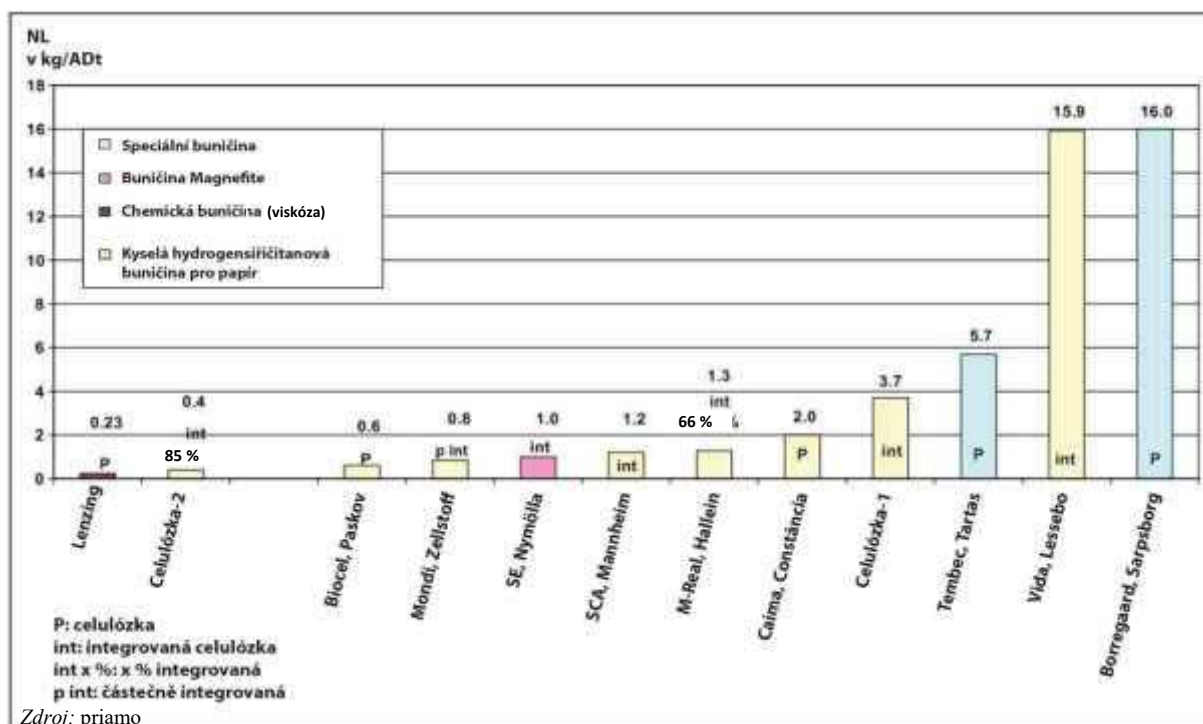


Obrázok 4.18: Krátkodobé priemery emisií COD zo sulfitových celulózk

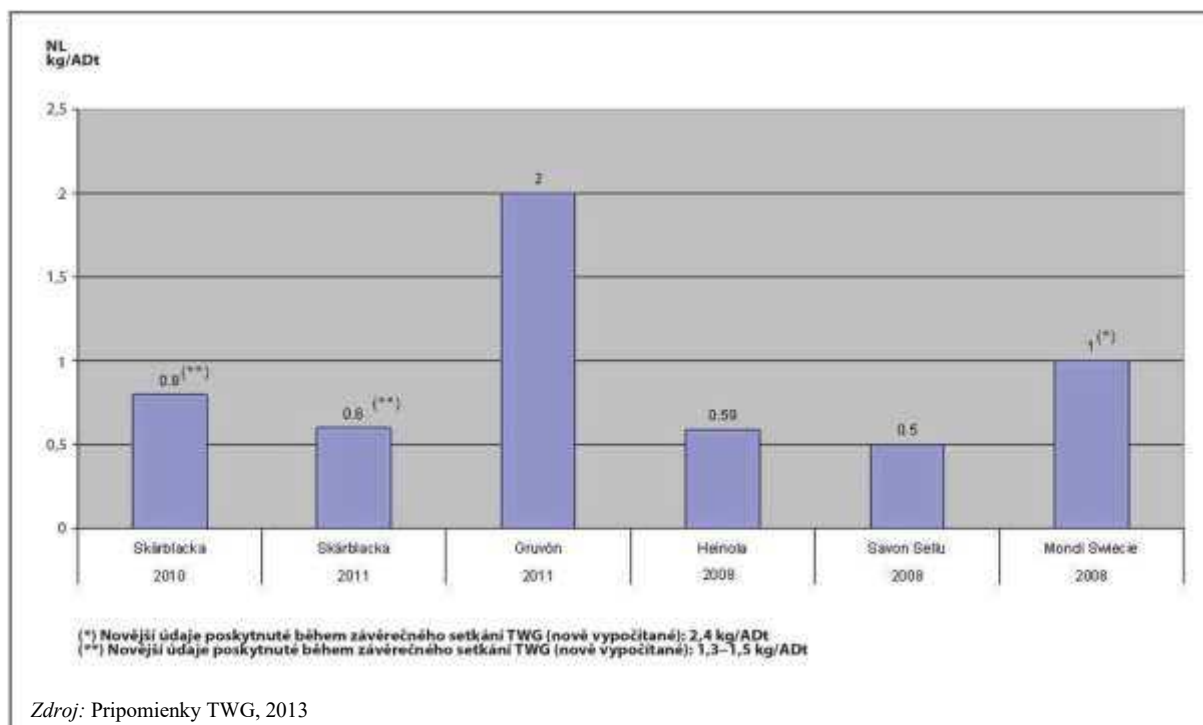
Priame vypúšťanie celkových suspendovaných pevných látok (NL)

Po biologickom čistení je väčšina suspendovaných látok tvorená biomasou, ktorá sa musí čo najviac zadržať v čistiacom systéme. Uvoľnené vločky aktívneho kalu obsahujú približne 50 % uhlíka, ktorý prispieva k vypúšťaným organickým látkam meraným ako Chemická spotreba kyslíka (homogenizovaná vzorka), 10 % dusíka a približne 1 % fosforu. Suspendované látky sa zvyčajne znižujú usadzovaním a v niektorých prípadoch pieskom, alebo filtráciou. Dobré riadené zariadenia s aktivovaným kalom s usadzovacími nádržami zvyčajne vyskytnúť hodnoty NL medzi 10 mg/l a 30 mg/l, hoci počas priebehu zberu údajov boli zaznamenané maximálne hodnoty 96 mg/l. Vyššie hodnoty znamenajú, že usadzovacia kapacita biokalu je obmedzená alebo dochádza k hromadeniu kalu, čo môže viesť k neúmyselnej strate biomasy a zvýšeným emisiám Chemickej spotreby kyslíka. Boli hlásené hodnoty 150-250 mg NL/l, čo naznačuje zlyhanie biologického systému alebo hydraulické preťaženie. V integrovaných celulózkach a papierňach sa nachádzajú aj Suspendované látky, ktoré sa nemerajú pomocou Chemickej spotreby kyslíka, napr. plnidlá alebo anorganické časti pigmentov farieb.

Prehľad znečistenia NL špecifického pre prevádzky je uvedený na obrázkoch 4.19 a 4.20. Hlásené úrovne znečistenia sa pohybujú od 0,2 kg/ADt do 16 kg/ADt.

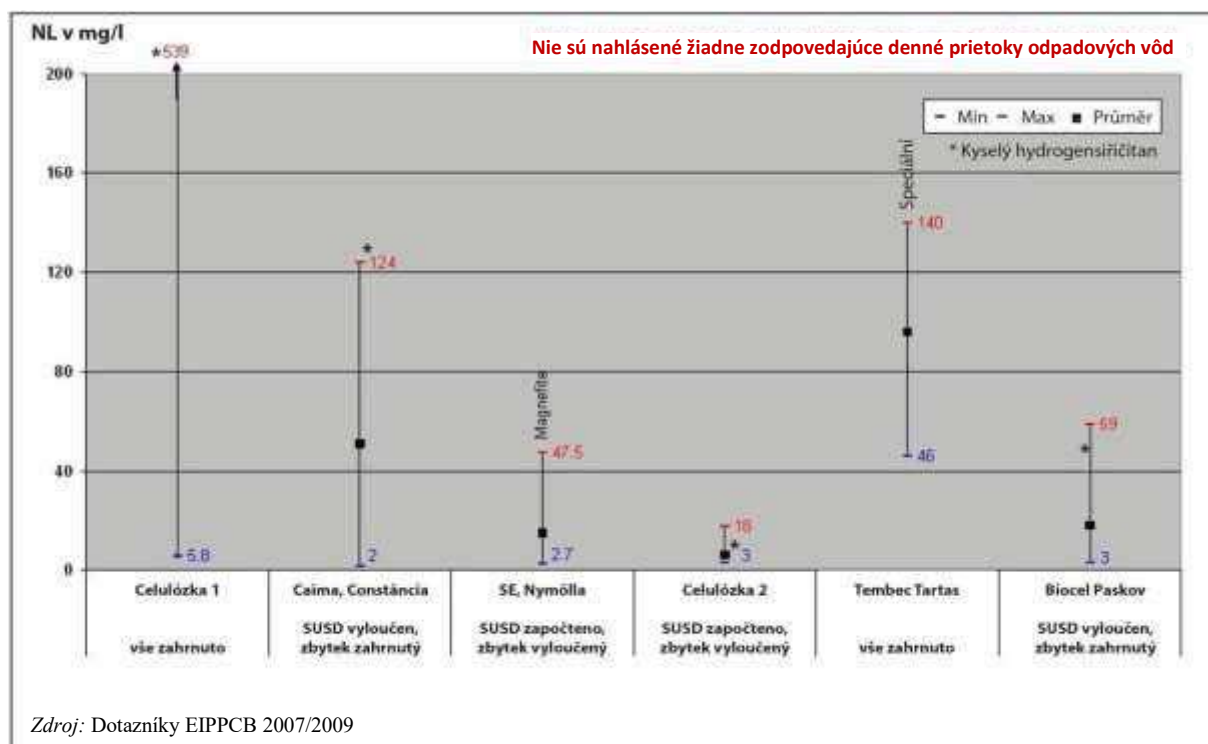


Obrázok 4.19: Ročné priemery špecifického znečistenia NL zo sulfitových celulóžok (okrem NSSC)



Obrázok 4.20: Ročné priemery emisií NL z celulóžky NSSC

Krátkodobé hodnoty nahlášené pre emisie NL sú uvedené v nObrázok 4.21.

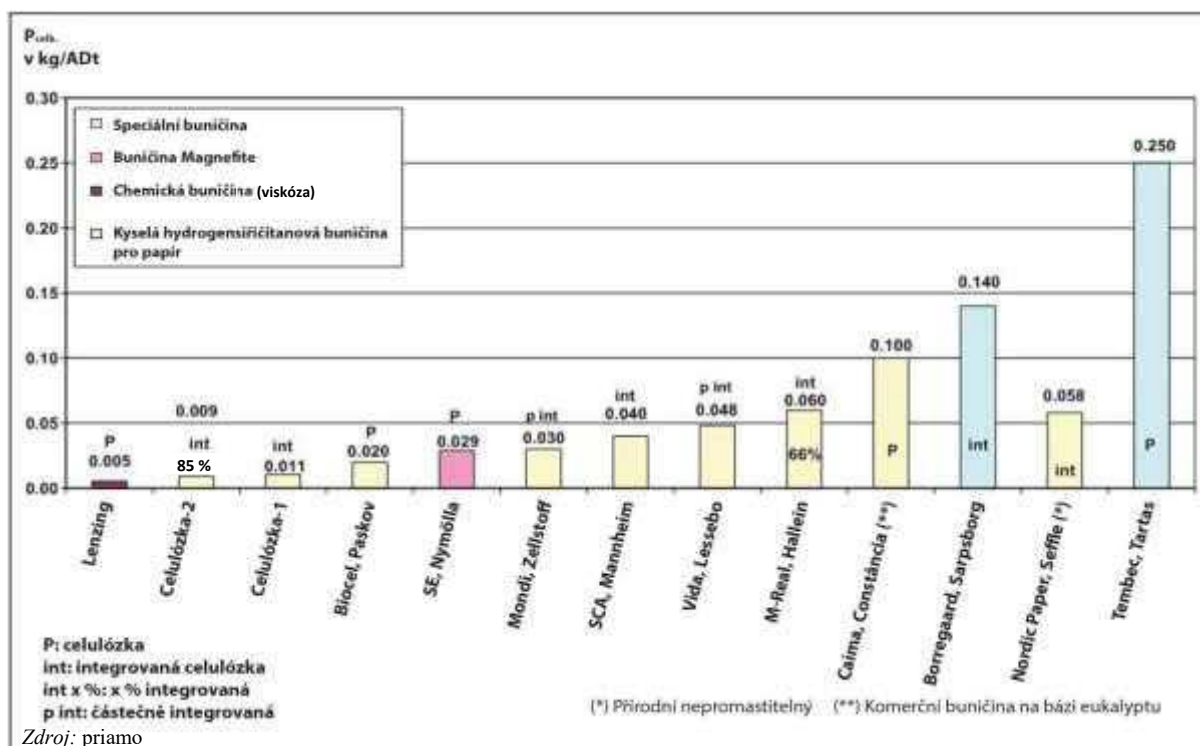
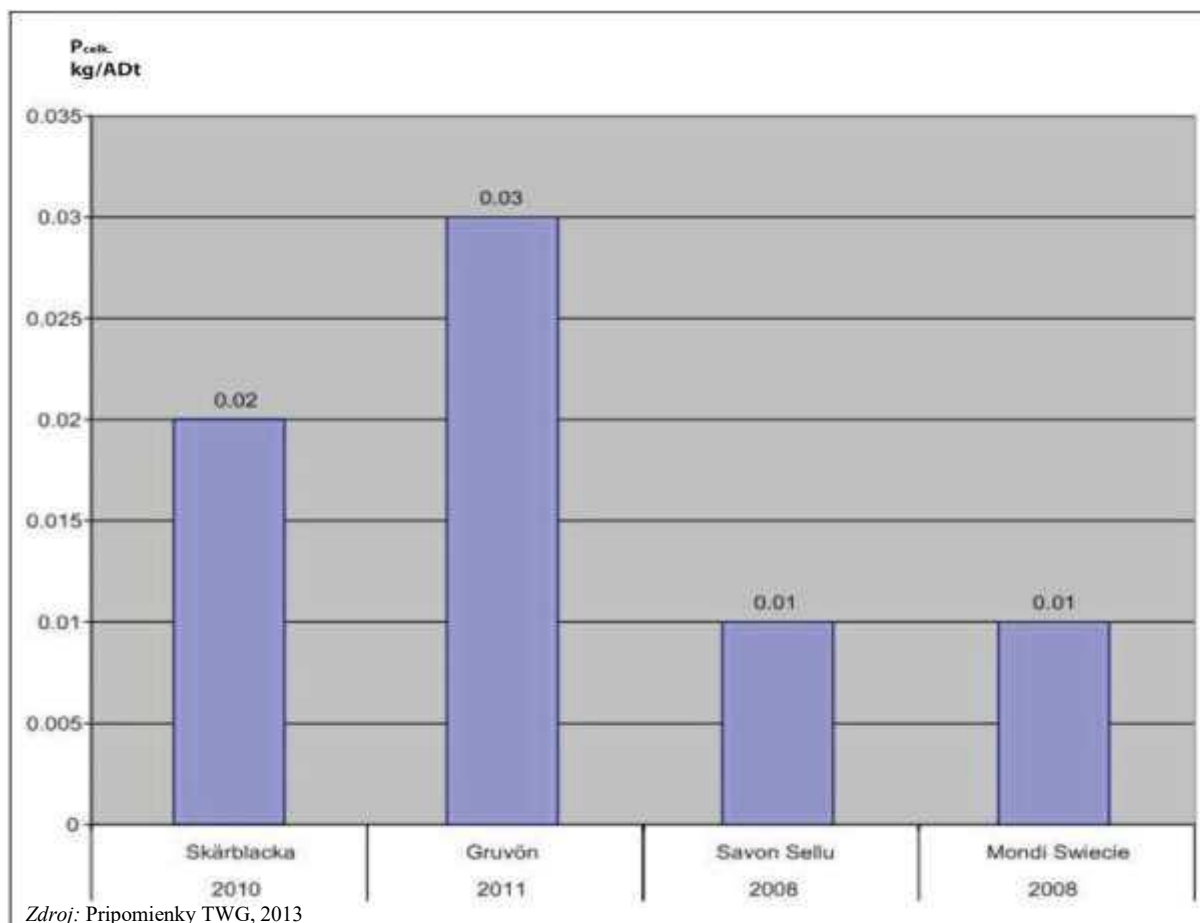


Obrázok 4.21: Krátkodobé Priémy emisií NL zo sulfitových celulózok

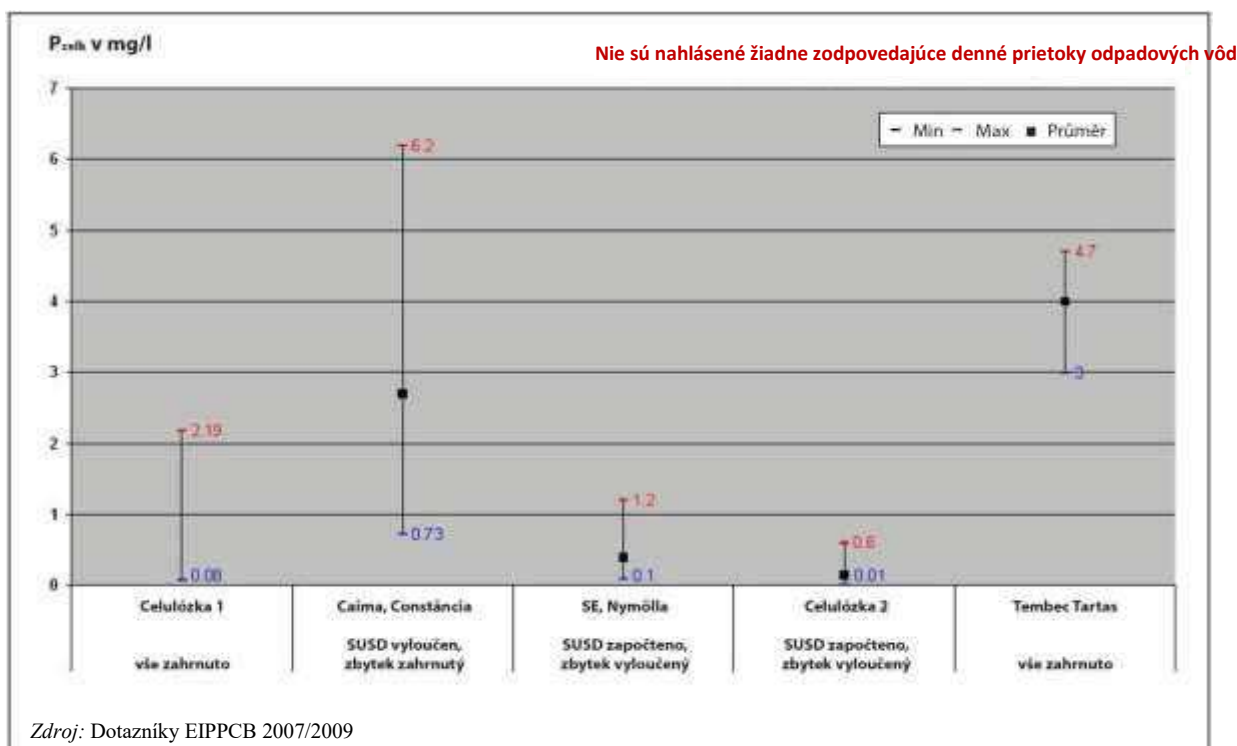
Priame vypúšťanie živín

Minerálne živiny sa zvyčajne pridávajú do biologickej úpravy, aby sa udržala rovnováha C:P:N, ktorá je rozhodujúca pre rast aktívnej biomasy. Je potrebné nájsť a udržať rovnováhu medzi vstupujúcimi zlúčeninami N a P obsahujúcimi drevo a množstvom pridaných živín, čo si vyžaduje primerané dávkovanie živín do biologickej čistiarne odpadových vôd. Niektoré celulózky nemusia pridávať fosfor do čistenia odpadových vôd (napr. portugalská sulfitová celulózka, ktorá vyrába bielenú buničinu TCF s použitím eukalyptu, nepridáva do aeróbného čistenia žiadny fosfor a stále dosahuje P_{celkovej} 0,7-5,2 mg P/l [204, Portugalsko 2007]). Naopak, dávkovanie dusíka (zvyčajne vo forme močoviny) je nevyhnutné pre fungovanie biologickej Úpravy. Ak je optimalizácia systému účinná, priemerný ročný výtok fosforu je nižší ako 1 mg P_{celkovej} /l celkový výtlak 5 až 10 mg N_{celkovej} /l. Časť celkového dusíka sa vnáša prostredníctvom ťažko biologicky odbúrateľných komplexotvorných látok obsahujúcich dusík EDTA alebo DTPA, ktoré sa uvoľňujú (pozri časť o komplexotvorných látkach v tejto časti).

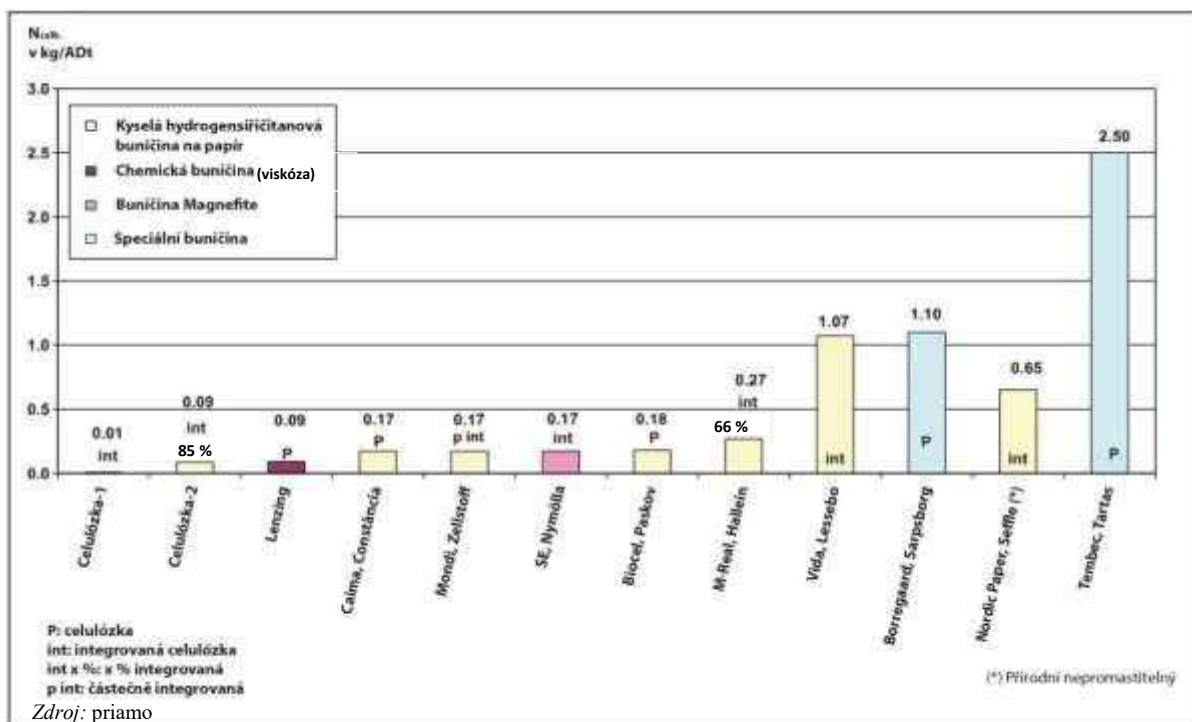
Súhrnné údaje o emisiách fosforu a dusíka pre prevádzky sú uvedené na obrázkoch 4.22, 4.23, 4.25 a 4.26. Emisie sa pohybujú od 0,011 kg/ADt do 0,25 kg/ADt pre celkový fosfor a od 0,006 kg/ADt do 2,5 kg/ADt pre celkový dusík.


Obrázok 4.22: Ročné priemery $P_{celkovej}$ zo sulfitových celulózek (okrem NSSC)

Obrázok 4.23: Ročné priemery $P_{celkovej}$ z celulózek NSSC

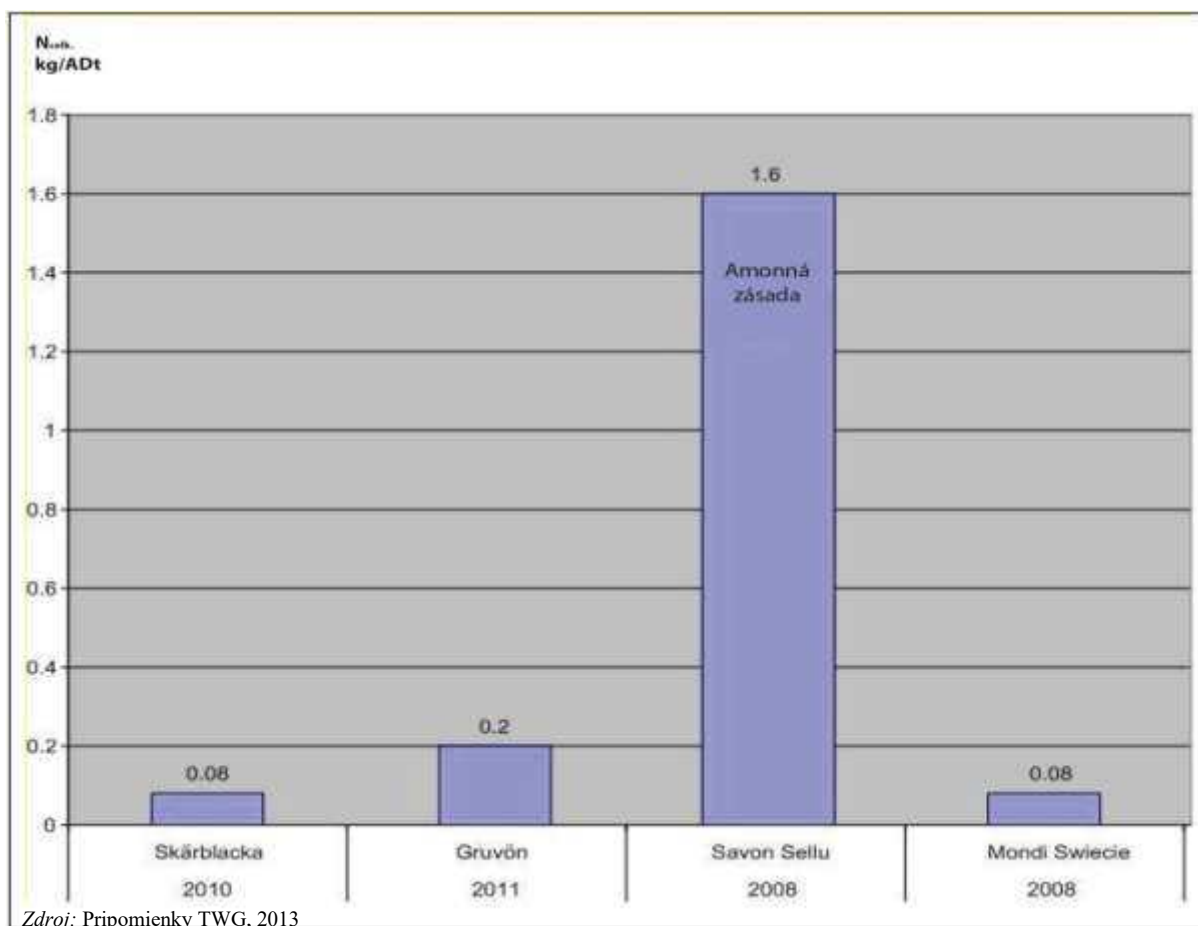
Krátkodobé hodnoty uvádzané pre emisie $P_{\text{celk.}}$ sú znázornené na obrázku 4.24.



Obrázok 4.24: Krátkodobé Priemery P_{celkovej} zo sulfitových celulózek

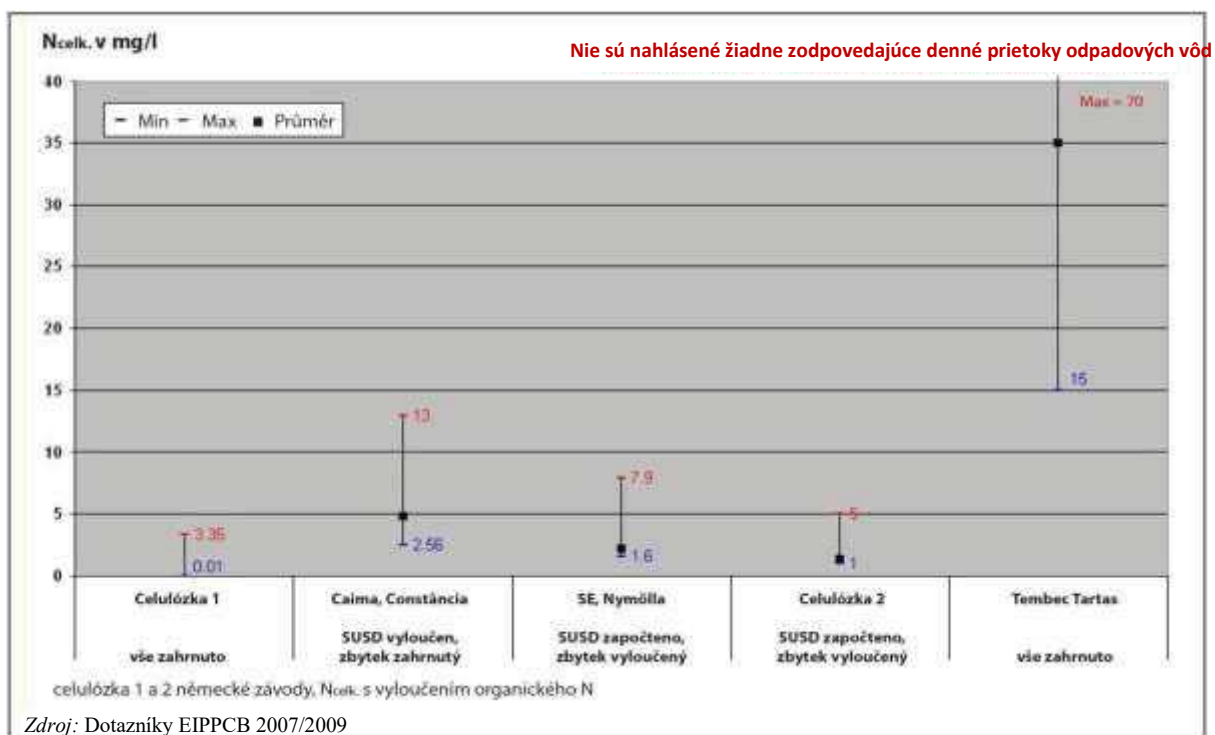


Obrázok 4.25: Ročné priemery N_{celkovej} zo sulfitových celulózek (okrem NSSC)



Obrázok 4.26: Ročné priemery N_{celkovej} z celulózy NSSC

Krátkodobé hodnoty uvádzané pro N_{celkovej} sa uvádzajú ako nObrázok 4.27.



Obrázok 4.27: Krátkodobé Priémy N_{celkovej} zo sulfitových celulózek

Priame vypúšťanie komplexotvorných (chelačných) činidiel

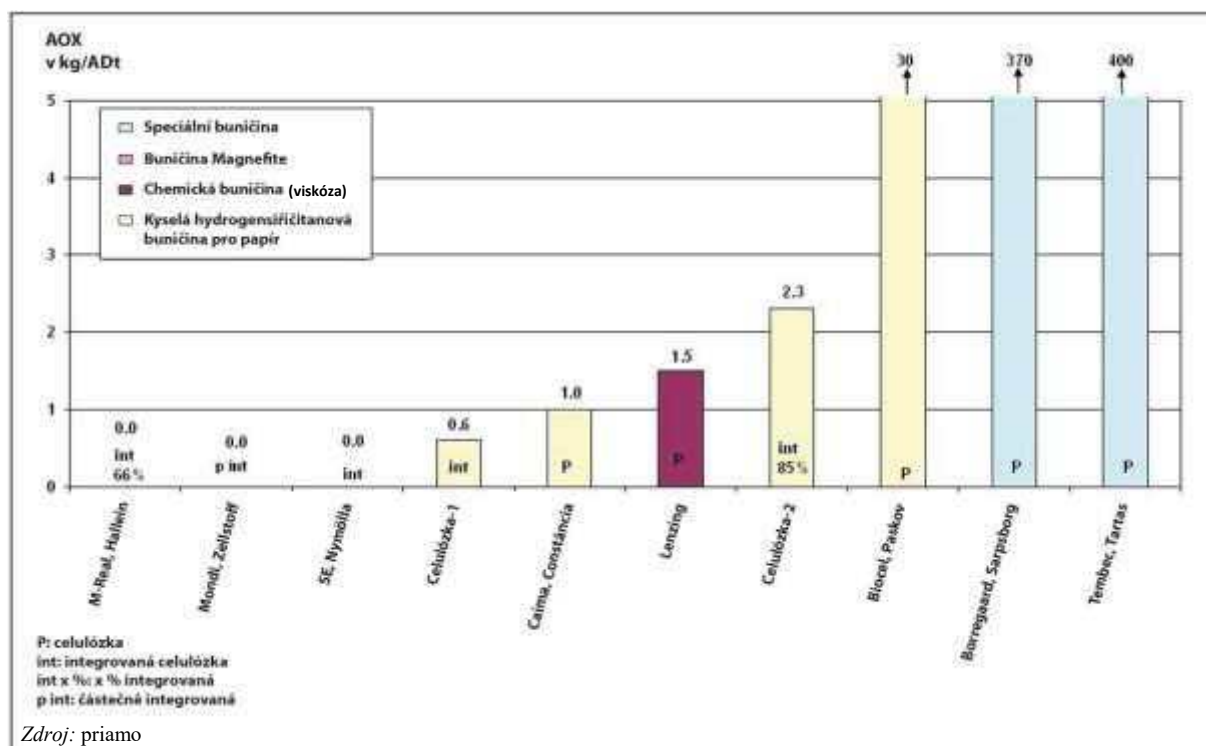
Väčšina chelačných činidiel použitých v kyslom chelátovom kroku sa z buničiny vymyje a vypustí do čistiarní odpadových vôd. Keďže Použitie komplexotvorných (chelačných) činidiel je možné, vysoké percento týchto chemikálií sa dostáva do prijímajúcich vôd. Vo väčšine celulózok sa výstup z kyslých fáz (Q) vypúšťa do čistiarní odpadových vôd. Použití EDTA alebo DTPA je v rozsahu 0-3 kg chelačného činidla/ADt. Komplexotvorné činidlá sa v odpadových vodách zo sulfitových celulózok v Európe zvyčajne nemerajú. Preto sa tu nevydávajú žiadne namerané údaje o emisiách. Najmenej jedna celulózka v Nemecku (SCA Mannheim) má limitnú hodnotu emisií DTPA 60 kg/deň.

Existujú najmenej dve celulózky na výrobu sulfitovej buničiny, ktoré nepoužívajú chelačné činidlá, hoci vyrábajú buničinu s vysokou svetlosťou na výrobu papiera (87 % ISO).

Priame vypúšťanie chlórovaných organických zložiek (AOX) a chlorečnanov

Zariadenia úplne bez chlóru (TCF) nevypúšťajú prakticky žiadne chlórované organické látky (žiadne bielením vznikajúce látky). V celulózkach, ktoré vyrábajú ECF sulfitovú buničinu, sa merajú emisie AOX v závislosti od usporiadania procesov (počet stupňov, v ktorých sa ClO_2 ; dávkovanie ClO_2) kvalita vyrábanej buničiny pri výrobe.

Prehľad konkrétnych záťaží AOX v jednotlivých zariadeniach je uvedený na obrázku 4.28. Kontaminácia sa pohybuje od (nedetekovateľných) 0,06 g/ADt do 400 g/ADt, pričom úrovne koncentrácie boli zaznamenané v rozmedzí od 0,02 mg/l do 0,91 mg/l. Tri prevádzky s najvyššou hodnotou (30-400 ADt) sú celulózky ECF.

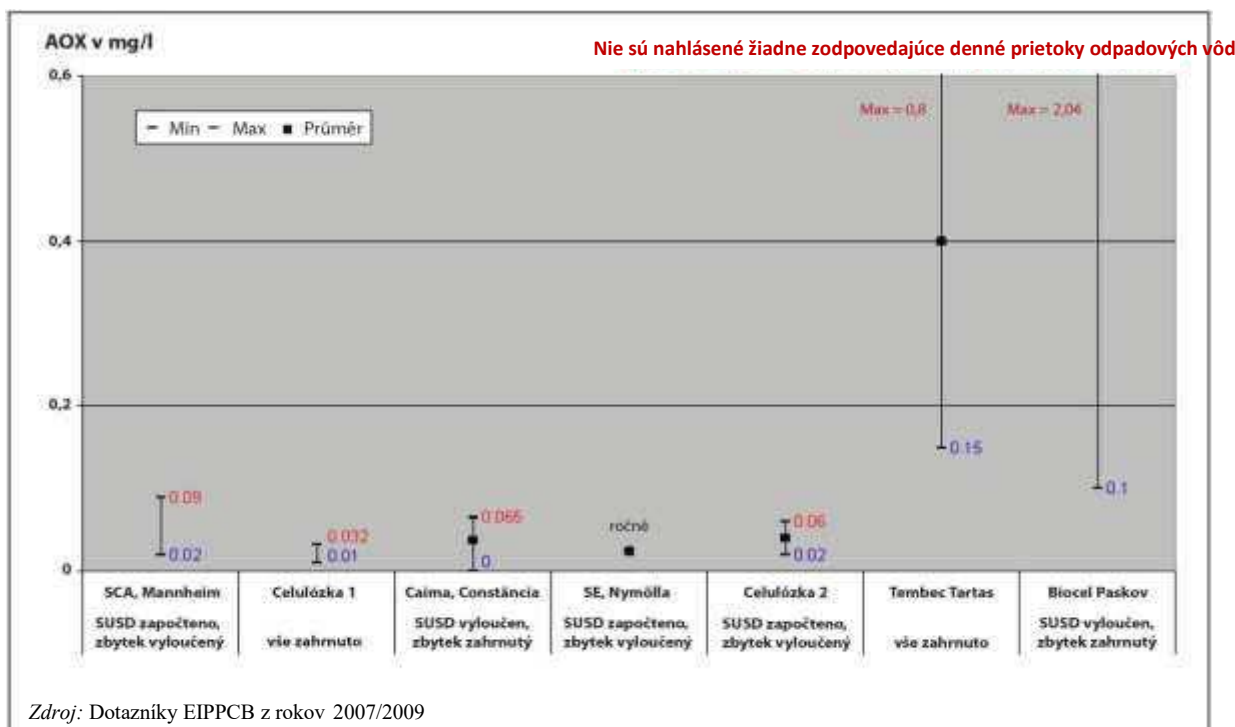


Obrázok 4.28: Ročné priemery znečistenia AOX zo sulfitových celulózok (okrem NSSC)

Tembec Tartas (FR), celulózka, ktorá vyrába buničinu pre špeciálne triedy, z čoho 10 - 20 % tvorí vložková buničina pre výrobky na hygienu (bieliace sekvencie): D-E/O-D) sa uvádzali hodnoty AOX od 1,5 mg/l do 8 mg/l, čo predstavuje 0,2 kg/ADt až 0,75 kg/ADt v závislosti od kvality vyrobenej buničiny (od nízkej viskozity po vysokú viskozitu). Priemerné ročné znečistenie bolo zaznamenané na úrovni 0,4 kg/ADt. Táto variabilita je priamo spôsobená rôznymi druhmi špecializovaných buničín, ktoré sa vyrábajú.

Biocel Paskov (CZ), celulózka vyrábajúca papierovinu s bieliacou postupnosťou O-EOP-D-PO(P)-P, uviedla: pri výrobe buničiny bienej len malým podielom ClO_2 sú emisie AOX v rozmedzí od 0,6 mg/l do 0,8 mg/l; v prípade výroby buničiny ECF je vypúšťané 1,2 - 1,8 mg AOX/l.

Uvedené sú krátkodobé hodnoty emisií AOX. nObrázok 4.29.



Obrázok 4.29: Krátkodobé priemery emisií AOX zo sulfitových celulózok

Vypúšťanie chlorečnanov sa uskutočňuje u dvoch sulfitových celulózok, ktoré vyrábajú len špeciálnu buničinu: Tembec Tartas (FR) a Borregaard (NO). Použitím ClO_2 bielením buničiny vznikajú emisie chlorečnanov v dôsledku Oxidu ClO_2 . Emisie nebolo možné zo strany celulózky kvantifikovať.

Emisie kovov

V tabuľke 4.11 je uvedené priame vypúšťanie emisií kovov zo švédskej čiastočne integrovanej celulózky do prietoku. Výsledky vychádzajú z odberu vzoriek (náhodný odber raz denne) v priebehu piatich dní v septembri 1996. Náhodné vzorky boli v príslušnom pomere primiešané do prietokov, aby sa vytvorila kombinovaná vzorka, ktorá sa analyzovala na kadmium, chróm, meď, nikel, olovo a zinok. Analýzy kovov prebiehali na hmotnostnom spektrometri s indukčne viazanou plazmou (ICP-MS). Týmto emisiám je ťažké zabrániť, pretože predovšetkým drevo používané na výrobu buničiny je zdrojom emisií týchto kovov..

Tabuľka 4.11: Vypúšťanie emisií kovov do prietoku zo švédskej čiastočne integrovanej celulózky na výrobu sulfitovej celulózy v roku 1996

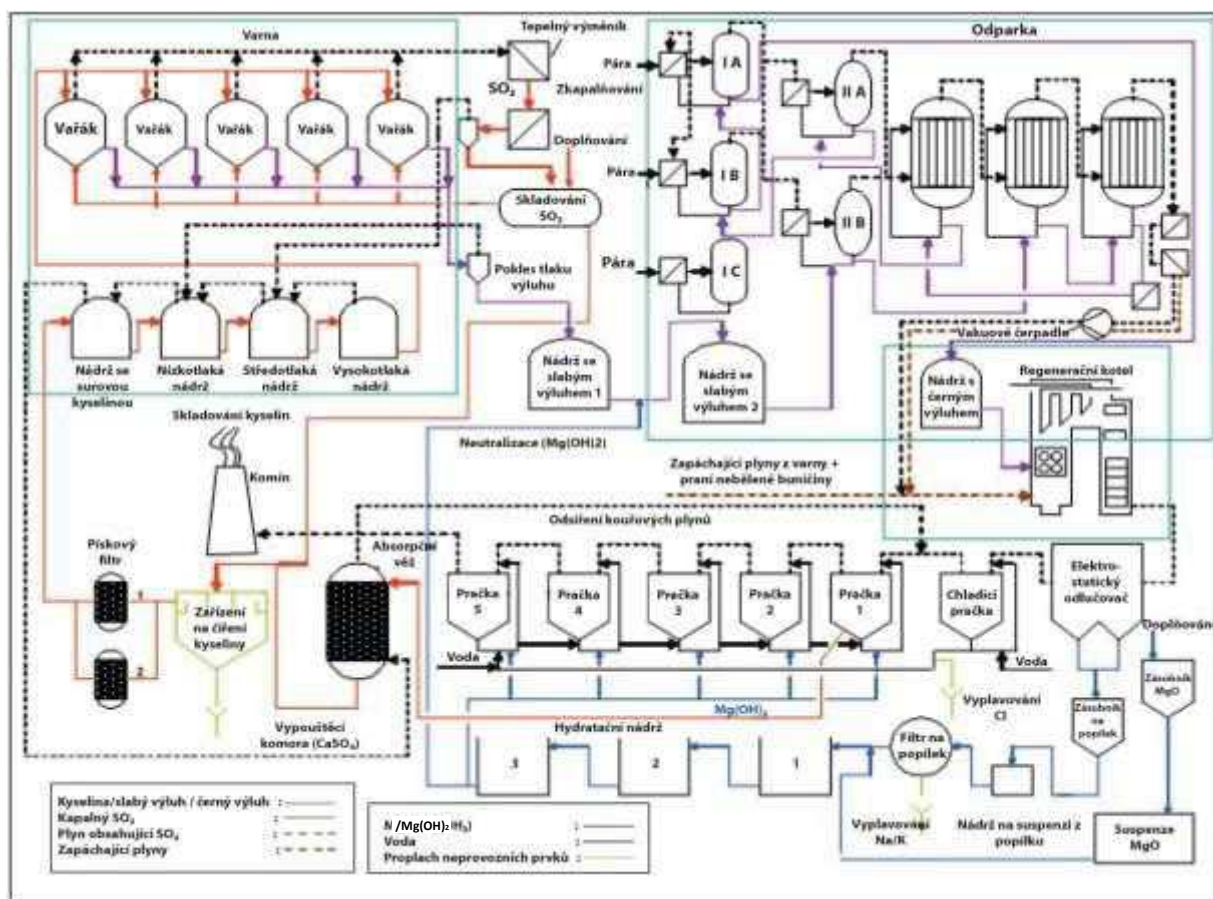
kal	Úroveň [mg/m ³]	Špecifické znečistenie [g/t]
Kadmium	1,37	1
Chróm	5,5	4,4
Meď	9,3	7,4
Nikel	12	9,6
Vedenie	9,4	7,5
Zinok	144	115,2
Poznámka: Prietok vody približne 80 m ³ ADt		

V lete 2008 finska celulózka NSSC SE Heinola Fluting vykonala merania kovov v náhodných vzorkách emisií do prietoku. Analýza sa vykonala využitím ICP-MS. Získané výsledky boli podobné výsledkom náhodného odberu vzoriek zo švédskej celulózky, ktoré boli analyzované pred 12 rokmi. Podľa výsledkov testov bol jediným kovom zisteným pri odbere vzoriek zinok (ostatné kovy boli pod detekčným limitom).

4.2.2.5. Emisie do ovzdušia

Hlavnými bodovými zdrojmi emisií do ovzdušia sú regeneračný kotol, kotol na kôru alebo biomasu a iné kotly na výrobu pary, ale do úvahy sa musia brať aj emisie do ovzdušia z rôznych procesov.

Úrovně emisií síry zo sulfitových celulózok a potenciál ďalšieho znižovania emisií závisia najmä od druhov celulózok. Vzhľadom na rozdiely medzi rôznymi sulfitovými procesmi môžu úrovne emisií vykazovať väčšie rozdiely ako v sulfitových celulózkach. Obrázok 4.30 znázorňuje použitím príkladu (celulóžky vyrábajúcej kyslú horčikovo-hydrogensulfitovú buničinu na výrobu papiera) zber koncentrovaných a menej koncentrovaných plynov obsahujúcich oxid siričitý a zápachajúce plyny (pachové emisie) a ich čistenie. Zohľadňuje sa zníženie emisií z regeneračného kotla a recirkulácia regenerovaných chemikálií. Je možné pozrieť si integráciu cyklu SO_2 cyklu do systému čistenia vzduchu.



Obrázok 4.30: Príklad zachytávania a úpravy oxidu siričitého a zápachajúcich plynov

Na obrázku 4.30 je znázornený prehľad dôležitých prietokov výluhu, kyslá pivovarská chemikália SO_2 a zodpovedajúcej zásady, v tomto prípade MgO . Plyny sa zbierajú v rôznych bodoch procesov a sú znázornené techniky redukcie vzduchu používané v regeneračnom kotli (ESP, práčky plynov). Uvedené sú aj kroky pri regenerácii výluhu z pivovarníckeho procesu.

Emisie vypúšťané do atmosféry závisia do veľkej miery od systému zberu a Úpravy emisií, ktorý sa používa na Úpravu plyných emisií. V sulfitových celulózkach sa na zachytávanie a úpravu emisií do ovzdušia používajú tieto zariadenia a systémy.

- Cyklón na vyfukovanie štiepok.
- Plyny z regulačných ventilov, ktoré regulujú požadovaný tlak vo vyhniavačoch, sú vedené na spálenie v regeneračnom kotli alebo do primárneho regeneračného systému, kde sa obohacuje kyselina zo sekundárnej regenerácie. Pri primárnej regenerácii sa vracia kyselina obohacuje o SO_2 z plynov uvoľňovaných z fermentorov a tiež o sušenie z odparovačov (na zhustiť celkový a voľný SO_2).
- Systém zberu z prieduchov vyhniavacieho zariadenia, expanzných nádrží, uzlov, filtrov, všetkých nádrží riedkeho (slabého) a hustého výluhu a filtrov s vláknami. Vo väčšine prípadov sa tieto plyny odvádzajú na spaľovanie do regeneračného kotla. V niektorých prípadoch sa tieto plyny odvádzajú do mokrých skrubero, ktoré používajú NaOH alebo H_2O_2 ako absorpčnú kvapalinu (SO_2 a tiež zápach).
- Práčky na absorpciu oxidu siričitého v aeračných plynch bieliarných zariadeniach.
- Neskondenzovateľné plyny z odparovačov sa odvádzajú na spaľovanie v regeneračnom kotle alebo do primárnej regenerácie na obohatenie kyselinou.
- Absorpcia SO_2 v spalínach, ktoré vychádzajú z regeneračných kotlov v zariadení na prípravu kyseliny (Venturiho systém).
- Systém zberu ventilačných plynov z nádrží na výluh a kondenzát v kotolni, z filtra riedkeho (slabého) výluhu a zo zmiešavacej nádrže. Plyny sa odvádzajú na spaľovanie do regeneračného kotla.
- Odľučovanie prachu zo spalín z pomocného kotla (pálenie kôry, oleja alebo iných palív) pomocou elektrostatického odľučovača (ESP) a skrubera.
- Zníženie NO_x v kotli na kôru vstrekaním močoviny alebo amoniaku (SNCR) a recirkuláciou spalín.
- Vodné uzávery sa môžu použiť aj ako metóda na zníženie prchavých emisií z variča.

Emisie do ovzdušia z regeneračného kotla

V celulózke na báze síranu horečnatého je predovšetkým zdrojom emisií oxidu siričitého regeneračný kotol. Ďalšími rozsiahlejšími emisiami sú oxid siričitý, oxidy dusíka, tuhé znečisťujúce látky alebo prach a oxid uhoľnatý.

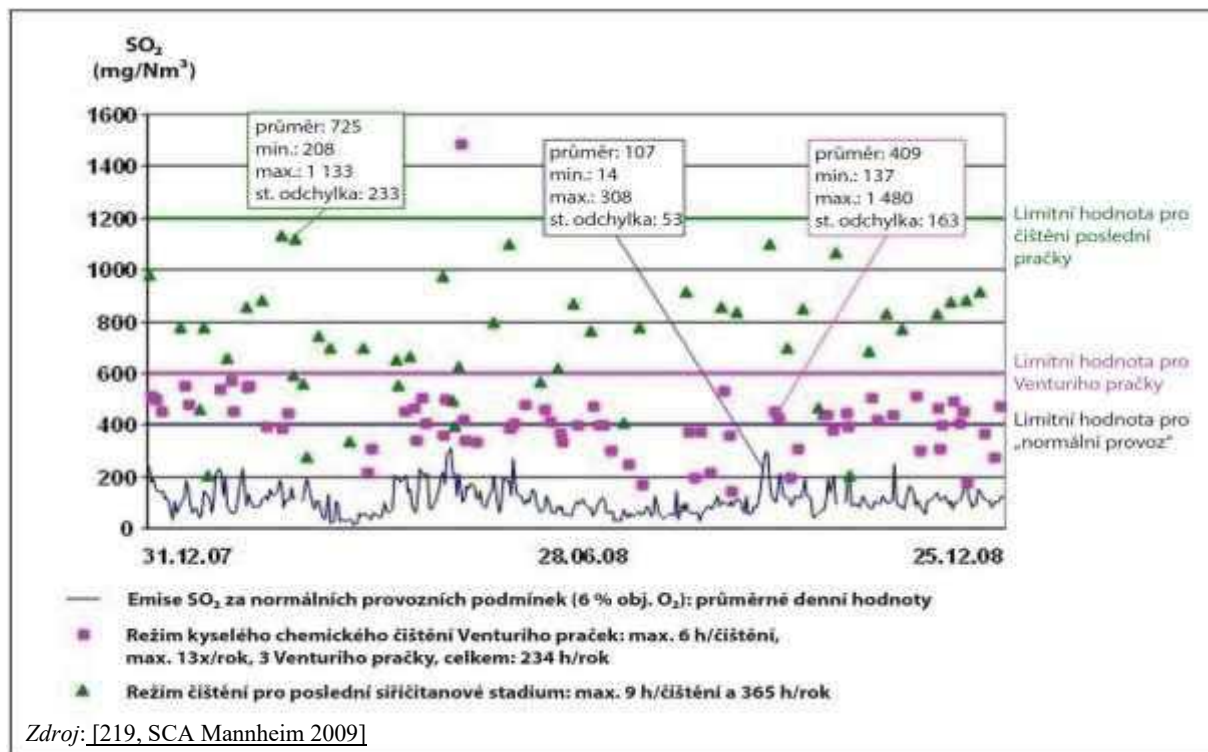
Po odparení má čierny výluh obsah sušiny približne 58 - 60 %, čo zodpovedá vyššej výhrevnosti (LCV) približne 7 000 kJ/kg. Regeneračný kotol je ohrevovaný koncentrovaným (zahusteným) výluhom pochádzajúcim z odparovača. Väčšina regeneračných kotlov používa ako pomocné palivo aj vykurovací olej alebo plyn.

Prach z regeneračného kotla, ktorý v prípade celulózky na báze síranu horečnatého pozostáva predovšetkým z popola obsahujúceho oxid horečnatý, sa oddeľuje od plynov v elektrostatických odľučovačoch alebo multicyklónoch a premýva sa vodou, čím sa získava hydroxid horečnatý. Táto kvapalina sa používa vo Venturiho alebo protiprúdových premývacích skruberoch na absorpciu SO_2 SO_3 zo spalín z regeneračného kotla (a v prípadoch aj z fermentorov, práčok a odparovačov). Absorpčný systém pozostáva z niekoľkých Venturiho práčok, zvyčajne troch, štyroch, piatich alebo šiestich. Emisie predstavujú približne 0,5-2,7 kg SO_2/ADt na tonu buničiny.

SO_2

Pokiaľ ide o SO_2 z regeneračných kotlov sulfitových celulózok treba vo väčšine celulózok rozlišovať dva rôzne prevádzkové stavy: "normálne prevádzkové podmienky" a obdobia "kyslej prevádzky" (oplachovanie a úprava vložiek v premývacích práčkach). V druhom prípade ide o prevádzkový režim, v ktorom sa čistia práčky, aby sa zabránilo vzniku síranu horečnatého (MgSO_3). Pribeh čistiacich cyklov práčky vedie k zvýšeniu emisií, pretože jedna z práčok alebo posledná práčka nefunguje a musí byť nahradená ostatnými práčkami. Na obrázku 4.31 sú znázornené emisie z celulózky, v ktorej boli nainštalované štyri Venturiho skrubery a jeden koncový skruber (fáza NSSC). Emisný profil pre "normálnu prevádzku" na obrázku 4.31 (modrá čiara) zahŕňa emisie počas priebehu čistiacich cyklov. Priemer ročného obsahu SO_2 v tomto prípade je 107 mg/ Nm^3 (pri 6 % O_2). Ročný priemer vrátane

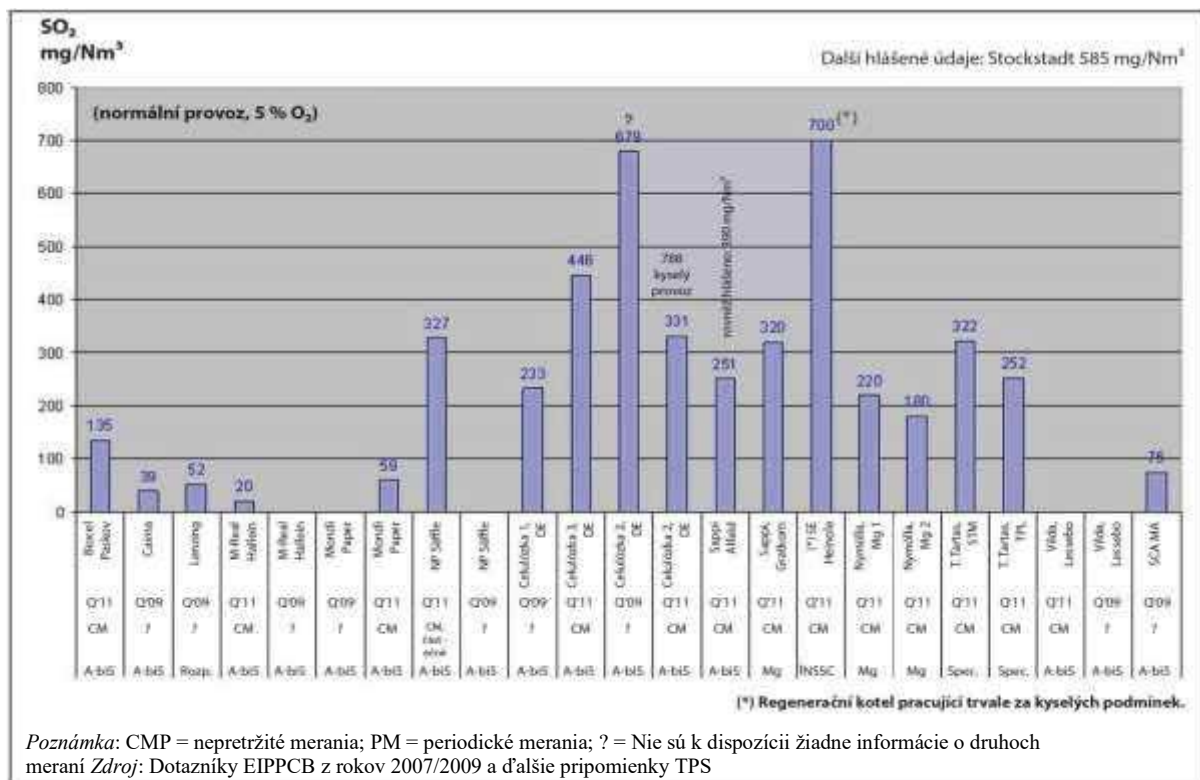
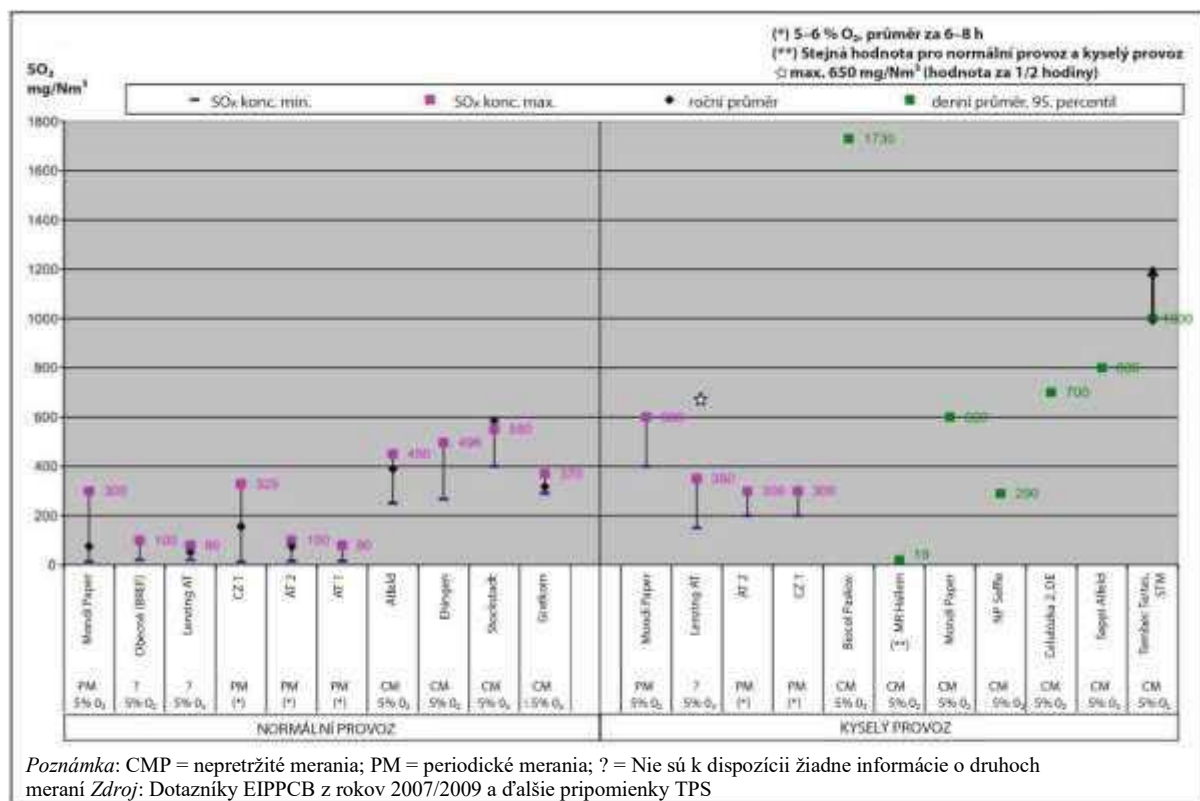
hodinového prevádzkového zaťaženia v "kyslom režime" je 144 mg/Nm³. Najvyššie emisie sa vyskytujú v priebehu 15 dní v roku, keď sa v rámci bezpečnostných opatrení čistí koncové práčky. Celulózka musí spĺňať limitné hodnoty pre tri rôzne prevádzkové režimy vyjadrené ako denný priemer, ako je znázornené na obrázku (400/600/1 200 mg SO₂/Nm³ pri 6 % O₂). V modelovej celulózke vedie tento systém k špecifickému znečisteniu 1,1 kg SO₂/ADt alebo 0,54 kg SO₂ADt.

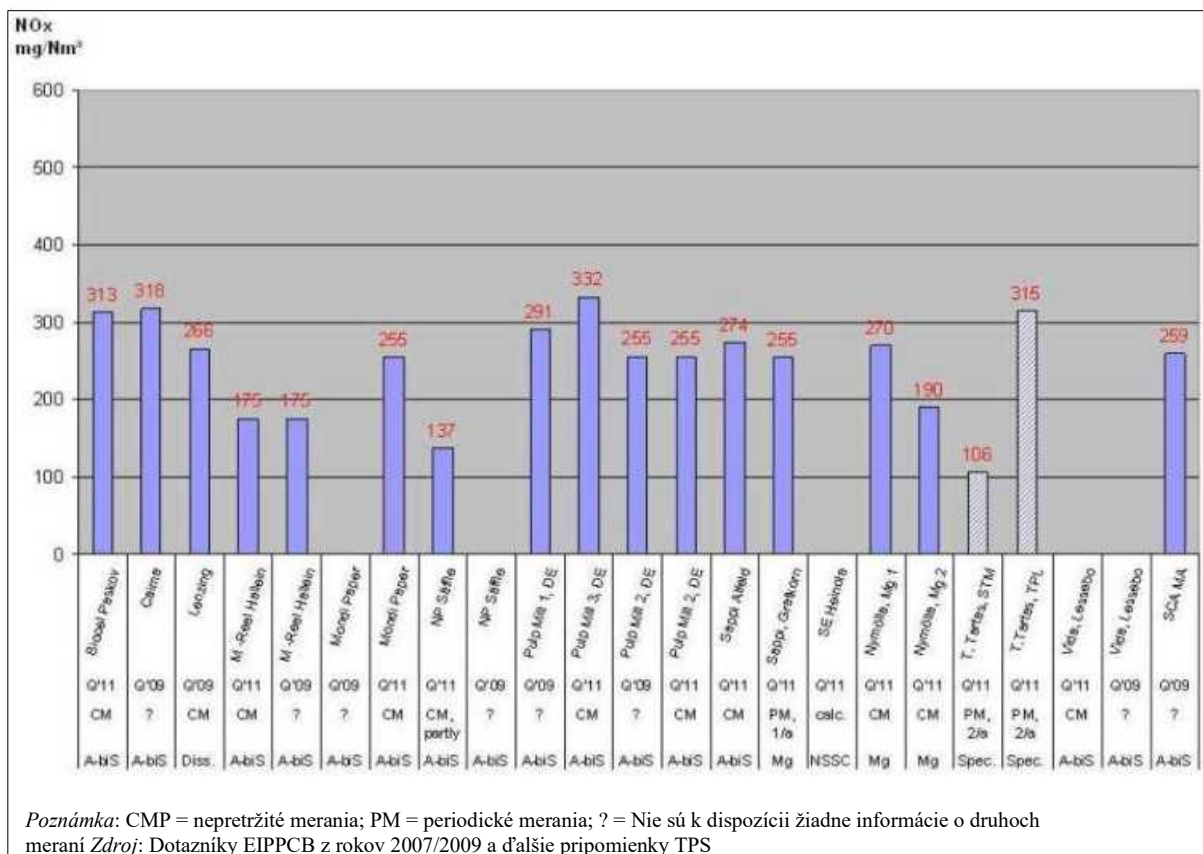
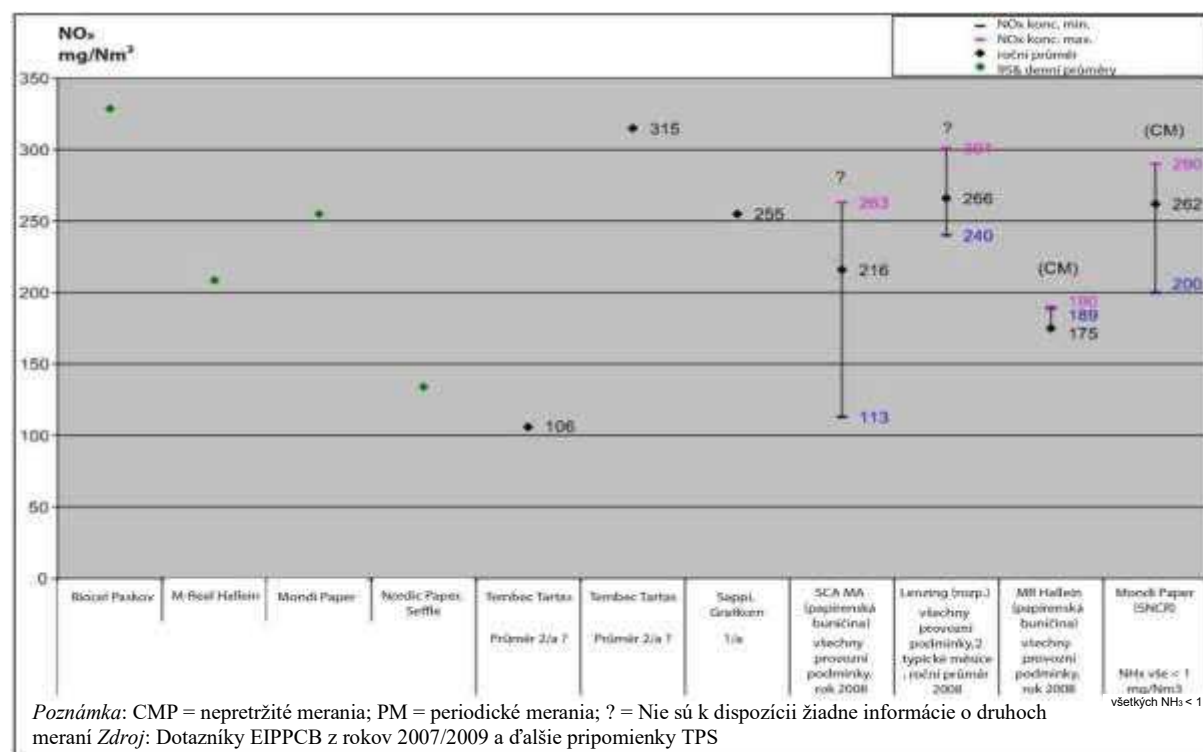


Obrázok 4.31: Príklad sušenia z regeneračných kotlov pre normálnu prevádzku a režim dávkovania kyseliny

Podobný profil emisií je možné pozorovať pri väčšine kotlov na regeneráciu sulfitových celulózok. Vyššie hodnoty SO₂ sa vyskytujú počas "normálnych prevádzkových podmienok" a vyššie emisie SO₂ priebeh "režimu Úpravy" rôznych práčov. Emisie počas preventívneho čistenia práčov vykazujú určité rozdiely medzi rôznymi systémami odsírenia v závislosti od počtu, druhov a prevádzkového režimu práčov. Napríklad niektoré celulózky majú len dva rôzne prevádzkové režimy (a limitné hodnoty) namiesto troch, ako je uvedené na obrázku 4.31.

Nahlásené SO_x sú znázornené na obrázku 4.32 a na obrázku 4.33.


Obrázok 4.32: Emisie SO₂ z regeneračného kotla

Obrázok 4.33: SO₂ z regeneračného kotla ako krátkodobé priemery

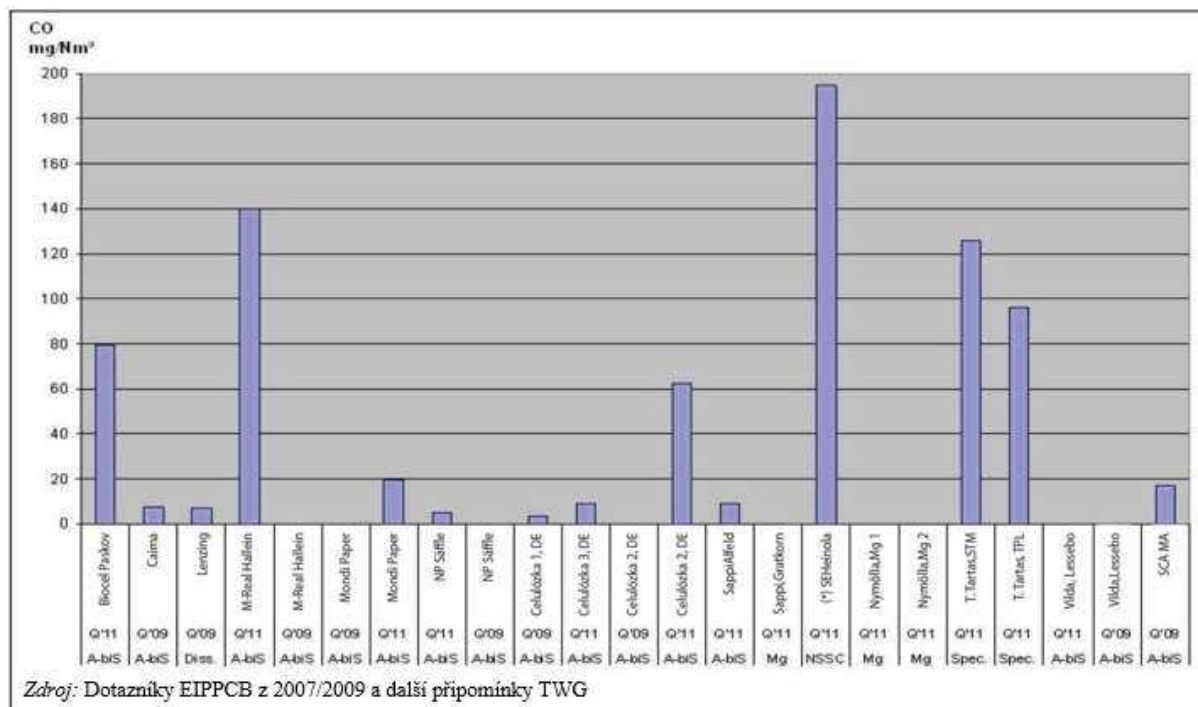

Obrázok 4.35: NO_x z regeneračného kotla ako ročné priemery

Obrázok 4.36: NO_x z regeneračného kotla ako krátkodobé priemery

CO

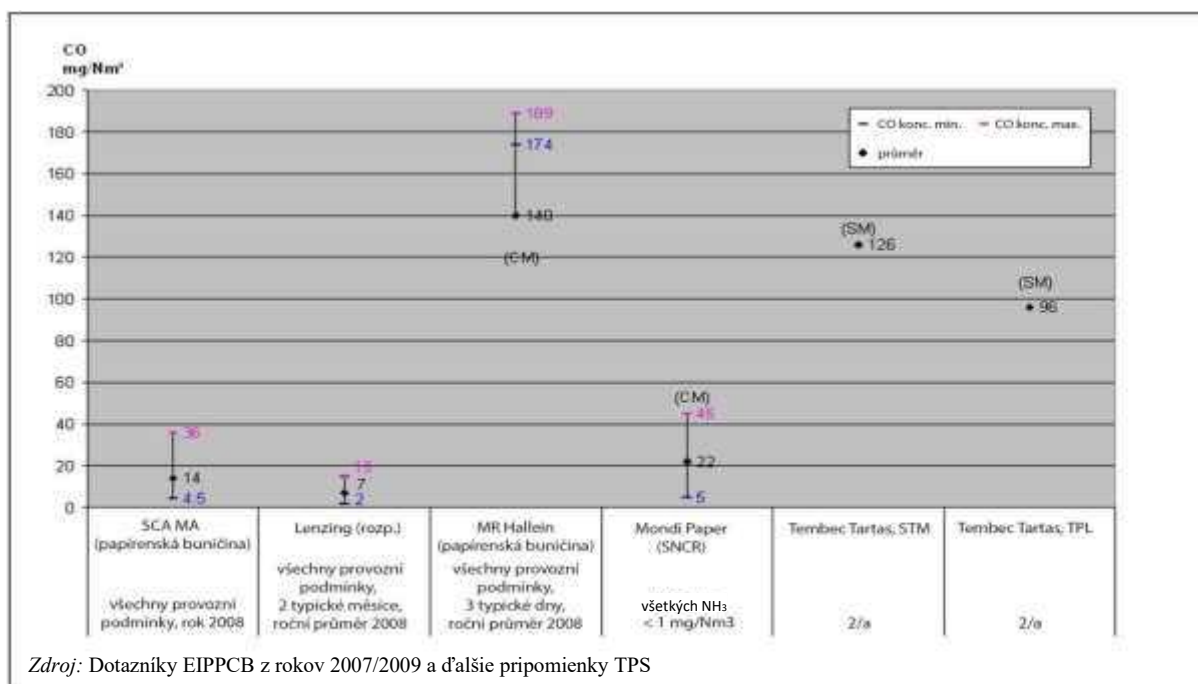
Emisie oxidu uhoľnatého (CO) sú zvyčajne spôsobené vstupom organických zložiek prostredníctvom koncentrovaného (zahusteného) výluhu. Pri pálení sa rozkladá na CO₂ a v menšej miere na CO.

Emisie CO môžu byť dôsledkom zlého pálenia alebo nevhodných podmienok pálenia. Takéto zhustiť emisií CO zvyčajne koreluje s poklesom emisií NO_x. Úroveň CO a organicky viazaného uhlíka v plyne je porovnateľným meradlom stupňa vyhorenia paliva. Úroveň CO je v rozmedzí 5 mg/Nm³ a 190 mg/Nm³ (priemerná denná hodnota). Zníženie emisií NO_x je možné dosiahnuť vyššie hodnoty CO pri zachovaní nízkeho obsahu kyslíka pri pálení (napr. 1,5 % O₂). Iné spoločnosti prevádzkujú regeneračný kotol s obsahom kyslíka od 3 do 5 %.

Nahlásené emisie CO sú znázornené na obrázku 4.37 a obrázkoch 4.38.



Obrázok 4.37: Emisie CO z regeneračného kotla ako ročné priemery



Obrázok 4.38: Emisie CO z regeneračného kotla ako krátkodobé priemerné hodnoty

Tabuľka 4.12: Emisie z regeneračných kotlov modelovej sulfitovej celulózky

Oxid siričitý (ako SO ₂)	Ročný priemer	Denný priemer (rozsah min-max) vrátane vysvetliviek*
Štvorstupňová Venturiho práčka a protiprúdová práčka	144 mg sušenia ₂ /Nm ₃ 1,1 kg sušenia ₂ ADt	30-200 mg SO ₂ /Nm ₃ (normálna prevádzka); 200-550 mg sušenia ₂ /Nm ₃ (Úprava Venturiho skrubera) 500-1 000 sušenia ₂ /Nm ₃ (Úprava poslednej práčky); pozri obrázok 4.31; (6 % O ₂)
Elektrostatický odlučovač a trojstupňová protiprúdová práčka	Neboli poskytnuté žiadne informácie 0,62 kg sušenia ₂ ADt	20-80 mg SO ₂ /Nm ₃ (bežná prevádzka); počas priebehu čistenia Venturiho skrubera sa hodnoty zvyšujú na 250-300 mg SO ₂ /Nm ₃ ; v prípadoch polhodinových hodnôt sa dosiahne 1 200 mg SO ₂ /Nm ₃ (Úprava poslednej práčky); (5 % O ₂)
Elektrostatický odlučovač a tri viacfázové Venturiho práčky	156 mg/Nm ₃ 1,12 kg sušenia ₂ ADt	V údajoch nie je zahrnuté premývanie Venturiho kyselinou (8 h/mesiac) (2,5 % O ₂)
Oxidy dusíka (ako NO₂)	Ročný priemer	Denný priemer (rozsah min-max)
Kontrola pálenia: CO, O ₂ NO _x	175-400 mg NO _x /Nm ₃ 0,9-2,6 kg NO _x ADt	170-500 mg NO _x /Nm ₃
Prachové častice	Ročný priemer	Denný priemer (rozsah min-max)
Odsírovacie zariadenie; žiadna konkrétna redukčná metóda	Pravidelne merania	1-25 mg prachu/Nm ₃ ; v jednotlivých prípadoch do 150 mg prachu/Nm ₃
Oxid uhoľnatý	Ročný priemer	Denný priemer (rozsah min-max)
Závisí od podmienok pálenia a stanovených cieľov	4-150 mg CO/Nm ₃	5-190 mg CO/Nm ₃
<i>Poznámka:</i> Údaje sa vzťahujú na normálne prevádzkové podmienky: teplota: 273,15 K, Tlak: 101,3 kPa, suchý plyn. Ak sa O ₂ , údaje sa vzťahujú na 2,5 - 6 % O ₂ ; zdroj údajov: odpovede na dotazník.		

V celulózke NSSC, ktorá má relatívne malý regeneračný kotol (35 Mw prietok), sa vykázali emisie uvedené v tabuľke 4.13. Veľké rozdiely v emisiách sú tu jasne viditeľné. Ich výskyt je zrejmý spôsobený skutočnosťou, že akákoľvek neštandardná situácia vo výrobe, regeneračnej prevádzke alebo prevádzke kotla sa môže prejaviť v emisiách malého kotla s veľmi nízkou kapacitou rezervy, ktorú je potrebné kompenzovať. Emisie počas vypínania a nábehu sú vyššie ako pri bežnej prevádzke. Vyššie hodnoty v tabuľke 4.13 sú výnimočné, zvyčajne sa vysoká hodnota vyskytuje len raz za čas. Vyššie úrovne emisií z regeneračných kotlov sú však bežné v celulózkach NSSC s chemickou rekuperáciou v závislosti od druhu použitého kotla.

Pokiaľ ide o emisie CO, vysoké hodnoty sa zvyčajne vyskytujú počas odstávky a nábehu. Prachové častice sa ťažšie kontrolujú, pretože soli na báze sodíka slúžia na znečistenie segmentov elektrostatického odlučovača.

Tabuľka 4.13: Emisie do ovzdušia a rozdiely v prípade malého regeneračného kotla v celulóžke NSSC

Oxid siričitý (ako SO ₂)	Ročný priemer	Denný priemer (rozsah min-max)
Za elektrostatickým odľučovačom a jednostupňovou práčkou je 6 % O ₂	700-1 000 mg/Nm ³ 0,7-0,9 kg/ADt	300-3 000 mg/Nm ³
Oxidy dusíka (ako NO ₂)	Ročný priemer	Denný Priemer (rozsah min-max)
Žiadne BAT, len regulácia podmienok pálenia, 6 % O ₂	Použiť sa 0,3-0,4 kg/ADt	100-300 mg/Nm ³
Prachové častice	Ročný priemer	Denný priemer (rozsah min-max)
Trojsegmentový elektrostatický odľučovač, 3 % O ₂	30-90 mg/Nm ³ 0,1-0,2 kg/ADt	20-150 mg/Nm ³
Oxid uhoľnatý	Ročný priemer	Denný priemer (rozsah min-max)
Žiadne BAT, len regulácia podmienok pálenia, 6 % O ₂	200-600 mg/Nm ³ 0,3-1,0 kg/ADt	100-5 000 mg/Nm ³

Poznámka:
Údaje boli namerané v jednej celulóžke NSSC v rokoch 2004 až 2009 a vzťahujú sa na normálne prevádzkové podmienky.

Fugitívne emisie SO₂ z procesu

SO₂ zo sulfitovej celulóžky pochádzajú v podstate z troch zdrojov: z regeneračných kotlov (pozri predchádzajúce kapitoly), z kotlov na kôru (pozri nasledujúcu kapitolu) a z rôznych POSTUPOV. Fugitívny, menej koncentrovaný SO₂ súvisiace s procesom sa vyskytujú pri výrobe v kyslom varnom lúhu (roztoku), vo varákoch, pri premývaní nebielenej buničiny a v odparke. V niektorých prevádzkach sa pravidelne merajú tieto fugitívne emisie a aproximujú uvoľnené znečistenie vynásobením uvedených hodnôt prietokmi alebo emisiami.

Napríklad jedna celulóžka NSSC uviedla, že vykonáva merania fugitívnych plynov raz ročne. Na základe výsledkov uvedených meraní celulóžka vypočíta približné prchavé emisie. Ostatné zdroje fugitívnych emisií sa priebežne vypočítavajú z výsledkov meraní a určitých faktorov získaných prostredníctvom systému podávania správ. Trikrát týždenne sa použijú len dva zdroje fugitívnych emisií (v tomto prípade vybrané z približne 40) a z nich sa vypočíta znečistenie.

Niektoré sulfitové celulóžky (napr. všetky celulóžky v Rakúsku a Nemecku) majú nainštalovaný systém na zachytávanie plynov z takmer všetkých procesov, pri ktorých sa môžu uvoľňovať rozptýlené emisie SO₂. Prevažná väčšina týchto rozptýlených plynov sa zachytáva v systéme zachytávania plynov s slabou zvýšenou koncentráciou a používa sa na spaľovanie v regeneračnom kotle. Dobré navrhnuté, udržiavané a prevádzkované systémy zachytávania plynov musia umožniť regeneráciu takmer všetkého prchavého SO₂ emisie celulóžky tak, aby nedochádzalo k rozsiahlym únikom SO₂.

Mnohé celulóžky sa podieľajú na úprave kvapalného Oxidu siričitého. Ak uskladnia a spracujú viac ako 200 ton SO pri sušení, platia rozšírené bezpečnostné predpisy podľa smernice Seveso II, pretože sa používa kvapalný SO₂ predstavuje v prípade havárie možné nebezpečenstvo pre zdravie a životné prostredie.

Emisie z kotlov na kôru a pomocných kotlov na výrobu pary a elektrickej energie

Okrem regeneračného kotla produkujú emisie do ovzdušia aj iné procesy na výrobu pary a energie: Uvoľňujú sa NO_x, SO₂, CO a prach. Na výrobu pary možno použiť rôzne druhy palív a kotlôv. Sulfitové celulóžky zvyčajne používajú kotol na kôru, v ktorom sa spaľuje aj kôra, výlisky, štiepka, vlákna a kal (pozri kapitolu 2.6).

Emisie zapáchajúcich plynov

Emisie zapáchajúcich plynov (zapáchajúcich látok) pri výrobe sulfitovej buničiny sú v porovnaní s výrobou sulfátovej buničiny obmedzené. Emisii furfuralmerkaptánu a H₂S však môžu spôsobovať aj zápach a emisie sírnych plynov môžu spôsobovať ďalšie problémy. V niektorých celulóžkach sa emisie zapáchajúcich plynov zachytávajú a pália v regeneračnom kotli (všetky nemecké a rakúske celulóžky). Ďalšou možnosťou je upravenie v premývacích práčkach na mokré pranie.

Emisie VOC

Emisie VOC z procesu sú približne 0,2 kg/t sulfitovej buničiny. K emisiám VOC prispievajú aj hromady štiepok.

Jedna celulózka použije kondenzáty odvádzané z odparovačov na prípravu varnej kvapaliny (roztoku), ktorá môže spôsobovať emisie prchavých organických zlúčenín (organických kyselín) z komína. Ak buničina z tvrdého dreva prechádza intenzívnou dávkou (viskózna buničina), väčšina hemicelulózy sa hydrolyzuje, čo vedie k vysokej úrovni kyseliny octovej, furfuralu a xylózy vo výluhu. Vo výparníku tieto prchavé látky končia v kondenzátu. Odtiaľ sa môžu extrahovať a predávať ako produkty. Vyčistený kondenzát, ktorý obsahuje zvyšky kyseliny octovej a furfuralu, sa môže použiť v premývacích práchkach a pri technike prania popolčeka MgO. Niektoré prchavé látky sa môžu uvoľňovať spolu so spalínami, ale nie sú k dispozícii žiadne merania.

4.2.2.6. Vznik pevných odpadov

Pri výrobe sulfitovej buničiny sa tvoria rôzne druhy odpadov a Zvyškov špecifických pre výrobu, z ktorých väčšinu možno zhodnotiť. Tvorba odpadu a zvyškov sa vyskytuje v rôznych fázach výrobného procesu, napr. pri odkornovaní, štiepkovaní, triedení, čistení fermentačnej kvapaliny (kal z prípravy kyseliny sa používa na odplavenie vápnika), čistení prevádzkových zariadení v oddieli fermentora (pri použití vápnika ako bázy), údržbe a kalu z čistenia surovej a odpadovej vody. Tabuľka 4.14 obsahuje údaje z nemeckej celulózky na výrobu sulfitovej buničiny, ktorá uvádza predovšetkým hlavné frakcie odpadu vrátane niektorých možností ďalšej úpravy. To zvyčajne do veľkej miery závisí od miestnych podmienok.

Tabuľka 4.14: Príklad odpadu z tvorby sulfitovej buničiny

Kód EWC (1)	Opis	Pôvod	množstvo (2)	Možný spôsob odstránenia
17 04 05	Šrot (oceľové pásy, časti zariadení atď.)	Balenie guľatiny, údržba zariadení	2,8 prietok	Použitie ako materiál
03 03 01	Kôra	Zariadenia na odváňovanie	90 prietok	Použitie ako palivo, kotol na biomasu
-	Piliny	Úprava dreva	30-50 prietok	Výroba drevotriekových dosiek
-	Hrubé triedenia výplní	triedenia	23 prietok	Použitie ako palivo, kotol na biomasu
-	Výplne z jemného triedenia (štiepky, triesky, kôra, vlákna, piesok)	Triedenie (0,51 % straty)	8 prietok	Použitie ako palivo, v tehelniciach, v kotloch na biomasu
03 03 06	Kal z buničiny a papiera/lepenky	Mechanická a biologická úprava prevádzkovej vody, regenerácia chemikálií (kal zo spracovania SO ₂)	60-80 prietok	Nové pálenie, rekultivácia skládok, tehelne
20 03 01	Zmesový komunálny odpad	Prevádzka zariadenia	0,4 prietok	Triedenie, použitie ako materiál alebo palivo
13 02 02	Odpadový olej	Údržba	0,03 prietok	Použitie ako materiál alebo palivo

Poznámka:

(1) EWC je harmonizovaný, neúplný zoznam odpadov, ktorý sa pravidelne reviduje a v prípade potreby upravuje v súlade s procesom Komisie. Zahŕnutie materiálu do zoznamu EWC však neznamená, že materiál je za všetkých okolností odpadom. Priradenie má význam len vtedy, ak je splnené vymedzenie odpadu [IPTS, 1997].

(2) Referencie (nemecká celulózka, referenčný rok: 1996) sa látky na obsah sušiny nekvalifikovali. Zdá sa, že uvedená hodnota zahŕňa veľmi veľa vody. Pri použití aktivovaného kalu sa za normálnych okolností zdá byť primeraná hodnota medzi 20-25 kg/ADt sušiny pre primárny a sekundárny kal.

Okrem informácií uvedených v tabuľke je potrebné zohľadniť tieto druhy odpadu a Zvyšky: popol a troska z energetických zdrojov (kombinované pálenie biopalív a fosílnych palív); odpad zo skladovania dreva (piesok atď.); popol a troska z regeneračných kotlov; piesok z fluidných kotlov (ak sa používajú);

sadra z procesu výroby siričitanu vápenatého a v prípade integrovaných celulózok zvyšky z papieru. Drewný odpad, napr. kôra, štiepky, piliny, drewná štiepka atď., sa často spaľuje na mieste. Popol z regeneračného kotla a kotlov na kôru sa čiastočne používa na iné účely. Priamo vzniká kal z čierania vriacich roztokov a nádrží.

Nemecká celulózka na výrobu sulfitovej buničiny, ktorá používa povrchovú vodu, zaznamenala značné množstvo kalu z úpravy surovej vody (flokulacia) pri 50 kg/ADt.

Množstvo odpadu z výroby sulfitovej buničiny v Európe, ktoré sa ukladá na skládky, sa pohybuje od približne 2,5 kg do 50 kg. Organický odpad pozostáva z zvyškov dreva, kôry, buničínových výplní, vláknitých kalov a kalov z čističiek odpadových vôd. Ak sa organický odpad páli v špeciálnych zariadeniach na pálenie, prakticky nie je potrebné skládkovať organický odpad. Podľa európskej smernice o skládkach odpadov [265, smernica 1999/31/ES 1999] je čas potrebný na zneškodnenie neierntného odpadu, napr. kalu z čističiek odpadových vôd alebo odpadu s vysokým obsahom organických látok, obmedzený. V smernici sa stanovujú ciele a obmedzenia množstva biologicky rozložiteľného odpadu, ktorý sa môže skládkovať, takže sulfitové celulózky musia hľadať stratégie, ako sa vyhnúť skládkovaniu organického odpadu bez predbežnej úpravy. V integrovanej celulózke, ktorá sa podieľa na pálení všetkých organických zvyškov na mieste (kôra, drewný odpad, vláknitý kal, kal z biologickej úpravy), je množstvo nahláseného odpadu 1,3 kg sušiny (DS)/ADt (100 % DS) z výroby celulózy a 0,9 kg DS/ADt z výroby papiera. Využitie popola zo spaľovacieho procesu je možné v rôznych oblastiach, napr. v cementárňach.

4.2.2.7. Hluk

Tvorba hluku sa vyskytuje v priebehu celého procesu výroby buničiny, od prepravy guľatiny alebo zvyškov pilín do skladu dreva, cez bubny na odkôrnenie a kosačky až po mnohé ďalšie hlučné procesy.

Emisie hluku zo skladu dreva sa merajú na rôznych miestach v blízkosti skladu. Zdrojmi hluku sú najmä:

- preprava a manipulácia s guľatinou (napr. dopravník dreva, krmný stôl na výrobu výrobkov),
- vykladanie voľne ložených chemikálií a palív,
- zariadenia na odstraňovanie kôry,
- kosačka na úprave dreva na štiepky,
- vysokorýchlostné ventilátory na streche (redukované pomocou klapiek inštalovaných približne okolo nich),
- vákuové čerpadlá,
- brúsne zariadenia,
- bezpečnostné ventily,
- komínové vývody,
- dýchadlá,
- motory,
- logistické operácie.

Celulózky na výrobu sulfitovej buničiny musia často dodržiavať normy na zníženie hluku v súlade s vnútroštátnymi právnymi predpismi; v tejto súvislosti prebiehajú a vyhodnocujú sa prieskumy hluku. V celulózkach sa na zníženie emisií hluku používajú aj prirodzené protihlukové bariéry, ako sú budovy, steny, stromy alebo kríky. Ak sa obytné oblasti nachádzajú v blízkosti závodu, investície do zmien procesu alebo zvyšovania kapacity musia byť vždy sprevádzané potrebou znížiť emisie hluku.

4.3 Techniky zvažované pri určení BAT

Táto kapitola opisuje techniky (alebo kombinácie techník) a súvisiace monitorovanie, ktoré majú potenciál dosiahnuť vysokú úroveň ochrany životného prostredia pri činnostiach opísaných v tomto dokumente. Opis techník bude zahŕňať použitú technológiu, ako aj spôsob, akým je zariadenie navrhnuté, skonštruované, udržiavané, prevádzkované a nakoniec vyradené z prevádzky.

Zahŕňa systémy environmentálneho manažérstva, techniky integrované do procesov a výstupné opatrenia procesov. Zaoberá sa aj predchádzaním vzniku odpadu a nakladaním s ním vrátane postupov minimalizácie odpadu a recyklácie, ako aj technikami, ktoré znižujú spotrebu surovín, vody a energie prostredníctvom optimalizácie použitia a opätovného používania. Opísané techniky zahŕňajú aj opatrenia na prevenciu alebo zníženie environmentálnych následkov havárií a mimoriadnych udalostí, ako aj opatrenia na sanáciu na mieste. Zahŕňajú aj opatrenia prijaté na prevenciu alebo zníženie emisií v iných ako bežných prevádzkových podmienkach (napr. pri nábehoch a odstávkach, únikoch, poruchách, dočasnom prerušení a trvalom zastavení prevádzky).

V prílohe III k smernici je uvedených niekoľko kritérií na určenie BAT a informácie v tejto kapitole sa týkajú týchto aspektov. Ak je to možné, na zhrnutie informácií o každej technike sa používa štandardná štruktúra uvedená v tabuľke 4.15 s cieľom umožniť porovnanie techník a ich posúdenie na základe vymedzenia BAT v smernici o priemyselných emisiách.

Táto kapitola nemusí nevyhnutne obsahovať vyčerpávajúci zoznam techník, ktoré by sa mohli použiť v tomto sektore. Pri určovaní BAT pre konkrétne zariadenie môžu existovať alebo sa vyvíjať aj iné techniky, ktoré je možné zvažovať.

Tabuľka 4.15: Informácie o všetkých technikách opísaných v tejto kapitole

Nadpisy v kapitolách
Opis
Opis technický
Dosiahnutie environmentálnych prínosov
Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje
Účinky medzi zložkami
Technické kritériá uplatniteľnosti
Ekonomika
Dôvody implementácie
Príklady závodov
Literatúra

Niektoré z techník prevencie a znižovania emisií zo sulfítovej celulózky sú podobné opatreniam, ktoré možno uplatniť v sulfátových celulózkach. V prípade sulfátových celulózok možno preto prezentáciu techník, ktoré sa majú zohľadniť pri určovaní BAT, rozdeliť do štyroch rôznych skupín, v ktorých sa techniky neopakujú.

Skupina 1: Vzhľadom na podobnosť medzi sulfítovej a sulfátovou buničinou sa viaceré opatrenia na výrobu sulfátovej buničiny uplatňujú v mnohých ohľadoch aj pri výrobe sulfítovej buničiny. Môže to byť prípad nižšie uvedených techník a čitateľa odkazujeme na príslušné odseky v kapitole 3 o výrobe sulfátovej buničiny (alebo na odseky v kapitole 2, kde sa rozoberajú techniky spoločné pre všetky celulózky):

- Suché odkôrňovanie (pozri kapitolu 2.9.2.2).
- Uzavreté triedenie, t. j. vodovodný systém v triediarni nebielenej buničiny je úplne uzavretý (pozri kapitolu 3.3.4).
- Zachytávanie únikov, t. j. zachytávanie odvedeného alebo uniknutého výluhu pri najvyššej možnej koncentrácii sušín výluhu a vrátenie zachyteného hustého alebo riedkeho (slabo) silného výluhu a vlákien do procesu na vhodných miestach. Ak uniknutý materiál nie je možné úplne zhodnotiť, je potrebné zabrániť vysokému znečisteniu zápachajúcich prúdov, aby sa dostali do čistiarne odpadových vôd (pozri časť 3.3.9).
- Efektívne premývanie. Efektívne systémy techniky dosiahnu prenos, často označovaný ako "straty pri premývaní", približne 5-10 kg CHSK/ADt (pozri časť 3.3.10).
- Nízky obsah NO_x v pomocných kotloch (na kôru, uhlie, olej) (pozri kapitolu 2.9.7.2.1) a SNCR v kotloch na kôru (pozri kapitolu 2.9.7.2.2).
- Elektrostatický odľučovač alebo rukávový filter na zníženie prašnosti v kotloch na kôru (pozri kapitolu 2.9.7.1).
- Použitie dostatočne dimenzovaných vyrovnávacích nádrží na uskladnenie zápachajúcich alebo horúcich technologických kvapalín na ochranu pred krátkodobými špičkovými prietokmi, ktoré by sa dostali do biologickej čistiarne odpadových vôd a spôsobili šokové pH alebo potenciálne zlyhanie systému čistenia v dôsledku náhodného vypustenia. Dostupná skladovacia kapacita (objem) na kontrolu týchto únikov slabých a silných výluhov z výroby sulfitovej buničiny je veľmi dôležitá, najmä počas nábehu, odstávky alebo mimoriadnych podmienok. Zvýšený objem (väčší ako pri bežnej prevádzke) je potrebný na zachytenie niekoľkohodinových špičkových prietokov, ktoré sú spôsobené prevádzkovými poruchami (pozri časť 3.3.12).
- Terciárna úprava, napr. zrážanie chemikálií po biologickej úprave na zníženie obsahu fosforu a Suspendovaných látok (pozri kapitolu 3.3.14).

Skupina 2: Pokiaľ ide o tieto techniky, medzi sulfátovými a sulfitovými technológiami existujú významné rozdiely:

- prehĺbená modifikovaná dávka s nízkou kappa (diskontinuálna alebo nepretržitá) (pozri kapitolu 3.3.3);
- delignifikácia kyslíkom (pozri kapitolu 3.3.5);
- bielením TCF (pozri kapitolu 3.3.7);
- bielením ECF (pozri kapitolu 3.3.6);
- čiastočné zatvorenie bieliarne v kombinácii so zvýšeným odparovaním (pozri kapitolu 3.3.8);
- bielenie v uzavretých okruhoch pre sulfitové celulózy s obsahom uhličitanu sodného;
- predčistenie odpadovej vody z fázov kyslíka v ultrafiltračnom zariadení;
- použitím regeneračného kotla na optimalizáciu emisií prostredníctvom regulácie podmienok pálenia;
- aeróbna biologická Úprava odpadových vôd (pozri kapitolu 3.3.13);
- Zariadenie ESP a viacstupňová práčka v oddieli regeneračného kotla (pozri kapitolu 3.3.17.2);
- premývanie zápachajúceho a rozptýleného plynného SO₂ z úrovne podlahy a pálenie v Regeneračnom kotli alebo v premývaní (pozri časť 3.3.16.1);
- SNCR (vstrekovanie amoniaku) v regeneračnom kotle;
- opatrenia na ochranu pred nekontrolovanými prevádzkovými podmienkami a na zníženie následkov nehôd.

Pokiaľ ide o výrobu týchto techník, medzi sulfitovými a sulfátovými celulózkami existujú významné rozdiely, hoci princípy týchto techník sú veľmi podobné. Rozdiely súvisia najmä s podrobnými technickými riešeniami, dosiahnuteľnými číslami kappa udávajúcimi obsah zvyškového lignínu, postupmi bielenia, bieliacimi vlastnosťami buničiny a svetlosťou buničiny, prchavými organickými zlúčeninami (VOC) v kontaminovaných kondenzátoch atď. Táto kapitola sa zaoberá technikami od skupiny 2 vyššie.

Skupina 3: Niektoré techniky výroby sulfátovej buničiny nie sú vôbec uplatniteľné v sulfitových celulózkach, napr:

- zhustiť obsah sušiny v čiernom výluhu (pozri kapitolu 3.3.17.1);
- odstránenie väčšiny zápachajúcich znečistených kondenzátov a opätovné použitie väčšiny kondenzátov v procese (pozri kapitolu 3.3.11);
- premývanie a pálenie zápachajúcich plynov v peci (pozri kapitolu 3.3.16.2);
- inštalácia zlepšeného premývania pri pálení (pozri kapitolu 3.3.20.2);
- elektrostatický odlučovač na zníženie prašnosti pri pálení (pozri kapitolu 3.3.22);
- pálenie zápachajúcich plynov v samostatnej peci vrátane práčky (pozri kapitolu 3.3.16.3).

Skupina 4: Nakoniec je potrebné spomenúť niekoľko ďalších techník, ktoré sú uplatniteľné len pre celulózky na výrobu sulfitovej buničiny a vôbec neuplatňujú sa u celulózok na výrobu sulfátovej buničiny. V tejto kapitole sa tiež hovorí o týchto možnostiach, ktoré zahŕňajú:

- neutralizácia slabého výluhu pred odparovaním alebo vo vnútri odparovača;
- Anaeróbna predčistenie kondenzátov;
- znižuje prašnosť a SO₂ z regeneračného kotla inštaláciou multicyklónov, elektrostatických odlučovačov a viacstupňových práčok.

V oddieloch 4.3.2 až 4.3.25 je opísané a vysvetlené BAT skupín 2 a 4. Existujú aj techniky, ktoré sú spoločné pre väčšinu papierní a výroby celulózy. V prípade týchto spoločných BAT odkazujeme čitateľa na časť 2.9.

4.3.1. Suché odkôrňovanie

Pozri kapitolu 2.9.2.2.

4.3.2. Prehĺbená modifikovaná varňa pred bielením

Opis

Stupeň extrakcie lignínu z dreva v dávkovej fáze určuje množstvo lignínu, ktoré sa má odstrániť v nasledujúcich fázach bielenia. Dlhšie časy vsádzky za podmienok optimalizácie umožňujú extrahovať maximálne množstvo lignínu pred bielením: nižšie čísla kappa znamenajú, že počas bielenia sa musí odstrániť menej zvyškového lignínu. Číslo kappa dávky je preto jedným z parametrov, ktoré určujú podmienky pre konečnú kvalitu buničiny požadovanú pre konkrétne konečné použitie papiera/lepenky. Obsah zvyškového lignínu (číslo kappa) závisí od rôznych faktorov, ktoré musia byť vyvážené.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Číslo kappa po dávke určuje množstvo organických látok vypúšťaných do čistiarnie odpadových vôd. Pri nižších číslach kappa sa v bieliarni vykoná menšie odstránenie zvyškového lignínu, a preto sa v čistiarni odpadových vôd spracuje menej organického znečistenia. Dôvodom je zníženie emisií do prietokov.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

V kyslej sulfitovej dávke sú čísla kappa 14 až 22 bežné pre buničinu z dreva a 10 až 20 pre buničinu z listov. Pre porovnanie, pri kyslom sulfitovom procese v integrovanej výrobe, kde sa buničina nikdy nesuší (napr. Hallein a Neusiedler, Rakúsko; Alfeld, Stockstadt a Ehingen, Nemecko), dosahujú hodnoty kappa zvyčajne 14 - 16. Napríklad dva integrované sulfitové závody na výrobu celulózy a papiera, ktoré pracujú metódou kyslého hydrosulfitu horčička (približne 50 % buka a 50 % smreka), dosahujú čísla kappa 14-15. Po dvojstupňovom peroxidovom bielení má buničina svetlosť ISO 86-88 % a použiť sa môže na výrobu tlačiarenského papiera. Na druhej strane, celulózka, ktorá sa podieľa na výrobe komerčnej buničiny z tvrdého dreva (Caima, Portugalsko), sa tiež podieľa na varení na číslo kappa 20-22, aby sa dosiahla požadovaná pevnosť vlákien a kompenzovali sa straty pevnosti počas sušenia buničiny.

V procese Magnefite (pozri kapitolu 4.1.1.2) je možné delignifikáciu ihličnatých vlákien (smrek) znížiť na číslo kappa 21-23 pri zachovaní prijateľných pevnostných vlastností buničiny.

Možnosť výrazného zníženia čísla kappa je znížená hydrolytickými útokmi na molekuly celulózy, ktoré sa vyskytujú najmä ku koncu dávky a sú intenzívnejšie. Pri optimalizácii procesu by mohlo byť možné zníženie menších rozmerov.

Číslo kappa je možné priamo pred bielením na úrovni kyslíka ďalej znížiť (pozri kapitolu 4.3.3).

Niekoľko závodov v Európe varí na vyššie čísla kappa z dôvodu špeciálnych požiadaviek na kvalitu výrobkov alebo preto, že vyrábajú komerčnú sulfitovú buničinu. Tieto celulózy sú nútené prijať dodatočné opatrenia na kompenzáciu vyššieho organického znečistenia, ktoré vzniká v následných bieliacich procesoch.

Dávka sa priamo rozširuje na výrobu chemickej buničiny, ale na úkor výťažnosti. To isté platí aj pre výrobu špecializovanej buničiny pre chemické aplikácie.

Medzizložkové vplyvy

Prehĺbenie dávky na nízke čísla kappa je možné, ale môže mať negatívny vplyv na pevnosť a svetlosť. Týmto problémom sa však dá do veľkej miery vyhnúť optimalizáciou a vyladením procesov.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Prehĺbenú dávku na nízke čísla kappa je možné použiť v nových a existujúcich celulózkach, okrem celulózk na báze vápnika, kde by to viedlo k zvýšenému zanášaniu. Ak je slabým miestom závodu kapacita varičov, nie je to prehĺbená dávka neprichádza do úvahy. V tomto prípade je možné použiť kratšie pivovarské sekvencie, ktoré vedú k vyšším číslam kappa.

Ekonomika

Lignín extrahovaný priebehu dávky umožňuje poslať rozpustený lignín do odparovača a potom do regeneračného kotla na výrobu energie. Nákladnejšou alternatívou je oxid zvyškového lignínu, ktorý sa uvoľňuje v odpadových vodách z bieliarne do čistiarne odpadových vôd.

Dôvody implementácie

Zachovanie nízkych hodnôt kappa pri súčasnom splnení vysokých požiadaviek na kvalitu je možné vnútroštátnymi predpismi o vode a potrebou znížiť organické znečistenie vo vodovodných tokoch. Je to tiež nákladovo efektívne opatrenie.

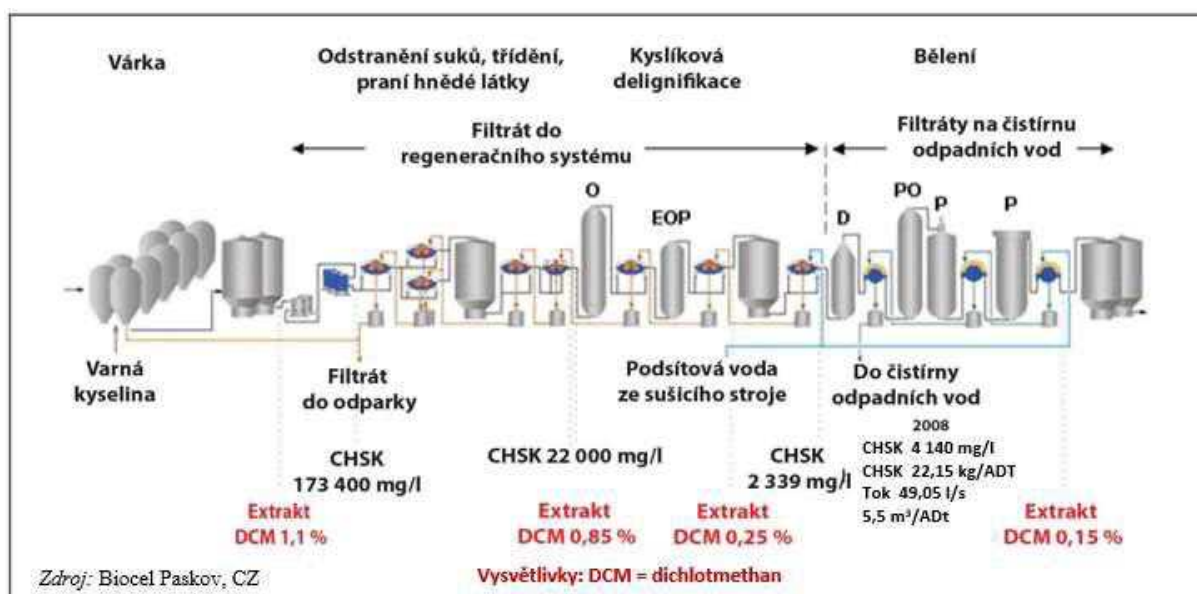
Príklady závodov

Najmenej šesť závodov v Nemecku a Rakúsku.

4.3.3. Kyslíková delignifikácia pred bielením

Opis

Kyslíková delignifikácia (stupeň označovaný skratkami "O" a "EOP") je možné považovať za medzistupeň medzi dávkovým a bielením. Na zvýšenie pH na alkalickú podmienku sa používa zvýšená teplota (85 - 95 °C), tlak (2,5 baru), kyslík a zásady (zásady). Kyslíkovou delignifikáciou sa dosiahne odstránenie podstatnej časti lignínu, ktorá zostane po dávke a pred prvým bieliacim procesom. Merania Chemickej spotreby kyslíka ukazujú, že zníženie množstva organických látok pri vypúšťaní z úrovne kyslíka je približne 50 % v porovnaní so situáciou bez O₂ delignifikácie. Delignifikácia kyslíkom prispieva k odstráneniu živice zmydlením (alkalické prostredie), ktoré je možné merať využitím hodnoty extraktu dichlórmetánu (DCM). Hodnoty extraktu DCM ukazujú, ako sa znižuje množstvo živice priebehu kyslíkovej delignifikácie (pozri hodnoty pred a po úrovniach kyslíka). Kyslíková delignifikácia má tiež pozitívny vplyv na nečistoty v bielennej buničine. Na obrázku 4.39 je znázornený príklad línie vlákien s O₂ vrátane hodnôt Chemickej spotreby kyslíka a extraktu DCM pred a po O₂ delignifikácie. Tu je možné pozrieť sa na vplyv kyslíkových fáz na Chemickú spotrebu kyslíka pred a po kyslíkových reaktoroch. Fázy bielenia sú označené symbolickými skratkami podľa použitého bielidla: kyslík (O), peroxid vodíka (P) alebo kombinácia (OP) a oxid chloričitý (D).



Obrázok 4.39: Príklad línie vlákien s O₂ vrátane hodnôt Chemickej spotreby kyslíka a extraktu DCM pred a po O₂ delignifikácie

Kyslíková delignifikácia je potenciálne vhodná pre uzavreté vodné systémy, pretože ich odpadové vody sa bežne používajú ako pracie médium pri praní nebielenej buničiny, odkiaľ sa odvádzajú do procesu chemického zhodnocovania. Zásady, ktoré sa používajú na zhustenie pH pri O₂ pri delignifikácii. Niektoré skúsenosti ukazujú, že použitie MgOH na úrovni kyslíka nie je nákladovo efektívne. Riešenie týchto problémov našli dve celulózky, ktoré používajú horčíkovú bázu v dávke a sodík na zvýšenie pH na úrovni kyslíka:

(a) Jedna NSSC celulóza (komerčná buničina) s dvojstupňovým O₂ (Biocel Paskov, CZ) uvádza, že pre fázu kyslíka možno použiť iné zásady ako pre dávkový proces. Pri výrobe buničiny na báze bisulfitu horečnatého používa vo fáze delignifikácie a bieliacich fázach hydroxid sodný. V dôsledku toho je potrebné upraviť prevádzku okruhu regeneračného procesu a niekedy odstrániť sodík. Ak sa v regeneračnom kotli použije pálenie siričitanového výluhu s obmedzeným množstvom iónov sodíka, kotol sa musí štyrikrát ročne vyčistiť na odstránenie nánosov sodíka. Odvádzanie väčšieho množstva sodíka späť do regeneračného kotla by upchalo kotlové rúrky a mohlo by spôsobiť upchatie kotla (pozri príklad v bode b)). Pri použití O₂ na úrovni je v tomto prípade možné

odvádzať túto prevádzkovú vodu, ktorá je zle biologicky rozložiteľná (prevádzková voda s rozpusteným lignínom), čiastočne prostredníctvom premývania do Regeneračného systému, a nie do čistiarne odpadových vôd.

(b) Ďalšou možnosťou je koncentrovať odpadovú vodu z kyslíkového bielenia použitím ultrafiltrácie (pozri kapitolu 4.3.12). Oddelený koncentrát je možné spaľovať v kotli na kôru. Filtrát sa vypúšťa do biologickej čistiarne odpadových vôd (napr. celulózka Magnefite v Nymölle, Švédsko). Po ultrafiltrácii odpadovej vody z úrovne kyslíka sa koncentrát najprv pridal do zriedeného sulfitového výluhu. V regeneračnom kotli sa výrazne zvýšilo zanášanie. Pridávanie koncentráta bolo zastavené. Odvtedy sa koncentrát spaľuje v kotle na kôru.

Či O_2 delignifikácia má rôzne závislosti. Týchto zoznam opisuje skúsenosti niektorých celulózok:

- Delignifikácia sa používa vtedy, keď je potrebné vykonať odstránenie lignínu. Bielenie sa používa pre reakcie, ktoré zlepšujú svetlosť oxidáciou chromofórových väzieb.
- Kyslík je menej selektívna delignifikačná chemikália ako iné bieliace činidlá. Napáda celulózky rovnakým spôsobom ako lignín. Z tohto dôvodu je možné, že sa zhoršia pevnostné vlastnosti a výťažnosť buničiny na úrovni kyslíka.
- Prínos O_2 závisí od druhov buničiny a kvality produktu, ktorý sa má dosiahnuť. Vo väčšine prípadov to nie je potrebné.
- Recirkulácia odpadových vôd z O_2 je uľahčená, ak je zabezpečené zabezpečenie kompatibility medzi chemikáliami z fermentora a delignifikačnou bázou, napr. pri použití MgO ako bázy pri výrobe buničiny na báze hydrogenuhličitanu horečnatého.
- Vzhľadom na dobrú bieliteľnosť sulfitovej buničiny, ktorá umožňuje krátke sekvencie bielenia na dosiahnutie úplnej svetlosti buničiny, je v väčšine prípadov možná delignifikácia kyslíkom. Napríklad nemecké celulózky dosiahnu plnú svetlosť buničiny (87-88 % ISO) pomocou dvojstupňového bieliaceho procesu (EP-EP_{HC} a P-A-P_{HC}) bez použitia O_2 delignifikácie.
- Kyslíková delignifikácia nie je taká vhodná pre výrobcov špeciálnej buničiny, pretože môže mať negatívny vplyv na požadovanú veľmi vysokú viskozitu a obsah vyrábanej alfa-celulózky. Má tiež obmedzený dodatočný účinok na odstránenie lignínu, pretože alkalická extrakcia za tepla sa už používa na zvýšenie obsahu celulózok v špeciálnej buničine.

Sulfitové celulózky, ktoré používajú O_2 sa snažia nájsť optimálny bod, aby do bieliarne dodali buničinu s najnižšou κ pri zachovaní požadovanej pevnosti vlákien buničiny a znižovaní oblastí strmého poklesu na krivke výťažnosti buničiny.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Kyslíkovou delignifikáciou sa odstráni podstatná časť lignínu, ktorý zostane po dávke. Bez O_2 by sa toto znečistenie Chemická spotreba kyslíka prenieslo do bieliarne a následne do čistiarne odpadových vôd. V príklade uvedenom na obrázku 4.39 sa filtrát z úrovne kyslíka vypúšťa späť do regeneračných jednotiek.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Pozri obrázok 4.39.

Medzizložkové vplyvy

Fáza, do akého je O_2 delignifikácie zahrňa rozsiahlu optimalizáciu procesu linky na výrobu vlákien s ohľadom na celkové náklady, kvalitu buničiny a vplyv na životné prostredie. Preto neexistuje najlepšia postupnosť pri sulfitovej celulóze.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Kyslíková delignifikácia je možné použiť v nových aj existujúcich zariadeniach. Možné zníženia sa musia zvážiť v rôznych prípadoch, pričom sa zohľadnia kritériá, ako sú: (a) na úrovni kyslíka môže utrpieť pevnosť vlákien a výťažnosť buničiny; b) kompatibilita medzi alkáliou použitou pri dávkovaní a delignifikácií.

(c) skutočný ekologický prínos O₂ a) vhodnosť delignifikácie O₂ pre typ výroby buničiny.

Ekonomika

Prevádzkové náklady v príklade na obrázku 4.39 pre kyslíkovú (O) a extrakčnú fázu s použitím NaOH a následným pridaním kyslíka a peroxidu vodíka na zvýšenie účinku (fáza EOP) v roku 2008 boli 19,6 EUR/ADt. Straty výnosov na úrovniach O a EOP sa celkovo vypočítali na približne 3 %.

Dôvody implementácie

Kyslíková delignifikácia odstraňuje podstatnú časť lignínu pri meraní ako Chemická spotreba kyslíka (CHSK) a prispieva k odstráneniu živíc, ktoré možno merať použitím hodnoty extraktu DCM. Má tiež pozitívny vplyv na nečistoty v bielennej buničine. O₂ delignifikácia umožňuje vrátiť filtrát späť do systému regenerácie a zabrániť jeho prenosu do bieliarne alebo čistiarne odpadových vôd. To môže znížiť emisie organických látok do vody.

Príklady závodov

Sappi Gratkorn, AT; Biocel Paskov, CZ; Stora Enso Nymölla, SE.

Literatúra

[266, Ragnar, Kvaerner 2002].

4.3.4. Uzavreté triedenie nebielenej buničiny

Pozri časť 3.3.4.

4.3.5. Účinné pranie nebielenej buničiny

Pozri kapitolu 3.3.10.

4.3.6. Účinná kontrola (monitorovanie) únikov a ich detekcia, aj so systémom regenerácie chemikálií a energie

Pozri kapitolu 3.3.9.

4.3.7. Úplné bezchlórové bielenie (TCF)

Opis

Od začiatku 90. rokov sa bielenie TCF stalo najčastejšie používanou metódou bielenia v európskych celulózkach.

Sekvencia bieliacich procesov TCF sa vyznačuje neprítomnosťou látok obsahujúcich chlór. Použitie sa používa len pre látky obsahujúce kyslík, čo zabraňuje tvorbe organicky viazaného chlóru v buničine a v prúde odpadovej vody. Žiadna zo sulfitových celulózok v Európe nepoužíva chlór ako bieliace činidlo a väčšina výroby buničiny bez elementárneho chlóru (ECF) bola nahradená bieliacimi postupmi TCF. Rozsiahle bieliarne boli upravené reorganizáciou a modernizáciou zariadení. Bieliacich sekvencií s využitím chlóru, napr. C-E-H-H a C/D-E-D(E-D), bolo postupne konvertované na sekvencie TCF. Dokončili sa prvé bieliace postupy s molekulárnym chlórrom a začala sa vyrábať buničina ECF. Tieto postupy boli potom ďalším vývojom prevedené na bielenie TCF (napr. EOP-Q-EOP(-EP)). Použitie komplexotvorných činidiel v peroxidových úrovniach a zvýšená konzistencia v bieliacej veži umožnila

výrobu vysokokvalitnej buničiny TCF. Boli zavedené ďalšie podmienky potrebné na bielenie TCF, ako napríklad prehĺbená a rovnomerná dávka, vysoké účinnosti procesov prania a zvýšená kapacita odparovania.

Jednou z nevýhod prvých bieliacich operácií TCF bola strata pevnosti vyrobenej buničiny v dôsledku napadnutia hlavného reťazca celulózky rôznymi radikálmi vznikajúcimi v priebehu peroxidového bielenia. Zavedenie zlepšenia kontroly procesu, aby sa zabránilo zhoršeniu vlastností peroxidu, úpravou teploty a profilu pH a využitím komplexotvorných činidiel. Výrobcovia sulfitovej buničiny TCF sa naučili prispôbiť procesy požadovanej svetlosti a pevnosti optimalizáciou celého systému z hľadiska environmentálnych, výkonových a nákladových faktorov. Tento aspekt sa vzťahuje na integrované jednotky na výrobu buničiny. Komerčný výrobca sulfitovej buničiny s oveľa širšou zákazníckou základňou by mohol používať triedu s obsahom oxidu chlórčitého (trieda D), ktorá slúži na dosiahnutie kvality buničiny, ktorá zodpovedá požiadavkám zákazníkov.

Zavedenie hydroxidu horečnatého ako zdroja alkálií (len v prípade sulfitových celulózok s alkáliou horečnatou vo fermentore) v prvej fáze bielenia za fermentorom umožnilo ďalšie uzavretie vodovodného systému a podporilo Použitie a zhromažďovanie týchto objemov v cykli tepelnej regenerácie (pozri oddiel 4.3.8). Niektoré celulózky však zistili, že hydroxid horečnatý používaný ako zásada nie je kompatibilný s požiadavkami na vysokú svetlosť buničiny (nad 87 % ISO). Po výmene sa stupeň delignifikácie znižuje zo 40-60 % na 25-35 %. Približne 50-60 % výluhu z úrovne kyslíka sa odvádza do odparovača a 40-50 % do biologickej úpravy.

Pred úplným využitím tejto technickej možnosti bolo potrebné znížiť spotrebu čerstvej vody, vykonať optimalizáciu potreby pary a kontrolovať nežiaduce látky. Na riadenie procesu bolo potrebné kontrolovať znehodnocovanie peroxidu vodíka, ktorý je predovšetkým nákladovou položkou v tomto procese, zavedením komplexotvorných činidiel (DTPA) a stabilizátorov, ako je kremičitan sodný. Kontrola prenosu MgO do následného kroku bieliacich operácií počas premývania kyselinou je veľmi dôležitá a musí sa prísne monitorovať.

Príklad prevádzkových podmienok typickej sekvencie bielenia TCF pre sulfitovú buničinu je uvedený v tabuľke 4.16.

Tabuľka 4.16: Príklad prevádzkových podmienok bieliacjej sekvencie na výrobu TCF sulfitovej buničiny

Parameter	Stadium O alebo EOP	Premývanie kyselinou	Stadium EP alebo EOP
Teplota	65-75 °C	50-70 °C	65-80 °C
Tlak	1-4 bar	-	1-2,5 bar
Konzistencia	10-14	3-5	14-40
Číslo kappa	21-24 → 11-13	-	→ 3-5
NaOH	15-25	-	5-15
O ₂	5-15	-	0-7
H ₂ O ₂	2-10	-	10-25
EDTA/DTPA	-	0,5-1,5	

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Počas bielenia nedochádza k tvorbe absorbovateľných organicky viazaných halogénov (meraných ako AOX). Únik čistiteľných alebo prchavých organicky viazaných halogénov (POX) do ovzdušia je znížený na nulu. Vyrobenej bielená buničina TCF neobsahuje organicky viazaný chlór, ktorý by sa mohol uvoľňovať počas rozvlákňovania v papierňach.

Bielením TCF vo všeobecnosti vznikajú nižšie emisie farebných látok v odpadových vodách a lepšia rozložiteľnosť odpadových vôd v biologickej čistiarni. Okrem toho sa bielením TCF dosahujú úspory energie. Potreby pary v bieliarni sa môžu znížiť z 0,5-1 tony pary/ADt na menej ako 0,5 tony pary/ADt. Spotreba energie sa môže znížiť o 10-20 %. Tieto údaje závisia od kapacity pre recyklačnú recykláciu užitočnej vody a Uzatvorenia vodných systémov. Do úvahy sa musia brať aj aspekty kvality buničiny. Vyššia fáza

Uzavretie vodovodného systému zvyšuje riziko nežiaduceho zhoršenia vlastností peroxidu, pretože v uzavretých vodovodných okruhoch sa môžu hromadiť nežiaduce látky (organické alebo kovové).

Zdá sa, že bielenie TCF nezahŕňa žiadne súvisiace rizika s chlórrom a prípravou oxidu chloričitého.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

V súčasnosti sa nazbierali dostatočné skúsenosti pre všetky druhy bielennej sulfitovej buničiny TCF. Nie sú hlásené žiadne prevádzkové problémy, pokiaľ sa prísne dodržiavajú procesy a ochrana pred znečistením a Úprava prevádzkového zariadenia. Prísna kontrola pH vo všetkých procesných krokoch je nevyhnutná na zabránenie znečistenia. V záujme zachovania prevádzkyschopnosti sa musia počas pravidelných odstávok alebo v období, keď je možné zariadenie vyradiť z prevádzky, dôsledne dodržiavať procesy čistenia usadeného materiálu a zariadenia. Odpadová voda, ktorá vzniká v tejto prevádzke, sa vypúšťa do čistiarne odpadových vôd.

V sulfitových celulózkach, ktoré vyrábajú len komerčnú buničinu, je možné použiť len jeden mierny stupeň D, aby sa splnili požiadavky trhu na kvalitu buničiny. Túto buničinu však možno vyrábať pri relatívne nízkych hodnotách ClO_2 . Jediná NSSC celulózka v Európe, ktorá vyrába iba komerčnú papierovinu s jediným ClO_2 bieliacich tried zaznamenala Úrovně emisií AOX nižšie ako 0,1 kg/ADt. Pri výrobe bielennej buničiny len s malým množstvom ClO_2 sa emisie AOX vo vyčistenej odpadovej vode pohybujú medzi 0,6 mg/l a 0,8 mg/l; v prípade výroby čistej buničiny ECF sa v odpadovej vode pri priemernom prietoku približne 34 m³ADt.

V časti 3.1.7 sú zhrnuté výsledky diskusie o bielení ECF v porovnaní s bielením TCF.

Medzizložkové vplyvy

Rôzne pozitívne účinky BAT sú opísané v vyššej kapitole (dosiahnutie environmentálnych prínosov). Ako nevýhody možno uviesť tieto aspekty: uvoľňovanie komplexotvorných látok, napr. DTPA/EDTA (0,2-2 ADt), keď sa používajú v bieliacich stupňoch, ktoré vypúšťajú pracie kvapaliny cez čistiarne odpadových vôd. Optimalizáciou dávkovania komplexotvorných činidiel možno znížiť množstvo DTPA/EDTA. Skúsenosti ukázali, že usadzovacia kapacita biologického kalu v usadzovacej nádrži môže spôsobiť určitý stupeň zhoršenia výkonu. U ostatných rás sa tento efekt nevyskytuje. Vzhľadom na možné riziká je potrebné pracovať s peroxidom opatrne..

Technické kritériá uplatniteľnosti

Táto technika je uplatniteľná pre nové a existujúce mlyny (konverzia). Výroba chemickej (viskóznej) buničiny je možná aj pomocou bieliacich postupov TCF. V celulózkach vyrábajúcich komerčnú buničinu je možné, aby bol potrebný jeden stupeň s nízkou hladinou oxidu chloričitého ClO_2 na výrobu buničiny s vysokou svetlosťou. V prevádzkach, ktoré vyrábajú špeciálnu buničinu na chemické použitie, sa ako bieliaca chemikália zvyčajne stále vyžaduje oxid chloričitý alebo chlórnan.

Ekonomika

Investičné náklady na prechod na bielenie TCF a modernizáciu existujúcej bieliarne dosiahnu 20 až 50 miliónov EUR pre celulózku s dennou výrobnou kapacitou 700 ADt/deň. Tieto údaje však do určitej miery závisia od vlastností buničiny, ktoré sa majú dosiahnuť. Celkové úspory sú závislé od celkovej konštrukcie procesu, využitých zariadení, nákladov na chemikálie a energiu v krajine a stupňa uzavretia vodného cyklu. Uzavreté vodné cykly sú všeobecne susedné s vyššími nákladmi, pretože sa vyžadujú opatrenia na kontrolu procesu a na Odparovanie pridanej vody. Napríklad zavedenie MgO ako zásady v prvom bieliacom kroku vedie k všeobecne vyššej spotrebe peroxidu a zvýšeniu množstva neutralizačných chemikálií, ako je kyselina sírová, potrebných na zníženie prenosu MgO do následných bieliacich krokov. To nie je kompenzované zvýšením produkcie energie zo spaľovania organických látok, ktoré sa podieľajú na regeneračnom procese a sú využité na tepelné účely.

Dôvody implementácie

Dôležitými podnetmi pre proces konverzie boli požiadavky regulačných a príslušných orgánov týkajúce sa ochrany životného prostredia (zníženie množstva vypúšťaných chlórovaných organických látok a iných toxických a menej biologicky odbúrateľných látok), informovanosť verejnosti o environmentálnych a zdravotných rizikách perzistentných organicky viazaných chlórovaných zlúčenín, aspekty bezpečnosti pracovníkov a požiadavky trhu zo strany zákazníkov, ktorí si uvedomujú environmentálne aspekty. Najmä v prípade aplikácií z oblasti tissue papiera existuje jednoznačná požiadavka zákazníkov na sulfitovú buničinu TCF.

Pokiaľ ide o prevádzkové náklady, bielenie TCF vedie k mierne zvýšenej celkovej úrovni. Delignifikácia vo varnej nádobe sa musí vyvinúť tak, aby sa znížili hodnoty kappa. V dôsledku toho sa mierne znižuje výťažnosť výroby buničiny. Náklady a množstvo chemikálií spotrebovaných pri bielení TCF sú vyššie ako pri bielení ECF. Požiadavky ekologicky uvedomelých zákazníkov nie sú súvisiace s vyššou cenou buničiny TCF.

Príklady závodov

Väčšina sulfitových celulózok v Európe používa bielenie TCF. Tri celulózky v Európe majú ECF bieliace sekvencie (jeden komerčný výrobca buničiny a dvaja výrobcovia špeciálnej buničiny).

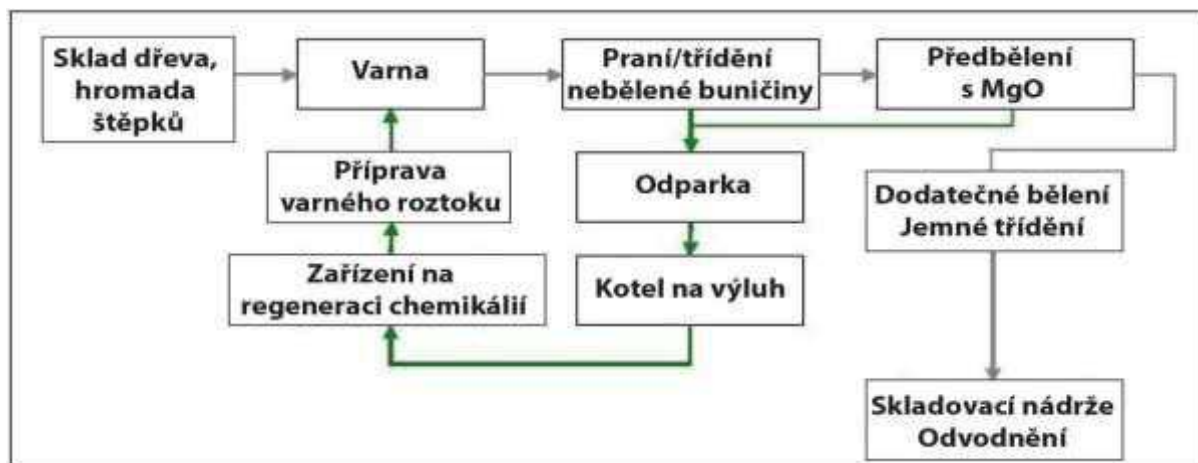
Literatúra

[237, Bajpai 2005]

4.3.8. Predbielenie s MgO zásadou a recirkulácia pracích kvapalín z predbielenia do prania nebielenej buničiny

Opis

Existuje niekoľko celulózok (používajúcich metódu kyslého hydrosulfitu horčička), ktoré dosiahnu čiastočnú recirkuláciu pracích kvapalín z prvého procesu základného bielenia MgO späť do prania nebielenej buničiny. Prevádzka prípadov, keď je horčička použitá ako báza v bieliarni, je však náročnejšia ako pri použití sodíka (chemické opotrebovanie čerpadiel, najvyššia spotreba peroxidu vodíka). Na druhej strane použitie MgO v prvom kroku bieliacich procesov otvára možnosť odvádzať odpadovú vodu z prvého procesu bielenia späť na regeneráciu chemikálií, čím sa vytvára menej organického znečistenia, ktoré sa musí podrobiť úprave v čistiarni odpadových vôd. Vzorkovnice cirkulujú 35-50 kg CHSK/ADt späť do odparovačov, takže nedochádza k priememu vypúšťaniu.



Obrázok 4.40: Predbežné bielenie v uzavretom okruhu s MgO ako bázou (M-real Hallein, Rakúsko)

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Čiastočné zatvorenie bieliarne zabráňuje vypúšťaniu odpadových vôd do čistiarne odpadových vôd. Tvorba chemickej spotreby kyslíka (CHSK) znižuje znečistenie v porovnaní s konvenčným procesom a čistiareň odpadových vôd môže byť navrhnutá na menšie znečistenie CHSK.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Dve celulózky, ktoré používajú túto techniku, vyrábajú buničinu pre program na výrobu tissue papiera a buničinu pre tlačiarenský papier, obe v integrovanom závode. Spotreba chemikálií v bieliarni bola vykázaná z jednej z celulózok, ktorá používa uzavretý cyklus predbielenia, ako je uvedené v tabuľke 4.17 (údaje za rok 2008).

Tabuľka 4.17: Spotreba chemikálií v závode, ktorý používa uzavretý okruh predpierania

Spotreba chemikálií	Množstvo (kg/ADt)
H ₂ O ₂ (50 %)	50-60
MgO	20-25
Vápna (94 %)	50-60
NaOH (100 %)	8-12
Disperzné činidlo pre živice	Požadované, ale nešpecifikované

Medzizložkové vplyvy

Predbežné bielenie v uzavretom okruhu si vyžaduje vyššie množstvo peroxidu vodíka. Zásady pred vybielovaním sa obnovujú v regeneračných jednotkách závodu.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Predbežné bielenie na báze horčíka s chemickou regeneráciou znižuje množstvo odpadových vôd, ktoré celulózky vypúšťajú. Predpoklady na použitie tejto techniky sú: a) číslo kappa po dávke musí byť vhodné na predpieranie s MgO (nízke číslo kappa); b) hydraulická kapacita zariadenia je dimenzovaná na prijatie pridaných prietokov; c) možnosť čistenia a použitie pracieho zariadenia; d) dostatočná kapacita kotlov na regeneračné pálenie výluhu; a e) primeraná úroveň svetlostí. Modelové celulózky vyrábajú buničinu a papier na tom istom mieste (integrovaná výroba) a dosahujú 87 % ISO za ekonomicky životaschopných podmienok; komerční výrobcovia buničiny musia často vyskytnúť úroveň svetlostí nad 87 % ISO, čo je ťažké dosiahnuť pri predbielení MgO, pretože môže dôjsť k určitej strate svetlostí.

Ekonomika

Spotreba chemikálií v bieliarni, ktorá používa MgO v prvej fáze bielenia, je približne o 20 až 30 % vyššia ako v bieliarni, ktorá MgO nepoužíva (pre recirkulovaný MgO je potrebná vyššia čistota MgO). Čističky odpadových vôd sú však možné v menších verziách, čo vedie k úsporám investičných a prevádzkových nákladov.

Dôvody implementácie

Uzavretý okruh pred bielením v celulózkach, kde sa používa kyslý hydrosíran horečnatý, je motiváciou pre zvýšené požiadavky na odpadovú vodu (Chemická spotreba kyslíka). Ďalším dôvodom môžu slúžiť kritériá kvality, pretože buničina bielená horčíkovou zásadou môže za určitých podmienok vyskytnúť najvyššiu pevnosť vlákien buničiny.

Príklady závodov

M-real Hallein (AT), SCA Mannheim (DE).

Literatúra

[276, Sixta 2006].

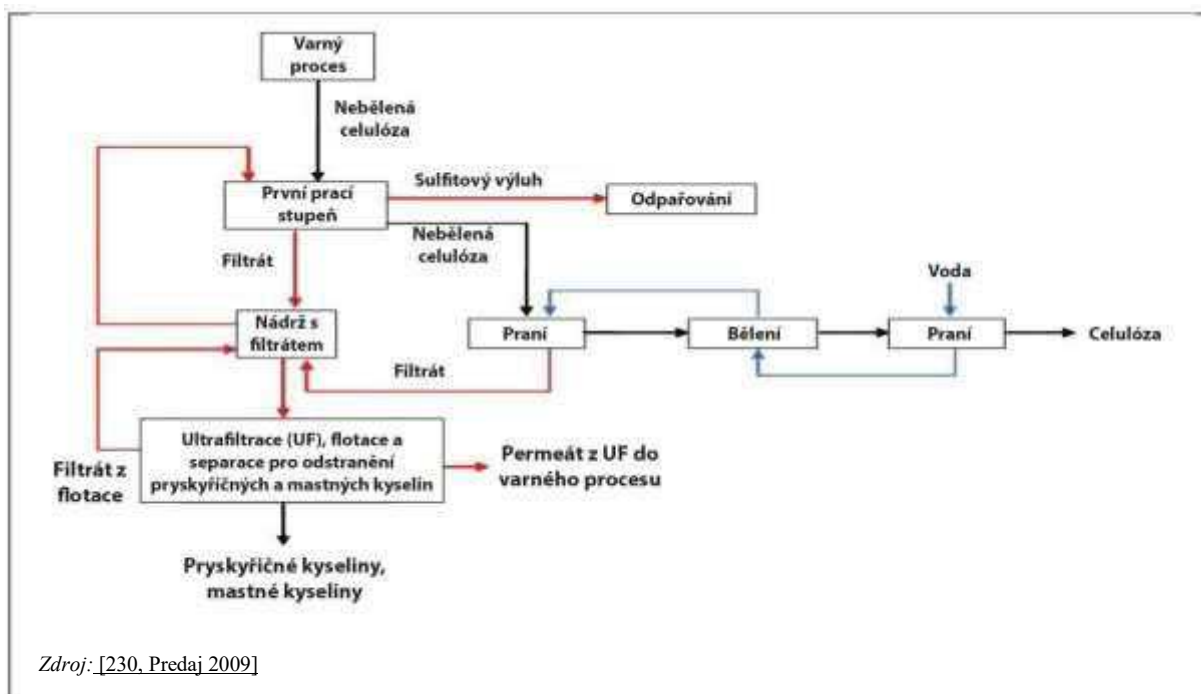
4.3.9. Bielenie v uzavretom okruhu (v sulfitovej celulózke na báze sodíka používajúcej ultrafiltráciu, flotáciu a separáciu)

Opis

V sulfitových celulózkach s kyslým procesom výroby chemickej buničiny, kde sa ako varná zásada používa sodík, sa odpad z bieliarne upravuje ultrafiltráciou (UF), flotáciou a separáciou, čo umožňuje uzavretý cyklus bielenia. Odpadová voda z procesu premývania alebo z bieliarne sa nevypúšťa ako odpad. Namiesto toho sa filtrát z bielenia a premývania používa na prvej úrovni premývania po dávke.

Chemická (viskózová) celulózka používa rovnaký princíp pre dávkovú kontrolu a kontrolu pH v procese bielenia, čo je jedno z kritérií, ktoré musia byť splnené pre prevádzku bieliarne v uzavretom cykle (CLB). Účelom ultrafiltrácie (UF) a iných používaných separačných techník je odstránenie živice a mastných kyselín z filtrátu v uzavretom okruhu. Tento proces je podobný procesu v obličkách, pretože bez ošetrovania sa v systéme hromadia cudzie procesné látky a znemožňujú CLP s ohľadom na kvalitu celulózok. Nežiaduce látky sa musia zo systému vyplaviť.

Upravenie filtrátu prebieha v niekoľkých procesných fázach, počnúc ultrafiltráciou, pri ktorej sa odstráni živica a mastné kyseliny (pozri obrázok 4.41). Vzniknutý permeát sa opätovne použije v procese varenia piva, zatiaľ čo koncentrát sa ďalej spracúva flotáciou a separáciou, pri ktorej sa z vodnej fázy oddelí ešte viac živice a mastných kyselín. Spracovaný filtrát z flotácie sa prečerpá späť a použije sa na prvej úrovni prania.



Obrázok 4.41: Ultrafiltračný systém v chemickej celulózke, Domsjö Fabriker AB, Švédsko

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Z bieliarne sa nevypúšťa žiadna odpadová voda. Chemická spotreba kyslíka, ktorá by sa za normálnych okolností odoslala do čistiarne odpadových vôd, sa zadržiava v systéme. Spotreba vody je tiež nižšia.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Na úprave úžitkovej vody na premývanie nebielenej buničiny je nainštalovaná ultrafiltračná jednotka. Vzniknutý permeát sa prečerpáva späť a znova sa používa v procese varenia piva.

Medzizložkové vplyvy

Neboli poskytnuté žiadne údaje o spotrebe energie na prevádzku separačných jednotiek. Koncentráty sa odparujú a páliai.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Túto techniku možno inštalovať v nových aj existujúcich zariadeniach. Pred inštaláciou prebiehajú ultrafiltračné testy v pilotnom zariadení. V tomto pilotnom zariadení sa zvyčajne určujú konštrukčné a dispozičné parametre a vykonáva sa optimalizácia prevádzkových podmienok podľa konkrétnej odpadovej vody, ktorá sa má čistiť. V prvej fáze membránových aplikácií sa zvyčajne vyskytujú určité nedostatky, ktoré možno odstrániť úpravou pH, prietoku alebo zavedením určitého druhu vhodnej predúpravy. V takom prípade sa používa aj dodatočná Úprava.

Použitie bieliacich zariadení s uzavretým okruhom je stále obmedzené na sulfitové celulózy, ktoré používajú ako bázu sodík (rovnakú bázu, ktorá sa používa na úpravu pH pri peroxidovom bielení). Dôležité je aj pH filtrátu, ktoré ovplyvňuje možnosť oddeliť živicu a mastné kyseliny.

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne údaje o investičných a prevádzkových nákladoch.

Dôvody implementácie

Dôvodom zavedenia sú environmentálne právne predpisy pre sulfitové celulózy týkajúce sa vypúšťania organických látok do vodných prijímajúcich vôd. Prevádzkovatelia zariadení považujú tieto opatrenia za dôležitú metódu na zníženie Chemickej spotreby kyslíka vypúšťanej do prietoku.

Príklady závodov

Celulózy Domsjö (SE). Túto metódu nepoužívajú žiadne iné celulózy na výrobu sulfitovej buničiny, ale membrány sa používajú v celulózkach na výrobu sulfitovej buničiny v iných aplikáciách, napr. v závode Nymölla (pozri časť 4.3.12).

Literatúra

[230, Predaj 2009].

4.3.10. Redukcia emisií s použitím komplexotvorných (chelatačných) činidiel v peroxidových stupňoch bieliarne

Pozri kapitolu 2.9.9.

4.3.11. Regulácia pH slabého výluhu pred/vo vnútri odparovačky

Opis

Je dôležité neutralizovať siričitanový výluh po prvom stupni Odparovania alebo pred Odparovaním. V opačnom prípade sa kyselina octová a iné organické kyseliny s krátkym reťazcom poddajú odparovaniu a premieňajú sa na kondenzát namiesto toho, aby sa vypúšťali do regeneračného kotla spolu s koncentrovaným (zahusteným) výluhom. Chemická spotreba kyslíka v kondenzátoch je zvyčajne oveľa vyššia v sulfitových celulózkach v porovnaní so sulfitovými celulózkami. Celkové znečistenie v kondenzátoch pred Upravením je najvyššie 60-70 kg CHSK/ADt.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Značná časť organického znečistenia (Chemická spotreba kyslíka) kondenzátu, najmä organické kyseliny s krátkym reťazcom, sa prenáša späť do výluhu a zostáva v regeneračných okruhoch. Výsledkom tejto techniky je, že do čistiarne odpadových vôd sa vypúšťa menej organicky znečistených odpadových vôd a do prijímajúcich vôd sa uvoľňuje menej Chemickej spotreby kyslíka..

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Toto opatrenie slúži ako osvedčená technika vo väčšine celulózok. V kyslých sulfitových celulózkach na báze horčička sa na neutralizáciu používa MgO zo zásobníka MgO a regeneračný popolček z elektrostatických odlučovačov. V prvom kroku, pred odparovaním koncentrovaného výluhu, sa SO₂ na opätové použitie vo varni. Vyššie úrovne SO₂ môžu mať negatívny vplyv na prevádzku čistiarne odpadových vôd. Po sušení zostáva kyslé pH. NSSC výluh sa potom neutralizuje na hodnotu približne pH 6,5 a následne sa podieľa na procesoch odparovania.

Alkalická NSSC celulóza (Taliansko) odstraňuje kondenzáty z Odparovania a znižuje množstvo menších organických molekúl a SO₂. Zvyšný odstredený materiál sa odvádza do horákov, kde sa organický materiál oxiduje, pričom sa získava SO₂.

Medzizložkové vplyvy

S touto technikou nie sú súvisiace významné negatívne účinky. Neutralizačné chemikálie sú tie, ktoré sa používajú ako zásady dávkovania. Preto je potrebné pridávať menej chemikálií.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Táto technika je uplatniteľná pre všetky celulózky na báze horčička. Táto technika si vyžaduje určitú zvýšenú kapacitu v regeneračnom kotle a v okruhu popola.

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Dôvodom zavedenia tejto BAT je optimalizácia cyklu rekuperácie energie a zníženie organického znečistenia z procesov.

Príklady závodov

Táto technika sa používa vo väčšine sulfitových celulózok a tiež v celulózkach NSSC s chemickou regeneráciou v Európe.

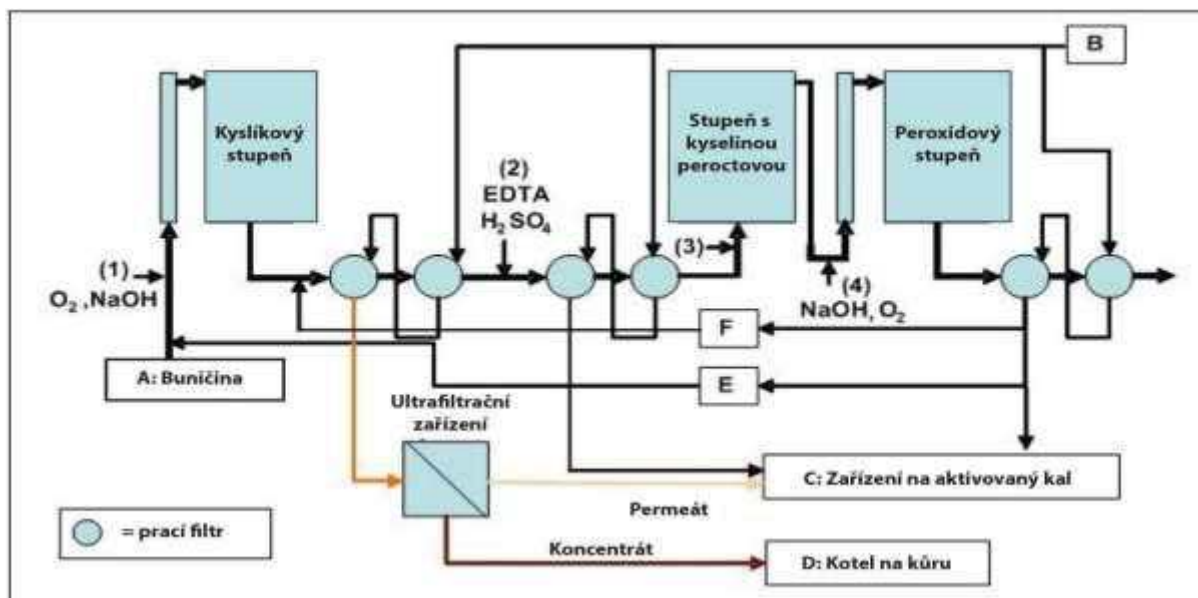
4.3.12. Predčistenie odpadových vôd z kyslíkových stupňov bieliarne v ultrafiltračnom zariadení s následným aeróbnym čistením všetkých odpadových vôd

Opis

Magnefitové celulóžky a celulóžky používajúce kyslý hydrosulfit, ktoré varia pri vysokých číslach kappu, majú vyššie množstvá biologicky nerozložiteľnej kontaminácie CHSK v odpadových vodách z bieliarní ako iné sulfítové celulóžky. Odpadové vody z kyslíkových stupňov nemožno bez problémov spaľovať v regeneračných kotloch sulfítových celulóžok (pozri časť 4.3.3, príklady a) a b)). Preto je potrebné použiť iné metódy na zníženie množstva znečistenia Chemická spotreba kyslíka vypúšťaného do životného prostredia. V zariadení Stora Enso Nymolla (Švédsko) sa odpadová voda z úrovne kyslíka podstupuje úprave v dvojriadkovej ultrafiltrácii (UF). Vysokomolekulárne biologicky nerozložiteľné zložky sa odstránia a spália v kotli na kôru. Celkovo 98 % výluhu prechádza cez membrány. Koncentrát nemožno poslať späť do regeneračných jednotiek, pretože sodná báza úrovne kyslíka (sodík) sa líši od zásad vo fermentore (horčík). Koncentrát sa spaľuje priamejšie v kotli na kôru. Pilotné testy ukázali, že by bolo možné odstrániť aspoň 50 % vody z koncentráta odparovaním, ale opatrenie sa zatiaľ nerealizovalo. Permeát z membránového upravenia sa vypúšťa do zariadenia s aktivovaným kalom.

Ak sa sodík používa ako báza v kyslíkovom stupni a odpadová voda sa vracia do varného cyklu, potrubie kotla sa môže silne upchať popolom obsahujúcim sodík. Zanášanie potrubia kotla popolom je ťažké na odstránenie.

Na obrázku 4.42 je znázornené vloženie zariadenia UF do bieliarne spolu s hlavnými prietokmi. Schéma znázorňuje, ktoré prietoky sú v jednotke UF v úprave. V UF sa organické látky z úrovne kyslíka spracujú v pomere 90 : 10, a to 90 % a 10 %. Organické látky z úrovne peroxidu sa spracúvajú v pomere 65 : 35, a to 65 % a 35 %. Recirkulácia peroxidového odpadu na riedenie prúdov buničiny šetrí čerstvú vodu. Priamo sa z odpadovej vody pred čistením v zariadení s aktivovaným kalom odstraňuje veľké molekuly z peroxidovej úrovne.



Obrázok 4.42: Schéma zariadenia na ultrafiltráciu v celulózke Nymölla

Po premývaní nebielenej buničiny sa buničina dostane do bieliarne. Úroveň buničiny je približne 30 % sušiny. Množstvo vody v buničine je približne 2,3 m³/ADt (prúd A na obrázku). Buničina sa zriedi filtrátom peroxidovej úrovne, 6,7 m³/ADt (prúd E na obrázku) na 10 % DS (sušiny). Do buničiny sa pridáva kyslík a hydroxid sodný (znázornené v prúde 1). Reakcia sa začína a pokračuje v bieliacich násypoch. Za vežami sa buničina premýva v dvoch systémoch premývacích filtrov. Pred praním sa do buničiny pridáva 1 m³ lúhu/ADt z peroxidového stupňa (prúd F na obrázku). K druhému filtru sa pridá približne 9 m³ pracieho filtrátu/ADt (z prúdu B). Filtrát z prvého filtra sa odvádza do UF zariadenia.

Buničina sa potom upraví využitím EDTA (prúd 2 na obrázku), kde sa vykoná odstránenie iónov ťažkých kovov, ako sú mangán a železo. Na dosiahnutie správneho pH (pH 6) sa pridá vápna kyselina. Po upravení EDTA sa buničina premýva v dvoch premývacích filtroch za sebou. K druhému z filtrov sa pridá približne 9 m³ vody na pranie (väčšinou sladká voda, ale aj prebytočná voda z papierne)/ADt (z prúdu B). Filtrát sa zmieša s ostatnými odpadovými vodami a potom sa spracuje v zariadení s aktivovaným kalom (prúd C na obrázku).

Po úprave EDTA a premývaní sa do buničiny pridá zmes kyseliny peroctovej a peroxidu vodíka (znázornené v prúde 3). Vo fázi kyseliny peroctovej reaguje kyselina peroctová a buničina pri pH 6. Peroxid vodíka a buničina nereagujú pri pH 6. Reakcia kyseliny peroctovej pokračuje vo veži kyseliny peroctovej. Po veži s kyselinou peroctovou sa pH zvyšuje pridaním hydroxidu sodného. Okrem toho sa pridáva malé množstvo kyslíka (prúd 4 na obrázku). Začína sa reakcia peroxidu vodíka a kyslíka s buničinou. Reakcie pokračujú v peroxidových vežiach. Buničina z poslednej peroxidovej veže sa potom podrobená premývaniu v dvoch premývacích filtroch za sebou. K druhému filtru sa pridá približne 9 m³ pracieho roztoku/ADt (z prúdu B). Filtrát z posledného filtra sa rozdelí na tri prúdy: a) 6,7 m³/ADt sa používa na riedenie buničiny pred kyslíkovým stupňom (prúd E na obrázku); b) 2,3 m³/ADt sa posielajú spolu s ostatnými odpadovými vodami do zariadenia s aktivovaným kalom (prúd C na obrázku); a c) 1 m³/ADt sa používa na riedenie buničiny za kyslíkovým stupňom (prúd F na obrázku).

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Ultrafiltráciou a úprave aktivovaného kalu sa odstraňujú rôzne látky. Ultrafiltráciou sa odstraňujú najmä biologicky nerozložiteľné látky. Ak sa látky neodstránia, uvoľnili by sa do životného prostredia. Keď sa zariadenie UF zastaví, množstvo CHSK (COD) v násypoch na vstupe a výstupe zo zariadenia s aktivovaným kalom sa zvyšuje. Vstup a výstup biologickej čistiarne vykazujú rovnaký nárast. Vďaka znižovaniu rôznych organických látok je technika membránového a biologického čistenia vynikajúcim spôsobom, ako znížiť CHSK v prúde vody/receptore.

Membránové zariadenia sú v priemere schopné spracovať približne 400 m za hodinu.³ odpadových vôd. Odpadová voda z bieliacich procesov pri výrobe buničiny má priemernú hodnotu Chemickej spotreby kyslíka približne 10 g/l. Denne sa vykonáva denné odstránenie 34 ton CHSK (37 kg CHSK/ADt buničiny). Membrány sú zodpovedné za zníženie približne 30 % vstupujúceho znečistenia CHSK. Zadržaných 30 % CHSK sa dosiahne koncentrácia ultrafiltráciou (do 2 % pôvodného objemu). Koncentrát sa spaľuje v kotli na kôru (prúd D). Permeát obsahuje 70 % CHSK z odpadovej vody na úrovni kyslíka (86 kg CHSK na tonu buničiny). Permeát sa spolu s odpadovou vodou z čistenia EDTA a prebytočnou vodou z peroxidovej úrovne (zачytenou v prúde C, ako je znázornené na obrázku 4.42) vypúšťa do zariadenia s aktivovaným kalom.

Za určitých podmienok slúži biologický spôsob čistenia odpadovej vody z kyslíkových bieliacich procesov na čistenie odpadovej vody (Anaeróbna-aeróbne čistenie; pozri kapitulu 4.3.15 a 4.3.16).

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Zariadenie UF sa nepretržite používa od roku 1995. Ultrafiltračné zariadenie je navrhnuté ako veľké rúrkové zariadenie s dvoma linkami (dodávateľom membrán je PCI Membranes, UK). Linky sú určené na nepretržitú výrobu. Membrány sú namontované v moduloch usporiadaných do skupín a stĺpcov. Pre každú kolónu v ultrafiltračnej linke je možné ju vybrať z čistenia odpadovej vody a urobiť s ňou potrebné úpravy. Ostatné kolóny pokračujú v úprave odpadových vôd. Úprava membrán je potrebná raz denne.

V modelovej celulózke boli vážne problémy so zanášaním membrán spôsobené odstavením ultrafiltračného zariadenia. Vplyv Úpravy UF sa skúmal základe porovnania období s Úpravou UF a období bez Úpravy. V súčasnosti je ultrafiltrácia vynikajúcou a spoľahlivou metódou na znižovanie CHSK a je v kombinácii s biologickými postupmi.

Na získanie konštrukčných údajov je potrebné prebiehať ultrafiltračné testy v pilotnom zariadení. Výsledky pilotných testov sa používajú na výber typu membrány, kapacity membrány a vhodných rozmerov a podmienok úpravy, napr. pH a teploty. V prvej fáze membránových aplikácií sa často vyskytujú určité nedostatky, ktoré je potrebné odstrániť úpravou pH, prietoku alebo zavedením nejakého vhodného predčistenia.

Medzizložkové vplyvy

Spotreba energie na prevádzku membrány je približne 2 kWh/m³ upravenej vody. Spotreba paliva na pálenie koncentráta je približne 0,6 kWh/m³ upravenej vody. Energia potrebná na odstránenie 1 kg Chemickej spotreby kyslíka je 0,65-0,8 kWh.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Membránová úprava je možné inštalovať v nových aj existujúcich zariadeniach. Predbežná úprava vrátane odstránenia vlákien, prídania chemikálií a dostatočne dimenzovanej skladovacej kapacity a pilotné testy na upravenej odpadovej vode sú rozhodujúce pre úspešné aplikácie. Úprava koncentrátov z ultrafiltrácie je nevyhnutná pri použití uvedených techník. Použitie kotla na pálenie kôry na pálenie koncentrátov môže znížiť Použitie ultrafiltrácie v iných zariadeniach. Vyššie množstvá sodíka vo filtrovaných koncentrátoch môžu spôsobiť spekanie (spekanie) piesku vo fluidných kotloch a viesť k odstaveniu kotla.

Ekonomika

Investičné náklady na tonu odstránenej Chemickej spotreby kyslíka boli v roku 1994 približne rovnaké ako v prípade zariadení s aktivovaným kalom. Špecifické ukazovatele spotreby (m³ upravenej vody) a prevádzkové náklady v roku 2009 sú uvedené priamo:

- spotreba energie: 0,10 EUR/m³ (2 kWh/m³);
- náklady na chemikálie: 0,15 EUR/m³;
- náklady na energiu v kotli na kôru: 0,03 EUR/m³;
- náklady na nové membrány a náklady na výmenu: 0,10 EUR/m³;
- personálne náklady: 0,03 EUR/m³ (0,5 pracovníka na zmenu a 2,5 pracovníka za rok).

Dôvody implementácie

Dôvodom zavedenia sú environmentálne právne predpisy pre sulfítové celulózy týkajúce sa vypúšťania organických látok do prijímajúcich vôd. Prevádzkovatelia zariadení považujú toto opatrenie za dôležitú metódu, ktorá znižuje Chemickú spotrebu kyslíka prenášanú do vodovodných sietí.

Príklady závodov

Závod Nymölla (Švédsko) podstupuje úprave odpadové vody z bieliarne membránovou úpravou. Závod Domsjö Fabriker AB (Švédsko) používa ultrafiltráciu iným spôsobom, pozri kappu 4.3.9.

Literatúra

[278, Wickstroem 1997], [279, TNO 1999], [280, Wickstroem 2009].

4.3.13. Odparovanie odpadových vôd z alkalického extrakčného stupňa za tepla a spaľovanie koncentrátov v sodnom kotle

Táto technika sa používa predovšetkým v celulózkach vyrábajúcich chemickú (viskózovú) buničinu a v sulfitových celulózkach vyrábajúcich buničinu na chemické účely. Bolo možné zvážiť použitie tejto techniky aj v niektorých iných prevádzkach (napr. pri výrobe chemicko-mechanickej buničiny).

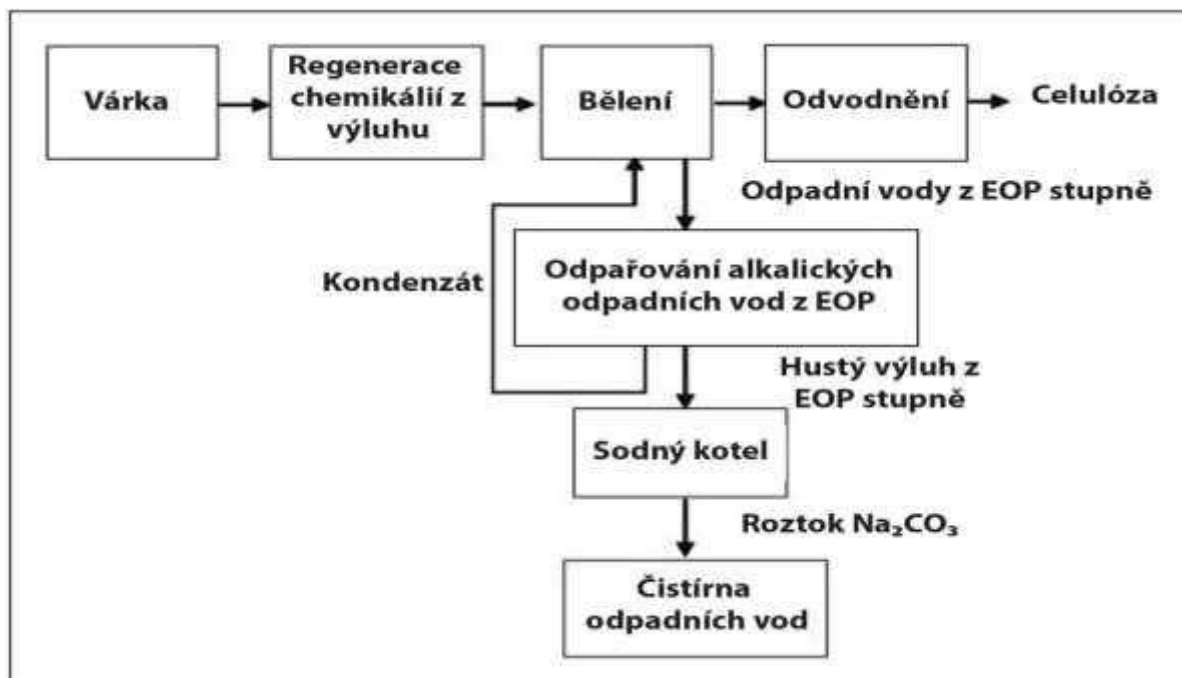
Opis

Technika používaná na redukcii ťažko biologicky odbúrateľných organických zlúčenín uvoľňovaných z bieliarne pozostáva z odparky, sodíkového kotla vybaveného rukávovým filtrom na odstraňovanie prachu a rozpúšťadla taveniny.

Po dávke drevných štiepok sa nevyhnutne vytvorí určité množstvo zvyškového lignínu. Túto skutočnosť nemožno odstrániť zmenou podmienok dávky. Napríklad prehĺbenie dávky znižuje výťažok buničiny a viedlo by k nežiaducemu zníženiu úrovne polymerizácie celulózy. Preto je potrebné delignifikovať zvyškový lignín použitím selektívne efektívnych bieliacich činidiel. Bielením možno považovať za pokračovanie varenia, ktoré prebieha predovšetkým v oddieli varenia. Bielenie zvyčajne pozostáva z niekoľkých fáz (pozri kapitolu 4.1.3.4). Medzi jednotlivými fázami bieliacich procesov sa vkladajú premývacie filtre na odstránenie použitých chemikálií a suspendovaných reakčných produktov z buničiny. Iba celulózy, ktoré vyrábajú viskózu a špeciálnu buničinu na chemické použitie, používajú alkalickú extrakciu ako pokračovanie delignifikácie a na extrakciu hemicelulózy. Po alkalickej extrakcii sa zvyšný lignín odstráni využitím jednej alebo viacerých bieliacich fáz.

Táto technika je vysvetlená použitím príkladu chemickej (viskózovej) celulózy Lenzing AG (Rakúsko). V závode prevádzkuje bieliacu sekvenciu E-O/P-Z-P v prvej linke a E/O/P-Z-P v druhej linke. Symbolické skratky používané na opis sekvencií bieliacich procesov nájdete v oddieli 3.1.7. V tejto súvislosti sú súvisiace len dve z nich s diskutovanou technikou: "E" pre "extrakčná fáza s využitím hydroxidu sodného (NaOH)" a "E/O/P" pre "extrakčnú fázu s využitím hydroxidu sodného a následným pridaním plynného kyslíka a roztoku peroxidu vodíka ako spevňovadla". Ostatné symbolické skratky sa vzťahujú na následné procesy bielenia ozónom a peroxidom.

V oboch linkách zlepšuje alkalická extrakcia delignifikáciu zvyšných lignínov. Na výrobu viskózovej buničiny sa okrem nízkeho obsahu zvyškového lignínu vyžaduje aj vysoký podiel celulózy (celulóza je tá časť celulóзовého materiálu, ktorá je nerozpustná v 17,5 % roztoku hydroxidu sodného pri 20 °C za predpísaných podmienok). Na zabezpečenie požadovaného obsahu celulózy sa používa horúca alkalická extrakcia (je možná kombinácia s kyslíkom a peroxidom). Extrakciou sa rozpúšťajú nielen zlúčeniny lignínu rozpustné v hydroxide sodnom, ale aj nízkomolekulárne hemicelulózy a živice a mastné kyseliny, ktoré sa následne odstraňujú v premývacích filtroch. Teplá alkalická extrakcia predstavuje rozsiahly zdroj kontaminácie Chemickou spotrebou kyslíka z bieliacich sekvencií. Vzhľadom na vysoký obsah zvyškového lignínu nie sú odpadové vody z alkalickej horúcej extrakcie ľahko biologicky rozložiteľné v aktivovanom zariadení kal. Preto sa táto odpadová voda najprv koncentruje a potom sa spaľuje v kotle na sódu (pozri obrázok 4.43).



Obrázok 4.43: Zjednodušená schéma odparovania a pálenia odpadovej vody z EOP

Odparovač koncentruje odpadovú vodu z etapy EOP Použitím trojstupňového vákuového systému, najprv na obsah suchých látok (DS) približne 50 %; následne nasleduje koncentrátor, ktorý dosahuje 70 % DS. Vyrovnávanie koncentrátu sa realizuje v nádrži na hustý lúh EOP, odkiaľ sa vypúšťa do kotla na sódu na spálenie. Istá rakúska vzorová celulózka priamo zakúpila nový odparovač, ktorý funguje na princípe kompresie pár Brød. Nový odparovač koncentruje 130 ton slabého výluhu (odpadová voda z EOP) za hodinu na koncentráciu 4,5 % sušiny. Množstvo približne 13 t/h tohto výluhu (4,5 % sušiny) sa následne zahustí na približne 49 % sušiny a následne sa dostane do koncentrátora, ktorý odparí ďalších 20 % vody. Jedna z koncentračných jednotiek pracuje nepretržite v režime preplachovania, zatiaľ čo ostatné dve jednotky vykonávajú odparovanie zvyšnej vody z výluhu. Všetky odparovače sú doskového typu so spodným ťahom. Konečná úroveň hustého výluhu EOP je približne 70 % DS.

Organické zlúčeniny z koncentrovaného výluhu sa pália v sodíkovom kotli (komorový kotol s roztaveným popolom), v ktorom sa hydroxid sodný (NaOH) súčasne rozkladá na uhličitan sodný (Na₂CO₃). Aby sa trvalo dosiahla potrebná teplota pálenia približne 1 000 °C na zabezpečenie toku taveniny, pridáva sa ako záložné palivo zemný plyn. Pri maximálnom zaťažení je potrebných približne 1 000 Nm na podmienkach zemného plynu za hodinu. Horúce plyny vytvárajú v kotli tlak horúcej pary 90 barov a teplotu 480 °C. Parný generátor môže byť napájaný aj samotným zemným plynom, ktorý potom umožňuje použiť len 50 % bežného množstva pary. Súčasné zaťaženie kotla na sódu je 8,3 tony hustého výluhu (úplne suchého) za hodinu (maximálna kapacita: 11,3 tony hustého výluhu za hodinu). Vyhrievané plochy v kotli sa pravidelne čistia pomocou parných dúchadiel na vyfukovanie sadzí. Oxid uhličitý vznikajúci v priebehu pálenia sa premieňa na uhličitan sodný. Koncentrovaný hustý výluh EOP prejde procesom ohrevu na 120 °C a potom sa dostane do spaľovacej komory. Približne 60 % uhličitanu sodného, ktorý vzniká v priebehu pálenia, sa hromadí ako tavenina na dne pece. Odtiaľ sa vypúšťa do nádrže na rozpúšťanie taveniny. Zostávajúce Na₂CO₃ sa uvoľňuje so spalínami a tvorí prach a popol v násypoch ekonomizéra a v rukávovom filtri. Odstránený prach a popol sa dostáva do nádrže na rozpúšťanie popola. Nádrž na rozpúšťanie taveniny a nádrž na rozpúšťanie popola sú vybavené miešadlami. Roztok sódy z nádrže na rozpúšťanie taveniny sa používa na neutralizáciu kyslých odpadových vôd z výroby viskózy. Tvorba par vznikajúcich v priestore rozpúšťacej nádrže sa zachytáva a spája so spalínami pred vstupom do rukávových filtrov.

Za normálnych prevádzkových podmienok sa namerané hodnoty NO_x zo sodíkového kotla sú tieto:

približne 310 mg NO _x /Nm ³ (pravidelné merania)	(hraničná hodnota: NO _x : 350 mg/Nm ³);
približne 1 mg prachu/Nm ³ (nepretržité merania)	(limitná hodnota: prach: 15 mg/Nm ³);
približne 22 mg CO/Nm ³ (nepretržité merania)	(limitná hodnota: CO: 125 mg/Nm ³).

Všetky hodnoty sa vzťahujú na normálne prevádzkové podmienky a referenčný obsah kyslíka 5 %. Prakticky žiadne SO₂ pretože paliva neobsahujú sírové zložky. Aktuálne limitné hodnoty pre sodíkový kotol sú uvedené v zátvorkách. Prach, CO a O₂ sa merajú priebežne v existujúcom kotle na sódu. NO_x merania sa vykonávajú raz za tri roky. V prípade nedávno nadobudnutého nového sodíkového kotla zahŕňa monitorovanie aj kontinuálne merania NO_x. Nízke úrovne prachu vykazujú veľmi malé kolísanie. Aby sa predišlo špičkám CO, kotol sa dvakrát týždenne kontroluje priebehu krátkej prestávky v pálení na nežiaduce usadeniny trosky.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Účelom odparovania a pálenia v kotle na sódu je vyrábať paru z organických látok z procesov buničiny a zároveň znížiť veľkú časť organického znečistenia v odpadových vodách z bieliarne. Roztok sódy, ktorý sa tvorí na dne kotla na sódu, sa používa na neutralizáciu kyslých odpadových vôd pred biologickým čistením. Emisie uvoľňované zo sodíkového kotla do ovzdušia obsahujú CO a NO_x, ktoré vznikajú pri všetkých spaľovacích procesoch. Emisie prachu sú veľmi nízke vďaka použitiu rukávových filtrov.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Kotol na natrón sa odstavuje trikrát až štyrikrát ročne, aby sa taviaca komora upravila. Proces tavenia môže byť ovplyvnený usadeninami MgO, ktoré sa ťažšie tavia. Po priebehu životnosti kotla na vzorky sa vyskytli menšie lokálne výbuchy, ktoré však bolo možné zvládnuť.

Účinky medzi zložkami

Úroveň Chemickej spotreby kyslíka v odpadových vodách z EOP je približne 10 g/l. Spotreba energie pri prebiehajúcom odparovaní (trojstupňový vákuový systém) je približne 7,6 kWh/m³ odpadovej vody a 130 kWh_{th}/m³ odpadových vôd alebo celkovo 137,6 kWh/m³ odpadových vôd z EOP. Nový odparovač (kompresia výfukových pár) potrebuje približne 21,8 kW_e/m³ odpadovej vody a 20,2 kWh_{th}/m³ odpadových vôd z EOP alebo celkovo 42 kWh/m³ odpadových vôd z EOP.

Spotreba paliva na „pálenie“ (záložné palivo) koncentrátov po Odparovaní je približne 46 kWh/m³ hustého výluhu. Tvorba tepla pri pálení hustého výluhu EOP spolu s plynným záložným palivom je 113 kWh/m³ pri efektívnosti 90 %.

Tvorba sódy sa používa na neutralizáciu odpadovej vody z celého závodu. Môže sa tiež predávať. Je potrebné zohľadniť emisie do ovzdušia zo sodíkového kotla, najmä NO_x.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Túto techniku možno inštalovať v nových aj existujúcich zariadeniach. Alternatívou k pálieniu koncentrátov z Odparovania v kotle na sódu je dodávka tohto materiálu do neďalekej celulózky, kde je možné koncentrát spaľovať ako alternatívnu surovinu (biomasa a doplnený NaOH) v Regeneračnom kotli. V celulózkach vyrábajúcich chemickú buničinu pre textilný priemysel, kde odpadové vody pozostávajú najmä z ľahko biologicky rozložiteľných hemicelulóz a krátkomolekulárnej celulózy, predstavuje alternatívnu techniku úpravy odpadových vôd viacstupňové biologické čistenie (kombinácia Anaeróbnej a Aeróbnej úpravy).

Ekonomika

Je ťažké uviesť presné údaje o nákladoch na výrobu. Odhadované náklady na nový odparovač pre strednú veľkosť závodu sú 16 miliónov EUR a na kotol na zemný plyn približne 18 miliónov EUR, čo predstavuje celkovú sumu približne 34 miliónov EUR na celé toto technické zariadenie. Náklady môžu byť tiež o 30-50 % vyššie.

Prevádzkové náklady vo vzorovej celulózke so súčasným zariadením (staré odparovače a starý kotol) sú približne 4,35 EUR/m³ odpadových vôd a so starými odparovačmi a novým kotlom 2,7 EUR/m³ odpadovej. Nové odparovače znižujú prevádzkové náklady. Tieto údaje o nákladoch by sa mali chápať ako veľmi hrubé odhady skutočných nákladov, ktoré majú závislosť od konkrétnych technických charakteristík priamo dotknutého závodu.

Dôvody implementácie

Predovšetkým sa zavedenie tejto výroby opiera o environmentálne právne predpisy pre NSSC týkajúce sa vypúšťania organických látok do vodovodných tokov. Modelová celulózka vypúšťa odpadové vody do citlivých prijímajúcich vôd. Prípustné limitné hodnoty pre organické znečistenie (Chemická spotreba kyslíka/deň) vypúšťané do prietoku sú pomerne prísne a vyžadujú si dodatočné opatrenia v rozsiahlej čistiarni s aktivovaným kalom. Prevádzkovatelia zariadení považujú toto opatrenie za dôležitú metódu na zníženie Chemickej spotreby kyslíka prenášanej do vodovodných sietí.

Príklady závodov

Lenzing AG (AT), Tembec Tartas (FR), Borregaard (NO).

Literatúra

[217, Lenzing 2009], [218, Karlsen 2008].

4.3.14. Používanie núdzových a vyrovnávacích nádrží na koncentrované kvapaliny

Pozri kapitolu 3.3.12.

4.3.15. Anaeróbne predčistenie kondenzátov a vysoké znečistenie CHSK v odpadových vodách z bieliarne

Opis

Pozri kapitolu 2.9.11.2.2.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

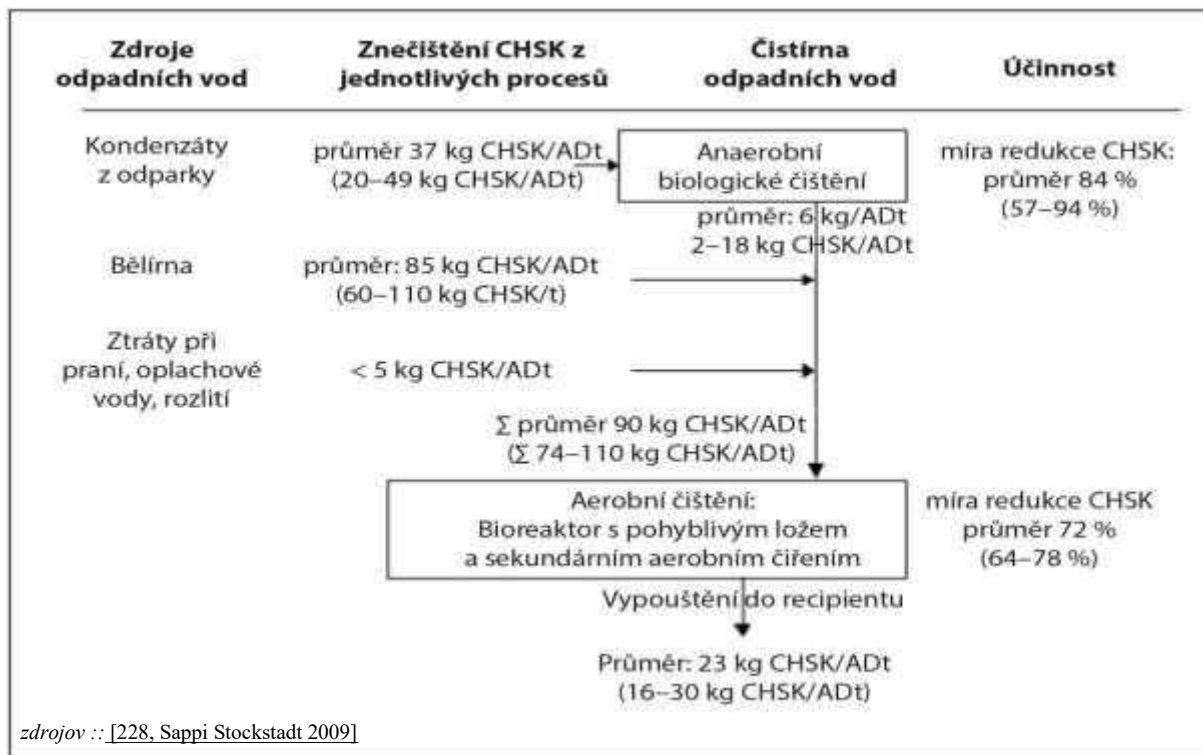
Anaeróbna predčistenie znižuje organické znečistenie odpadových vôd, znižuje množstvo prebytočného kalu v porovnaní so samotným aeróbnym čistením a využíva energetické látky organického znečistenia na výrobu bioplynu.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Na obrázku 4.44 sú znázornené predovšetkým zdroje odpadových vôd zo sulfitovej celulózky, namerané znečisťujúce látky Chemická spotreba kyslíka, Vhodné metódy čistenia a dosiahnuté účinnosti. Odstránenie sušenia z kondenzátu je výhodné, pretože vyššia úroveň SO₂ by rušila biologické procesy.

Odstraňovanie kontaminovaných kondenzátov a Použitie kondenzátov v procese znižuje spotrebu čerstvej vody v závode a organické znečistenie privádzané do čistiarne odpadových vôd. V stripovacej kolóne sa para protiprúdne vedie do kondenzátov prechádzajúcich filtráciou, ktoré obsahujú znížené množstvo zlúčenín síry, terpénov, metanolu a iných organických zlúčenín. Prchavé látky z kondenzátu sa hromadia v hornej časti kolóny ako neskondenzované plyny a odstraňujú sa zo systému spolu s metanolom. Odstránené neskondenzované plyny z vysoko znečistených kondenzátov sa vedú do zberného systému pre vysoko zápachajúce plyny a podstupujú pálenie. Odstránené plyny z ľahko znečistených kondenzátov sa zhromažďujú v plynovom systéme s nízkym objemom a vysokou úrovňou koncentrácie (LVHC) a podliehajú páleniu.

Rozdiely v parametroch znečistenia kondenzátu CHSK medzi drevnou a listnatou buničinou sú pomerne malé.



Obrázok 4.44: Príklad organického znečistenia a účinnosti znižovania pri anaeróbnej a aeróbnej forme čistenia odpadových vôd v spoločnosti Sappi Fine Paper Europe

Na dosiahnutie stabilnej a stálej prevádzky čistiarny je vhodné kontrolovať tieto parametre: stabilná Chemická spotreba kyslíka v prítoku (zlepšuje sa recirkuláciou odpadovej vody); stabilná teplota a hodnota pH odpadovej vody; kontrola organických kyselín a vápnika (rámcí BAT Ca < 200 mg/l) a dimenzovaný prísun živín (N a P) pre biomasu.

Effektívnosť znižovania Chemickej spotreby kyslíka pri anaeróbnej úprave je približne 85 %. Účinnosť aeróbného čistenia zvyšných odpadových vôd z celulózy sa vyskytuje v rozsahu zníženia Chemickej spotreby kyslíka (CHSK) približne o 55 % až 72 %. V závislosti od opatrení integrovaných do procesu pred čističkou odpadových vôd a konkrétneho usporiadania stupňov delignifikácie a bieliacich procesov možno dosiahnuť konečné znečistenie odpadových vôd 15–25 kg Chemická spotreba kyslíka/t.

V modelovej celulóze na obrázku 4.44 sa tvorba kalu pohybuje v rozmedzí 0,01–0,05 kg organickej sušiny/kg redukovanej CHSK.

Medzizložkové vplyvy

Neboli predložené žiadne informácie.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Túto techniku možno inštalovať v nových aj existujúcich zariadeniach.

Kondenzáty z odparovania riedkeho (slabého) výluhu zo sulfitovej celulózky obsahujú pomerne vysokú úroveň ľahko biologicky rozložiteľných organických látok. Slúžia na efektívne spracovanie v samostatnom anaeróbnom procese. Niektoré zariadenia spracovávajú aj odpadové vody z bieliarní s vysokou Chemickou spotrebou kyslíka v anaeróbnom zariadení. Táto možnosť si však vyžaduje predchádzajúce testovanie na posúdenie prípadnej inhibície alebo narušenia aktívnej anaeróbnej biomasy.

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne súvisiace údaje.

Dôvody implementácie

Zníženie znečistenia Chemickou spotrebou kyslíka.

Príklady závodov

Túto techniku používajú viaceré celulózky v Rakúsku, Nemecku, Francúzsku a Portugalsku.

Literatúra

[228, Sappi Stockstadt 2009]

4.3.16. Aeróbne biologické čistenie odpadových vôd

Opis

Pozri kapitolu 2.9.11.2.1.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Zníženie emisií organických látok (Chemická spotreba kyslíka, BOD), AOX, fosforu, dusíka a chelačných (chelatačných) látok v odpadových vodách.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Aeróbna biologická čistenie, napr. čistenie aktivovaným kalom, sa úspešne používa pre odpadové vody zo sulfitových celulózok už viac ako 20 rokov. Týchto štyri príklady uvádzajú podrobnosti z praxe. Niektoré systémy úpravy zahŕňajú opatrenia na oddelenie bežných prítokov a špičkových prítokov s cieľom dosiahnuť plynulý proces úpravy. Ak sa na vstupe do odpadovej vody zistia vysoké úrovne Chemickej spotreby kyslíka (CHSK) alebo neobvyklé výkyvy teploty a hydraulického zaťaženia, čiastkový prúd sa odkloní do havarijnej alebo vyrovnávacej nádrže, kde sa dočasne uskladní a postupne vypustí do hlavného toku odpadovej vody. Táto koncepcia vedie k relatívne malým výkyvom emisií a trvalo vysokému výkonu čistiarne.

Spotreba elektrickej energie v čistiarni s aktivovaným kalom sa pohybuje v rozmedzí 1,2-2 kWh/kg redukovanej BOD (prevzdušňovanie a čerpanie). Tvorba kalu pri úprave aktivovaného kalu sa pohybuje v rozmedzí 0,4-0,7 kg DS/kg redukovaného BOD [1, Finnish BAT Report 1997].

Účinnosť čistiarní odpadových vôd sa do určitej miery líši v závislosti od druhov odpadovej vody, ktoré sa čistia, a od konštrukcie, prevádzky, údržby a riadenia čistiarne. Týchto štyri príklady ukazujú rôzne realizované koncepcie a dosiahnutie environmentálnych prínosov pre prostredie.

Príklad 1: Integrovaný závod na výrobu buničiny s obsahom bisulfitanu horečnatého a natieraného bezdreveného papiera, Sappi Alfeld

i) Výroba

Množstvo 120 000 ADt magnéziumbesítovej buničiny ročne, 355 000 ton natieraného bezdrevného papiera.

ii) Hlavné vyčistené odpadové vody

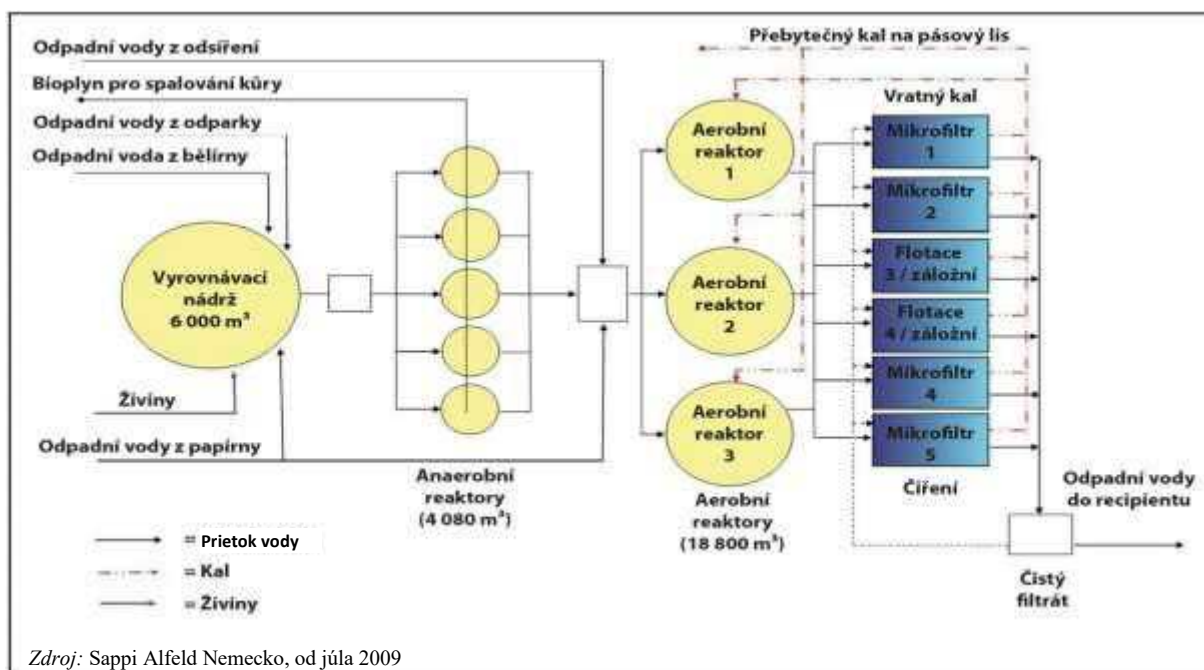
Znečistenie Chemickou spotrebou kyslíka z výroby buničiny sa podieľa veľmi 95 % na celkovom znečistení Chemickou spotrebou kyslíka v odpadových vodách. Zvyšné znečistenie CHSK vo výške menej ako 5 % pochádza z výroby papiera/lepenky. Odpadové vody, ktoré sa majú čistiť, sú: odpadové vody z bieliarní (predčistené) vrátane strát z premývania, kondenzáty z odparovačov, odpadové vody z odsírovania a odpadové vody z papierní (predčistené).

iii) Prítok a organické znečistenie

Odpadová voda z celulóžky dosahuje celkovo 38 m³/ADt (bieliarne: 28 m³/ADt, odparovanie: 6 m³/ADt, odsírenie: 4 m³ADt). Odpadová voda z papierne dosahuje približne 17 m³/t papiera/lepenky. Znečistenie CHSK z celulóžky je celkovo 134 kg CHSK/ADt (bieliarne: 89 kg CHSK/ADt, odparovač: 42 kg CHSK/ADt, odsírenie: 3 kg COD/ADt). CHSK z papierne je 6 kg/t (priemer za rok 2008).

iv) Spôsob úpravy

Predčistená odpadová voda z Papierne a odpadová voda z celulóžky (okrem odsírenej odpadovej vody) sa čerpajú oddelene potrubím do vyrovnávacej nádrže s dĺžkou 6 000 m³. Z tejto skladovacej nádrže sa napájajú reaktory UASB (5 reaktorov po 816 m³), pozri obrázok 4.45. Čistiareň na spracovanie aktívneho kalu s tromi aeróbnymi reaktormi, každý s dĺžkou 6 000 m³ a štyrmi mikrofiltračnými jednotkami na separáciu NL a kalu, spracováva odpadovú vodu z úrovne Anaeróbna a odpadovú vodu z procesu odsírenia. Odpadová voda z Papierne sa môže čiastočne vypúšťať priamo do aeróbnych reaktorov, čím sa predĺži hydraulický čas zdržania v anaeróbných reaktoroch. Mikrofiltračná jednotka pozostáva z bubna pokrytého sieťovinou s veľkosťou pórov 100 µm a dosiahnutie hodnoty NL je bezpečné pod 30 mg/l. V roku 2009 prebiehala modernizácia pôvodných flotačných jednotiek (z ktorých dve sú stále v prevádzke). V blízkej budúcnosti budú flotačné jednotky slúžiť ako záložný systém.



Obrázok 4.45: Schéma procesov čistenia odpadových vôd v integrovaných celulózkach a papierňach vyrábajúcejch hydrosulfidovú buničinu s obsahom horčíka

v) Hlavné konštrukčné parametre

Priemer zaťaženia CHSK na úrovni anaeróbnej je približne 11 kg/m³ za deň, čo je typické pre moderné reaktory UASB. Priemerné znečistenie kalu BOD pri aeróbnom procese je vyššie ako 0,15 kg/kg SS za deň, čo je veľmi vhodné pre aeróbne spracovanie.

Tabuľka 4.18: Organické zaťaženie biologických čistiarní odpadových vôd

Parameter organického znečistenia	Anaeróbna úprava		Aeróbna úprava		
	deň	kg/m ³ deň	deň	kg/m ³ deň	kg/kg SS·deň
Priemerné znečistenie Chemickou spotrebou kyslíka	43,36	10,63	29,11	1 549	0,34
	52,03	12,75	34,94	1 858	0,41
Priemer znečistenia BOD maximum	16,24	3,98	9,12	0,485	0,11
	19,49	4,78	10,95	0,582	0,13
Kalu zaťaženie = ~ živiny/biomasa alebo kg BOD/kg SS·deň					

vi) Dávkovanie živín (N a P)

Do odpadových vôd z odparky je riadene dávkovaný roztok fosforečnanu amónneho na základe rozborov N a P v 24-hodinovej vzorke odpadových vôd.

vii) Spotreba energie

Spotreba elektrickej energie v procese čistenia odpadových vôd je približne 0,9 kWh/kg odstránenej Chemickej spotreby kyslíka.

viii) Merania (Monitorovanie)

Podľa príslušného orgánu sa musia vykonať merania týchto parametrov: prietoku vody, teploty vody, zákalu, pH a O₂ nepretržite; Chemická spotreba kyslíka, P, N a NL denne a BOD týždenne, všetky z 24-hodinových vzoriek.

ix) Efektívnosť znižovania

Chemická spotreba kyslíka: 82 %; BOD: 98 %.

x) Ekonomika

Celková investícia do systému biologického čistenia odpadových vôd vrátane odvodňovacích zariadení a zariadení na sušenie kalu predstavuje približne 18 miliónov EUR (vypočítané pre nové zariadenie pri súčasných cenách). Celkové prevádzkové náklady sú približne 0,5 EUR/m³, bez poplatkov za odpadovú vodu a nákladov na odstránenie odpadu.

xi) Opatrenia na zabezpečenie stabilnej a bezproblémovej prevádzky

Čistiareň odpadových vôd je moderná a má systém správy údajov. Záložné jednotky flotácie môžu v prípade poruchy pojať odpadovú vodu z dvoch mikrofiltrov. Vyrovnávací nádrž pokrýje špičkové znečistenie odpadových vôd. V prípade núdze je v priestore celulózy k dispozícii nádrž, ktorá môže pojať objem najväčšej nádrže na kyselinu. V prípade požiaru sa povrchová voda skladuje v samostatnej retenčnej nádrži. Zariadenie je pod neustálou kontrolou. Táto koncepcia zaručuje trvalo vysoký výkon čistiarene.

xii) Tvorba a úprava kalu

Prebytočný kal sa podieľa na odvodnení spolu s kalom z primárneho čistenia a potom je podrobený úprave v sušičke kalu až na 85 % sušiny. Vysušený kal sa spaľuje v kotli na kôru.

xiii) Dosiahnutie vplyvu na životné prostredie

V tabuľke 4.19 sú uvedené dosiahnuté úrovne a zaťaženia ako ročné a mesačné priemery. Hodnoty sú odvodené z priemerných denných vzoriek Chemickej spotreby kyslíka (CHSK) a NL. Hodnoty celkového N a P sa tiež odoberajú z priemerných denných vzoriek. BOD₅ sa meria raz týždenne.

Hodnoty AOX sú výrazne pod limitom AOX stanoveným pre Nemecko. Z tohto dôvodu príslušný orgán vykonáva merania koncentrácie AOX len raz mesačne.

Tabuľka 4.19: Mesačné a ročné priemerné hodnoty odpadových vôd vypúšťaných z integrovanej celulózky na výrobu horčíkovej hydrosulfitovej buničiny po biologickom čistení

Mesiac v roku 2008	Výroba buničiny (ADt/deň)	Vstupné zaťaženie CHSK (len buničina)		Nameraná priemerná mesačná úroveň po biologickej úprave a vypočítané špecifické zaťaženie (buničina a papier)/ADt buničiny					
		Prietok (m³/prieto k)	Zaťaženie (kg CHSK/ADt)	Chemická spotreba kyslíka (mg/l)	Chemická spotreba kyslíka (kg/ADt)	BOD ₅ (mg/l)	BOD ₅ (kg/ADt)	NL (mg/l)	NL (kg/ADt)
Január	348	34	128	242	21	12	1,0	45	4
Február	355	34	126	247	21	9	0,7	56	5
Marec	316	37	133	298	26	15	1,3	117	10
apríl	312	38	126	239	22	11	1,0	37	3
Máj	288	36	110	268	24	12	1,2	56	3
jún	325	37	119	244	23	10	0,9	27	3
Júl	336	37	126	272	26	14	1,3	33	3
August	304	39	134	242	24	11	1,0	37	4
September	305	37	139	238	23	8	0,8	37	4
Október	310	37	140	302	28	11	1,0	87	8
November	305	40	136	286	27	11	1,1	101	10
December	252	48	135	258	27	13	1,4	72	7
Ročný priemer (buničina a papier)	313	38	129	261	24	11	1,1	59	5
* obsah buničiny, pozri xiv	313	38	129		21		0,3		1,6

V tabuľke 4.20 sú uvedené priemerné denné hodnoty za typický mesiac v tom istom závode.

Tabuľka 4.20: Priemerné denné hodnoty odpadových vôd vypúšťaných z integrovanej celulózky na výrobu horčíkovej hydrosulfitovej buničiny po biologickom čistení

Dni v apríli 2008	Výroba buničiny (ADt/deň)	Vstupné zaťaženie Chemickej spotreby kyslíka (len buničina)		Nameraná denná priemerná úroveň po biologickej úprave a vypočítané špecifické zaťaženie (buničina a papier)/ADt buničiny					
		Prietok (m3prietok)	zaťaženie (kg CHSK/ADt)	Chemická spotreba kyslíka (mg/l)	Chemická spotreba kyslíka (kg/ADt)	BOD5 (mg/l)	BOD5 (kg/ADt)	NL (mg/l)	NL (kg/ADt)
1. apríla	354	33	106	281	24			31	3
2. apríla	348	34	99	197	16	6,7	0,5	22	2
3. apríla	322	34	112	171	15			30	3
4. apríla	316	38	122	188	18			39	4
5. apríla	311	38	150	251	23			39	4
6. apríla	321	37	146	324	28			61	5
7. apríla	305	36	98	288	27			56	5
8. apríla	328	34	106	197	17			43	4
9. apríla	294	37	102	196	19	12,0	1,1	43	4
10. apríla	241	43	119	174	20			32	4
11. apríla	256	50	163	185	22			44	5
12. apríla	273	42	151	235	24			55	6
13. apríla	300	43	158	269	26			69	7
14. apríla	332	37	145	309	27			66	6
15. apríla	370	33	127	290	22			28	2
16. apríla	380	33	131	267	21	10,7	0,8	33	3
17. apríla	370	33	119	276	23			20	2
18. apríla	370	38	117	256	20			21	2
19. apríla	364	33	121	276	22			32	2
20. apríla	332	34	97	240	20			21	2
21. apríla	311	32	84	205	20			48	5
22. apríla	311	40	132	224	23			66	7
23. apríla	311	40	155	251	24	12,9	1,2	29	3
24. apríla	316	37	153	281	26			27	2
25. apríla	348	34	140	309	27			29	3
26. apríla	354	35	122	266	23			17	1
27. apríla	338	37	121	220	20			25	2
28. apríla	316	41	120	185	18			35	3
29. apríla	295	41	129	175	18			31	3
30. apríla	268	42	147	204	23	10,6	1,2	26	3
Mesačná priemerná hodnota (buničina a papier)	322	37	126	240	22	10,6	1,0	37	3,6
* obsah buničiny, pozri xiv	322	37	126		19		0,3		0,9

xiv) Odber vzoriek, analýzy a interpretácia údajov

Údaje v tabuľkách zahŕňajú znečistenie odpadových vôd v Papierni. Pokiaľ ide o Chemickú spotrebu kyslíka, je možné približne odhadnúť príspevok celulózky (pozri * v tabuľke 4.19) z priemerných mesačných hodnôt tak, že sa od celkovej hodnoty Chemickej spotreby kyslíka v odpadových vodách odpočítajú 3 kg Chemickej spotreby kyslíka/ADt z výroby papiera. Po vyčistení zodpovedá Chemická spotreba kyslíka z tejto papierne (Priemer) približne 1,1 kg/ADt papiera. Pri počítaní 350 000 ton papiera/lepenky v roku 2008 to predstavuje až 424 ton Chemická spotreba kyslíka len z výroby papiera. Toto znečistenie sa odpočíta od celkovej Chemickej spotreby kyslíka z výroby buničiny aj papiera/lepenky. V tomto prípade je možné s výrobou papiera kombinovať približne 3 kg Chemické spotreby kyslíka/t celkového organického znečistenia. Pokiaľ ide o BOD₅ a NL sa používa odhad pomeru množstva odpadových vôd z buničiny k celkovému množstvu odpadových vôd vo výške 0,31.

xv) Normy merania

Chemická spotreba kyslíka DIN 38409-41; BOD: EN 1899-1; NL: nešpecifikované; živiny sú merané pomocou Langeho kyvetového testu.

Príklad 2: Komerčná buničina na báze siričitanu horečnatého, Biocel Paskov a.s.

i) Výroba

Množstvo 280 000 t/rok komerčnej horčíkovo-hydrosulfitovej buničiny, 29 % buničiny ECF a 71 % buničiny TCF; 24 000 t/rok kŕmnych kvasníc, 87 000 t/rok lignosulfonátov (približne 15 % všetkého hustého výluhu sa predáva ako lignosulfonáty pri 55 % a 45 % sušiny).

ii) Hlavné zdroje odpadových vôd

Kondenzáty z odparovačov, odpadová voda z bieliarne. Znečistenie CHSK z výroby produktov vedľajších kŕmnych kvasníc sa na celkovej chemickej spotrebe kyslíka v odpadových vodách CHSK podieľa približne 2 %.

iii) Prítok a organické znečistenie

Prítok odpadových vôd z celulózky je približne 33-39 m³/ADt; ostatné prítoky (z výroby kvasníc) sú približne 1 m³ na tonu (buničiny); Chemická spotreba kyslíka v prítoku do Čistiareň je 55 kg/ADt.

iv) Spôsob úpravy

Priemerné zaťaženie čistiarene s aktivovaným kalom (pozri obrázok 4.46). Spracovanie pozostáva z primárneho mechanického stupňa a následného biologického stupňa s jednokanálovým systémom, ale s rôznymi druhmi prevzdušňovania v sekvenciách: Regeneračný proces prevzdušneného kalu - anoxický selektor - oxický selektor s čistým kyslíkom - stupeň aktivovaného kalu s kyslíkom v dvoch líniách (dvojstupňová prevádzka s použitím kyslíka najvyššej čistoty v prvom stupni; kyslík sa rozpúšťa pomocou povrchovej aerácie v krytej kyslíkovej atmosfére), proces aktivovaného kalu prevzdušňovaného tlakovým vzduchom (dve línie), proces aktivovaného kalu s povrchovou aeráciou a usadzovacími nádržami (dve línie). Systém tiež umožňuje splniť prísne požiadavky na limity odpadových vôd.

v) Hlavné konštrukčné parametre

Zaťaženie kalu približne 0,44 kg BOD/kg SS za deň; čas zdržania v aeračnej nádrži je približne jedenásť hodín.

vi) Dávkovanie živín (N a P)

Ako zdroj dusíka sa používa amoniaková voda s 25 % NH₃, čo zodpovedá 3,8 t/deň. Dávkovanie N je riadené počítačovým programom podľa nameraných úrovni koncentrácie N-NH₄ NO₃ vo výstupnom toku a odhadovanej BOD₅ prietok; kyselina fosforečná sa pridáva ako 55 % P₂O₅ čo zodpovedá 0,27 t/deň; dávkovanie P sa riadi počítačovým programom vyrovňovaním nameraných úrovni P-PO₄ v odpadovej vode a odhadovanej BOD₅ a prietok na prítoku. Ak nameraná úroveň N-NH₄ NO₃ alebo P-PO₄ v odpadovej vode je najvyššia ako cieľová hodnota, dávkovanie živín sa znižuje podľa určeného výpočtu počítačovým programom, ktorý vypočíta a optimalizuje aj prietok a znečistenie BOD₅ na prítoku.

násypy) Spotreba energie

Spotreba elektrickej energie pri úprave aktivovaného kalu je približne 1,5 kWh/kg redukovanej BOD (prevzdušňovanie a čerpanie).

viii) Merania (Monitorovanie)

Merania výstupných parametrov: Chemická spotreba kyslíka (1/deň), BOD₅ (1 deň), AOX (1 deň), N-NH₄ (deň), N-NO₃ (deň), P-PO₄ (deň), P_{celkovej} (1/týždeň), pH (on-line), teplota (on-line), NL (1/deň), celkové rozpustené tuhé látky (105 °C) (1/deň), celkové rozpustené anorganické tuhé látky (550 °C) (1/deň), vodivosť (on-line), SO₄₂₋ (deň), Cl⁻ (deň). Počítačové riadenie procesu pomáha k dosiahnutiu bezproblémového procesu čistenia odpadových vôd.

ix) Efektívnosť odstraňovania

V roku 2008 bola efektívnosť znižovania Chemickej spotreby kyslíka 80,8 % a efektívnosť znižovania BOD 99,2 %.

x) Ekonomika

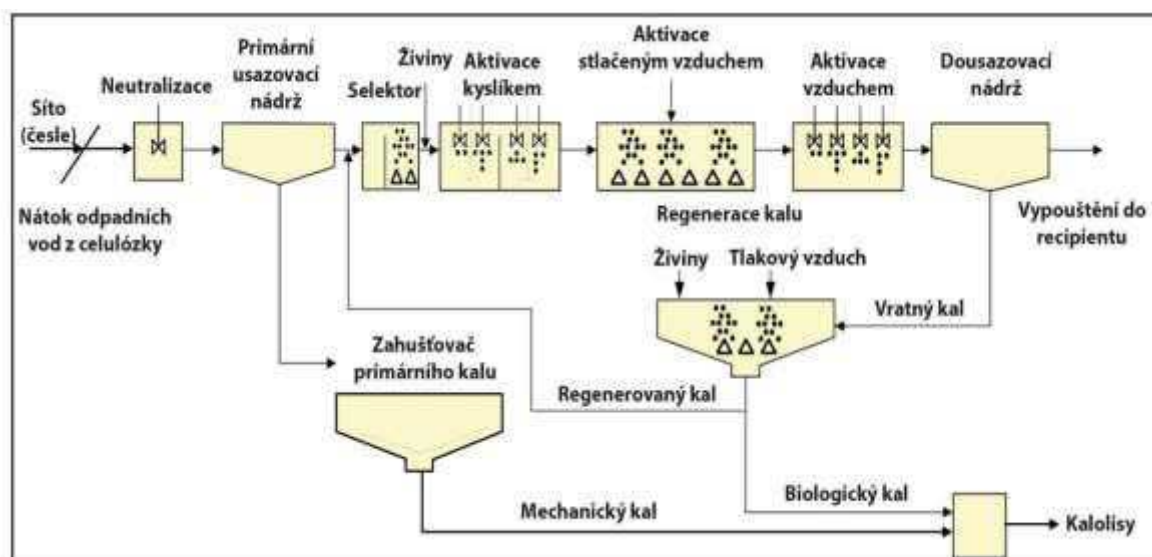
Prevádzkové náklady v roku 2008 boli 18,2 EUR/ADt.

xi) Opatrenia na zabezpečenie stabilnej a bezproblémovej prevádzky

Použitím vyrovnávacej nádrže; kontrola Chemická spotreba kyslíka. Ak sa vyskytnú nepredvídateľné špičky organického znečistenia, časť odpadových vôd s vysokou Chemickou spotrebou kyslíka sa vypúšťa priamo do nádrže na vyrovnávanie a odtiaľ sa postupne prečerpáva do čistiarny odpadových vôd.

xii) Tvorba a úprava kalu

Tvorba kalu sa pohybuje v rozmedzí 0,4-0,7 kg DS/kg redukovaného BOD₅ s váženým priemerom 0,54 kg DS/kg redukovanej BOD. Prebytočný kal zo dna nádrže na regeneračný kal a primárny kal zo sedimentačnej nádrže sa prečerpáva do zmiešavacej nádrže. Kal sa potom podieľa na odvodnení pridaním flokulačných činidiel najprv na odvodňovacom páse a potom na pásovom lise (dve linky). Kal sa upravuje vápnom a prepravuje k zákazníkovi na výrobu bioplynu alebo kompostovanie.



Obrázok 4.46: Schéma procesu čistenia odpadových vôd v komerčnej celulózke s hydrosulfitom horčíka

xiii) Dosiahnutie vplyvu na životné prostredie

V tabuľke 4.21 sú uvedené namerané úrovne a zaťaženia odpadových vôd vyjadrené ako ročné a mesačné hodnoty. V tabuľke 4.22 sú uvedené aj priemerné denné hodnoty za typický mesiac. Hodnoty sú odvodené z priemerných denných hodnôt vzoriek Chemickej spotreby kyslíka (CHSK), BOD (Biologická spotreba kyslíka) a NL. Všetky tieto analýzy prebiehajú raz denne zo zmiešaných 24-hodinových vzoriek.

Tabuľka 4.21: Mesačné a ročné priemerné hodnoty odpadových vôd vypúšťaných z celulózky vyrábajúcej komerčnú magneziumbesfitovú buničinu po biologickom čistení

Mesiac v roku 2008	Výtok (ADt/deň)	Vstup		Vstupné zaťaženie (kg CHSK/ADt)	Nameraný priemer mesačnej úrovne po biologickej úprave a vypočítanom špecifickom zaťažení					
		CHSK (mg/l)	Tok (m³pri etok)		CHSK (mg/l)	CHSK BOD ₅ (kg/ADt)	BOD ₅ (mg/l)	NL (kg/ADt)	NL (kg/ADt)	
január	760 1 981	34,9	794 1 967	56,6	335	11,4	4	0,13	14 0,48	0,23 23 0,72
február	32,0 787	1 995	30,6 844 1	53,7	308 9,7	7 295	9,0 4	0,11	14 0,43	0,17 19 0,58
marec	948 29,9	817 1 940	32,3	52,6	295 8,8	6 293	9,5 9	0,28	22 0,70	0,32 17 0,63
apríl máj	770 1 886	37,2	832 1 851	49,6	313	11,3	9	0,26	19 0,68	0,18 17 0,63
jún júl	36,2 777	1 613	36,9 828 2	51,9	307 9,4	7 260	9,6 5	0,22	17 0,57	0,46* 18
august	030 33,0	1 59*	1 849 162,6	52,3	262	10,1	7	1,28*	0,26	19 0,61
septembe	761 1 948	32,5		49,0	308 22,8*		6	0,29	17	0,58
r október	715	1 884	33,8	45,8	315 9,4	8				
november				51,1	289	9,6	9			
Decembe				236,6*						
r				49,5						
				49,4						
Mesačne Priemer	159*-844	1613-2030	30-163	45,8-236,6*	260-335	8,8-22,8*	4-9	0,11-0,46*	14-23	0,43-1,28* 5
Priemer Ročný hodnota	737	1 908	44,3	54,9	298	10	7	0,24	18	0,66

Poznámka:

(*) V októbri 2008 prebiehala trojtýždňová odstávka celulózky s minimálnou výrobou buničiny. Čistiareň odpadových vôd zostala v prevádzke a bola napájaná odpadovými vodami z vyrovnávacích nádrží, aby sa zabezpečilo prežitie biomasy. Preto je vypočítané zaťaženie dvojnásobné v porovnaní so zvyškom roka.

Tabuľka 4.22: Priemerné denné vypúšťanie odpadových vôd z komerčnej celulózky s obsahom bisiričitanu horečnatého po biologickom čistení

deň	Výroba buničiny (ADt/deň)	Vstup		Vstupné zaťaženie (kg CHSK/ADt)	Nameraný priemer dennej úrovne po biologickej úprave a vypočítanom špecifickom					
		Chemická	Prietok		Chemická	Chemická	BODs (mg/l)	BODs (ADt)	NL (mg/l)	NL (kg/ADt)
1	236 ECO ₍₁₎	1 659	91,7	152,3	260	29,26	10	1,13	21	2,36
2	967 ECO ₍₁₎	1 538	22,9	35,3	223	6,26	12	0,34	29	0,81
3	733 ECO ₍₁₎	1 764	30,2	53,4	242	9,02	11	0,41	26	0,97
4	798 ECO ₍₁₎	1 937	27,1	52,6	251	8,42	10	0,34	21	0,70
5	802 ECO ₍₁₎	2 188	27,3	59,7	310	9,95	7	0,22	10	0,32
6	919 ECO ₍₁₎	2 298	23,1	53,2	345	9,60	4	0,11	21	0,58
7	857 ECO ₍₁₎	2 392	24,0	57,5	366	10,57	5	0,14	21	0,61
8	865 ECF	2 198	24,1	53,0	365	10,60	4	0,12	16	0,46
9	821 ECF	2 062	26,2	54,2	286	9,10	7	0,22	18	0,57
10	942 ECF	2 275	23,7	53,9	307	8,73	5	0,14	7	0,20
11	837 ECF	2 049	25,0	51,3	288	8,48	6	0,18	19	0,56
12	667 ECF	1 936	34,2	66,4	314	12,57	6	0,24	14	0,56
13	982 ECO ₍₁₎	2 006	22,1	44,4	255	6,63	5	0,13	11	0,29
14	973 ECO ₍₁₎	1 966	21,8	42,9	276	6,93	5	0,13	20	0,50
15	843 ECO ₍₁₎	1 975	25,4	50,3	296	8,54	3	0,09	37	1,07
16	847 ECO ₍₁₎	2 029	24,8	50,3	288	9,04	7	0,22	15	0,47
17	816 ECO ₍₁₎	1 876	25,8	48,4	271	8,77	5	0,16	14	0,45
18	777 ECO ₍₁₎	1 900	29,4	56,0	274	9,76	5	0,18	9	0,32
19	874 ECO ₍₁₎	1 596	27,5	44,0	260	8,10	6	0,19	7	0,22
20	804 ECO ₍₁₎	1 637	29,3	48,1	213	7,49	5	0,18	11	0,39
21	514 ECO ₍₁₎	1 538	46,6	71,7	180	9,77	5	0,27	37	2,01
22	950 ECO ₍₁₎	1 570	24,4	38,3	220	6,50	7	0,21	36	1,06
23	727 ECF	1 987	30,1	59,8	253	9,52	11	0,41	21	0,79
24	785 ECF	1 764	28,3	50,0	296	10,13	9	0,31	16	0,55
25	820 ECF	1 728	25,7	44,4	261	8,29	13	0,41	15	0,48
26	850 ECF	2 538	21,0	53,4	329	8,69	14	0,37	25	0,66
27	832 ECO ₍₁₎	2 103	27,9	58,7	461	14,48	17	0,53	56	1,76
28	826 ECO ₍₁₎	1 971	25,8	51,0	420	13,90	23	0,76	21	0,69
29	830 ECO ₍₁₎	2 067	26,9	55,6	320	10,98	11	0,38	15	0,51
30	856 ECO ₍₁₎	1 959	25,3	49,7	351	11,14	12	0,38	34	1,08
31	912 ECO ₍₁₎	1 911	23,5	45,0	323	9,79	17	0,52	49	1,49
MEDIAN	832,0	1 966	25,8	52,59	288	9,10	7	0,22	20	0,57
Maximum	982	2 538	91,7	152,31	461	29,26	23	1,13	56	2,36
Minimálne	236	1 538	21,0	35,32	180	6,26	3	0,09	7	0,20
Poznámka: (1) Závod používa označenie "ECO buničina" pre buničinu bielenú s nízkym obsahom ClO ₂ .										

Vstupné hodnoty Chemickej spotreby kyslíka zahŕňajú preстоje. Merania sa vykonávajú počas dní, keď prebieha výroba. Naproti tomu hodnoty odtoku pre čistiareň odpadových vôd zahŕňajú všetky dni v roku a všetky prevádzkové podmienky.

Celkový fosfor sa meria len raz týždenne a priemerná hodnota na odpadovej vode je 1,15 mg/l s niekoľkými vyššími hodnotami do 2 mg/l. Väčšina hodnôt je vyššia ako 1 mg P/l. Tieto hodnoty sa zdajú byť minimálnymi hodnotami pre bežnú prevádzku takejto čistiarne (pre správne zníženie Chemickej spotreby kyslíka a BOD). Keď sa obsah fosforu blíži k 0 mg/l, je možné pozorovať nárast objemu kalu. Ďalšími dôsledkami je znižovanie zásoby kalu a zníženie účinnosti čistiarne odpadových vôd. Orgány životného prostredia nepovoľujú vyššie emisie P. Celkový anorganický dusík (spolu N-NO₃-N a NH₄-N) má v dennom priemere vyššiu hodnotu od 0 do 15 mg/l. Rozsah mesačných priemerov sa pohybuje medzi 3,6 mg N_{anorg}/l a 6,8 mg N_{anorg}/l ročný priemer približne 5,2 mg N_{anorg}/l na základe 24-hodinových zmiešaných vzoriek. Úroveň približne 5 mg N_{anorg}/l je minimálna hodnota potrebná na normálnu prevádzku takejto čistiarne s aktivovaným kalom a na vhodný rozklad organických látok.

xiv) Odber vzoriek, analýzy a interpretácia údajov

Vzoriek sa odoberajú raz denne Použitím časovo úmernej vzorky a trikrát denne v prípade živín. Miesta odberu vzoriek sú pred a po úrovniach biologického čistenia odpadových vôd a v niektorých prípadoch sa vzorky odoberajú medzi nimi. Metódy používané na chemickú analýzu sú metódy ISO EN (skratka pre normy Medzinárodnej organizácie pre normalizáciu, ktoré sú prevedené do európskych noriem). Výpočet emisného zaťaženia sa týka zodpovedajúcej produkcie, prietoku a koncentrácie.

Príklad 3: NSSC celulózka na výrobu vlnitého papiera, Stora Enso Oyj, Heinola Fluting Mill

i) Výroba

Množstvo 285 000 t polochemického papiera na vlnitú vrstvu ročne, ktoré obsahuje > 90 % neutrálnej sulfitovej buničiny (NSSC) a < 10 % buničiny CLC. Buničina CLC je buničina vyrobená z čistých kartónových zvyškov.

ii) Hlavné vyčistené odpadové vody

Hlavnými odpadovými vodami sú kondenzáty z odparovačov, cirkulačná voda z vlákien, voda z priesakov a zberu energie, priesaková voda zo skládky a sanitárna voda.

iii) Prítok a organické znečistenie

Prítok odpadových vôd z výroby neutrálneho sulfitového polotuhého kalu (NSSC) a polochemickej flotácie (vlnitá vrstva) je 18 m³/t polochemickej flotácie ako ročný priemer. Vstupné zaťaženie CHSK je v priemere približne 30-35 kg/t polochemickej flotácie za rok.

iv) Spôsob úpravy

Čistiareň odpadových vôd pozostáva zo zariadenia na predčistenie, zariadenia na MBP (minimálny proces spracovania biologického odpadu), zariadenia na spracovanie aktivovaného kalu, dodatočnej úpravy a flotácie a spracovania kalu (pozri obrázok 4.47).

v) Hlavné konštrukčné parametre

Zariadenie s aktivovaným kalom je navrhnuté na 25 ton CHSK/deň. Hydraulický čas zdržania v zariadení s aktivovaným kalom je 4-5 dní. Zaťaženie kalu vyjadrené ako CHSK (pretože zariadenie nemá dostatočné údaje o BOD, aby mohlo použiť BOD/kg SS za deň) bolo v rokoch 2007 až 2009 približne 0,55 CHSK/kg SS za deň.

vi) Dávkovanie živín (N a P)

Cieľové množstvo NH₄⁺ je 5 mg rozpustného N/l na konci prevzdušňovacej nádrže. Cieľová hodnota pre fosfor je < 1 mg PO₄-P/l v odpadovej vode z prevzdušňovacej nádrže.

vii) Spotreba energie

Spotreba energie na celý proces čistenia odpadových vôd je približne 0,9 kWh/kg redukovanej CHSK alebo približne 5 200 MWh/rok.

(viii) Merania (monitorovanie)

Pre príslušné orgány pH, NL a Chemická spotreba kyslíka_C sa vykonávajú päťkrát týždenne merania z upravenej vody z 24-hodinových zmiešaných vzoriek. Okrem toho sa dvakrát týždenne vykonávajú merania celkového fosforu z 24-hodinových kompozitných vzoriek. Výrobky BSK₇ 24-hodinové kompozitné vzorky sa odoberajú každý deň a uchováva sa. Uvedených približne 30 vzoriek sa potom raz mesačne odoberie a vykonajú sa na nich analýzy. Vzorky celkového dusíka sa odoberajú dvakrát týždenne. Raz mesačne sa odoberie a vykoná analýza uvedených približne 8 vzoriek. Vzorky sú časovo proporcionálne. Okrem meraní požadovaných príslušnými orgánmi prebiehajú laboratorne analýzy určitých vzoriek na kontrolu prevádzky čistiareň odpadových vôd. Okrem toho sa on-line merania používajú aj na kontrolu napríklad prietoku vody, pH, teploty, kyslíka, fosfátov, dusičnanov a redox potenciálu.

ix) Efektívnosť odstraňovania

Vo väčšine prípadov je efektívnosť znižovania CHSK > 85 % (efektívnosť znižovania BOD₅ možná není stanovená).

x) Ekonomika

Prevádzkové náklady sú < 10 EUR/t polochemického papiera na vrstvu flutingu.

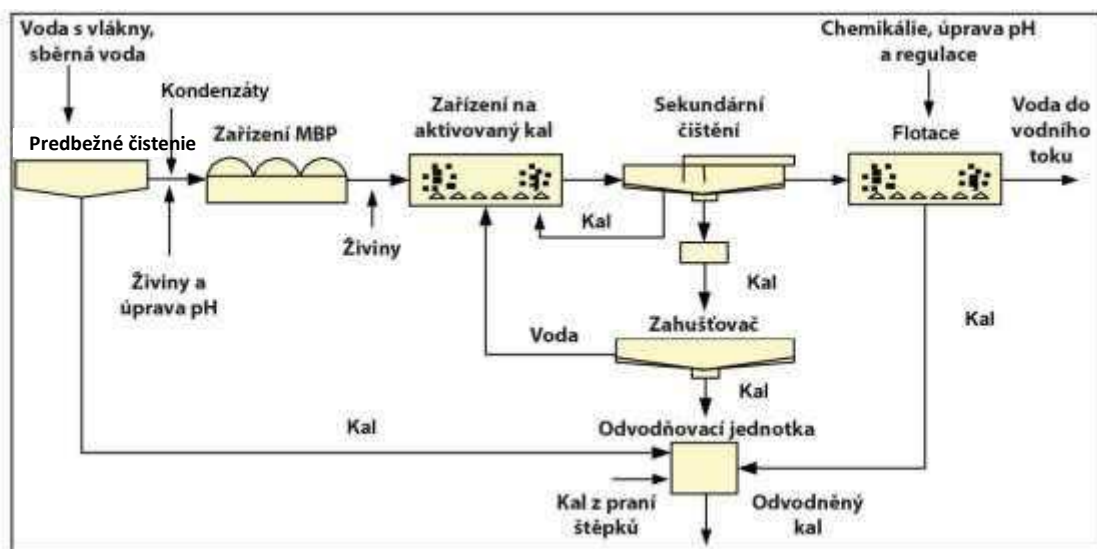
xi) Opatrenia na zabezpečenie stabilnej a bezproblémovej prevádzky

On-line merania a Použitie dodatočnej núdzovej nádrže na emisie prispieva k stabilizácii prevádzky biologického systému. On-line merania sa používajú na zisťovanie neobvyklých emisií. Napríklad

vodné prietoky, merania pH, teploty, kyslíka, fosfátov, dusičnanov a redox potenciálu sa vykonávajú on-line. Vyrovnávacia nádrž sa používa v prípade neobvyklých emisií, napr. keď sa prepad cirkulačnej vody z frézovačky odvádza do čističky odpadových vôd (cirkulačná voda z frézovačky sa bežne používa pri odkorňovaní).

(xii) Produkcia a úprava kalu

V roku 2008 sa na tonu polochemického flutingového papiera vyprodukovalo 8,4 kg (suchého) kalu DS. V rokoch 2006 až 2008 bola priemerná výroba kalu približne 0,43 kg kalu DS/kg Chemickej spotreby kyslíka. Všetky frakcie kalu (primárny kal, kal zo zahusťovača, kal z flotácie a kal z prania štiepkú) sa zmiešajú v zmiešavacej nádrži a zmiešaný kal sa podrobenie odvodneniu na pásovom lise. Odvodnený kal má využitie napr. na skládkovanie alebo spaľovanie.



Obrázok 4.47: Schéma procesu čistenia odpadových vôd v integrovanej celulózke s výrobou neutrálnych sulfitových polotuhých látok (NSSC) a polochemickou flotáciou

xiii) Dosiahnutie vplyvu na životné prostredie

V tabuľkách 4.23 a 4.24 sú uvedené emisie z odpadových vôd za typický rok (2007) a priemerné denné hodnoty za typický mesiac (február).

Tabuľka 4.23: Priemerné mesačné a ročné hodnoty emisií po čistení odpadových vôd z integrovanej celulózky vyrábajúcej neutrálnu sulfitovú polocelulózu (NSSC) a polochemický papier

Mesiac v roku 2007	Výroba polochemického ryhovania (deň)	Vstup		Vstupné zaťaženie (kg CHSK/A Dt)	Nameraný priemer mesačnej úrovne po biologickej úprave a vypočítanom špecifickom zaťažení					
		CHSK (mg/l)	Tok (m ³ /t)		CHSK (mg/l)	CHSK (kg/ADt)	BOD ₇ (mg/l)	BOD ₇ (ADt)	NL (mg/l)	NL (kg/ADt)
Január	743	5 473	4,8	26,4	685	3,2	19	0,09	48	0,23
Február	771	6 348	5,1	32,2	906	4,4	69	0,33	151	0,73
Marec	807	5 367	4,8	25,6	851	3,8	62	0,28	207	0,93
Apríl	804	5 161	4,9	25,3	610	2,8	65	0,30	89	0,41
Máj	772	4 253	5,5	23,4	540	2,8	44	0,23	83	0,43
Jún	770	4 619	4,4	20,3	563	2,4	17	0,07	97	0,41
Júl	766	4 223	4,5	19,0	413	1,8	18	0,08	105	0,45
August	673	4 070	4,9	20,1	605	3,2	86	0,45	89	0,47
September	604	5 224	5,5	28,9	979	5,0	53	0,27	87	0,45
Október	744	4 913	5,6	27,3	823	4,3	28	0,15	110	0,57
November	785	4 625	5,3	24,5	534	2,6	26	0,13	240	1,15
December	788	4 856	4,9	24,0	505	2,3	49	0,23	192	0,89
Mesačná priemerná hodnota	604-807	4 070-6 348	4,4-5,6	19,0-32,2	413-979	1,8-5,0	17-86	0,07-0,45	48-240	0,23-1,15
Priemerná ročná hodnota	753	4 928	5,0	24,8	668	3,2	45	0,22	125	0,9

Tabuľka 4.24: Priemer denného vypúšťania odpadových vôd po čistení za typický mesiac z integrovanej celulózky vyrábajúcej neutrálnu sulfitovú polocelulózu (NSSC) a polochemický fluting papier

Deň (2007)	Výroba polochemického ryhovania (deň)	Vstup		Vstupné zaťaženie (kg CHSK/ADt)	Nameraný priemer dennej úrovne a vypočítané špecifické zaťaženie			
		CHSK (mg/l)	Prietok (m ³ prieto k)		CHSK (mg/l)	CHSK (ADt)	NL (mg/l)	NL (kg/ADt)
1	774	6 414	5,6	36,1	970	5,3	73	0,4
2	491	6 691	8,4	56,0	930	7,5	130	1,0
3	871	6 653	3,6	24,1	930	3,2	130	0,4
4	785	6 783	4,9	33,1	930	4,4	130	0,6
5	821	6 357	5,0	31,9	900	4,3	120	0,6
6	898	5 962	4,8	28,8	820	3,7	94	0,4
7	796	5 969	5,6	33,4	810	4,3	88	0,5
8	681	5 570	6,1	34,2	770	4,5	130	0,8
9	846	6 368	4,9	31,2	730	3,4	56	0,3
10	831	6 362	4,7	29,7	730	3,3	56	0,2
11	847	6 385	4,1	26,4	730	3,0	56	0,2
12	764	6 269	4,6	28,9	750	3,4	87	0,4
13	631	6 600	6,4	42,3	820	5,2	150	0,9
14	437	5 386	7,1	38,5	850	6,1	150	1,1
15	720	5 592	4,7	26,5	860	4,0	160	0,7
16	797	6 730	4,4	29,9	820	3,6	150	0,7
17	945	6 189	4,3	26,6	820	3,4	150	0,6
18	829	6 254	4,6	28,5	820	3,6	150	0,7
19	767	5 827	5,4	31,4	1 000	5,1	220	1,1
20	785	5 756	5,3	30,3	1 100	5,5	400	2,0
21	907	5 543	4,1	22,5	930	3,5	210	0,8
22	801	4 939	5,4	26,7	870	4,3	180	0,9
23	714	6 554	6,0	39,4	790	4,4	100	0,6
24	707	6 532	5,3	34,4	790	4,0	100	0,5
25	824	6 522	3,7	24,1	790	2,7	100	0,3
26	855	8 133	5,0	40,6	1 000	4,7	150	0,7
27	759	9 254	5,5	50,6	1 300	6,9	270	1,4
28	693	6 896	6,1	41,9	1 700	9,6	420	2,4
Mesačný priemer	771	6 375	5,2	33,1	902	4,5	150	0,8
Maximum	945	9 254	8,4	56,0	1 700	9,6	420	2,37
Minimálne	437	4 939	3,6	22,5	730	2,7	56	0,23

(xiv) Odber vzoriek, analýzy a interpretácia údajov

Odber vzoriek prebieha pomocou automatického zariadenia na odber vzoriek. Odber vzoriek pre laboratórium prebieha zvyčajne raz denne. Použitie laboratórnych metód SFS alebo SFS-EN. Výpočet hodnôt konečných emisií prebieha na základe úrovni a prietokov (g/m³×m³deň).

Príklad 4: Celulóзка na výrobu špeciálnej buničiny na báze amoniaku, Tembec Tartas

V tomto príklade je opísaná celulóзка na výrobu sulfitovej buničiny, ktorá prevádzkuje najmä špeciálnu buničinu, malé množstvo vložkovej buničiny na výrobu výrobkov na výrobu tissue papiera a rôznych výrobkov na báze lignosulfonátu. Aeróbná biologická úprava prebieha v prevzdušňovanej lagúne. V celulóзke sa vyrobí buničina ECF. Použití NH_4 ako báza je v Európe jedinečná.

i) Výroba

Ročné množstvo 150 000 ADt hydrosulfitovej buničiny amónnej pre špeciálnu kvalitu, z čoho 10-20 % je vložková buničina pre hygienické výrobky.

ii) Hlavné vyčistené odpadové vody

Odpadová voda z horúcej alkalickéj extrakcie (väčšina znečistenia CHSK) je koncentrovaná a podlieha páleniu v kotli na sódu spolu s rozpustenými látkami z fermentora. Táto časť znečistenia CHSK preto nie je zahrnutá do nižšie uvedeného opisu. Kondenzáty z odparovačov (23 % znečistenia CHSK zo zariadenia) sa primárne upravujú v anaeróbnom zariadení. Vyčistená odpadová voda sa potom vypúšťa do prevzdušňovanej lagúny. Odpadová voda z prvého stupňa D1 s oxidom chloričitým (14 % znečistenie CHSK zo zariadenia) nie je biologicky rozložiteľná. CHSK v úrovni D1 je 8:10. Tieto odpadové vody sa dlhšie neupravujú v aeróbnom zariadení a pred vypustením sa miešajú s upravenými odpadovými vodami. Odpadová voda zo zvyškov bieliacich linky (63 % znečistenia CHSK zo závodu) vrátane stupňov E/O-D2, únikov a neupravených kondenzátov sa čistí v aeróbnom systéme.

iii) Spôsob úpravy

Biologická úprava prebieha v prevzdušňovanej lagúne (pozri obrázok 4.48). Princípy biologickej biodegradácie rozpustených organických látok sú rovnaké ako v prípade zariadení s aktivovaným kalom. Prevzdušňovaná lagúna s nízkym znečistením sa v niektorých prípadoch líši od zariadení s aktivovaným kalom:

- Vysoká spotreba energie (inštalovaný výkon 1,5 MW_e).
- Ide o veľmi objemný systém, ktorý vytvára efektívnu bariéru voči okolitému prostrediu (300 000 m³ alebo 8,1 hektára s plne zmiešateľnými úsekmi).
- Pri nízkych objemových ukazovateľoch BOD sa netvorí prebytočný kal.
- Vysoká citlivosť na nízke teploty, zariadenie sa musí prednostne inštalovať len v teplejších klimatických podmienkach, aby sa zabránilo príliš nízkym teplotám v zime. Na druhej strane teplota odpadovej vody nepresahuje 30 °C, takže nie je potrebný chladiaci systém.

Dizajn a prevádzka by mali zabrániť súvisiacim prietokom odpadových vôd.

iv) Predovšetkým konštrukčné parametre

Systém je navrhnutý s veľmi nízkym znečistením BOD₅. Objemové zaťaženie (pomer medzi vstupným BOD₅ a objemom reaktora) je 0,08 kg BOD₅/m³ za deň. Čas hydraulického zdržania je 12 dní.

v) Dávkovanie živín (N a P)

Podľa pomeru P:BOD₅ sa ako živina do výrobkov pridáva 0,8 % kyseliny fosforečnej. Vďaka fermentoru na báze amoniaku nie je potrebné pridávať dusík; kontrola únikov obsahujúcich NH_3 si vyžaduje časté kontroly rôznych článkov procesu, ktoré sa neustále zlepšujú. Variabilitu emisií N možno do veľkej miery vysvetliť nekontrolovanými únikmi do systému Úpravy.

vi) Spotreba energie

Spotreba elektrickej energie v prevzdušňovanej lagúne je približne 3 kWh/kg odstránených BOD₅ a 2 kWh/kg odstránenej Chemickej spotreby kyslíka, pretože v tomto prípade sa pri odstránení 1 kg BOD₅, zníženie Chemickej spotreby kyslíka je 1,5 kg (pravdepodobne z dôvodu účinkov SO_2).

vii) Merania (Monitorovanie)

Emisie chemické spotreby kyslíka a BOD₅ sa posudzujú denne z 24-hodinovej zmiešanej vzorky. Hodnota pH sa priebežne reguluje tak, aby zostala na úrovni 5,5 - 6,5. Fosfor sa dodáva dávkovacím čerpadlom. Kontrola spotreby fosforu sa vykonáva denne v mieste dávkovania a vykonávajú sa týždenné merania v odpadovej vode a mesačné merania pomocou hmotnostnej bilancie. Celkový dusík je kontrolovaný denne (24-hodinová zmiešaná vzorka). Kontrola AOX sa vykonáva mesačne (24-hodinová zmiešaná vzorka) metódou ISO a denne v korelácii s ClO₂. Spotreba energie 27 aerátorov, ktoré sú v prevádzke pri konštantnom výkone a zabráňujú nežiaducemu usadzovaniu suspendovanej biomasy, je monitorovaná denne.

viii) Efektívnosť znižovania

Prevzdušňovaná lagúna + obtok D1: Chemická spotreba kyslíka 44 %; BOD₅: 88 %.

Len prevzdušňovaná lagúna: Chemická spotreba kyslíka 53%; BOD: 88 %.

Odstránenie BOD₅ nie je úplné, pretože veľmi veľká časť BOD₅ nameraného v odpadových vodách pochádza z nezachytených NL. Ak zariadenie lepšie odstraňovalo zvyškové NL, bolo by možné dosiahnuť úroveň BOD₅ 25 mg/l.

ix) Prevádzkové náklady (náklady na anaeróbne zariadenie nie sú zahrnuté)

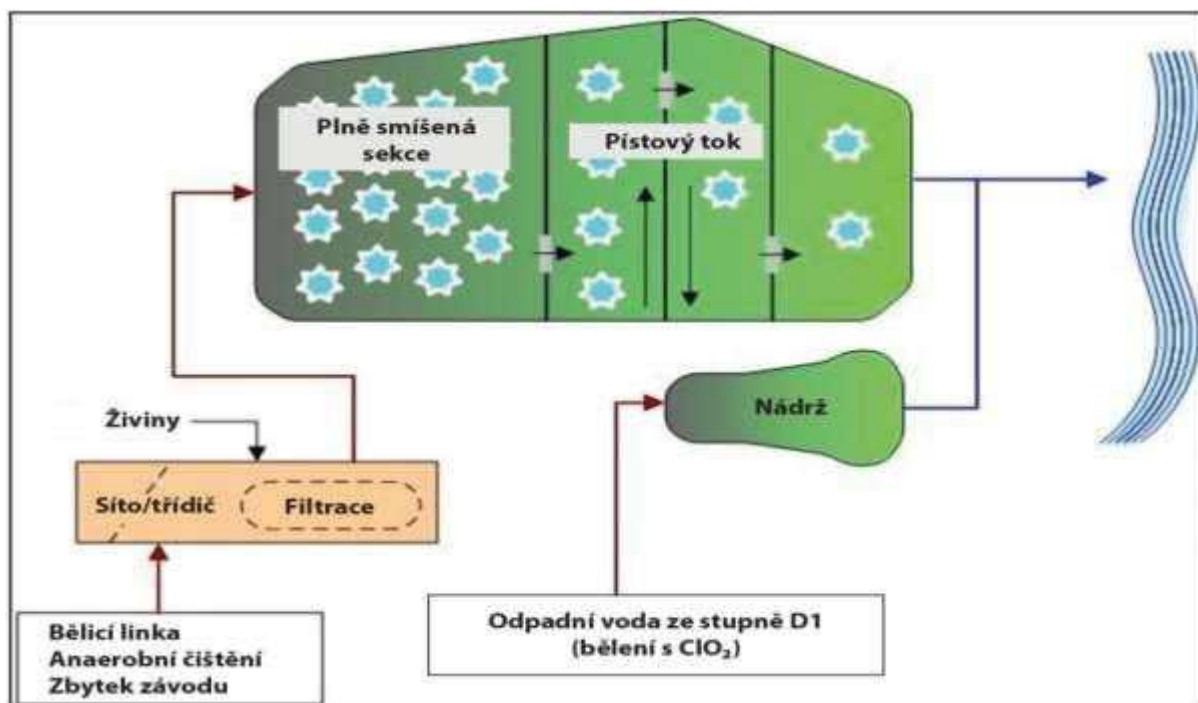
Hlavné náklady zahŕňajú spotrebu energie na povrchové prevzdušňovače a čerpadlá: 3,7 milióna EUR ročne. Výrobky na neutralizáciu a živiny = 1,4 milióna EUR ročne.

x) Opatrenia na zabezpečenie stabilnej a bezproblémovej prevádzky

Použitie vyrovnávacej nádrže na uskladnenie odpadovej vody s vysokým obsahom Chemickej spotreby kyslíka na vyrovnanie prítoku Chemickej spotreby kyslíka do prevzdušňovanej lagúny. Konštrukcia čistiarne zabezpečuje relatívne stabilné prevádzkové podmienky; prvá časť je "plne zmiešaná" časť (veľký objem s dobou zdržania sedem dní) navrhnutá tak, aby sa vyrovnali hodnoty BOD a Chemická spotreba kyslíka (CHSK). Dve tretiny aerátorov sú sústredené v tejto prvej časti, ako je znázornené na obrázku 4.48. Po tejto zóne následne prebieha druhá časť s "piestovým prietokom", kde prebieha rozklad biomasy a mineralizácia suspendovaných látok. Táto koncepcia zaručuje veľmi stabilný výkon vypúšťania odpadových vôd do okolitého prostredia bez ohľadu na to, čo sa v zariadení stalo.

xi) Tvorba a úprava kalu

V prevzdušňovanej lagúne nevzniká takmer žiadny prebytočný kal vďaka dlhému času zdržania vo veľmi veľkých objemoch. Výroba kalu je v rozmedzí 0,15-0,2 kg/t odstráneného BOD₅ v porovnaní s približne 0,6 kg prebytočného kalu (v sušine)/kg BOD₅ v zariadeniach s aktivovaným kalom. Kal sa mineralizuje v poslednej fáze, v ktorej je rozpustný BOD nedostatočný (uvedený BOD nameraný v odpadovej vode pochádza čiastočne z biomasy alebo NL).



Obrázok 4.48: Schéma procesu čistenia odpadových vôd (prevzdušňovaná lagúna) v celulózke vyrábajúcej špeciálnu amónno-bisulfitovú buničinu

xii) Dosiahnutie vplyvu na životné prostredie

V tabuľke 4.25 sú zhrnuté dosiahnuté úrovne koncentrácie a zaťaženia odpadových vôd vyjadrené ako ročné, mesačné a denné priemerné hodnoty. Hodnoty sú odvodené z 24-hodinového odberu zmiešaných vzoriek pre Chemickú spotrebu kyslíka, BOD₅ a NL. Údaje sa týkajú nameraných úrovni odpadových vôd z prevzdušňovanej lagúny za mesiace marec až september 2009. Údaje zahŕňajú spustenie a odstavenie závodu alebo výnimočné okolnosti, napríklad voda. To sa týka napríklad marca, čo má vplyv aj na aprílové údaje (odstavenie závodu a nábeh).

Pozorované dlhodobé výkyvy sú spôsobené dočasnou poruchou alkalickej odparky pre odpadovú vodu z prvého stupňa bielenia (97 % dostupnosť), čo vedie k najvyššej kontaminácii Chemickou spotrebou kyslíka (CHSK). Z času na čas sa odparovače odstavujú z dôvodu údržby. V tomto prípade sa odpadová voda s vysokou Chemickou spotrebou kyslíka uskladňuje v samostatnej nádrži a potom sa v priebehu nasledujúceho mesiaca postupne čistí v lagúne. Sezónne výkyvy teploty sú ďalším dôvodom kolísania zaťaženia odpadových vôd, keďže biologické čistenie je citlivé na zmeny teploty. Krátkodobé výkyvy možno pripísať poveternostným podmienkam (najmä náhlemu zvýšeniu prietoku v prípade dlhotrvajúcich alebo silných dažďov) a v niektorých prípadoch slabšej kapacity usadzovania kalu, čo vedie k stratám biomasy s odpadovou vodou. Kolísanie emisií môžu ovplyvniť aj zmeny v kvalite buničiny, ktorá sa vyrába postupne.

Tabuľka 4.25: Vypúšťanie odpadových vôd z celulózky vyrábajúcej špeciálne druhy buničiny na báze hydrosulfitovej amónneho po biologickej úprave (za prevzdušňovanou lagúnou)

Priemer obdobia	Čistá výroba predajnej buničiny (ADt/deň)	Chemická spotreba kyslíka v (mg/l) a zaťaženie (kg CHSK/ADt)	Nameraná priemerná úroveň po biologickej úprave a vypočítané zodpovedajúce zaťaženie					
			CHSK (mg/l)	CHSK (kg/ADt)	BOD ₅ (mg/l)	BOD ₅ (ADt)	NL (mg/l)	NL (kg/ADt)
	Rozsah (min.-max. hodnoty)							
Priemerné denné hodnoty (1)	280-490	850-2 600 mg/l 50-130 prietok	530-1 000	25-60	10-110	1-6	23-170	1,5-10
Mesačná priemerná hodnota (2)	325-373	1 337-1 972 mg/l 72,7-106,3 prietok	600-933	32,1-50,1	17-94	1,0-5,4	46-125	4,7-7,7
Priemerná ročná hodnota (2)	350	1 535 mg/l 88,1 prietok	713	41	57	3,3	96	5,7

Vysvetlenie:

(1) S cieľom predložiť reprezentatívnejší súbor údajov pre priemerné denné špecifické zaťaženie (napr. kg Chemická spotreba kyslíka/ADt) sa vynechávajú hodnoty, pri ktorých výroba buničiny nedosiahne aspoň 70 % priemernej dennej produkcie zodpovedajúcej 367 ADt/deň, pretože inak by sa mohli objaviť zavádzajúce vypočítané hodnoty, ktoré by naznačovali zmenu vo výkonnosti zariadenia čistiare. V skutočnosti sú tieto hodnoty dôsledkom matematických výpočtov (malá hodnota v menovateli). V našej vzorke celulózky sa pri výpočte priemerných denných hodnôt nezohľadňujú hodnoty namerané v dňoch, keď výroba klesne pod 275 ADt/deň. Priamo sú vynechané veľmi nízke hodnoty (5 hodnôt) a mimoriadne vysoké hodnoty (6 hodnôt): nízka úroveň emisií = percentil 2,5; vysoká úroveň emisií = percentil 97,5. Uvažované údaje sú z obdobia od marca do septembra 2009.

(2) Pre mesačné a ročné priemery sa berú do úvahy všetky údaje počas týchto siedmich mesiacov.

Zdroi: [215, Aubriot 2009]

Prietok neupravených odpadových vôd z kroku bielenia oxidom chloričitým (DI) nie je zahrnutý do úrovni emisií uvedených v tabuľke 4.25. Jeho pridanie k dosiahnutému špecifickému emisnému zaťaženiu zhuští emisie CHSK, BOD a NL takto: CHSK 60 kg/ADt, BOD₅: 4,5 kg/ADt, NL: 6,2 kg/ADt.

Úroveň koncentrácie suspendovaných látok v odpadových vodách je pomerne vysoká. Je to priamo spôsobené slabou a pomalou usadzovacou schopnosťou suspendovaných častíc. Dôvodom nízkeho obsahu biomasy je, že ukladanie NL je veľmi neefektívne. Usadzovacia nádrž nefunguje efektívne. V dôsledku toho je hodnota BOD vyššia ako v zariadeniach, ktoré účinne odstraňujú NL. Za normálnych okolností je možné dosiahnuť hodnoty BOD pod 25 mg/l.

Celkový fosfor je zvyčajne 3 mg/l s niekoľkými vyššími hodnotami do 5 mg/l. Keďže nie je potrebné pridávať viac P ako množstvo, ktoré vedie k 0,5-1 mg P/l v odpadovej vode, závod postupne znižuje dávkovanie fosforu a v budúcnosti chce vyskytnúť nižšie hodnoty. Celkový dusík sa pohybuje v dennom priemere od 15 mg/l do 70 mg/l (mesačný priemer je 25-50 mg/l). Vyššie hodnoty sú spôsobené prebytkom amónnych zložiek vypúšťaných z procesu, najmä v priebehu odstávky závodu. Prevádzkovatelia majú stále rozsiahle problémy s kontrolou uvedených nežiaducich vypúšťaní.

Obsah látok AOX (celková odpadová voda: prevzdušnená lagúna a odpadová voda DI) sa pohybuje od 1,5 mg/l do 8 mg/l, čo predstavuje 0,2 kg/ADt do 0,75 kg/ADt. Táto variabilita je spôsobená rôznymi druhmi špecializovaných buničín, ktoré sa vyrábajú.

xiii) Odber vzoriek, analýzy a interpretácia údajov

Miestami odberu vzoriek sú vstup a výstup pre každé zariadenie (Anaeróbna a Aeróbna čistiareň, alkalický odparovač, fáza DI). Frekvencia odberu vzoriek je: pre anaeróbne zariadenia (vstupno-výstupné) denne pre CHSK. Pre 24-hodinové zmiešané vzorky sa používa automatické zariadenie. BOD sa stanovuje týždenne; prevzdušňovaná lagúna (vstupno-výstupná) sa denne podrobená dennej kontrole na CHSK, BOD₅, NL a N v 24-hodinovom zariadení na zmiešavanie vzoriek. Analytické metódy sú založené na noriem ISO pre BOD₅ a NL; rýchle testy na CHSK a N, ktoré sa tiež pravidelne podávajú na kontrolu podľa noriem ISO. Výsledky rýchlych testov sa pravidelne predkladajú príslušným orgánom a vykazujú veľmi vysokú koreláciu s metódami ISO.

V tabuľke 4.26 sú uvedené dosiahnuté hodnoty emisií pre vybrané celulóžky v Európe, ktoré zaviedli kombináciu integrovaných technologických techník (pozri časti 4.3.1 až 4.3.15, vrátane primárneho čistenia) a biologickej metódy čistenia odpadových vôd, ale nie nevyhnutne všetkých a nie v plnom rozsahu.

Tabuľka 4.26: Príklady dosiahnutých úrovní emisií do vody po biologickom čistení v prosperujúcich sulfitových celulóžkach v Európe

Príklady celulóžok	Uvádzané dosiahnuté hodnoty emisií po biologickej úprave (ročné priemery za rok 2008) (1)							Úprava odpadových vôd
	CHSK (kg/ADt)	BOD ₅ (kg/ADt)	AOX (kg/ADt)	NL (kg/ADt)	P _{celk.} (ADt)	N _{celk.} (2) (ADt)	Prietok (3) (m ³ ADt)	
Celulóžky 1, DE, integrovaná buničina	25,4	1,2	TCF	1,2	0,04	0,13 (NH ₄ Nový)	65	Anaeróbna + aktivovaný kal s čistým O ₂
Celulóžky 2, DE, integrovaná buničina	23	0,5	0,002 (TCF)	0,4	0,009	0,085 (N _{anorg.})	26	Anaeróbna + aktivovaný kal
Celulóžky 3, DE, integrovaná papierovina	21	0,43	0,0006 (TCF)	3,7	0,011	0,006 (N _{anorg.})	34	Anaeróbna + aktivovaný kal
Celulóžky 1, AT, integrovaná buničina	26	2,9	0,001 (TCF)	1,27	0,060	0,3	34	Anaeróbna + aktivovaný kal
Biocel Paskov, CZ, komerčná papierovina z buničiny	10	0,24	0,03 (ECF)	0,61	0,02 (PO ₄₃₋)	0,18 (N _{anorg.})	34	Aktivovaný kal
Nymölla, SE, integrovaný Magnefite	30	0,7 (BOD ₇)	TCF	1,0	0,029	0,17	70	Membrána (UF) + aktivovaný kal
Lenzing, AT, chemická buničina	4	Nemerateľný	< 0,002 (TCF)	0,22	< 0,1 prietok	< 0,1 prietok	38	Odparovanie/spaľovanie + aktivovaný kal + uhoľný prach + biofilter
Tembec Tartas, FR, špeciálna buničina (4)	43 (58)	3,6 (4,1)	0,2-0,75 (ECF)	5,4 (6,1)	0,25	2,5 (NH ₄ ⁺ použiť ako bázu)	75	Odparovanie/spaľovanie + Anaeróbna + prevzdušňovaná lagúna, Fáza D1 (ClO ₂) bez Úpravy

(1) V prípade integrovaných celulóžok a papierní sa údaje neuplatňujú pre výrobu buničín.

(2) Celkový dusík pre nemecké výroby buničín a papiera zahŕňa len anorganické zlúčeniny dusíka, t. j. organické zlúčeniny dusíka sa nezapočítavajú.

(3) Chladiaca voda a iná čistá voda sa vypúšťajú individuálne a nezapočítavajú sa.

(4) Hodnoty v zátvorkách zahŕňajú neupravený odpadový odtok zo úrovne D1; hodnoty bez zátvoriek sa vzťahujú na odtok z prevzdušňovanej lagúny.

Zdroj: [250, Dotazníky 2009]

Zoznam papierní predstavuje výber papierní, pre ktoré boli údaje k dispozícii alebo ktoré poskytli údaje. Údaje poskytli technickí experti závodov vo forme vyplnených dotazníkov a ďalej boli spresnené priamo prostredníctvom osobnej komunikácie s prevádzkovateľmi. Na analýzu sa vždy použila metóda platná v príslušnej krajine.

Medzizložkové vplyvy

Aeróbná biologická úprava odpadových vôd spotrebúva energiu (napr. na aerátory a čerpadlá) a produkuje kal, ktorý si zvyčajne vyžaduje úpravu pred použitím alebo odstránením.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Biologické čistenie je možné používať v nových aj existujúcich zariadeniach.

Ekonomika

Pozrite si údaje o nákladoch zo štyroch vzorových závodov vyššie.

Príklady závodov

Väčšina sulfitových celulózok v Európe používa aeróbne čistenie odpadových vôd. Niektoré zariadenia predbežne spracúvajú odparovacie kondenzáty v anaeróbných reaktoroch (pozri časť 4.3.15), po ktorých nasleduje aeróbne spracovanie, ako je opísané vyššie.

Literatúra

Osobná komunikácia s prevádzkovateľmi niektorých sulfitových celulózok v prípadoch.

4.3.17. Terciárne čistenie odpadových vôd – chemické zrážanie

Pozri kapitolu 2.9.11.3.1.

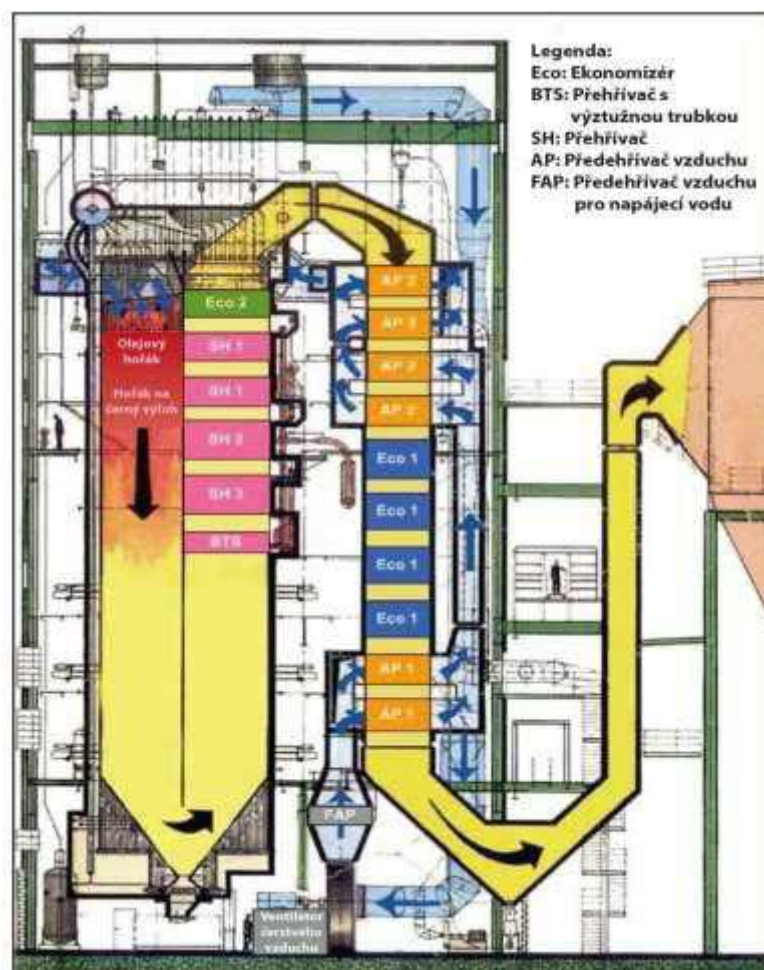
4.3.18. Optimalizácia regeneračného kotla s reguláciou podmienok spaľovania

Opis

Pálenie zahusteného výluhu prebieha v oxidačnom prostredí s miernym prebytkom kyslíka (2-7 %). V regeneračnom kotli sa pri prevádzke pália aj zápachajúce organické látky (pachové látky), ktoré sa v prípadoch celulózok uvoľňujú z výluhov a zo slabo koncentrovaných plynov v spodných častiach. Na kompenzáciu zaťaženia alebo počas rozbehu sa pridáva vykurovací olej alebo zemný plyn. Priebeh pálenia sa chemikálie na varenie takmer úplne rozložia (95-97 %) na pevnú (popol MgO) a plynnú fázu (SO₂ v spalinách). Všetok MgO sa vyskytuje vo forme popolčeka, ktorý sa oddeľuje pomocou elektrostatických odlučovačov alebo multicyklónov, rozpúšťa sa vo vode a následne sa používa na lúhovanie SO₂ z plynov. Regeneračné chemikálie na varenie MgO a SO₂ sa vypúšťajú späť do fermentora.

Koncentrovaný (zahustený) výluh sa vstrekuje do kotla pomocou rozprašovacích dýz a prebieha v ňom dvojstupňové pálenie s NO_x. Pálenie však od začiatku prebieha s prebytkom kyslíka, aby sa zabezpečilo úplné pálenie chemikálií a dosiahnutie pomerne vysokých teplôt. Po priebehu pálenia sa musí zabezpečiť tvorba čistého MgO bez nespálených častíc sadzí ($\text{MgSO}_4 + \text{lignínsulfonáty} + \text{O}_2 \rightarrow \text{MgO} + \text{SO}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$). Táto reakcia má potreby po teplote približne 1 250 °C alebo vyššej. Proces regenerácie hydrosíranu horečnatého si preto vyžaduje kontrolované oxidačné podmienky (zvyšný obsah kyslíka po spaľovaní = < 1,5 %), aby sa minimalizovala Tvorba MgSO₄ SO₃teploty medzi 1 250 °C a 1 300 °C, aby sa vytvoril čistý popol s maximálnou reaktivitou v kontakte s vodou.

Regeneračný kotol v sulfátovej celulózke je podobný kotlom, ktoré používajú kvapalné palivá s vysokým obsahom popola. Teplo spalín sa využíva v bežnom dvojkanálovom kotle. Na obrázku 4.49 je znázornený príklad prietoku horúcich plynov, ktoré prechádzajú cez prehrievače, ekonomizéry a ohrevy vzduchu pred vstupom do elektrostatického odlučovača, po ktorom nasleduje viacstupňová práčka. V sulfitových celulózkach sa používajú aj iné druhy kotlov.



Obrázok 4.49: Schematické znázornenie regeneračného kotla sulfitovej celulózky (M-real Hallein, 1985)

V závislosti od druhu inštalovaného kotla je možné regulovať emisie oxidov dusíka upravenými podmienkami pálenia (primárne metódy). V niektorých prípadoch, v závislosti od typu a prevádzky kotla, je možné do kotla privádzať chladiaci vzduch, aby sa plameň ochladil na stanovený rozsah cieľovej teploty (približne 1 200 °C). Na dosiahnutie prevádzkového režimu s optimalizovaným množstvom NO_x je potrebné hospodárenie s dodávkou kyslíka na čo najnižšiu úroveň. Od ostatných bodov sa však vykonávajú merania vyšších úrovní CO. Ak sa zvýši obsah oxidu uhoľnatého, do spaľovacej komory sa môže privádzať viac kyslíka.

Konštrukcia regeneračného kotla, napr. vstrekovanie koncentrovaného výluhu a optimalizácia miešania kvapiek výluhu a spaľovacieho vzduchu, je možné znížiť úroveň emisií CO a NO_x sa do určitej miery znižujú koncentrácie. Podmienky zaťaženia nemajú významný vplyv na NO_x .

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Táto technika znižuje množstvo NO_x a zároveň sa snaží kontrolovať emisie CO

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Bez sekundárnych opatrení sa priemerný denný obsah NO_x medzi 200 mg/ Nm^3 a 300 mg/ Nm^3 (O_2 5 %). Kontrola podmienok pálenia je obmedzená, pretože teplota v spaľovacej komore musí byť zaručená na úrovni najmenej 1 150 - 1 200 °C. Tieto vysoké teploty spôsobujú zvýšené hodnoty NO_x na výstupe zo spaľovacej komory. Za normálnych okolností je možné dosiahnuť priemernú dennú úroveň CO v oddíle 5-20 mg/ Nm^3 pri 5 % obsahu O_2 . Pre CO a NO_x je pomerne malá variabilita a prakticky sa nevyskytujú vysoké hodnoty (vyššie špičky). Hodnoty emisií v tabuľke 4.27 sa vzťahujú na všetky prevádzkové podmienky vrátane nábehu a pálenia vykurovacím olejom alebo zemným plynom. Priebeh nábehu, vypnutia, nestabilných podmienok alebo výmeny paliva

(napr. prevádzka na zemný plyn) sú emisie z regeneračného kotla na hornej hranici rozsahov uvedených v tabuľke 4.27. Emisie CO a NO_x sa merajú kontinuálne.

Tabuľka 4.27: Namerané hodnoty CO a NO_x z regeneračných kotlov sulfitových celulózok

Celulózky na výrobu sulfitovej buničiny	Druhy hodnot	CO (mg/Nm3)	NO _x (ako NO ₂) (mg/Nm3)	NO _x (ako NO ₂) (ADt)	Poznámky
Celulózky 1, DE, papierovina <u>[254, Kunz 2009]</u>	Limitná hodnota	175	450		Údaje za celý rok 2008; 23 % buka, 77 % smreka. Referenčný obsah kyslíka 3 %; hodnoty v zátvorkách sa vzťahujú na obsah 5 % O ₂
	Ročný priemer	16 (14)	243 (216)	1,16	
	Minimálny denný Priemer	5 (4,5)	127 (113)		
	Maximálny denný priemer	41 (36)	296 (263)		
Celulózky 2, AT, chemická buničina (viskóza) <u>[255, Peter 2009]</u>	Limitná hodnota	--	325	--	Údaje min-max z dvoch bežných mesiacov; ročný priemer zahŕňa celý rok 2008; 100 % buk; spustenie regeneračného kotla: 2007. Referenčný obsah kyslíka je 5 %.
	Ročný priemer	7	266	2,5 (**)	
	Minimálny denný priemer	2	240		
	Maximálny denný priemer	15	301		
Celulózky 3, AT, buničina <u>[256, Kogler 2009]</u>	Limitná hodnota	--	350 (*)	--	Údaje min-max zahŕňajú tri normálne dni; ročný Priemer zahŕňa celý rok 2008; 100 % smrek; regeneračný kotol inštalovaný v roku 1985. Referenčný obsah kyslíka je 5 %. Závod pracuje s nízkou úrovni O ₂ (1,5 %).
	Ročný priemer	140	175	1,17	
	Minimálny denný priemer	174	189		
	Maximálny denný priemer	189	190		

Poznámka:

Všetky úrovne koncentrácie sa vzťahujú na suché spaliny pri normálnych prevádzkových podmienkach (0 °C, 1 013 mbar). Limitné hodnoty sa vzťahujú na priemerné denné hodnoty. Údaje sú získané z návštev celulózok v roku 2009 a z osobnej komunikácie s prevádzkovateľmi.

(*) V tomto prípade sa limitná hodnota vzťahuje na polhodinové priemerné hodnoty.

(**) Keďže celulózky vyrábajúce chemickú (viskózovú) buničinu majú vyššiu produkciu pri výrobe buničiny pre textilný priemysel, musia vykonať viac pálenia sušiny na tonu buničiny. Preto je prietok plynu najmenej 8 000 m³/ADt, čo vedie k vyšším špecifickým hodnotám NO_x približne 2,5 kg/ADt (ako NO₂).

Údaje o emisiách z celulózky 3 v tabuľke 4.27 ukazujú, že prevádzka regeneračného kotla s nízkym obsahom kyslíka (približne 1,5 %) a vyššími emisiami CO (približne 140 mg/Nm³ pri 5 % O₂) je možné znížiť množstvo NO_x mierne pod 200 mg/Nm³ pri 5 % O₂.

Medzizložkové vplyvy

Táto technika nespôsobuje žiadne ekologické vedľajšie účinky ani nepriaznivé účinky na iné médiá.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Opatrenia sú uplatniteľné pre nové aj existujúce zariadenia.

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Medzi dôvody zavedenia tejto technológie patria environmentálne predpisy a zameranie prevádzky na efektívne Použitie regeneračných kotlov (úplné spaľovanie, regulácia teploty pálenia, nízke emisie).

Príklady závodov

Niektoré existujúce mlyny v Európe zaviedli a prevádzkujú regeneračné kotly, ako je opísané vyššie. Nové kotly na rekuperáciu siričitanov boli priamo nainštalované v spoločnostiach Lenzing AG v Rakúsku (2007) a Sappi Saiccor v Južnej Afrike (2008), ktoré vyrábajú chemickú (viskózovú) buničinu.

Literatúra

[267, Lenzing 2009]

4.3.19. Stupňovité vstrekovanie výluhu

Opis

Vstrekovanie sulfitového výluhu do kotla na rôznych vertikálne odstupňovaných úrovniach zabráňuje vzniku NO_x zabezpečuje úplné pálenie.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Znižuje emisie NO_x z regeneračných kotlov.

Medzizložkové vplyvy

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Môže sa použiť pre nové veľké regeneračné kotly a veľké dodatočné montáže.

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dôvody implementácie

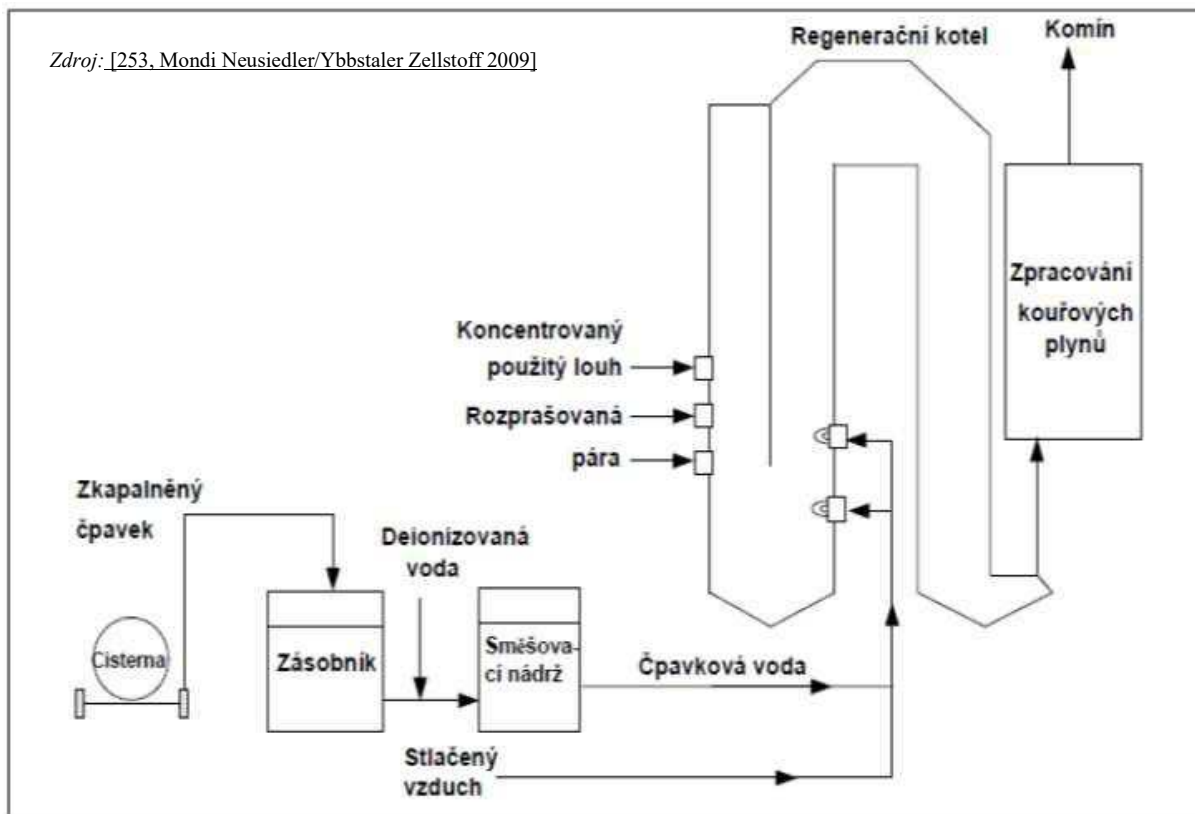
Zlepšená distribúcia tepla v celom regeneračnom kotle.

4.3.20. SNCR (vstrekovanie čpavku alebo močoviny) v regeneračnom kotle

Opis

V prípade emisií z regeneračných kotlov sa zníženie emisií NO_x vstrekaním NH_3 pri dobrých podmienkach miešania a teplotách v rozsahu 800 - 1 000 °C. Znižovanie emisií NO_x nie je potrebný katalyzátor. Preto sa tento proces nazýva selektívna nekatalytická redukcia (SNCR). Selektívna nekatalytická redukcia (SNCR) sa nepoužíva v regeneračných kotloch žiadnej sulfátovej celulózky v európskom papierenskom priemysle, hoci by to malo byť technicky možné.

Zariadenie na SNCR v regeneračnom kotle sulfitovej celulózky pozostáva zo skladovacej a dávkovacej stanice redukčných činidiel (NH_3 alebo močoviny), napájacieho potrubia, zariadenia na vstrekovanie reaktantov do vhodnej zóny regeneračného kotla a reakčnej zóny, kde prebieha reakcia s NO_x . Pri modernizácii existujúceho regeneračného kotla technológiou SNCR je potrebné vhodne upraviť spaľovaciu komoru: vyvrtáť malé otvory pre prívody čpavkovej vody, nainštalovať dýzy a potrubia. Vstreknutý amoniak reaguje s NO za vzniku N_2 a vody. Malé percento je možné, aby opustilo reakčnú zónu v podobe nežiaducich emisií amoniaku ("únikov amoniaku"). Vstrekovanie NH_3 musí prebiehať vo vhodnej fáze, presne v rámci optimálneho teplotného okna (v nižšie uvedenej vzorke celulózky pri 910-920 °C), pozri obrázok 4.50.



Obrázok 4.50: Schematické znázornenie vstrekovania amoniaku do regeneračného kotla

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Technika SNCR umožňuje znížiť emisie oxidov dusíka pridaním redukčného činidla (čpavková voda alebo močovina). Ďalšie podrobnosti sú uvedené v oddieli "Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje" (Rakúsko, Švédsko).

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Týchto príklady uvádzajú podrobnosti z praktických skúseností s touto technikou. Prevádzka a účinnosť techniky SNCR v regeneračných kotloch sulfíťových celulózk sa v jednotlivých celulózkach, ktoré túto techniku prevádzku zaviedli, do určitej miery líši. Rozdiely existujú v použití redukčných činidiel, dávkovaní a dosiahnutých cieľových hodnotách. Vo všetkých známych prípadoch však technika SNCR prináša očakávané výsledky a funguje bez technických ťažkostí. Považuje sa za stabilný proces.

Príklad: Mondi Neusiedler GmbH a Ybbstaler Zellstoff GmbH

i) Základné údaje

V celulózkach sa používa kyslý hydrosulfitový (bisulfitový) proces rozvlákňovania. Čistá výroba buničiny v roku 2008 predstavovala 50 000 ADt. Používajú sa len drevné štiepky a podiel použitých druhov drevín je 98 % smreka a 2 % jedle. Ako bázu sa používa oxid horečnatý, technika SNCR bola zavedená v rokoch 1993/94 a prietok plynu je približne 6 600 Nm³/ADt (normálne suché prevádzkové podmienky), čo zodpovedá približne 880 000 Nm³deň. Do plameňa sa pridáva malé množstvo surového plynu na podporu pálenia (1 500 Nm³/deň) a menovitý tepelný príkon je 21,5 MW_{prietok}. Okrem zahusteného výluhu sa v regeneračnom kotli uskutočňuje pálenie biologického kalu z čistiarne odpadových vôd (60-70 ton biologického kalu denne s obsahom sušiny 4-6 %; kal sa odvodňuje pomocou lisov a odstrediviek na približne 20 % sušiny). Podiel biomasy na celkovej hmotnosti spaľovanej hmoty v regeneračnom kotle je približne 4-6 %. Regeneračný kotol spaľuje približne 9,5 m³ zahusteného výluhu za hodinu (vrátane biologického kalu).

ii) Prevádzkové skúsenosti

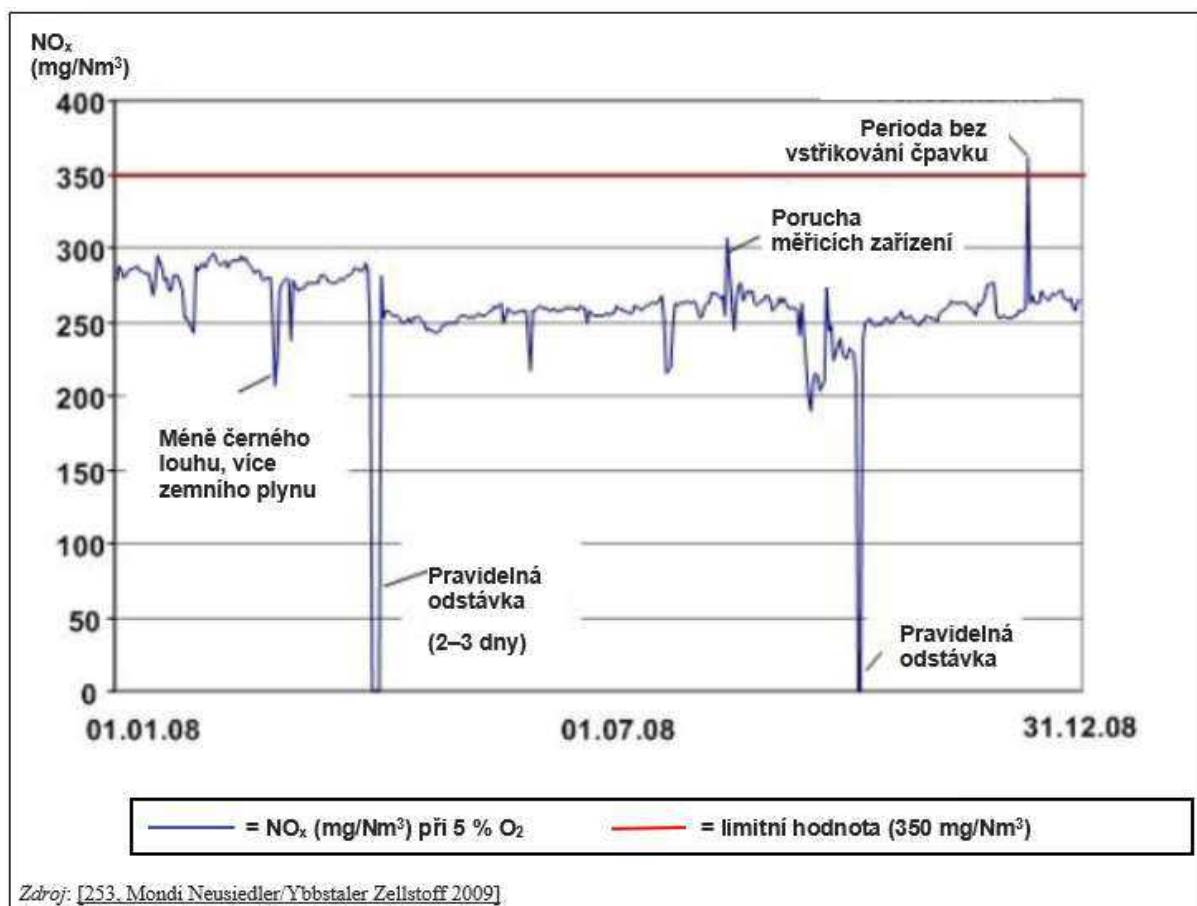
V regeneračnom kotle prebiehali zmeny týkajúce sa vstrekovania zriedeného amoniaku: bolo potrebné vyvŕtať niekoľko malých otvorov pre prívod čpavkovej vody a nainštalovať prívodné potrubia (pozri obrázok 4.50). Amoniak sa do dvojstennej skladovacej nádrže dopravuje pomocou vypúšťacieho zariadenia. V celulózke sa s amoniakom už pracovalo, pretože sa používa aj na úpravu napájacej vody do kotla. Redukčné činidlo z nádrže s skvapalneným amoniakom (25 %) sa zmieša s deionizovanou vodou na 10-11 % roztok amoniakovej vody. Zmes sa vstrekuje do spaľovacej komory pri teplote 910-920 °C. Dávkovanie NH₃ vody sa určuje na základe kontinuálneho merania cieľovej hodnoty NO_x, ktorá závisí od požiadaviek určených príslušnými orgánmi. Súčasné dávkovanie je približne 50 l/h pri priemernom prietoku spalín 35 000-37 000 Nm³/h (približne 1,5 ml NH₃/Nm³). Počas viac ako 10 rokov prevádzky neboli pozorované žiadne negatívne účinky na cyklus chemickej regenerácie.

iii) Dosiahnuteľný výkon

Úroveň NO_x v spalínach regeneračného kotla modelovej celulózky je vyššia ako v ostatných zariadeniach, pretože regeneračný kotol páli aj biologický kal z čistiarne odpadových vôd. V roku 1994, po uvedení do prevádzky, sa výkon nového zariadenia testoval v závode TÜV Bayern v Rakúsku. Do roku 1994, t. j. bez pridávania biokalu do regeneračného kotla, bola koncentrácia NO_x v odpadovej vode z regeneračného kotla stanovená na približne 220 mg/Nm³ (5 % O₂). Keď sa zahustený výluh podieľal na pálení so 4,5 % kalu, NO_x približne 340 - 350 mg NO_x (ako NO₂)/Nm³ (obsah kyslíka 5 %, normálne prevádzkové podmienky, suchý plyn). Vstrekomím približne 80 l čpavkovej vody za hodinu bolo možné znížiť priemernú koncentráciu na približne 185 mg NO_x/Nm³. Úroveň CO bola približne 30 mg/Nm³ (5 % O₂). Žiadny významný únik amoniaku (< 1 mg NH₃/Nm³), [251, TÜV-Bayern 2009].

Aby bolo zabezpečené spoľahlivé zabezpečenie prevádzky pod aktuálnou hraničnou hodnotou a ušetrili sa náklady na chemikálie, je potrebné, aby sa NO_x 250 mg/Nm³ (5 % O₂). Na dosiahnutie tejto úrovne sa musí použiť približne 50 l NH₃ za hodinu (zodpovedá približne 8-9 l NH₃ADt). Výsledky testov a praktické skúsenosti ukazujú, že je možné dosiahnuť aj nižšie hodnoty [251, TÜV-Bayern 2009]: 185 mg NO_x/Nm³ s 5 % O₂ pri dávke amoniaku približne 80 l/h bez zistenia rozsiahleho úniku amoniaku.

Za normálnych okolností sa NO_x sú veľmi nízke a vyskytujú sa len malé výkyvy okolo 270 mg/Nm³ napr. priebehu vyfukovania sadzí z povrchu prehrievača (pozri obrázok 4.51). Na obrázku 4.51 bola vyššia hodnota v auguste spôsobená poruchou meracieho zariadenia. V jeden decembrový deň bolo dávkovanie amoniaku prerušené, takže bolo možné pozrieť si emisie bez SNCR (približne 370 mg/Nm³). V apríli a októbri prebieha trojdňová pravidelná odstávka regeneračného kotla z dôvodu údržby. Nižšie hodnoty sa vyskytujú, keď sa spaľuje menej koncentrovaného výluhu a veľmi veľa zemného plynu.



Obrázok 4.51: Priemer denného obsahu NO_x Emisie z regeneračného kotla stanovené automatickým systémom merania (Monitorovanie) emisií v roku 2008

NO_x a CO je merané nepretržite Použitím automatického merania NO_x (chemiluminiscencia) a CO (absorpcia infračerveného svetla). Únik amoniaku pravidelne každé tri roky meria externá akreditovaná meracia skupina (napr. v marci 2009 boli výsledky merania 0,3 mg NH₃/Nm³; v roku 2006 bolo nameraných 0,4 mg NH₃/Nm³ v súlade s normou M 6242).

Emisie NO_x vyjadrené ako ročný priemer, sú v súčasnosti 262 mg NO₂/Nm³ (pri 5 % O₂), čo zodpovedá 1,68 kg NO_x/ADt so vstrekom amoniaku. Bez vstrekovania amoniaku sa NO_x by boli približne o 20-30 % vyššie.

V tabuľke 4.28 sú zhrnuté namerané úrovne emisií dosiahnuté použitím vstrekovania amoniaku (SNCR), ako sa uvádza vo výkaze emisií za rok 2008. Určenie limitnej hodnoty pre únik amoniaku stanovil príslušný orgán 10 mg NH₃/Nm³; namerané hodnoty boli vždy nižšie ako 1 mg NH₃/Nm³ (merania podľa VDI 3496).

Tabuľka 4.28: Nameraný NO_x a CO z regeneračného kotla rakúskej celulózky (21,5 MW_{prietok})

	Nový _x (ako Nový ₂) bez SNCR	Nový _x (ako Nový ₂) so SNCR	CO	Výroba buničiny	Prietok plynu (3)	Nový _x (ako Nový ₂)	CO
jednotiek	mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³	ADt	Nm ³ ADt	ADt(2)	ADt
Medzná hodnota (1)		350	50				
Január	330-350	278	8	3 928	6 542	1,82	0,05
Február		287	17	3 824	6 909	1,98	0,12
Marec		273	16	4 085	6 448	1,76	0,10
apríl		258	19	3 508	6 517	1,68	0,12
Máj		254	21	4 339	6 711	1,70	0,14
jún		257	16	4 282	6 281	1,61	0,10
Júl		256	25	4 480	6 297	1,61	0,16
August		265	24	4 454	6 284	1,67	0,15
September		244	34	4 068	6 368	1,55	0,22
Október		247	26	3 654	6 344	1,57	0,16
November		260	25	4 299	6 087	1,58	0,15
December		263	33	4 229	6 430	1,69	0,21
Priemerná ročná hodnota	--	262	22	4 096	6 434	1,69	0,14
Mesačná priemerná hodnota	--	244-287	833	--	--	1,55-1,98	0,05-0,22
Priemerná denná hodnota - rozsah (3)	--	200-290	5-45	--	--	--	--

Poznámka:

(1) Limitné hodnoty emisií a namerané hodnoty vrátane prietoku plynu sa vzťahujú na denné priemerné hodnoty za normálnych podmienok (0 °C, 1 013 mbar, menej vodnej pary (suchý plyn)). Referenčný odkaz O₂: 5 %. Podľa rakúskeho zákona o ochrane ovzdušia nesmie 95 % všetkých denných priemerov prekročiť stanovenú hmotnostnú koncentráciu.

(2) Špecifické zaťaženie (kg/ADt) sa vypočíta vynásobením priemernej mesačnej úrovne koncentrácie (mg/Nm³) priemerným objemom plynov (Nm³/h) a počtom prevádzkových hodín (h) za mesiac. Celkové ročné zaťaženie za všetkých 12 mesiacov (kg NO_x) sa spočíta a potom vydelením ročnou výrobou buničiny (ADt). V roku 2008 bol regeneračný kotol v prevádzke celkovo 8 603 hodiny.

(3) Odstávky kotlov, poruchy meracieho zariadenia a dávkovanie amoniaku sa nezapočítavajú.

Ďalšiu aplikáciu SNCR možno nájsť v dvoch regeneračných kotloch v sulfitovej celulózke Stora Enso Nymölla vo Švédsku. Zariadenie prevádzkuje regeneračné kotly s vysokou kapacitou. Znižovanie emisií NO_x sa regeneračných kotlov vstrekuje 35 % roztok močoviny s prísadami (organické amíny). S týmito chemikáliami sa pracuje lepšie a bezpečnejšie, ale sú aj drahšie ako čpavok. Do regeneračných kotlov sa pridáva približne 7-8 kg roztoku močoviny/ADt, ktorý znižuje množstvo NO_x v spalinách približne o 20 - 30 %. Skúsenosti ukazujú, že pridanie väčšieho množstva močoviny nevedie k vyšším hodnotám. NO_x CO sa nepretržite merajú a hlásia do informačného systému závodu. Ročný priemer NO_x v spalinách z menších regeneračných kotlov je 150 ppm (alebo 308 mg/Nm³). Žiadna hodnota_x z veľkého kotla je 115 ppm (alebo 236 mg/Nm³) pri neohlásenej hodnote O₂.

Pri absencii roztoku močoviny sa úroveň odhaduje na 370-400 mg NO_x/Nm³ alebo 287-308 mg NO_x/Nm³. To znamená, že ak sa dávkovanie redukčného činidla zastaví, NO_x približne o 20 - 30 %. V prípadoch únikov amoniaku sa pravidelne vykonávajú merania externými akreditovanými meracími skupinami. Hodnota bola vždy pod detekčným limitom.

Medzizložkové vplyvy

Pri použití SNCR nevznikajú žiadne pevné ani kvapalné zvyšky. Znižovanie emisií NO_x je potrebná chemikália ako redukčné činidlo. V prípade spoločnosti Mondi Neusiedler sa v roku 2008 do regeneračného kotla vstrekovalo priemerne 3 000 kg amoniaku mesačne (pri 25 %), čo znamená pridanie 34 ton NH_3 /rok (pri 25 %), pričom došlo k dosiahnutiu zníženia emisií NO_x z približne 320 mg/ Nm^3 na 250 - 260 mg/ Nm^3 (pri 5 % O_2). Zodpovedá zníženiu o približne 60 mg NO_x / Nm^3 .

S denným prietokom spalín 880 000 Nm^3 /deň sa dosiahne zníženie o približne 53 kg NO_x /deň alebo približne 19 ton NO_x /ročná priemerná. To znamená, že pomer vstupného amoniaku k redukovanému NO_x je približne 1,8, takže znižuje emisie NO_x v spalinách o 1 kg, treba na zníženie emisií NO_x v spalinách použiť 1,8 kg NH_3 (amoniaku, ktorého 25 % sa zriedi na približne 10 - 11 %).

Účinnosť techniky SNCR je obmedzená nežiaducim únikom amoniaku v spalinách, ktorý je zvyčajne limitovaný zákonmi o kontrole znečisťovania ovzdušia, a nákladmi na amoniak, ktorý sa musí vstrekať do Regeneračného kotla. Aby sa únik amoniaku udržal na čo najnižšej úrovni, je potrebné používať veľmi vysoké hodnoty $\text{NH}_3:\text{NO}_x$. V prípade závodu Mondi Neusiedler (zníženie amoniaku na cieľovú hodnotu 250 mg NO_x / Nm^3) príslušný orgán určil hodnotu NH_3 limitnú hodnotu 10 mg/ Nm^3 . Žiadne rozsiahle emisie NH_3 , t. j. úrovne emisií sú zvyčajne nižšie ako 1 mg NH_3 / Nm^3 (napr. v marci 2009 0,3 mg NH_3 / Nm^3). Rozsiahly únik amoniaku sa nezistil priebehu skúšobných období ani za osobitných prevádzkových podmienok, keď NO_x zo vstrekovania amoniaku sa znižovalo počty približne 330 - 350 mg/ Nm^3 na dlhší čas na 180-170 mg/ Nm^3 čo zodpovedá miere emisií NO_x približne 50 %.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Možnosť dodatočnej montáže na existujúce regeneračné kotly môže byť obmedzená z dôvodu problémov so zanášaním a súvisiacich zvýšených požiadaviek na čistenie a údržbu. V prípade celulózok na báze amónnej soli (amónneho) nebolo zaznamenané žiadne použitie, ale vzhľadom na špecifické podmienky v odpadových vodách sa neočakáva, že by technika SNCR mala nejaký vplyv. Nemôže sa používať v celulózkach na báze sodíka z dôvodu rizika výbuchu.

Ekonomika

V roku 1994 boli investičné náklady na zariadenie SNCR 250 000 EUR. V roku 2009 sa investičné náklady odhadovali na 400 000 EUR. Keďže tento proces bol v roku 1993 považovaný za inovatívny, vzorová celulózka v Rakúsku dostala na tento projekt približne 30 % environmentálnych dotácií. Ročné prevádzkové náklady sú približne 2 000 - 3 000 EUR na údržbu a približne 5 500 EUR na amoniak (1 tona 25 % NH_3 v roku 2008 stála približne 157 EUR). Pokiaľ ide o tonu vyrobenej buničiny, prevádzkové náklady sú v rozmedzí 0,15 EUR/ADt.

Dôvody implementácie

Vzorová celulózka nemala prevádzku s kotlom na kôru, pretože na výrobu buničiny používala len odpad z píl. Preto sa plánovalo pálenie odvodneného biologického kalu z čistiarne odpadových vôd v regeneračnom kotle spolu s koncentrovaným výluhom. Okrem toho by to vedlo k vyšším hodnotám NO_x . Príslušné orgány vyzvali závod, aby zabezpečil, že NO_x znižuje. V roku 1993 bol projekt SNCR realizovaný spolu s pálením odvodneného biologického kalu v Regeneračnom kotli. Model Mill 2 vo Švédsku prevádzkuje regeneračné kotly s maximálnou projektovanou kapacitou pri vysokých teplotách. Pred viac ako 10 rokmi vyzvali úrady Výrobu, aby zaviedla opatrenia na zníženie emisií NO_x .

Príklady závodov

Spoločnosti Mondi Neusiedler GmbH a Ybbstaler Zellstoff, Rakúsko, Stora Enso Nymölla, Švédsko, a Sappi Ehingen, Nemecko, používajú SNCR na jednom z dvoch regeneračných kotlov.

Literatúra

[247, TÜV Süd 2009], [251, TÜV-Bayern 2009], [253, Mondi Neusiedler/Ybbstaler Zellstoff 2009].

4.3.21. ESP (elektrostatický odlučovač) alebo viacstupňový cyklón a viacstupňové Venturiho práčky alebo viacstupňové následné práčky s dvojíťm vstupom na regeneračnom kotle

Opis

Predovšetkým zdrojom SO_2 a pevných častíc zo sulfitovej celulózky je regeneračný kotol. Ďalšími bodovými zdrojmi sú kotly na biomasu alebo kôru, parné jednotky alebo iné spaľovacie jednotky prevádzkované na mieste (pozri kapitolu 2.6). Považované rozptýlené emisie SO_2 spojené s procesom sa zvyčajne zachytávajú a privádzajú do regeneračného kotla ako vzduch na pálenie (pozri časť 4.3.22).

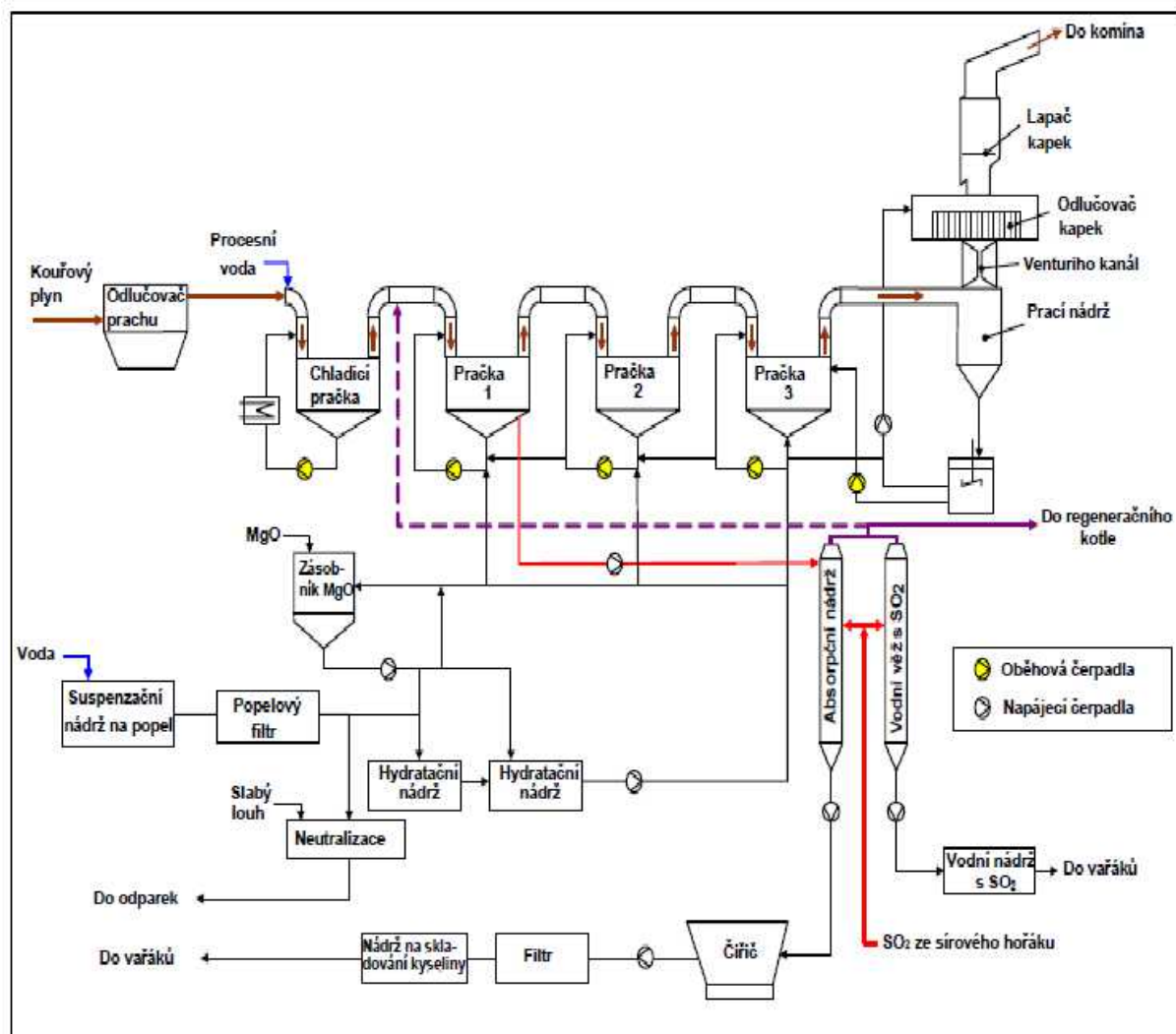
Chemikálie používané vo fermentore sa objavujú v spalínach ako ľahký popolček MgO a vápno ako SO_2 . MgO sa regeneruje v mokrom skruberi na suspenziu MgOH , ktorá reaguje so SO_2 vznik čerstvej kyseliny varnej (roztoky). V sulfitových celulózkach regeneračné zariadenie súčasne vykonáva úlohy čistenia spalín a regenerácie varných chemikálií.

Odlučovanie prachu (látok) prebieha v elektrostatickom odlučovači alebo viacstupňovom cyklóne. Tieto sú zvyčajne dimenzované tak, aby upravený plyn vystupoval zo systému s maximálnym obsahom 50 mg prachu/ Nm^3 .

V procese výroby siričitanu horečnatého sa prach zadržiavaný v ESP skladá najmä z MgO , ale obsahuje aj menšie množstvá zlúčenín Ca , Na alebo Ca . Regeneračný popol MgO je rozpustený vo vode a prečistený premývaním a kalením vznikom Mg(OH)_2 ktorý sa potom používa ako alkalický prací roztok vo viacstupňových práčkach na Regeneračný proces sírovej zložky kuchynských chemikálií. Po odstránení prachu sa plyny ochladzujú prechodom cez chladiaci skruber, ktorý pracuje s vodou, a potom vstupujú do trojstupňového alebo viacstupňového skrubera plynov, kde sa emisie SO odstraňujú. Roztok Mg(OH)_2 ako čistiace činidlo sa presúva proti prúdu k toku dymových plynov bohatých na SO_2 a premieňa sa na hydrogensiričitan horečnatý $\text{Mg(HSO}_3)_2$. Roztok sa preplachuje v prvej práčke s najvyššou úrovňou SO_2 . Jednotlivé úrovne práčky sú riadené a podrobené kontrole podľa hodnoty pH. Produkty práčok sú zriedené kyseliny. Roztok NO_2 sa vráti do prípravku kyseliny, kde sa pridá SO_2 .

Pri sulfitovom procese na báze amoniaku (amoniak) sa amoniaková báza (NH_3) nemá regeneračný proces, pretože sa počas pálenia rozkladá na dusík. V tomto prípade je 100 % čerstvý NH_3 ako premývacie činidlo.

Na obrázku 4.52 je znázornená zjednodušená prevádzková schéma zariadenia na odsírenie spalín spolu s jeho začlenením do prípravy chemikálií na varenie.



Obrázok 4.52: Zjednodušená prevádzková schéma zariadenia na odsírenie spalín (viacstupňový skruber a koncový skruber) a jeho integrácia do prípravy chemikálií na varenie

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Použitím tejto techniky sa väčšina kuchynských chemikálií zhodnocuje, čo vedie k značným úsporám surovín. Regeneračný proces chemikálií (v prípade procesu so siričitanom horečnatým) zároveň znižuje emisie prachu (látok) takmer na nulu a plyny, pôvodne veľmi bohaté na SO₂ sa čistia na úroveň približne 100 - 300 mg SO₂/Nm³.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Vo všetkých sulfitových celulózkach sa používajú rôzne druhy skruberov na regeneráciu SO₂ ktoré regenerujú chemikálie z výluhu. Rýchlosť regenerácie SO pri sušení² možné je, že hodnota bude 99,4 až 99,8 % v porovnaní s neupravenými emisiami pochádzajúcimi z regeneračného kotla.

Pokiaľ ide o údaje o emisiách z regeneračných kotlov sulfitových celulózok, vo väčšine zariadení je potrebné rozlišovať medzi dvoma rôznymi prevádzkovými stavmi: "normálne prevádzkové podmienky" a "obdobie prania v kyseline" (oplachovanie a Úprava inkrustácií v premývacích práčkach). V druhom prípade ide o prevádzkový režim, v ktorom sa čistia skrubery, aby sa zabránilo vzniku síranu horečnatého (MgSO₃). Tvorba nežiaduceho, ťažko rozpustného MgSO v potrubíach, nádržkách a premývacích skruberoch ktoré bez pravidelnej Úpravy časom vedú k upchávaniu a tvorbe inkrustácií. Priebeh "kyslého režimu" je charakterizovaný plynmi obsahujúcimi SO₂ sa vypúšťajú do práčky, ktorá je v prevádzke bez pridávania Mg(OH)₂ do práce kvapaliny cirkulujúcej v práčkach. Znižuje sa hodnota pH a rozpúšťanie siričitanu horečnatého. Priebeh čistiacych cyklov práčky vedie k zvýšeniu emisií, pretože jeden

z práčok alebo koncová práčka nefunguje a musí byť nahradená ostatnými práčkami. Bežná frekvencia a časové intervaly prevádzky s kyselinou sú približne 12-krát ročne a celkovo približne 96 hodiny ročne, v priebehu ktorých jedna práčka nie je v prevádzke a odsírenie spalín zabezpečujú ostatné práčky. Celkovo je možné, že umývanie kyselinou trvá približne 8 hodiny mesačne a cyklus čistenia môže trvať 6 hodiny. Práčky pracujúce pri vyššom pH zvyčajne majú vyššie potreby po kyslom plákaní. Nemecká celulózka napríklad uviedla, že pre poslednú techniku po štvorstupňových práčkach, ktorá pracuje pri najvyššej hodnote pH (sulfitová fáza), je maximálny povolený čas prevádzky na jedno čistenie v "kyslej prevádzke" 9 hodiny a nesmie prekročiť celkovo 365 hodín za rok. Iné prevádzky slúžia aj na kratšie časové intervaly na preventívne preplachovanie práčok. Výsledky údajov, ktoré nahlásili celulózky, sú uvedené na obrázku 4.53.

Čistenie zariadenia na odsírenie spalín môže prebiehať postupne alebo s úplne odstavenými práčkami počas priebehu čistenia. Druhá možnosť vedie k najvyšším emisiám, a preto niektoré celulózky museli modernizovať svoje procesy, napr. pridaním ďalšej techniky, aby zabezpečili, že bude vždy v prevádzke dostatočný počet práčok. Bez ohľadu na preventívne úpravy zariadenia na odsírenie spalín raz alebo dvakrát ročne prebieha počas ročnej odstávky kompletná údržba alebo kontrola zariadenia.

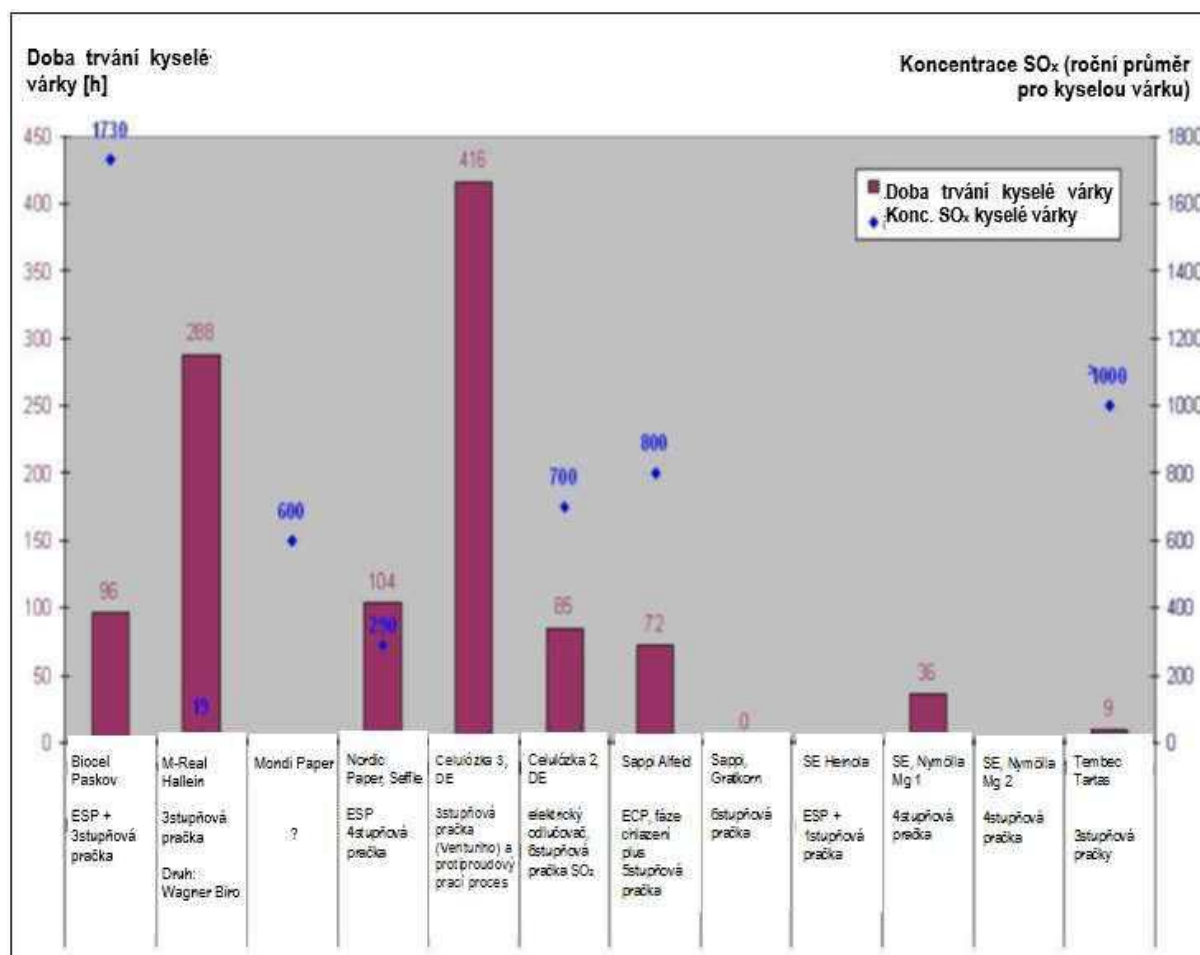
Vo väčšine prípadov sa nahlasovanie emisií vo forme úrovni ($\text{mg SO}_2/\text{Nm}^3$) sa musia zohľadniť dva rôzne prevádzkové stavy. Naopak, špecifický obsah SO_2 vyjadrený ako SO_2/ADt zvyčajne pokrýva všetky prevádzkové režimy v priebehu roka, a preto zahŕňa všetky prevádzkové podmienky. Napríklad v Nemecku a Rakúsku sú predpísané rôzne limitné hodnoty pre "normálne prevádzkové podmienky" a "mimoriadne čistiace operácie".

Odchýlky od opísaných systémov kontroly sušenia sa uplatňujú vo všetkých celulózkach na báze sulfitových.² Rôzne efektívnosti sú uvedené pre SO_2 . SO_2 závislosti na konštrukcii a prevádzke práčok spalín. Emisie prachu sú závislé aj od prevádzky lapača kvapiek za koncovou práčkou a od druhov dreva, ktoré boli použité (pozri príklad 2 priamo). Úroveň emisií uvoľneného oxidu siričitého je súvisiacim faktorom s systémom spätnej regenerácie výluhov (pozri obrázok 4.30). Spaliny zo spaľovania koncentrovaného čierneho výluhu obsahujú značné množstvo SO_2 ktoré sú závislé od sulfidity výluhu. Na obnovu čistejšieho SO_2 (a nie len hydrosulfítov) a na zhustenie kvality získanej surovej kyseliny niektoré celulózky zaviedli fázu skvapalňovania SO_2 ktorý skvapalňuje odpadový plyn obsahujúci silný SO_2 z fermentorov (dva závody v Nemecku a Rakúsku). Ďalšia, aj keď nákladnejšia technika na získavanie väčšieho množstva SO_2 zo spalín je separácia siričitanu horečnatého a jeho premena na horčík a kvapalný SO_2 v samostatnej peci (jeden závod v Rakúsku). Toto opatrenie tiež znižuje potrebu pridávania čerstvého oxidu siričitého, čo je v niektorých prípadoch možné, a môže obmedziť obsah SO_2 z plynov.

Na kontrolu týchto emisií je potrebný správny návrh a prevádzka všetkých zariadení na reguláciu emisií (multicyklón alebo elektrostatický odlučovač, viacstupňové skrubery).

Počas bežných prevádzkových podmienok je priemerná denná hodnota 100-300 $\text{mg SO}_2/\text{Nm}^3$ pri referenčnom obsahu kyslíka 5 %. Oxid siričitý sa nepretržite meria a ukladá do počítača, ktorý zaznamenáva profil emisií on-line.

Priebeh pravidelného preplachovania a čistenia práčok v kyslej prevádzke² v spalínach a je možné vyskytnúť priemerné denné hodnoty 300 - 500 mg/Nm^3 s niektorými vyššími hodnotami až do 650 $\text{mg SO}_2/\text{Nm}^3$ referenčný obsah kyslíka 5 %. Niektoré celulózky hlásia mierne vyššie hodnoty SO_2 najmä priebehu Úpravy. Časový interval úpravy práčky je zvyčajne raz alebo dvakrát mesačne a najmenej 6-12 hodiny. Režim "kyslej prevádzky" nemá vplyv na emisie prachu.



Obrázok 4.53: Hlásené trvanie prevádzky s kyselinou

V niektorých závodoch sa vyskytujú priemerné denné emisie prachu (tuhých častíc) 5-20 mg/Nm³ SO pri referenčnom obsahu kyslíka 5 %. Vo väčšine prípadov sa prach pravidelne meria využitím jednotlivých meraní.

Pokiaľ ide o emisie prachu, treba vziať do úvahy, že koncentrovaný výluh je jemne rozptýlený v spaľovacej komore Regeneračného kotla. Tvorba aerosólov môže slúžiť na odstránenie oxidovaných zlúčenín Na a K, ktoré v niektorých prípadoch nedajú úplne odstrániť pri následnom mokrom čistení plynov. Okrem tvorby aerosólov (veľkosť častíc < 1 µm), ktorá závisí od prísunu alkalických kovov s drevom a teploty pálenia, ovplyvňuje účinnosť odstraňovania prachu zo skrubero aj prísun čerstvej vody do posledného skrubera a účinnosť posledného lapača kvapiek pred vstupom vyčisteného plynu do komína. Prípadoch celulózok uvádzajú o niečo vyššie emisie prachu, napr. 30 mg/Nm³ dôvodom vyššieho obsahu draslíka v niektorých druhoch dreva, napr. v buku. Obsah draslíka v buku je dvakrát vyšší ako v smreku (1 045 mg/kg dreva v porovnaní s 510 mg/kg dreva). V závodoch s vyššou hladinou K₂NO₂O v koncentrovanom výluhu (napr. keď sa predovšetkým používa buk), sú skrubery spalín využívajúce princíp protiprúdu účinnejšie pri znižovaní prachu ako skrubery s Venturiho stupňami [277, Loquenz 2007].

Dva uvedené príklady sušenia: menšia celulózka na výrobu sulfitovej buničiny (50 000 t/rok) a nedávno nainštalovaný regeneračný kotol so systémom chemickej rekuperácie.

Príklad 1: Mondi Neusiedler GmbH a Ybbstaler Zellstoff GmbH

Závod Mondi Neusiedler v Rakúsku je príkladom malej celulózky na výrobu sulfitovej buničiny, ktorá vyrába približne 50 000 ton Bieleného sulfitového papiera na výrobu papiera z drevných vlákien (svetlosť ISO 84 % až 88 %) a približne 100 000 ton nenatieraného bezdreveného papiera. Závod prevádzkuje trojstupňový skruber s veľmi malým počtom "kyslých režimov", pretože presunulo údržbu skrubera a potrubia na dve pravidelné odstávky v priebehu roka. Väčšie celulózky majú jeden alebo dva ďalšie čističe spalín a každý mesiac prepínajú jeden čistič do režimu preventívnej "kyslej údržby". Podrobnosti o týchto malých celulózkach sú uvedené priamo.

i) Základné údaje

V celulózke sa používa kyslý hydrosulfitový proces rozvlákňovania; bielenie TCF (postupnosť bielenia je EOP-P-P); čistá výroba buničiny v roku 2008 bola 50 000 ADt; používa sa len drevná štiepka; percentuálny podiel použitých drevín je 98 % smreka a 2 % jedle); ako bázičky prostriedok sa používa oxid horečnatý; pH vo fermentoroch je 2; rok výroby ESP a techniky je 1987; prietok plynu je 6 600 Nm³/ADt (suché, normálne prevádzkové podmienky), čo zodpovedá 880 000 Nm³/deň; do plameňa sa pridáva malé množstvo zemného plynu na podporu pálenia (1 500 Nm³/deň).

ii) Použité techniky na znižovanie emisií

Úprava spalín pozostáva z elektrostatického odlučovača a protiprúdovej trojstupňovej práčky. Sú nainštalované tri Venturiho práčky. V prípade malej celulózky sa toto číslo považuje za dostatočné, pretože prietok plynu v regeneračnom kotli sa v priebehu prevádzky s kyselinou znižuje. Žiadna práčka nepretržite nepracuje v režime údržby. Namiesto toho sa približne raz za mesiac jeden Venturiho skruber čistí roztokom kyseliny štyri až osem hodín, počas ktorých pracujú iba dva skrubery s zníženou kapacitou regeneračného procesu kotla. Okrem toho má celulózka každý rok dve troj- alebo štvordňové odstávky, počas ktorých prebieha mechanické čistenie a údržba práčok.

iii) Vyskytnuté emisie

Celulózka vykázala v roku 2008 emisie počas bežných prevádzkových podmienok a počas obdobia prevádzky s kyselinou. V druhom prípade ide o prevádzkový režim, v ktorom sa skrubery čistia od inkrustácií (MgSO₃, CaSO₄). Počas tohto kyslého režimu sú plyny bohaté na SO₂ sú vypúšťané do práčok, ktoré pracujú bez pridávania Mg(OH)₂ do práce kvapaliny. Pracím médiom cirkulujúcim v práčkach je len voda, ktorá čiastočne absorbuje SO₂ zo spalín, čím sa menia podmienky na kyslé a umyjú sa povrchy a dýzy práčky. Preto sa emisie zvyšujú priebehu čistiacich cyklov práčky. V tomto prípade sa režim kyselín bežne nepoužíva, avšak bežne sa používa, keď sa zvýšia úrovne emisií. V priemere len dve práčky pracujú štyri až osem hodín raz za mesiac a tretia sa čistí roztokom kyseliny. Limitná hodnota SO₂ priebehu tohto obdobia je 600 mg/Nm³. Namerané hodnoty môžu v niektorých prípadoch vyskytnúť sa na úrovniach emisií 400-600 mg SO₂/Nm³. Ak merania prekročí tento limit, prebieha osobitné oznámenie. Celkový počet udalostí nahlásených v roku 2008 zahŕňal 18 krátkodobých špičiek (polhodinové hodnoty). Priemer ročného špecifického obsahu SO₂ (SO₂/ADt) pokrýva všetky prevádzkové režimy v priebehu roka. Priebeh prevádzky s kyselinou neukazuje žiadne zmeny v únikoch VOC/prachu.

Tabuľka 4.29: Emisie do ovzdušia pri 5 % kyslíka z regeneračného kotla malej rakúskej celulózky, ktorá vyrába 50 000 ADt buničiny ročne na výrobu papiera

Referenčné obdobia	SO ₂	Prach/TZL	Prietok plynu	SO ₂ (ako SO ₂)	Prach/TZL	SO ₂
	Bežná prevádzka: ESP + tri práčky					Kyslá prevádzka (0-8 hodiny/mesiac): ESP + dve práčky
jednotiek	mg/Nm ³	mg/Nm ³	Nm ³ prietok	prietok	prietok	mg/Nm ³
Medzná hodnota (1)	300	40				600
Priemerná ročná hodnota	75	1	6 581	0,48	0,004	
Mesačná priemerná hodnota	14-179	1		0,09-1,14	0,004	
6 mesiacov s nižšími hodnotami	14-55	1		0,09-0,38	0,004	
6 mesiacov s vyššou hodnotou	68-179	1-5		0,44-1,14	0,004	
Priemerné denné hodnoty	14-300	1-5	6 087-7 275	--	--	0-8 hodín/mesiac: 400-600

Poznámka:

(1) Limitné hodnoty emisií a namerané hodnoty vrátane prietoku plynu sa vzťahujú na denné priemery a normálne podmienky (0 °C, 1 013 mbar, menej vodnej pary (suchý plyn)). Referenčný obsah kyslíka je 5 %. Podľa rakúskeho zákona o ochrane ovzdušia nesmie 95 % všetkých denných priemerov prekročiť určenú koncentráciu hmotnosti.

Po dôkladnej údržbe práčok dvakrát ročne počas pravidelných odstávok sa SO₂ sú úrovne približne 15 - 20 mg/Nm počas niekoľkých týždňov. Postupom času sa úrovne emisií zvyšujú na vyššie hodnoty. Obvyklé priemerné denné hodnoty sú 20-100 počas 10 mesiacov v roku (v roku 2008). Úrovne emisií môžu dosiahnuť maximálnu hodnotu 450 mg/Nm³ počas jedného alebo dvoch dní prevádzky. Ak k tomu dôjde, znamená to, že potrubie alebo časť práčky je upchatá usadeninami, ktoré sa musia okamžite odstrániť. V tomto čase sú v prevádzke len dve práčky, a preto je v nich vyšší obsah SO₂.

Emisie prachu sa kontinuálne nemerajú (nie sú monitorované), pretože sa takmer úplne zachytávajú pomocou ESP a trojstupňových práčok. V tomto závode odstraňujú mokré skrubery prach veľmi účinne až na nezistiteľné úrovne.

Príklad 2: Lenzing AG

Toto je príklad regeneračných kotlov, ktoré boli priamo nainštalované v sulfitovej celulózke, vrátane súvisiacich zariadení na regeneráciu chemikálií (2007). Lenzing AG, Rakúsko, je celulózka špecializovaná na výrobu chemické buničiny pro viskózu. Existujú aj iné celulózky, ktoré dosiahnu podobnú úroveň výkonu. Väčšina z nich má však vyššiu koncentráciu SO_2 v "kyslom režime".

i) Základné údaje

V celulózke sa používa kyslý hydrosulfitový (bisulfitový) proces na výrobu buničiny pre textilný priemysel; čistá výroba buničiny v roku 2008 bola 246 411 ton absolútnej sušiny/rok alebo 273 790 ton vzdušnej sušiny/rok; používa sa 100 % bukového dreva; ako bázičský materiál sa používa horčík; pH vo fermentačných kotloch je 1,2-1,5; v roku 2007 bol nainštalovaný nový Regeneračný kotol; prietok plynu v novom kotle je 8 200 Nm^3/ADt (suché, normálne prevádzkové podmienky), čo zodpovedá 130 900 Nm^3/h (pri 5 % O_2); do plameňa sa pridáva malé množstvo zemného plynu a vykurovacieho oleja na podporu pálenia.

Pri posudzovaní údajov o špecifických emisiách z regeneračného kotla je potrebné vziať do úvahy, že v lokalite sú v prevádzke tri regeneračné kotly rôzneho veku a druhu. Tie majú rôzne hodnoty SO_2 . Najstarší a konkrétne najhorší regeneračný kotol pracuje v záložnom režime. Nový regeneračný kotol pracuje na 50 % kapacity.

ii) Použité techniky na znižovanie emisií

Systém úpravy spalín na znižovanie obsahu MgO a SO_2 pozostáva zo štyroch technologických jednotiek: 1) suchý odlučovač prachu (viacstupňový cyklón), ktorý oddeľuje suchý MgO používaný na neutralizáciu výluhu z fermentora; 2) chladiaci skruber, ktorý nasycuje plyny vodou a zabezpečuje odstránenie ďalšieho MgO jeho hydratáciou na $\text{Mg}(\text{OH})_2$; 3) plyny vystupujúce zo saturátora vstupujú do protiprúdového štvorstupňového Venturiho skrubera s dvoma bisulfitovými a dvoma monosulfitovými práčkami (plus chladiaca práčka, ktorá ochladzuje vstupujúce plyny); 4) riedka suspenzia (suspenzia) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ sa oddeľuje od vody v čistiacej nádrži a potom sa používa ako pracia kvapalina pre práčky.

Mokrý absorpčný systém (viacstupňový dvojprietokový skruber) pozostáva z bisulfitovej úrovne s dvojitém prietokom zhora nadol, vybavenej cirkulačnými čerpadlami; druhej bisulfitovej úrovne s prietokom nahor, následne dvadsaťpäťpercentnej monosulfitovej úrovne a dvadsaťpäťpercentnej monosulfitovej úrovne. Injektovaný roztok $\text{Mg}(\text{OH})_2$ je absorbovaný plynami a odstránený následne lapačom kvapiek, odkiaľ sa recirkuluje. Dva monosulfitové (siričitanové) stupne sú zapojené do série a pracujú pri pH 6,9 a 7. Prevádzajú konverziu sušenia a $\text{Mg}(\text{OH})_2$ na takmer nerozpustný siričitan horečnatý (MgSO_3). Všetky Venturiho práčky majú vnútorný obeh roztoku $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Kryštalický (MgSO_3) sa dávkuje do druhého disiričitanového stupňa a odtiaľ do prvého disiričitanového stupňa, kde sa vo veľkej miere mení na $\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$, upravenej surovú kyselinu.

Za normálnych prevádzkových podmienok pracujú absorpčné stupne sériovo. Absorbéry sa pravidelne upravujú v "kyslom režime" na odstránenie inkrustácií. Počas čistenia jednej z monosulfitových fáz sa SO_2 ; SO_2 môžu sa vyskytnúť v množstve 650 mg/Nm^3 . Za normálnych okolností trvá cyklus čistenia približne 12 hodín pre prvú a 18 hodín pre druhú monosulfitovú fázu a prebieha raz, dvakrát mesačne.

iii) Dosahované emisie

Celulózka vykázala v roku 2008 emisie počas bežných prevádzkových podmienok a počas obdobia prevádzky s kyselinou. Priemerná ročná hodnota špecifického zaťaženia SO_2 vyjadrená ako SO_2/ADt zahŕňa všetky prevádzkové režimy v priebehu roka. Úrovně emisií uvedené v tabuľke 4.30 sa vzťahujú len na najnovší regeneračný kotol nainštalovaný v roku 2008, ktorý má 50 % pálenia celkového množstva vyrobeného hustého lúhu. Efektívnosť znižovania SO_2 priebehu bežnej prevádzky je približne 99,8 %; pri znižovaní prachu približne 95 %. Emisie oxidu siričitého sa merajú nepretržite automatickými analyzátormi a zvyčajne sa pohybujú v rozmedzí 20-80 $\text{mg SO}_2/\text{Nm}^3$ ako priemerná denná hodnota (5 % O_2). Vyššie priemerné denné hodnoty približne 150-350 $\text{mg SO}_2/\text{Nm}^3$ alebo polhodinové namerané hodnoty môžu vyskytnúť až 650 $\text{mg SO}_2/\text{Nm}^3$.

Vyššie hodnoty sa zisťujú 1-2 dni v mesiaci (pozri vyššie). V priebehu tohto času sú v prevádzke len tri práčky.

Tabuľka 4.30: Emisie do ovzdušia z regeneračného kotla vybaveného päťstupňovými skrubermi vo veľkej rakúskej celulózke vyrábajúcej 273 790 ton viskózovej buničiny ročne pre textilný priemysel

	SO ₂ (ako SO ₂)	Prach/TZL	Prietok plynu	SO ₂ (ako SO ₂)	Prach/TZL	SO ₂ (ako SO ₂)	Prach/TZL
	Normálna prevádzka: multicyklóny + štyri práčky					Kyslá prevádzka (1-2 dni/mesiac): cyklóny + tri práčky	
jednotiek	mg/Nm ³	mg/Nm ³	kNm ³ prietok	ADt	ADt	mg/Nm ³	mg/Nm ³
Medzná hodnota (1)	300	50		--	--	650	50
Január	53	22	130,3				
Február	35	22	124,5				
Marec	31	22	131,7				
apríl	64	22	142,6				
Máj	67	22	138,6				
jún	85	22	129,4				
Júl	45	22	121,4				
August	27	22	124,1				
September	33	22	133,5				
Október	56	22	123,9				
November	59	22	133,7				
December	57	22	135,9				
Priemerná ročná hodnota	52	22	130,9	0,42	0,18		
Priemer mesačnej hodnoty	27-85 (zahnuté všetky prevádzkové režimy)	22					
Priemerná denná hodnota	20-80(*)	22				150-350	22

Poznámka:
 (1) Limitné hodnoty emisií a namerané hodnoty vrátane prietoku plynu sa vzťahujú na denné priemery a normálne podmienky (0 °C, 1 013 mbar, menej vodnej pary (suchý plyn)). Referenčný obsah kyslíka je 5 %. Podľa rakúskeho zákona o ochrane ovzdušia nesmie žiadny z denných priemerov prekročiť stanovenú hmotnostnú koncentráciu.
 (*) Priemerné denné hodnoty sa vzťahujú na bežné prevádzkové podmienky v roku 2008. Pri režime prevádzky s kyselinou sú priemerné denné hodnoty uvedené v pravom stĺpci. Priebeh režimu kyslej dávky môže spôsobiť, že polhodinové namerané úrovne emisií môžu vyskytnúť v množstve 650 mg SO₂/Nm³.
 Zdroj: [267, Lenzing 2009]

Posudzovanie nameraných údajov prebieha on-line Použitím počítačového systému. O₂, SO₂, NO_x CO sa merajú on-line. Prach/TZL meria raz ročne externé laboratórium. Zaznamenaná sa množstvo paliva a vypočíta sa zodpovedajúci prietok plynu. Vynásobením špecifikovaného prietoku plynu (Nm³/h) počtom prevádzkových hodín sa priamo získa znečistenie vypúšťané do ovzdušia.

Potrebné je poznamenať, že pri výrobe chemickej buničiny je výťažnosť buničiny nižšia ako pri výrobe papierovej buničiny. V dôsledku toho je množstvo produkovaného hustého výluhu vyššie a špecifický prietok plynu (Nm³ADt). Tento vplyv by sa mal zohľadniť pri porovnávaní špecifického zaťaženia ovzdušia z rôznych regeneračných kotlov pre celulózky sulfítové.

V modelovej celulózke sú celkové emisie prachu (TZL) z regeneračného kotla po vyradení práčok približne 0,2 kg/ADt. Predovšetkým vyššie emisie prachu sú spôsobené dvojnásobným obsahom draslíka v buku v porovnaní so smrekom (1 045 mg/kg dreva v porovnaní s 510 mg/kg dreva). V spaľovacej komore sa K_2SO_4 ktorý sa v kotli rýchlym ochladením mení na aerosól. Aerosól síranu draselného sa nedá odstrániť ani v päťstupňovej mokrej práčke, ako je opísané vyššie. Znižovanie zvyšných emisií prachu je možné len znížením teploty v spaľovacej komore. Analýza distribúcie veľkosti častíc uvoľneného prachu ukázala veľmi malé veľkosti častíc: 70-95 % prachu má veľkosť častíc 0,8 μm alebo < 0,8 μm . Analýza chemického zloženia uvoľneného prachu ukázala vysoký podiel K a Na a veľmi nízky podiel Mg, hoci horčík sa používa ako absorpčný roztok v premývacích práčkach. Veľmi veľa prachu tvoria bielené; z kationov má najväčší podiel draslík.

Vyskytnuté emisie modelových európskych mlynov, ktoré prešli procesom zavedenia elektrostatických odlučovačov (ESP) alebo multicyklónov do prevádzky

Emisie z kotlov na regeneráciu siričitanov v celulózkach, ktoré sú v prevádzke a zaviedli redukcii prachu (ESP alebo multicyklóny) a viacstupňové práčky alebo protiprúdové práčky na SO_2 a anorganického prachu zo spalín sú zhrnuté v tabuľke 4.31. Údaje v Tabuľke pochádzajú z vyplnených dotazníkov a z osobnej komunikácie s prevádzkovateľmi celulózok. Celkové emisie zahŕňajú pomocné kotly ani kotly na kôru. Zoznam mlynov je výberom prosperujúcich mlynov, ktoré mali alebo poskytli údaje, a preto tento zoznam nie je úplný. Odber vzoriek a analýzy prebiehali v súlade s opatreniami na zabezpečenie kvality uplatňujúcimi sa v priamo dotknutých krajinách. Ďalšie podrobnosti o meraniach (Monitorovaní) nájdete v oddieli 2.2.2.2. Emisie plyných zložiek sa stanovili štandardizovanými metódami merania, t. j. prostredníctvom úradne schválených meracích prístrojov. Možno konštatovať, že v niektorých prípadoch má počet stupňov odsírenia menší vplyv na úroveň emisií ako dizajn skrubero (vnútorný a vonkajší okruh, vzostupný/spodný tok, lapače kvapiek) a prevádzka (pH, prietok, úroveň koncentrácie pracieho roztoku, skutočné zaťaženie v porovnaní s maximálnou projektovanou kapacitou) alebo údržba absorpčných stupňov (postupnosť a režimy čistenia). Efektívne systémy zaručujú úzky kontakt medzi absorpčným roztokom a prietokom spalín. Relatívne krátke časové intervaly pre "režim čistenia" práčky môžu slúžiť na zvýšenie hodnoty SO_2 a naopak.

Tabuľka 4.31: Príklady emisií do ovzdušia z regeneračných kotlov prípadov celulózok v Európe, okrem emisií z pomocných kotlov (referenčný rok: 2008)

Závody	Prach (1) (mg/Nm ³)	Rozsah denných hodnôt SO_2 (2) (mg/Nm ³)		Priemer ročného obsahu SO_2 (3) (mg/Nm ³)	SO_2 z regeneračných kotlov (4) (kg sušenie ² ADt)	Druhy odsírenia: počet fáz, typ (Venturiho/protiprúdová práčka)
		Normálna prevádzka	Režim čistenia			
#2, deň	22	107	500/1 000	144	0,56	ESP + 5-stupňová práčka
#2, deň	4	Žiadne údaje		131	0,77	ESP + 5-stupňová práčka
#1, AT	Žiadne údaje	15-80	200-300	Žiadne údaje	0,31	ESP + 3-rýchlostné práčky
#2, AT	1	15-100	200-300	75	0,48	ESP + 3-rýchlostné práčky
#3, AT	22	20-80	150-350	52	0,21	Multicyklón, skruber + 4- stupňová práčka
# 1, SE	0	Žiadne údaje		Žiadne údaje	0,36	ESP + 6-stupňová práčka
# 1, PT	27	Žiadne údaje		16	0,1	ESP + 5-stupňová práčka
# 1, CZ	10-13	13-329	Žiadne údaje	156	0,56	ESP + 3 Venturiho práčky

Poznámka:

(1) Pravidelne sa vykonávajú merania emisií prachu. Údaje sa vzťahujú na priemer za obdobie odberu vzoriek (napr. 6-8 hodiny); ak je k dispozícii, je uvedený rozsah nameraných hodnôt. Referenčný obsah kyslíka je 5-6 %.

(2) Údaje sa vzťahujú na normálne prevádzkové podmienky a zahŕňajú chyby merania alebo zariadenia. Ak je to praktické, údaje sú uvedené osobitne pre normálnu prevádzku a pre režim dávkovania kyseliny, ktorý sa zvyčajne používa približne raz za mesiac pri čistení práčok.

(3) Priemerná ročná hodnota z kontinuálnych meraní; referenčný obsah kyslíka je 5-6 %.

(4) Vypočítané z prietoku spalín, dní prevádzky, úrovne koncentrácie a čistej výroby (ADt). Priemerné ročné hodnoty špecifického zaťaženia sa vzťahujú na SO_2 -S a nie na SO_2 .

Zdroj: [236, COM 2009]

Medzizložkové vplyvy

Rozsiahle negatívne účinky medzi jednotlivými zložkami sa neočakávajú. V prípade procesu s použitím siričitanu horečnatého sa látky znečisťujúce spalinu zhodnocujú a znovu používajú ako chemikálie na varenie. Oddelený popolček (hlavne MgO a v menšej miere Na_2O , K_2O a CaO , ako aj ich sírany a chloridy, kremičitany a zlúčeniny železa) sa suspenduje vo vode, hydrolyzuje a vyrobený $\text{Mg}(\text{OH})_2$ je regenerovaný z dna hydratačných nádrží. Prepad obsahuje najmä anorganické zložky a vypúšťa sa do čističky odpadových vôd.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Opatrenia na zníženie emisií SO_2 možno považovať za integrovanú techniku, pretože kvapaliny používané v premývacích skruberoch ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) a vylúhovaný SO_2 znova používajú v procese ako chemikálie na varenie. Táto technika je uplatniteľná pre nové aj existujúce mlyny.

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne súvisiace údaje.

Dôvody implementácie

Regenerácia SO_2 pri pálení výluhu je potrebná na prípravu varnej kyseliny (roztoku) a prebieha z ekonomických a ekologických dôvodov. Zvyčajne však existujú lepšie systémy na ďalšie zníženie potenciálu okyslenia SO_2 . Výkonnejšie systémy sa vyznačujú ďalším pridaným stupňom čistenia pre SO_2 .

Príklady závodov

Podobné systémy používajú mnoho zariadení v Európe.

Literatúra

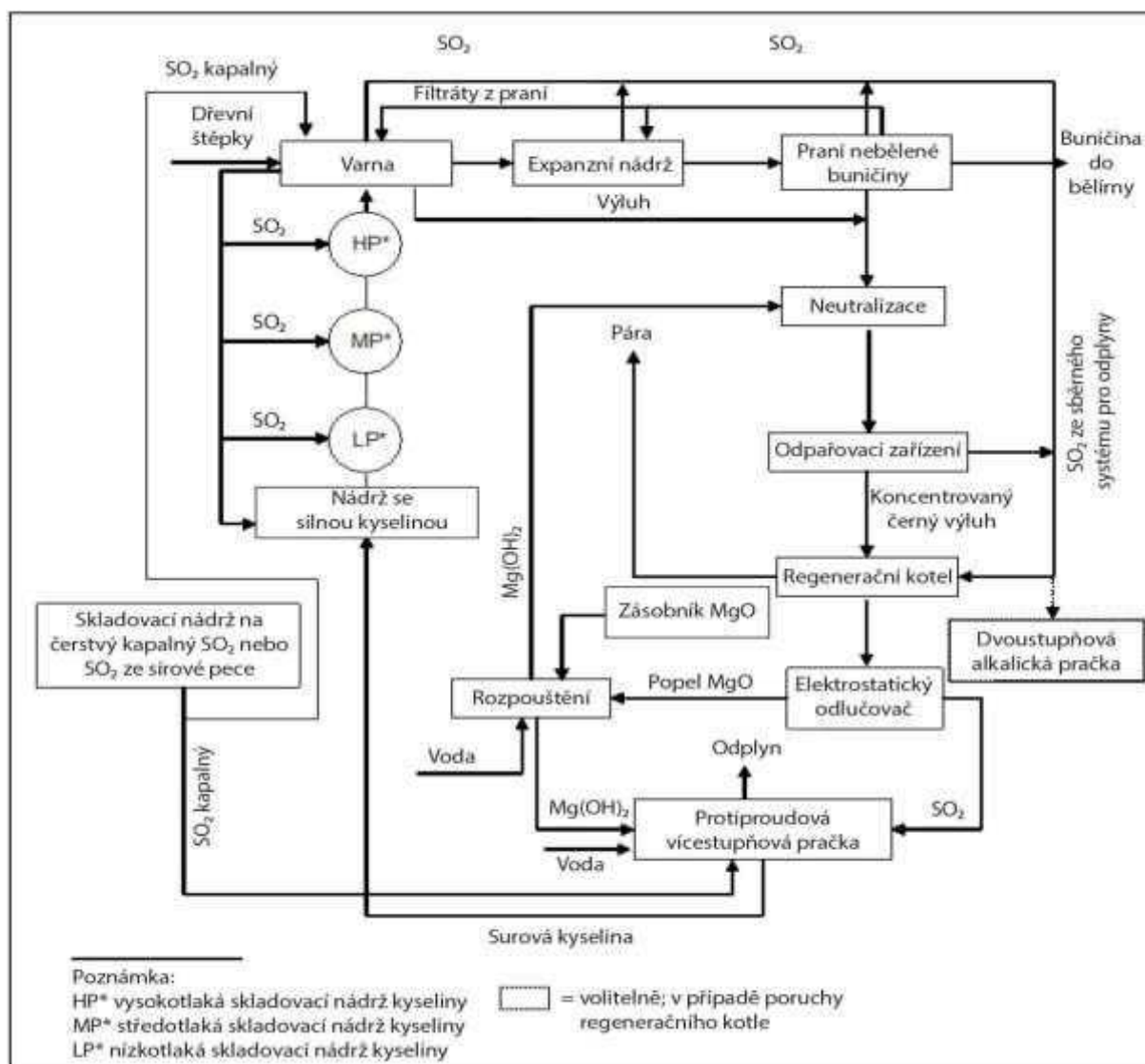
[236, COM 2009], [267, Lenzing 2009], [správa SEPA 4008, 1992], [údaje z návštevy prevádzky 2009].

4.3.22. Zachytávanie emisií zápachajúcich plynov a difúzneho prevádzkového SO_2 z procesu a spaľovania v regeneračnom kotle alebo prania v práčkach

Opis

Okrem regeneračného kotla a kotla na kôru sú možné aj ďalšie významné potenciálne zdroje SO_2 : prchavé emisie, napr. vedľajšie plyny z výroby kyselín, fermentorov, difúzorov alebo expanzných nádrží. Vyššie hodnoty SO_2 sa môže uvoľňovať počas premývania nebielenej buničiny. Čím vyššia je koncentrácia SO_2 vo vriacej kyseline, tým vyššia je možnosť prchavých emisií z procesov. Napríklad plyny odvádzané z fermentora (pozri obrázok 4.54) obsahujú významný podiel oxidu siričitého, ktorý sa musí do fermentora dodávať ako varná chemikália. Z ekonomických a environmentálnych dôvodov sa zvyčajne zachytávajú a regenerujú v absorpčných nádržiach s rôznymi úrovňami tlaku. SO_2 emitovaný pri premývaní a triedení a pri vypúšťaní odpadu je možné regenerovať jeho zachytávaním a privádzaním do Regeneračného kotla vo forme spaľovacieho vzduchu. Oxid siričitý sa potom získava zo spalín (odpadových plynov) Regeneračného kotla pomocou protiprúdových viacstupňových skruberov a znovu sa používa ako kuchynská chemikália (pozri obrázok 4.54). Prepad sa môže vypúšťať do jednostupňovej alebo dvojstupňovej alkalickéj techniky (NaOH) navrhutej ako záložný systém, ktorý sa môže plniť SO_2 . Táto úprava plynu neprichádza do úvahy v prípade celulózk, ktoré používajú vápnik ako bázu a nemajú prevádzku regeneračnej jednotky, ale vyrábajú produkty zo všetkých sulfitových výluhov. Opatrenia na kontrolu rozptýlených emisií prevádzkových emisií SO_2 zahŕňajú regeneráciu a zvýšenie využitia plynného SO_2 zo stripovania po Odparovaní ako chemikália na varenie. Určité menšie množstvá SO_2 (veľké objemy, nízke úrovne) sa vypúšťa do skruberových systémov. To znamená, že v prípade celulózky na báze vápnika s koncepciou bioraфинérie musia byť rozptýlené emisie z fermentora a výroby etanolu na rovnakej úrovni ako emisie z celulózky na báze rozpúšťadiel so systémom regenerácie.

Tvorba zápachajúcich plynov (zapáchajúcich látok) sa odohráva pri rovnakých procesoch ako pri sušení, ktoré sa z uvedených procesov uvoľňujú súčasne. V niektorých celulózkach je nainštalovaný Systém na zachytávanie rôznych plynov pochádzajúcich z rôznych procesov. Väčšina týchto zápachajúcich difúzných plynov sa zachytáva v systéme premývania plynov so slabou koncentráciou a používa sa na spaľovanie v regeneračnom kotli. Tvorba zápachajúcich plynov (zapáchajúcich látok) sa vyskytuje vo varni, odparke, difuzoroch a počas premývania nebielenej buničiny. Zníženie emisií zápachajúcich plynov sa uskutočňuje najmä zachytávaním najvýznamnejších prchavých plynov a ich presmerovaním na pálenie v regeneračnom kotli, kde sa spaliny čistia vo viacstupňových čističkách spalín. Ďalšími opatreniami sú uzávery vody v protitlakovom potrubí z vyhnívacích zariadení alebo práčky plynu pre prchavé emisie z vyhnívacích zariadení. Na obrázku 4.54 sú znázornené hodnoty SO_2 v sulfitovej celulózke a hlavné zdroje rozptýlených emisií SO_2 , ktoré sa zachytávajú a podávajú na pálenie v regeneračnom kotli (obrázok 4.54 nezahŕňa situáciu v zariadeniach, ktoré používajú ako bázu vápnik a neprevádzkujú regeneračný kotol; tieto celulózky používajú na zníženie rozptýlených emisií plynov obsahujúcich SO_2 iné techniky).



Obrázok 4.534: Okruh SO_2 v sulfitovej celulózke a hlavné zdroje rozptýlených emisií SO_2 , ktoré sa zachytávajú a podávajú na pálenie v regeneračnom kotli

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Premývanie splodín z fermentora, premývanie nebielenej buničiny a Odparovanie vedie k výraznému zníženiu emisií SO_2 , ktorý by sa inak vypúšťal do ovzdušia. Toto premývanie tiež šetrí SO_2 , ktorý by sa musel pridať do systému.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Dobre navrhnuté a prevádzkované systémy na zachytávanie procesných plynov obsahujúcich SO₂ musia umožňovať regeneráciu takmer všetkých SO₂ z celulózky. Vákuové jednotky a potrubia musia byť automaticky podrobené kontrole (monitorovaniu), aby sa v prípadoch porúch v systéme zberu plynu okamžite zistili a nahlásili operátorovi v riadiacej miestnosti. Existujú prevádzky, v ktorých záložný systém pracuje v pohotovostnom režime, takže jeho nábehová fáza je veľmi krátka. Ak systém zachytávania plynov funguje týmto spôsobom, nedochádza k významne merateľným rozptýleným emisiám SO₂.

Medzizložkové vplyvy

S touto technikou nie sú súvisiace žiadne rozsiahle negatívne medzisúčiasťkové účinky. Energia potrebná na vákuové zariadenie systému zachytávania plynov je kompenzovaná úsporami chemikálií (čistý SO₂).

Technické kritériá uplatniteľnosti

Túto techniku je možné použiť vo všetkých zariadeniach, nových aj existujúcich, hoci je technicky a ekonomicky náročnejšia na dodatočné zavedenie (vyžaduje si zložitejšiu inštaláciu odplyňovacieho zariadenia a výmenu potrubia).

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Predovšetkým hlavnými dôvodmi na zavedenie BAT sú vnútroštátne právne predpisy o emisiách do ovzdušia a ochrana zdravia pracovníkov (maximálna prípustná úroveň emisií na pracovisku). Výstupné plyny obsahujúce SO₂ z procesu sú z hospodárskeho (SO₂ je kuchynská chemikália) a z environmentálnych dôvodov sa zvyčajne vykonáva regeneračné zaťaženie.

Príklady závodov

Všetky celulózky na výrobu sulfitovej buničiny na báze horčíka v Nemecku a Rakúsku.

Literatúra

Neuvedené.

4.3.23. Opatrenia na prevenciu mimoriadnym prevádzkových udalostí a na obmedzenie následkov havárií

Ako príklad toho, ako sa dá predchádzať nekontrolovaným prevádzkovým podmienkam v sulfitových celulózkach, sú v tejto kapitole opísané bezpečnostné opatrenia pre SO₂ (pozri časť 4.1.6).

Opis

Na kompenzáciu strát je v chemickom okruhu sulfitovej celulózky potrebný oxid siričitý, ktorý tieto straty dopĺňa. Táto požiadavka sa vo všeobecnosti plní dodávaním kvapalného SO₂. Zvyčajne sa skladuje vo vhodných skladovacích nádržiach. Celá časť celulózky, v ktorej sa nachádza proces sušenia, kde sa s ním manipuluje a kde sa používa (vrátane zariadení na dopĺňanie, skladovanie a v niektorých prípadoch skvapalňovanie oxidu siričitého a vrátane kvapalného SO₂), prebieha bezpečnostná kontrola a aktualizuje sa vždy, keď sa vykonajú zmeny. V ostatných častiach celulózky, v prevádzke SO₂, bezpečnostná kontrola prebieha (napr. zariadenia na úpravu zápachajúcich plynov, fermentory, sklady kontajnerov a úseky spalín s vedením do odsírovacieho zariadenia). Možné riziká železničnej prepravy kvapalného SO₂. Verejnosť je informovaná o nebezpečenstve oxidu siričitého a o opatreniach, ktoré sa majú prijať v prípade mimoriadnej udalosti pri prevádzke zariadenia.

Na zodpovedné dodávanie, skladovanie, manipuláciu a Použitie SO₂ s minimalizáciou rizika zahŕňa tieto technické zariadenia a vhodné opatrenia:

- dvojstenné hadice alebo pevné potrubia na SO₂;
- bezpečné elektrické ohrev;
- použitie automatického sušenia²;
- ekologické zaobchádzanie s SO₂ v prípade odchýlky od bežnej prevádzky (ťažba a Upravenie alebo rezervné skladovanie).

Okrem uvedených opatrení je možné vykonávať tieto organizačné činnosti:

- pravidelná kontrola a údržba všetkých technických zariadení, v ktorých sa nachádza kvapalný SO₂, kde sa s ním manipuluje a kde sa používa;
- poplachový plán zahŕňajúci vhodné opatrenia, ktoré sa majú prebiehať v prípade nekontrolovaného vývoja;
- kvalifikovaný personál na zásah pri závažných haváriách;
- školenie zamestnancov;
- informovanie verejnosti.

Ako alternatíva ku kvapalnému sušeniu² možno použiť elementárnu síru. V tomto prípade sa elementárna síra páli v sírovej peci, uvoľnené teplo sa získava v malom regeneračnom kotli a SO₂ sa extrahuje v absorpčných vežiach (pozri oddiel 4.1.6). Tým sa tiež znižujú všetky možné riziká pri manipulácii s koncentrovaným kvapalným SO₂.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Cieľom týchto opatrení nie je dosiahnuť okamžité Zníženie emisií. Pravdepodobnosť vzniku závažnej havárie a následkov nekontrolovanej prevádzky zariadenia sa však výrazne obmedzuje.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Opísaný bezpečnostný systém na dodávku a skladovanie SO₂ sa úspešne používa napríklad v závodoch Sappi Fine Paper v Alfelde a Ehingene (Nemecko).

Medzizložkové vplyvy

Neočakávajú sa žiadne medzisúčiasťkové účinky.

Použitie technické kritériálnosti

Uplatniteľné pre nové a existujúce prevádzky.

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne súvisiace údaje.

Dôvody implementácie

Dôvodom zavedenia BAT je prevádzka celulózy s menším rizikom pre životné prostredie a okolie.

Príklady závodov

Podobné bezpečnostné systémy používajú mnoho zariadení v Európe.

Literatúra

Nie je k dispozícii.

4.3.24. Zníženie spotreby energie (energetická účinnosť)

Užitočné informácie o energetickej účinnosti sú možné nájsť v referenčnom dokumente o najlepších dostupných technikách energetickej účinnosti (BAT) [268, COM 2009]. Nižšie sú stručne uvedené opatrenia na úsporu energie, pričom sa uplatňuje rozdelenie spotreby tepla alebo pary a spotreby elektrickej energie.

Opis

Na zníženie spotreby čerstvej pary a elektrickej energie a na zvýšenie vnútornej výroby pary a elektrickej energie je k dispozícii niekoľko opatrení.

- I. Opatrenia na zníženie tepelných strát a spotreby tepla:
 - i. vysoký obsah sušiny v kôre
 - ii. vysoká účinnosť parných kotlov, napr. nízka teplota spalín
 - iii. efektívne sekundárne vykurovacie systémy, napr. horúca voda cca 85 °C
 - iv. uzavretý vodný systém
 - v. relatívne dobre uzavretá bieliarne
 - vi. vysoká konzistencia buničiny (technika MC alebo HC)
 - vii. použitie sekundárneho tepla na vykurovanie budov
 - viii. dobré riadenie procesov
 - ix. systém energetického manažmentu
 - x. optimalizácia siete integrovaných výmenníkov tepla.
- II. Opatrenia na zníženie spotreby elektrickej energie:
 - i. najvyššia možná konzistencia pri triedení a úprave
 - ii. regulácia otáčok rôznych veľkých motorov
 - iii. efektívne vákuové čerpadlá
 - iv. vhodné dimenzovanie potrubia, čerpadiel a ventilátorov
 - v. optimalizácia hladín v nádržiach.
- III. Opatrenia na zvýšenie výroby elektrickej energie:
 - i. vysoký tlak v kotloch
 - ii. výstupný tlak pary v protitlakovej turbíne je tak nízky, ako je to technicky možné
 - iii. kondenzačná turbína na výrobu elektrickej energie z prebytočnej pary
 - iv. Vysoká efektívnosť turbíny
 - v. ohrev vzduchu a paliva dodávaného do kotla.

Vplyv týchto energeticky úsporných opatrení je možná nie okamžite viditeľný v hodnôtach o spotrebe energie, pretože zlepšenie závisí od situácie v zariadení pred zavedením opatrení.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Energeticky úsporné BAT znižujú spotrebu tepla a elektrickej energie. Šetria zdroje a znižujú nepriame emisie a odpad súvisiaci s výrobou energie. Čím menej energie sa spotrebuje, tým menej fosílnych alebo iných palív sa musí použiť a tým menej emisií vrátane oxidu uhličitého sa uvoľní do ovzdušia.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Uplatnením uvedených opatrení na úsporu energie je možné zistiť orientačné úrovne spotreby energie v tabuľke 4.32.

Tabuľka 4.32: Orientačné úrovne spotreby energie pre technologické teplo a elektrickú energiu v rôznych druhoch sulfitových celulózok

Druhy sulfitových celulózok	Orientačná úroveň spotreby procesného tepla v kWh/ADt	Orientačná úroveň spotreby elektrickej energie v ADt	Poznámky
Výroba bielenej sulfitovej buničiny alebo buničiny Magnefite (komerčná buničina)	2 100-2 400	400-700	Tieto hodnoty sa vzťahujú na výrobu komerčnej buničiny; okrem toho sušenie buničiny by spotrebovalo približne 780-840 kWh/ADt tepla a 100 kWh/ADt energie.
Výroba bielenej sulfitovej buničiny na papier (komerčná buničina)	2 900-3 200	500-800	Úrovně sa vzťahujú na vzduchom sušenú buničinu, t. j. zahŕňajú sušenie buničiny; pri vrátane procesov, ktoré spotrebúvajú pary výrobky výroba produktov, možná úmerná zvýšenie spotreby energie
Výroba bielenej sulfitovej buničiny pro viskózu	3 200-3 500	700-800	Úrovně sa vzťahujú na vzduchovo-suchú buničinu (vrátane sušenie buničiny) a zahŕňajú fázu bieliacich účinkov ozónu

Pri orientačných úrovniach spotreby energie uvedených v tabuľke 4.32 sa zohľadnili tieto systémové limity:

- (1) Úrovně spotreby energie sa vzťahujú na celú čistú výrobu celulózky a zahŕňajú čerpadlá, miešadlá a stlačený vzduch. Zahŕňajú aj spotrebu periférnych subsystémov na úpravu surovej a odpadovej vody, kalu a odpadových vôd, napr. flotáciu rozpusteným vzduchom, skrutkové lisy na odpadové vody alebo lisy na kal a čistenie odpadových vôd.
- (2) Tieto hodnoty predstavujú celkovú spotrebu energie a nezohľadňujú skutočnosť, že väčšina celulózok vyrába značnú časť vlastnej energie spaľovaním časti alebo celého výluhu. Niektoré zariadenia vyrábajú aj paru zo spaľovania kôry, kalu atď., čo sa tiež neodráža v celkových energetických hodnotách.
- (3) Rozsah zahŕňa všetky prevádzkové jednotky súvisiace s výrobou sulfitovej buničiny, počnúc skladovaním dreva a končiac buď skladovacou nádržou, v ktorom sa skladuje prečerpateľná buničina (pripravená na použitie) v integrovaných celulózkach, alebo za sušiacim strojom na buničinu (v prípade komerčnej buničiny).
- (4) Hodnoty spotreby energie nezohľadňujú primárne energetické vstupy palív na výrobu energie, ale predstavujú spotrebované prevádzkové teplo a elektrinu.
- (5) Pokiaľ ide o teplo, hodnoty spotreby sa neuplatňujú pre tepelnú kapacitu použitej pary.

Medzizložkové vplyvy

Neboli pozorované žiadne negatívne účinky medzi jednotlivými zložkami.

Technické kritériá uplatniteľnosti

V zásade je uplatniteľné pre všetky sulfitové celulózky.

Ekonomika

V roku 2008 sa náklady na energiu vyskytli v priemere na úrovni 15 % celkových nákladov na výrobu buničiny. Fosílna palivá majú približne 11 % oddielu celkových nákladov. Úspory energie preto zvyšujú konkurencieschopnosť celulózky.

Dôvody implementácie

Spotreba energie je jedným z kľúčových nákladových faktorov pre všetky celulózky. Ekonomické požiadavky nútia hľadať úspory nákladov, čo zároveň umožňuje rýchlejšiu návratnosť investícií.

Príklady závodov a literatúra

Niektoré celulózky na výrobu sulfitovej buničiny v Európe.

4.3.25. Techniky znižovania hluku

Pozri kapitolu 2.9.13.

4.4 Nové BAT

Sulfitové celulózky zakladajú svoju činnosť priamo alebo nepriamo na obnoviteľných drevných surovinách. Vývojové práce zamerané na minimalizáciu vplyvu celulózky na životné prostredie sa uberali dvoma rôznymi smermi:

1. premena vedľajších produktov na energiu vo forme elektriny, pary a diaľkového vykurovania;
2. rozvoj technológie bioraфинérie: do celulózky sa dodáva drevo, voda, elektrina a iné suroviny a celulózka môže okrem buničiny dodávať aj iné produkty, ktoré môžu priamo alebo nepriamo nahradiť ropu a ropné produkty.

Pre svetový drevársky priemysel je proces odklonu od fosílnych palív ekonomickou nevyhnutnosťou vzhľadom na vysoké náklady na energiu v tomto odvetví v priebehu posledných rokov. Bioraфинérie sa považujú za veľmi sľubný spôsob dosiahnutia cieľov udržateľnosti a ochrany životného prostredia. Koncepcia bioraфинérií má potenciál zabezpečiť maximálnu ekonomickú a ekologickú návratnosť prostredníctvom efektívneho využitia všetkých zložiek dreva. V prípade niektorých koncepcií však zostávajú pomerne vysoké súvisiace emisie do vody nevyriešeným problémom.

Premena sulfitových celulózok na bioraфинérie na kombinovanú výrobu biopalív, biomateriálov, biochemikálií, bielkovín a bioenergie má sľubný dlhodobý potenciál, a to aj v prípade, že sa všetka celulóza premení na chemikálie a závod nebude dodávať žiadnu celulózu. Je však potrebný rozsiahly rozvoj procesov, výrobkov a trhov. V Európe sa v tomto smere už začalo niekoľko iniciatív.

5. VÝROBA MECHANICKÝCH A CHEMIKÁLIE-MECHANICKÝCH VLÁKIEN

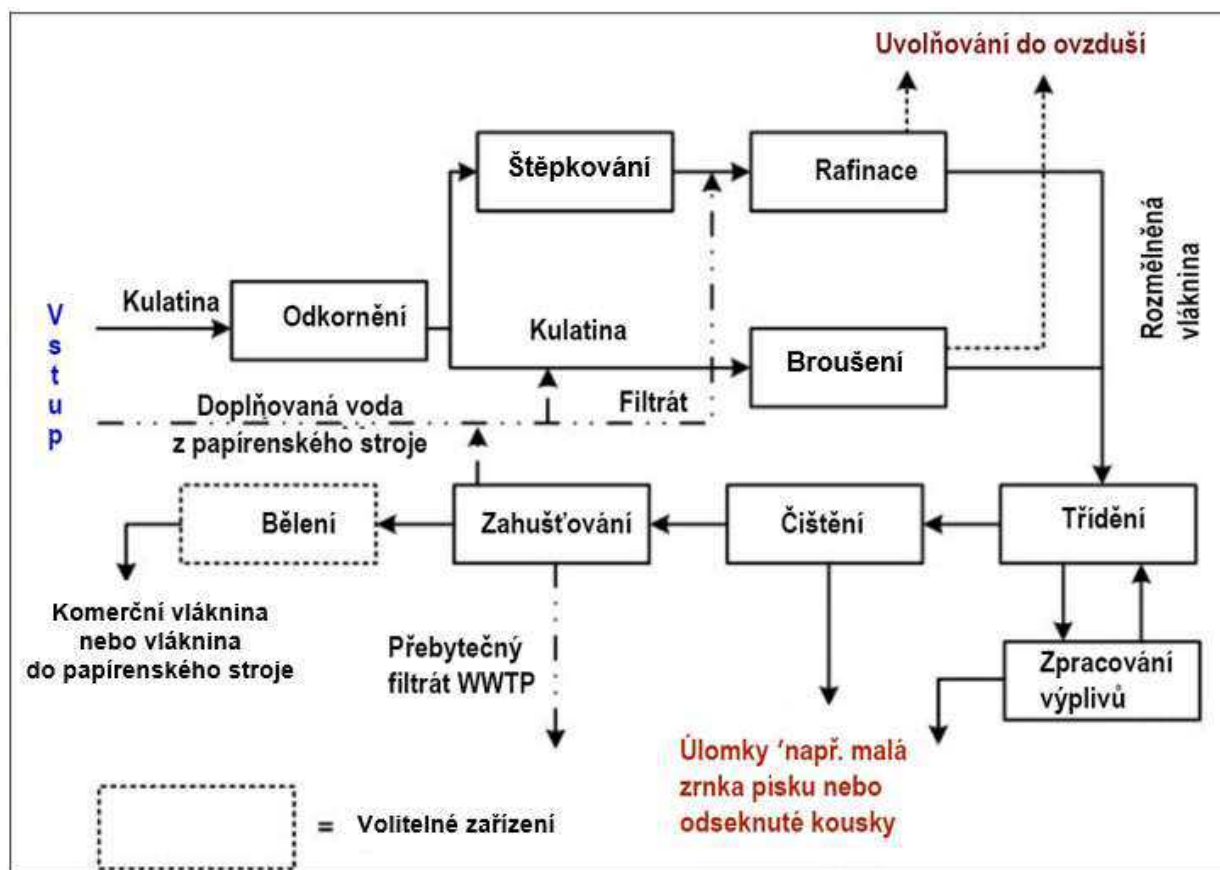
Pri výrobe mechanických vlákien sa drevné vlákna od seba oddeľujú mechanickou silou pôsobiacou na štruktúru dreva vplyvom ktorej sa postupne pretrhnú väzby medzi vláknami a uvoľnia sa zväzky vlákien, jednotlivé vlákna a ich fragmenty. Je to zmes vlákien a fragmentov vlákien (úlomkov), ktoré priamo prevádzajú tlačové vlastnosti mechanického vlákna. Pri výrobe mechanických vlákien je cieľom zachovať obsah lignínu, aby sa dosiahlo dosiahnutie vysokej výťažnosti s dostatočnou pevnosťou a svetlosťou. Mechanické vlákna majú nízku odolnosť voči starnutiu, čo vedie k tendencii strácať (menej) farby.

Hlavné procesy a postupy sú výroba drevnej buničiny (GW), stlačená drevná buničina (PGW), termomechanická buničina (TMP), chemická buničina (CMP) alebo chemicko-termomechanická buničina (CTMP). Zhrnutie predovšetkým hlavných postupov rozvlákňovania, surovín, výťažkov dreva a konečného použitia vlákna v tabuľke 5.1.

Tabuľka 5.1: Predovšetkým postupy rozvlákňovania, suroviny, výťažky a konečné použitie mechanických vlákien

Rozpletenie	Suroviny	Výťažnosť dreva [%]	Typické konečné použitia
GW	Smrek a jedľa (buničina z drevnatých vlákien)	95-98,5	Tlačový a písací papier a novinový papier
TMP	Smrek a jedľa (buničina z drevnatých vlákien)	93-97,5	Tlačový a písací papier a novinový papier
CMP	Smrek, ale aj osika a buk, NaOH, Na ₂ SO ₃ a H ₂ O ₂	80-90	Tlačový a písací papier, tissue papier a obalové lepenky
CTMP	Smrek, ale aj osika a buk, NaOH, Na ₂ SO ₃ a H ₂ O ₂	90-94	Tlačový a písací papier, tissue papier a obalové lepenky

Na obrázku 5.1 je znázornený prehľad hlavných krokov pri výrobe mechanických vlákien.



Obrázok 5.1: Hlavné kroky pri výrobe mechanických vlákien

Na výrobu mechanických vlákien sa používajú predovšetkým dva hlavné postupy. Pri výrobe GW alebo PGW sa guľatina tlačí na mlecí kameň rotačného drviča, pričom sa pridáva voda. Rafinérská mechanická buničina (RMP), ako napríklad TMP alebo CTMP, sa vyrába defibrováním drevných štiepok pomocou kovových diskov rafinéra. Štrukturálne prvky, ktoré spôsobujú mechanické pôsobenie - hrubozrnný piesok na mlecí kameň v drviči a lopatky mriežok na oceľovom disku v rafinérii - priamo dávajú výsledným vláknám typickú zmes vlákien a úlomkov vlákien. Drevná buničina má vyšší podiel jemného materiálu a poškodených vlákien, čo jej priamo dodáva dobré optické vlastnosti a dobré povrchové vlastnosti papiera. Čím jemnejšia je úprava v rafinačných zariadeniach, tým vyšší je výťažok neporušených dlhých vlákien, čím majú vlákna vyššiu pevnosť, čo je dôležité pri znečistení výrobkov s vysokými požiadavkami na trvanlivosť.

Vlastnosti a uplatniteľnosť buničiny môžu ovplyvniť dlhší čas skladovania, teplota úpravy a v prípade rafinácie aj chemická úprava štiepok. Vyššie teploty drvenia alebo požiadavky na kvalitu vlákien (napr. požiadavka na dlhšie vlákna) majú tendenciu zvyšovať spotrebu energie. Chemická úprava zhuští množstvo znečisťujúcich látok v dôsledku nižšej výťažnosti vlákna. Jeho vplyv na spotrebu energie závisí od druhu dreva, či ide o ihličnaté alebo listnaté vlákno, a od zvoleného chemického systému. Proces CTMP, pri ktorom sa drevo vopred zmäkčuje chemikáliami, sa vo všeobecnosti považuje za techniku mechanického rozvlákňovania, pretože chemikálie lignín pred mechanickým procesom predovšetkým zmäkčujú, a nie úplne rozpúšťajú ako pri štandardných chemických procesoch rozvlákňovania.

Väčšina mechanických vlákien je integrovaná do výroby papiera. Mechanické vlákno sa zvyčajne nachádza v náteroch papiera s cieľom zvýšiť nepriehľadnosť, potlačiteľnosť a v prípadoch niektorých výrobkov (napr. grafických papierov alebo lepenky) aj nepružnosť a objem výrobku z papiera.

5.1. Použité postupy a techniky

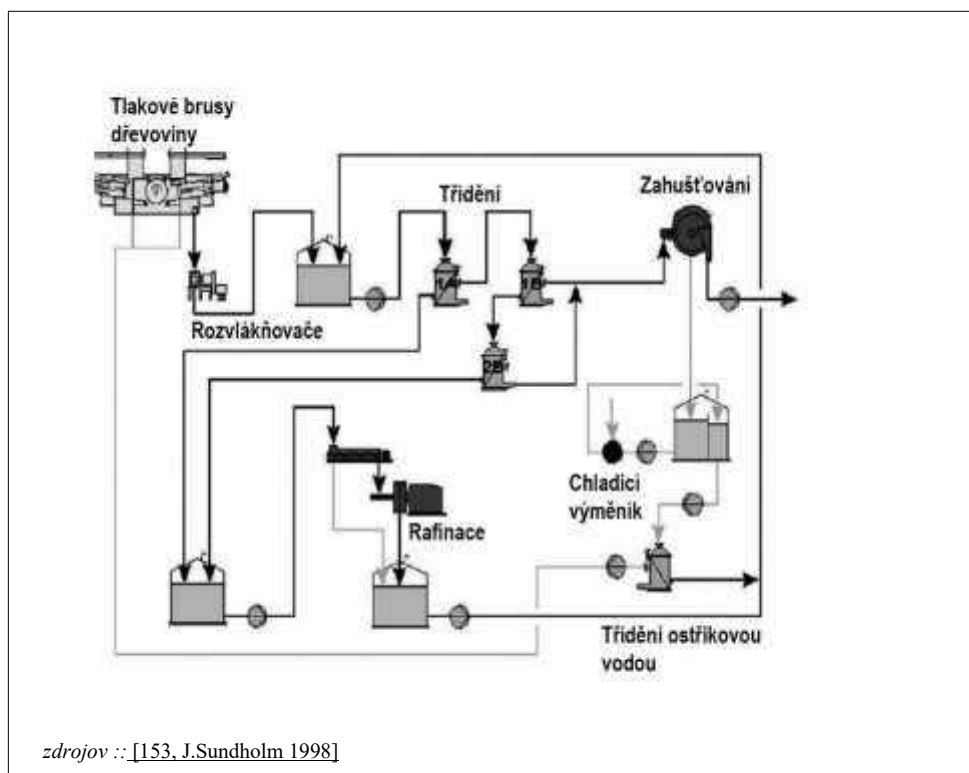
5.1.1. Spracovanie dreva

Kmene (polená/polená) potrebné na výrobu drevnej hmoty sa získavajú výberom z lesov a majú zvyčajne priemer 8 - 30 cm. Ak sa skladuje drevo na výrobu mechanických vlákien, malo by sa zabrániť jeho vysychaniu, napr. skladovaním vo vode alebo postrekovaním klád. To je možné, aby systémy na zachytávanie vody v sklade dreva zabránili uvoľňovaniu organických látok vyjadrených ako Chemická spotreba kyslíka a škodlivých látok. Pred úprave guľatiny sa musí odstrániť kôra. Pri odkôrňovaní vlákninového dreva prebieha odkôrňovanie v bubnoch pôsobením odporových síl medzi odvalňovanými polenami. Voda sa často používa pri odkôrňovaní kvôli znižovaniu námrazy a umývaniu dreva na výtláčnom dopravnom páse odkôrňovacieho bubna (pozri kapitolu 2.3.1).

5.1.2. Výroba vlákniny z drevoviny

Výroba drevnej buničiny pozostáva z linky na výrobu vlákien, Nakladanie s náplňami a pomocných systémov, ktoré zahŕňajú skladovanie chemikálií (pozri kapitolu 2.3.2) a výrobu pomocnej pary a energie (pozri kapitolu 2.6).

Hlavné postupy jednotky na výrobu drevnej buničiny sú znázornené na blokovej schéme na obrázku 5.2, v tomto prípade ide o technológiu úpravy lisovanej drevnej buničiny (PGW). V praxi sú celulóžky vždy súvisiace s Papierňou, a preto sa buničina zvyčajne nesuší na procese sušenia.



Obrázok 5.2: Bloková schéma závodu na úpravu stlačenej drevnej hmoty

5.1.2.1. Brúsenie

Prvotné rozvláknenie prebieha v brúsnych strojoch tlačení guľatiny na špeciálne rotačné brúsne kamene, pričom drevné vlákna sú rovnobežné s osou brúsnych kameňov, čím vyrába sa buničina s približne 2 % konzistenciou. Použitie brúsnych kameňov je zvyčajne keramické a musia sa pravidelne brúsiť.

Takmer všetka elektrická energia dodaná do procesu mletia sa premieňa na teplo. Energia použitá na brúsenie sa mení na teplo, drevo sa zahrieva a za prítomnosti dostatočného množstva vody lignínové väzby mäknú, vlákna sa uvoľňujú z povrchu brúseného dreva a drevo sa rozpadá na jednotlivé vlákna. Použitá energia zodpovedá kvalite výroby (pevnosť, nepriehľadnosť atď.). Brúsne kamene sa chladia vodou, ktorá sa používa aj na rozvlákňovanie a prepravu na ďalšiu úroveň procesu. Preto je pre tento proces nevyhnutná dostupnosť vody (odvod tepla a zníženie trenia vlákien).

Špecifická spotreba energie (kWh/t) pri výrobe drevnej hmoty je dôležitým parametrom procesu, napr. zvýšenie požiadaviek na špecifickú energiu je vždy spojené s lepšími pevnostnými vlastnosťami, ale aj s vyššou kapacitou odvodnenia (rýchlosťou odvodnenia).

Vyššie pevnostné vlastnosti mechanických vlákien z rafinérie, najmä TMP, urýchlili z konkurenčných dôvodov ďalší rozvoj tradičného procesu mletia. Bol vyvinutý proces PGW, pri ktorom prebieha mletie pod pretlakom (približne do 3 barov). To umožňuje, aby proces prebiehal pri teplotách vody bielej vody 95 °C a teplotách mlecieho kúpeľa 125 °C. Intenzívnejšie zmäkčenie lignínu súvisiace s uvedenými teplotami vedie k lepším vlastnostiam drevnej hmoty (vyššia pevnosť), ale technické a finančné požiadavky sú podstatne vyššie. Keď sa tlak na drevo zníži, vzniká nízkotlaková para. Rekuperovaná nízkotlaková para sa používa predovšetkým na ohrev úžitkovej vody. Ďalšou, relatívne lacnou metódou na zlepšenie kvality drevnej hmoty je proces brúsenia za tepla. Pri tomto procese sa znižujú tepelné straty spôsobené odparovaním v zóne mletia a teplota sterilizácie je optimalizovaná pomocou 200 - 500 mm hlbkej vodnej nádrže, v ktorej je možné lepšie kontrolovať prechod podávacích pásov cez povrch kameňa a cez mlecie koleso do optimálnych podmienok rozvlákňovania.

5.1.3. Mechnaikcé vláknniny z rafinéru

Cieľ procesu zušľachtovania je rovnaký ako pri výrobe drevnej hmoty (pozri kapitolu 5.1.2), t. j. zmäkčenie väzieb lignínu a rozvláknenie (fibrilácia) drevných vlákien.

Pri výrobe mechanických buničín v rafinérii sa štiepky melú (drví) v rafinérii medzi oceľovými kotúčmi s mriežkovým (rebrovaným) vzorom. V závislosti od požadovanej kvality buničiny je možné, že rafinácia v rafinérii sa opakuje na druhej úrovni a niekedy aj na tretej úrovni. Sily spôsobené nárazom mriežky spôsobujú rozbitie štiepok na zväzky vlákien, jednotlivé vlákna a úlomky vlákien. V procese úpravy sa vplyvom nárazu menia aj steny jednotlivých vlákien. Väčšina použitej energie (trenie) sa premieňa na teplo, ktoré odstraňuje časť vlhkosti z triesok. Chladiaca (riediaca) voda sa musí pridávať na ochranu dreva pred horením v zóne zušľachtovania. Rafinérie zvyčajne používajú techniku s vysokou konzistentnosťou vypúšťania (25-50 %). Veľké množstvo pary uvoľnenej v procese rafinácie sa zvyčajne zachytáva v systéme na rekuperáciu tepla na ďalšie použitie.

V pôvodnom procese RMP, ktorý sa už takmer nepoužíva, sa štiepky rafinovali pri atmosférickom tlaku. Vzhľadom na nízku teplotu vzniklo pri tomto procese vysoké množstvo poškodených vlákien, ale optické vlastnosti RMP boli relatívne dobré. Na zlepšenie kvality vlákien sa používajú úpravy procesu s cieľom zvýšiť mäkkosť dreva v zóne zušľachtovania. Zahŕňajú ohrev štiepok (TRMP) alebo zvyšovanie tlaku v rafinérii (PRMP). Týmto postupmi sa vyrobí vlákno s mierne vyššou pevnosťou a znižuje sa množstvo triesok pri takmer nezmenených optických vlastnostiach.

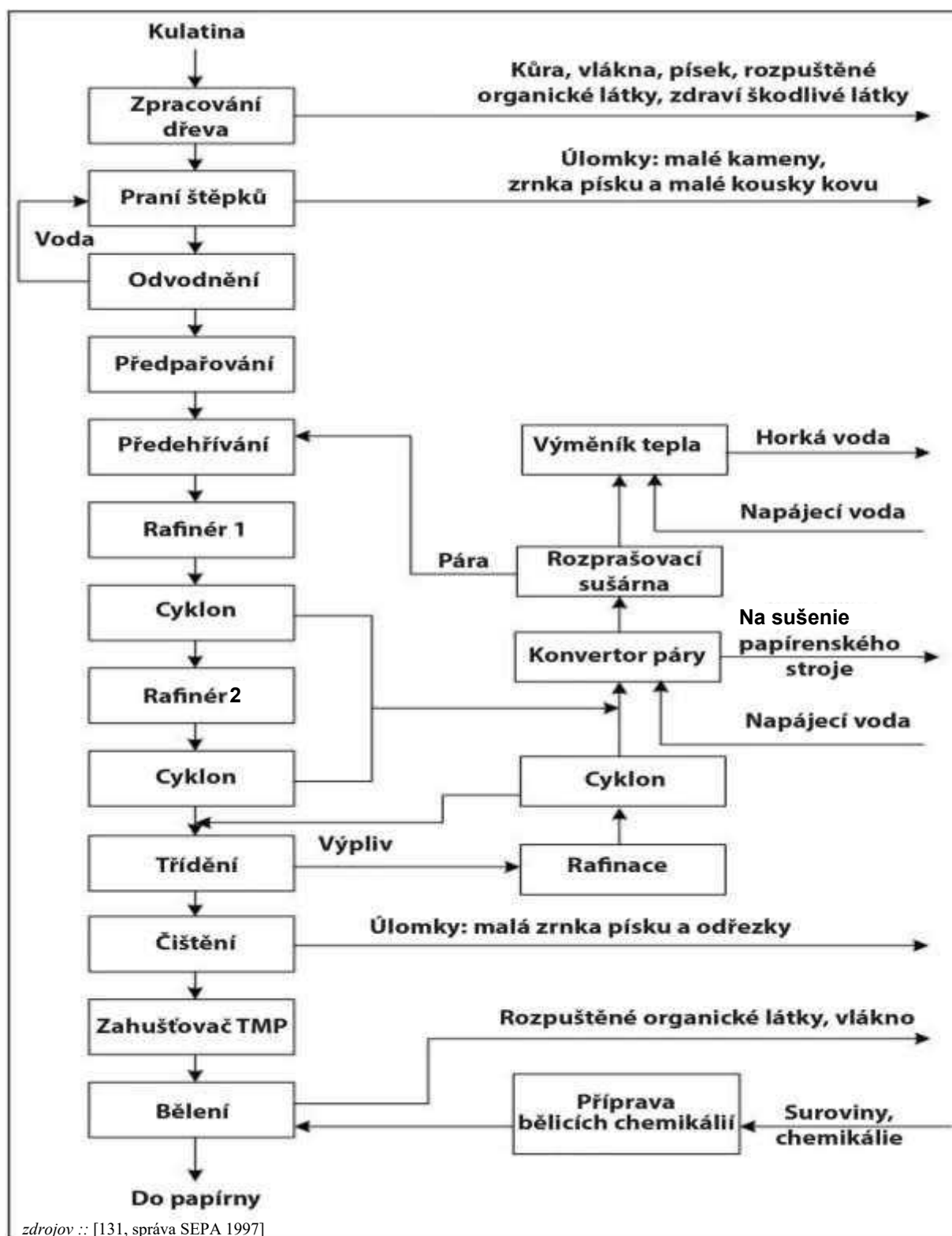
Rozsiahle zlepšenie pevnosti a zníženie počtu triesok sa dosahuje v procese TMP (pozri časť 5.1.4), kde sa trieska zahrieva pod zvyšujúcim sa tlakom a súčasne sa rafinuje pod pretlakom.

Mierna chemická predimpregnácia štiepok tiež zvyšuje zmäkčenie dreva a zlepšuje vlastnosti buničiny vyrobenej rafináciou pri atmosférickom tlaku (CRMP) alebo rafináciou pri zvyšujúcom sa tlaku (CTMP, pozri kapitolu 5.1.5).

Silnejšou chemickou predimpregnáciou a zušľacht'ovaním pri atmosférickom tlaku možno vyrobiť vlákna s vysokými pevnostnými vlastnosťami z ihličnatých aj listnatých vlákien. Tieto mechanické vlákna (CMP) sú porovnateľné s polospoločenstvami.

5.1.4. Výroba termomechanických vláknin (TMP)

Termomechanická výroba vláknin pozostáva z linky na výrobu vláknin a pomocných systémov. Uvedené činnosti zahŕňajú nakladanie s odpadom, skladovanie niektorých chemikálií (pozri časť 2.3.2) a rekuperáciu tepla (pozri časť 5.3.9). Hlavné postupy výroby TMP sú uvedené na obrázku 5.3.



Obrázok 5.3: Schéma výroby TMP a emisí

V tejto kapitole je podrobne opísaný len samotný proces TMP, t. j. postupy hlavnej jednotky, ktoré treba z hľadiska vplyvu na životné prostredie odlišiť od rozvlákňovania. Pokiaľ ide o triedenie a čistenie, manipuláciu s odpadom, zahusťovanie a bielenie mechanických vlákien, čitateľ je odkázaný na zodpovedné oddiely kapitol 5.1.6 a 5.1.7.

V procese TMP sa vytriedené a umyté drevom štiepky podrobujú predhrievaciemu upraveniu a procesy mletia a odplevelovania prebiehajú pod pretlakom v sérii diskových rafinátorov.

Drevo sa môže dodávať ako štiepok z závodu alebo ako drevná hmota. Štiepky z závodu a iných zariadení mimo staveniska si v obchode s drevom vyžadujú len triedenie a skladovanie v sklade. Ak sa ako surovina používajú kmene s kôrou, drevo sa najprv podrobenie odkôrňovaniu a potom štiepkuje. Triesky na výrobu mechanických vlákien nesmú obsahovať kamene, piesok, kovový odpad ani iné tvrdé cudzie telesá, ktoré by mohli spôsobiť odieranie alebo poškodenie zušľachtovacích dosiek. Pri všetkých procesoch úpravy štiepok sa preto štiepky pred rafináciou premyjú, aby sa odstránili cudzie telesá. Výsledkom je pevný odpad z práčky triesok, ktorý obsahuje malé kamienky, zrnká piesku a malé kúsky kovu. Malé množstvo odpadových vôd sa vypúšťa ako odpadová voda.

Po štiepkovaní a premývaní sa surovina podrobená ohrevu parou pred rafináciou v jednom stupni pri zvýšenej teplote a tlaku, alebo v dvojstupňovom rafinačnom systéme, v ktorom následne prebieha druhá fáza rafinácie pod tlakom alebo atmosférickým tlakom. Úprava vytriedených odpadových vôd prebieha zvyčajne v rafinérii odpadových vôd, v niektorých prípadoch na druhej úrovni rafinérie.

Veľká časť pomerne veľkého množstva elektrickej energie potrebnej na výrobu mechanickej buničiny v rafinérii sa premieňa na teplo a nezávisle od toho sa v procesoch vytvára tlak. Použitím pary, ktorá vzniká z vlhkosti dreva a riediacej vody v rafinériách. Vďaka tlakovým podmienkam (tlak do 6 barov) je možné získať značné množstvo energie na použitie, napr. na sušenie papiera alebo buničiny. Energie vzniknutej pary je možné využiť tiež ako horúcu vodu. Po rafinácii sa buničina scedí, zriedi, podrobená je triedeniu a vyčisteniu. Po triedení následne nasleduje odvodnenie a uskladnenie vo veľkej veži s konzistentnou konzistenciou 3 % až 10 %. Použitím väčšieho množstva mechanickej energie namiesto chemického rozpúšťania sa výraznejšie fragmentujú vlákna a vytvára sa jemný materiál. Z kvalitatívnych dôvodov sa ako surovina nepoužíva žiadne iné drevo, len čerstvé. Ak sa drevo skladuje na výrobu mechanických vinylov, malo by sa zabrániť jeho vysychaniu, napr. skladovaním vo vode alebo oškrabávaním klad (guľatiny). To je možné, aby systémy zachytávania vody v sklade dreva zabránili uvoľňovaniu organických látok, ktoré sa vyjadrujú ako Chemická spotreba kyslíka a sú zdraviu škodlivé. Vďaka využitiu štiepok je výroba v rafinérii univerzálnejšia, pokiaľ ide o dávkovanie vstupných surovín.

Keďže straty dreva pri výrobe TMP sú veľmi nízke a väčšina drevnej hmoty sa premení na vláknu, tepelná hodnota odpadovej vody v závode na výrobu TMP je príliš nízka na to, aby sa dala regenerovať rovnakým spôsobom ako v závode na výrobu chemickej buničiny (čierneho lúhu). Organické látky z dreva suspendované vo vode sa po biologickom spracovaní vypúšťajú z procesu buď z mechanickej celulózky, alebo z papierenských strojov.

TMP sa takmer vždy vyrába v spojení s papierom kvôli možnosti opätovného využitia tepla z rafinérii na výrobu pary a zlepšenia energetickej účinnosti. Iba jeden závod má výrobu TMP na predaj a používa stroj na sušenie buničiny.

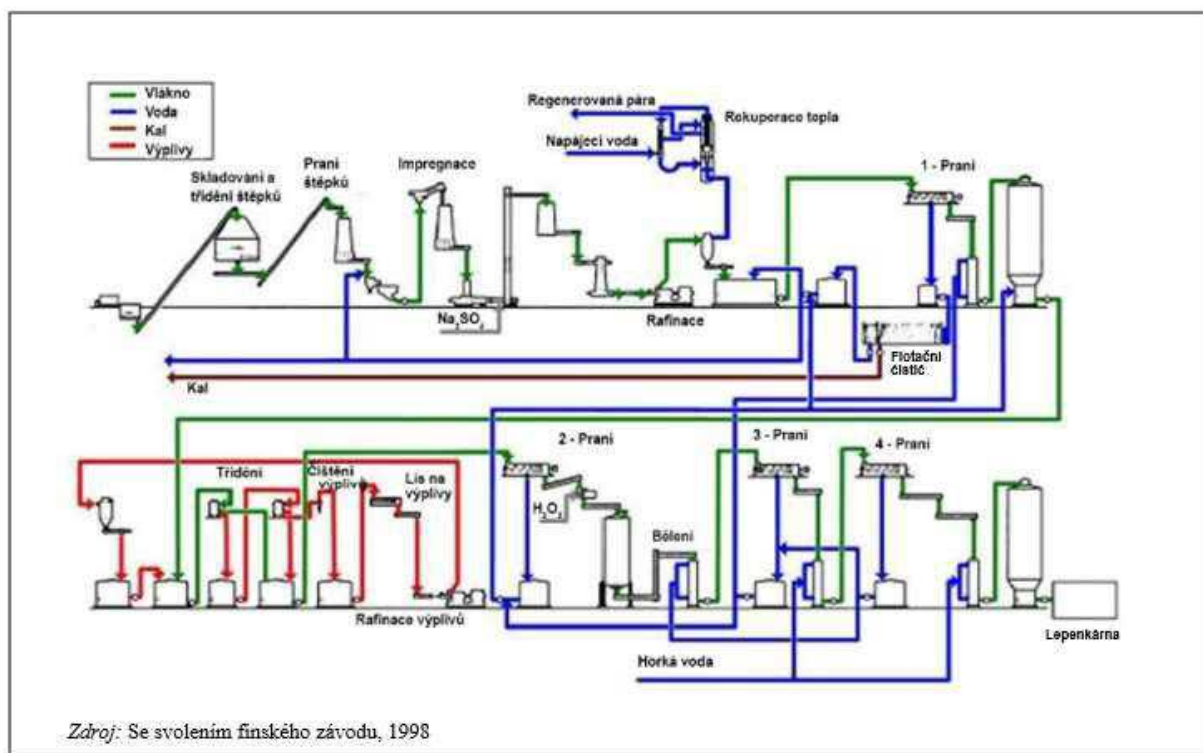
5.1.5. Výroba chemicko-termomechanických a chemicko-mechanických vlákien

Na výrobu CTMP je závod TMP vybavený zariadením na impregnáciu drevných štiepok chemikáliami (pozri obrázok 5.4). Triesky z ihličnatého dreva sa zvyčajne impregnujú slabým roztokom alkalického siričitanu sodného, zatiaľ čo v prípade štiepok z listnatého dreva sa používa silnejší alkalický impregnačný roztok. Slabá chemická predimpregnácia štiepok môže zvýšiť zmäkčenie dreva a umožní vyrobiť vláknu s odlišnými vlastnosťami v porovnaní s bežnou výrobou RMP a TMP pri atmosférickom tlaku (CRMP) alebo tlakovú rafináciu (CTMP). Druhá metóda kombinuje proces TMP so sulfonáciou drevných štiepok. Chemická predimpregnácia znižuje výťažnosť rozpusteným spôsobom

organický materiál dreva, najmä živicové zložky. Pre rôzne druhy dreva sa používajú rôzne impregnácie a vlastnosti CTMP sa môžu do značnej miery meniť zmenou množstva a druhu chemikálií. Výroba CRMP a CTMP sa často používa na dosiahnutie požadovaných vlastností vlákien (nízky zápach, tuhosť, absorpcia atď.) alebo ak sa majú spracovať iné druhy dreva ako ihličnaté/smrekové. Použitím alkalických peroxidových roztokov na predbežnú impregnáciu drevných štiepok, najmä na bielený CTMP z buničiny z tvrdého dreva, umožňuje použitie alkálií v širokom rozsahu a v závislosti od použitej dávky alkálií znižuje energiu na zušľachtovanie o 10 % až 20 % v porovnaní s konvenčnou impregnáciou (napr. Úprava chemickej buničiny z rafinérie).

Metódy výroby CMP produkujú vlákna s dostatočnou pevnosťou a prijateľnými optickými vlastnosťami, ktoré slúžia predovšetkým na použitie ako hlavná vláknová zložka pri povrchovej úprave tlačiarenského papiera, obalovej lepenky a tissue papiera.

Výroba chemicko-mechanických vlákien (CMP) pozostáva z linky na výrobu vlákien a pomocných systémov. Medzi uvedené činnosti patrí nakladanie s náplňami, skladovanie chemikálií (pozri kapitolu 2.3.2), rekuperácia tepla a výroba pomocnej energie, napr. zo Zvyškov dreva (pozri kapitolu 2.6). Hlavné jednotky procesu výroby CTMP sú znázornené na obrázku 5.4.



Obrázok 5.4: Schéma činností hlavnej jednotky procesu CTMP

Proces CTMP je kombináciou procesu TMP s chemickou impregnáciou drevných štiepok. V tejto kapitole je opísaný len samotný výrobný proces CTMP, t. j. predovšetkým hlavné jednotkové procesy (napr. impregnácia, niekoľko pracích krokov), ktoré sa líšia od výroby TMP. Pokiaľ ide o triedenie a čistenie, manipuláciu s náplňami, zahusťovanie a bielenie mechanických vlákien, čitateľ je odkázaný na zodpovedné odseky kapitol 5.1.6 a 5.1.7.

Po odkôrňovaní, štiepkovaní, premývaní a sušení sa drevné štiepky najprv podrobia ohrevu, potom sa lisujú v lisoch na štiepky a následne sa impregnujú v závitovkovej impregnačnej veži, kde sa ponoria do alkalického chemickej zmesi. Následná reakčná nádrž umožňuje prenikanie roztoku do drevných štiepok. Siročitan sodný (Na_2SO_3) sa používa najmä na ihličnaté vlákna a dlhšie sa používa alkalický peroxid (NaOH , H_2O_2). Po chemickom

pri impregnácii sa triesky skladujú krátky čas pri vysokých teplotách pred vstupom do jednostupňového alebo viacstupňového rafinačného systému (rotačné rafinačné dosky), podobne ako pri procese TMP.

Proces CMP sa vyvinul ako proces s vysokou výťažnosťou pre druhy buničiny z tvrdého dreva, najmä pre lepenky, tissue papier a bezdrevný jemný papier. Silnejšou chemickou impregnáciou a zušľachtovaním pri atmosférickom tlaku možno vyrobiť vlákna s vysokými pevnostnými vlastnosťami, a to tak z ihličnatých vlákien, ako aj najmä z vlákien z listnatých drevín. Po chemickej impregnácii sa štiepky varia pri teplote od 70 °C do 170 °C. Dĺžka varenia je závislá od procesu a môže byť od 15 minút do niekoľkých hodín. Pre rôzne druhy vlákien sa používajú rôzne spôsoby upravenia. Optické vlastnosti, ako napríklad nepriehľadnosť, sú výrazne znížené a výťažnosť môže byť nižšia ako 90 %, aj keď dochádza k rozsiahlemu rozpúšťaniu organického materiálu. CMP môže tvoriť len menšiu časť znečistenia tlačiarenských papierov.

Zvýšenie teploty rafinácie aj použitie chemikálií (alkalická impregnácia) zvyšuje tvorbu znečisťujúcich látok a vedie k vyšším stratám výťažku. Chemická predimpregnácia ovplyvňuje spotrebu energie na zušľachtovanie; do akej miery a ako závisí od druhu dreva a zvoleného chemického procesu.

CTMP sa často vyrába v spojení s výrobou papiera alebo lepenky vďaka možnosti opätovného využitia tepla z rafinérií na výrobu pary a najvyššej energetickej účinnosti. V niektorých prípadoch (asi 10 fabrík v Európe) sa však CTMP vyrába ako komerčná buničina a prebieha sušenie v rozprašovacej sušičke, aby sa dosiahol 90 % obsah sušiny (DS).

5.1.6. Triedenie a čistenie

Všetky mechanické vlákna obsahujú nežiaduce zložky, ako sú veľké, slabo vláknité fragmenty (napr. hrubé výplne) a triesky, ktoré sú vylúčené z mnohých zväzkov vlákien. Hrubé vlákna a triesky sa odstraňujú na spracovanie a potom sa vracajú do prúdu buničiny, pretože znižujú pevnosť a kvalitu tlače papiera/lepenky.

Proces triedenia pri výrobe mechanických vlákien slúži okrem chemického rozvlákňovania aj na odstránenie výplní z linky na výrobu vlákien. Okrem primárnej separácie je cieľom vrátiť materiál do hlavnej linky vlákien po vyčistení výplní (pozri obrázok 5.2).

Triedenie zariadenie pozostáva z rôznych fázov, ktoré znižujú nadmerné zaťaženie následných zariadení a zachovávajú väčšinu prijateľných zložiek obsiahnutých v odpadovej vode. Triedenie hrubého kameniva prebieha jednoducho, ale odstránenie štiepky si vyžaduje podrobnejšiu technológiu. Obsah triesok v netriedených mechanických vláknach je možné pri využití rôznych procesov presiahnuť až 5 % (pozri obrázky 5.2 až 5.4). Účelom triedenia je oddeliť triesky od hlavného prúdu buničiny na úprave v plniarni. Dlhé a pružné vlákna sa z rafinácie výplní vracajú do hlavného prúdu vlákien zvyčajne pred hlavnou fázou triedenia.

Hrubé náplne sa napr. pri výrobe SGW odstraňujú z predovšetkým hlavného prúdu vlákien pomocou vibračných plochých sít vybavených perforovanými doskami alebo tlakových sít s otvormi. Kladivové mlyny alebo rozvlákňovače sa používajú na redukciu hrubého kameniva. Zachytené hrubé triesky sa zvyčajne pridávajú k náplni zo systému jemného triedenia na ďalšiu úpravu separáciou cez tlakové sítá, ktoré zadržiavajú triesky nad určitú veľkosť v závislosti od druhov papiera/lepenky.

Proces triedenia prebieha pri vysokom zriedení (pod 1 % obsahu sušiny). Po jemnom triedení následne nastáva odstredivá separácia vlákien a iných častíc s rôznou špecifickou hmotnosťou (vívivé sítá druhu cyklón). Oddelené odpadové vody z poslednej fázy sa zahusťujú a spracúvajú pomocou špeciálnych zariadení na nakladanie s odpadmi, ako sú napríklad zušľachtovače odpadových vôd, a potom sa recyklujú do triediaceho procesu (sekundárne triediče a vírivé cyklónové triediče). Vytriedené vlákno z plniacich fáz úpravy sa môže vrátiť do hlavnej linky na úpravu vlákien. Konečná výplň (piesčitý materiál) sa z procesu odstraňuje ako pevný odpad. V závislosti od koncepcie nakladania s odpadom je možné, že obsah sušiny sa pohybuje od 5 % do 30 %. [14, CEPI 1997]. Podiel prítoku z triedenia môže predstavovať až 30 % prítoku a v prípade drevnej hmoty sú značné energetické požiadavky na triedenie, zahusťovanie a čistenie prítoku z triedenia (približne 25 % celkovej energie). Konečné výplne sa z procesu vypúšťajú ako pevný odpad.

Vytriedená a vyčistená mechanická buničina sa zahusťuje využitím diskových filtrov alebo zahusťovacích bubnov a potom sa skladuje v nádržiach a skladovacích vežiach.

Zušľachťovanie výplní

Aby sa vytriedené a upravenej výplne vrátili do hlavnej linky na výrobu vlákien, zvyčajne sa čistia na jednej alebo dvoch úrovniach medzi rotujúcimi rafinačnými doskami. Prvotné rozkladanie hrubých triesok v rafinérii prebieha v zóne drviaceho roštu, kde sa nadrozmerný materiál mení na jednotlivé vlákna. Vlákna sa odstredivými silami posúvajú cez úzku štrbinu a intenzívne sú v úprave pri vysokej konzistencii vlákien (30-45 %).

Triedenie zvyšku je užitočná časť vlákna, ktorej množstvo sa môže pohybovať v rozmedzí 30-50 % a spotreba energie približne 10-40 % celkovej špecifickej spotreby energie pri výrobe mechanických vlákien. Ak sa vyžaduje účinná regenerácia a recyklácia výplne, možno navrhnuť linky TMP, napr. na 40 - 50 % zušľachtovania výplne vypočítaného z kapacity linky na výrobu vlákien.

Koncové výplne, ktoré slúžia na výrobu vlákien, sa z procesu vyradia ako tuhý odpad alebo sa spália v kotle.

5.1.7. Bielenie mechanických vlákien

So zvýšeným dopytom po papieri a lepenke s vysokou svetlosťou sa rozšírilo bielenie mechanických vlákien. Bielenie mechanických vlákien sa v zásade líši od bielenia chemických vlákien, pretože je založené na metódach, ktoré šetria lignín, na rozdiel od metód, ktoré lignín odstraňujú. Bielením mechanických vlákien sa zameriava na zmenu chromoformových skupín polymérov lignínu na bezfarebnú formu. Bielením buničiny teda predovšetkým zvyšuje svetlosť buničiny s minimálnymi stratami DS (sušiny) a celkovým výnosom dreva. Tento efekt nie je trvalý a papier časom do určitej miery žltne. Keďže výsledkom nie je trvalá svetlosť, bielené mechanické vlákno je vhodnejšie na novinový a časopisový papier ako na jemný papier alebo archívny papier. Lignín šetriace bielenie prebieha v jednej alebo dvoch úrovniach v závislosti od požiadaviek na konečnú svetlosť vlákien. Úrovně bielenia sa líšia v závislosti od použitého bieliaceho prostriedku.

Redukčné bielenie používajúce ditiónit sodný ($\text{Na}_2\text{SO}_3\cdot\text{O}_4$)

Pri bielení ditiónitom (skratka: Y) sa organická hmota rozpustí v menších objemoch buničiny, a preto výrazne nezvýši množstvo suspendovaného organického materiálu (Chemická spotreba kyslíka) v odpadovej vode. Ditiónit, známy aj ako hydrosiričitan sodný, sa používa na menšie úpravy svetlosti (na tonu buničiny je potrebných 1-5 kg ditiónitu) až po úplné vybielenie, pričom sa bežne používa až 12 kg ditiónitu na tonu buničiny. Tento postup vedie k minimálnym stratám výťažku a svetlosti, ktorá sa môže zvýšiť až o 12 jednotiek z pôvodnej hodnoty svetlosti 58 - 70 % ISO na približne 70 - 76 % ISO [1, Finnish BAT Report 1997]. Vhodná hodnota pH 5,6 až 6,5 a teplota do 70 °C urýchľujú proces bielenia. Bielenie prebieha v bieliacich vežiach zhora nadol, aby sa zabránilo kontaktu so vzduchom. Čas odozvy je veľmi rýchly a čas zdržania sa zvyčajne pohybuje v rozmedzí 10-30 minút. Zvyškové ditióнитy v buničine môžu spôsobiť koróziu kovových súčastí počas celého procesu, ale môžu tiež reagovať s farbivami v sitách prevádzky. Vo väčšine závodov sa používa chelačné (komplexotvorné) činidlo (napr. EDTA, DTPA), aby sa zabránilo rozkladu ditiónanu iónmi kovov. Konzistencia konvenčného hydrosulfitového bielenia je 3 - 5 %. Čerpanie strednej konzistencie (MC) umožnilo bielenie pri konzistentnosti 10-12 % so zvýšenou efektívnosťou. Vzhľadom na obmedzený nárast svetlosti možný pri bielení Y a vysokú úroveň svetlosti potrebnú v prevádzke pri výrobe papiera stratilo ditiónové bielenie svoj význam a v mnohých papierňach ho nahradilo peroxidové bielenie.

Oxidačné bielenie používajúce peroxid vodíka (H_2O_2)

Pokles výťažku pri peroxidovom bielení (skratka: P) je približne 2 - 3 %, predovšetkým vplyvom rozpúšťania dreva pri vysokej alkalite v priebehu bielenia, preto sa zvyšuje zaťaženie Chemickou spotrebou kyslíka v prevádzkovej vode.

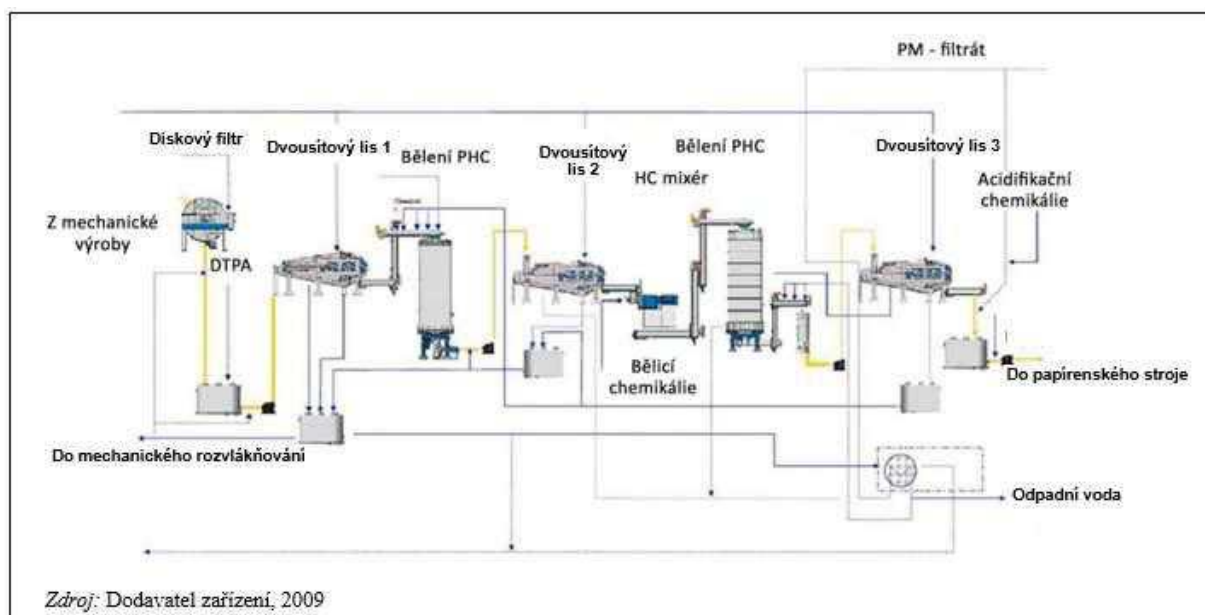
Bielením ovplyvňuje vlastnosti buničiny. Okrem toho sa so zvýšenou svetlosťou zlepšuje pevnosť vlákna, znižuje sa obsah živice/extrahovateľných látok a zvyšuje sa schopnosť absorbovať vodu. Použitím maximálneho ekonomického množstva peroxidu možno dosiahnuť zvýšenie svetlosti až o 20 jednotiek na 78-85 % ISO (v závislosti od druhu dreva) [1, Finnish BAT Report 1997]. Pri rôznych druhoch dreva (borovica, osika, topol, breza atď.) je možné dosiahnuť aj vyššiu svetlosť až do 40 jednotiek. Pri moderných technikách bielenia s použitím peroxidov s vysokou konzistenciou (25-35 % DS, skratka: P_{HC}) možno dosiahnuť maximálnu svetlosť 82-84 % ISO pre drevné vlákna a až 86 % ISO pre listnaté vlákna. Dosiahnutie svetlosti buničiny závisí aj od svetlosti východiskovej buničiny, ktorá zase súvisí so surovinou a procesmi. V tomto prípade je dôležité, že nejde len o druhy dreva, ale aj o fázu rozkladu vlákien dreva.

Prítomnosť iónov ťažkých kovov podporuje rozklad peroxidu, čo vedie k vyššej svetlosti a vyššej spotrebe peroxidu. Preto sa pred bielením aj počas jeho priebehu používa kremičitan sodný (vodné sklo, Na_2SiO_3) chelačné (komplexotvorné) činidlá (napr. EDTA, DTPA), ktoré vytvárajú komplexy s ťažkými kovmi (Fe, Mn, Cu, Cr), čo chráni buničinu pred stratou farby a peroxid pred rozkladom. EDTA a DTPA obsahujú dusík, ktorý sa prejaví v odpadovej vode. Zavedenie premývania medzi rozvlákňovaním a bielením je účinné pri redukcii problematických kovov a je možné znížiť množstvo potrebných chelačných činidiel a zlepšiť účinnosť použitého peroxidu. Bielená buničina sa nakoniec upraví kyselinou sírovou, oxidom siričitým, chlorovodíkom alebo oxidom uhličitým na pH 5-7 v závislosti od hodnoty pH prevádzky. Moderné peroxidové bielenie je riadené na úrovni konzistencie 25-35 %.

Bielením ovplyvňuje vlastnosti buničiny, najmä ak sa buničina bieli veľmi veľkým množstvom chemikálií. Okrem toho je možné so zvýšenou svetlosťou zlepšiť pevnosť buničiny, najmä v prípade vlákien z tvrdého dreva, a znižuje sa obsah extrahovateľných látok.

V prípadoch vysokej konečnej svetlosti a pri pridaní veľkého množstva peroxidu je možné použiť dvojstupňové peroxidové bielenie. V tomto prípade sa zvyškový peroxid po druhom kroku bielenia, ktorý sa zvyčajne vykonáva pri vysokej konzistencii, vymyje v procese premývania a vráti sa do prvého kroku bielenia. V dôsledku riedenia recirkulovaným filtrátom sa znižuje konzistencia a bielenie na prvej úrovni musí prebiehať pri strednej konzistencii (10 - 15 %). Dvojstupňové peroxidové bielenie je možné využiť na ušetrenie 10-20 % chemikálií v porovnaní s jednokrokovým bielením s vysokou konzistentnosťou.

Príklad moderného peroxidového systému na bielenie s vysokou konzistenciou je znázornený na obrázku 5.5. To demonštruje dvojstupňovú bieliacu sekvenciu používajúcu P_{MC}-P_{HC} na dosiahnutie maximálnej konečnej svetlosti > 82 % ISO. V závode sa vyrába papier LWC na báze Bieleného papiera rozomletej na mlecom kameni a s podielom nakupovanej chemickej buničiny. Chemická spotreba kyslíka po biologickej úprave je < 3 kg/t.



Obrázok 5.5: Moderný peroxidový systém na bielenie s vysokou konzistenciou v papieri na výrobu papiera LWC z SGW buničiny

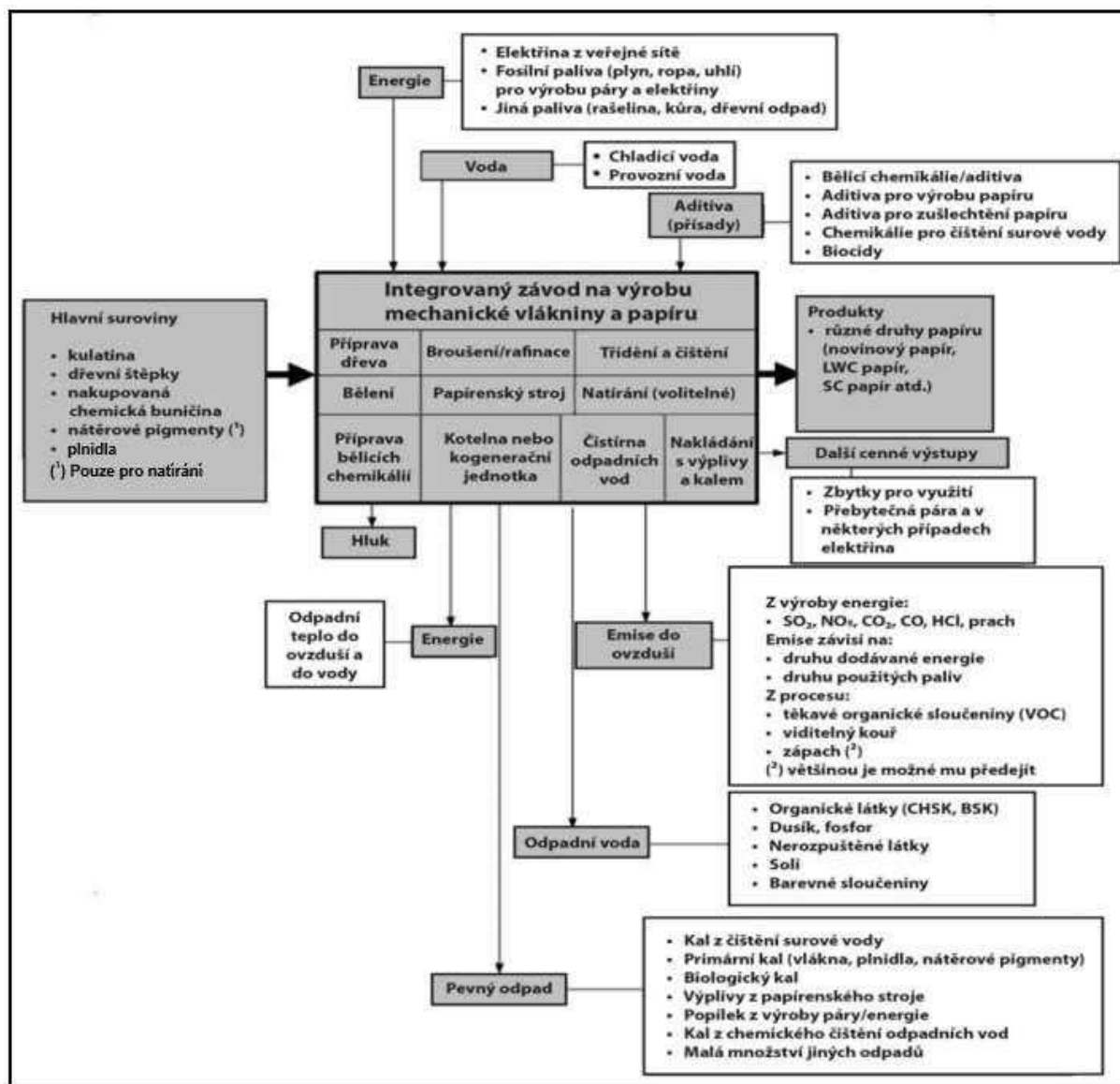
Vyššiu konečnú svetlosť možno vyskytnúť peroxidovým bielením ako bielením ditiónitom, ale svetlosť je znížená. V niektorých prípadoch je možné dosiahnuť najvyššiu svetlosť buničiny pomocou kombinácie oxidačného a redukčného bielenia. Triedy PP-PY-YP sa používajú napríklad na dosiahnutie 80 % ISO pre CTMP.

V niektorých prípadoch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ alebo $\text{Mg}(\text{OH})_2$ nahrádzajú NaOH ako alkalickú látku pri peroxidovom bielení (napr. SCA Laakirchen, MD Papier Plattling). Použitím $\text{Ca}(\text{OH})_2$ Nahradenie NaOH vedie pri vysokých hodnotách svetlosti k emisnému zaťaženiu CHSK nižšiemu približne o 30 %.

5.2 Súčasnú úroveň spotreby a emisií

5.2.1. Prehľad vstupu/výstupu na výrobu mechanických a chemicko-mechanických vláknin

Na obrázku 5.6 je uvedený prehľad vstupov surovín a energie a výstupov výrobkov, Zvyškov na ďalšie použitie a hlavných únikov (emisií, odpadov atď.) zo zberní papiera. Prítomnosť niektorých látok závisí najmä od typu a vlastností papiera/lepenky, ktoré sa majú dosiahnuť, a od typu dodávanej energie.



Obrázok 5.6: Prehľad hmotnostného prietoku v integrovanom závode na výrobu mechanických vláknin a papiera/lepenky

Úroveň spotreby a emisií použitých surovín a emisií vyprodukovaných v celom závode sú zhrnuté v tabuľke 5.2. Závody na výrobu mechanických vláknin sú väčšinou integrované do výroby papiera. Okrem toho sa na výrobu priamo daného papiera veľmi často miešajú rôzne zdroje vláknin, napríklad chemické vlákno, mechanické vlákno a deinked (odľahčené) vlákno, ktoré sa môžu miešať a používajú sa v prípade tlačiarenských papierov a relatívne vysoké množstvá plnín a farieb.

Celková spotreba a hodnoty emisií z integrovaných papieri vyrábajúcich natieraný papier z drevom (ULWC, LWC a HWC) z TMP sú uvedené v tabuľke 5.2. Tento závod používa zmes surovín, ako napr.

vláknité materiály obsahujúce 60 % bielenej buničiny TMP vyrobenej na mieste a 40 % nakúpenej buničiny (bielená sulfátová buničina a menšie množstvo odľahčenej buničiny). Závod produkuje celkovo 370 000 ton tlačiarenskeho papiera ročne; odpadové vody sa čistia v dvojstupňovej biologickej čističke (aktivovaný kal). V prípade zariadenia, ktoré je 100 % integrované s TMP, budú emisie vyššie, pretože predovšetkým sú s nimi súvisiace emisie spojené s výrobou TMP.

Typické úrovne spotreby a emisií sú uvedené pre nemecký závod (tabuľka 5.2) a fínsky závod (tabuľka 5.3) a vzťahujú sa na integrované mechanické celulózky a papierne. Uvádzajú sa s cieľom poskytnúť rýchly prehľad o použitých materiáloch a pochopenie vplyvu na životné prostredie, ktorý je možný. Nie sú reprezentatívne v tom zmysle, že uvedené hodnoty pokrývajú celý rozsah hodnôt zaznamenaných v Európe, ale sú skôr reprezentatívne pre možné štúdie o tomto druhu. závodu

Tabuľka 5.2: Ročné priemerné hodnoty (referenčný rok: 1997) spotreby a úrovni emisií z nemeckého závodu na výrobu tlačiarenskeho dreveného papiera (LWC, ULWC, HWC)

Vstup			Výstup		
Suroviny	Hodnota	Jednotka	Výrobok	Hodnota	Jednotka
Drevné štiepky z pilárskych závodov (1)	361	kg/t	Tlačový papier	1 000	kg/t
Zakúpená buničina (1)	259	kg/t	Prebytočná energia	132	kWh/t
Pigmenty (kaolín, mastenec, CaCO ₃) (1)	343,5	kg/t	Emisie		
Bieliace chemikálie/prísady (2)	27	kg/t	CO ₂ (3)		kg/t
Prísady na výrobu papiera (2)	4,6	kg/t	CO ₂ , obnoviteľné (3)		kg/t
Prísady na konečnú úpravu výrobkov (2)	57,3	kg/t	Novýx (3)		0,5 g/t
Chemikálie na upravenie surovej vody	4,2	kg/t	CO (3)		0,5 g/t
Biocídy	Žiadne údaje	kg/t	SO ₂ (3)		0,5 g/t
			Prach (3)		0,5 g/t
Energie			Chemická spotreba kyslíka	2,7	kg/t
Zemný plyn	294	kWh/t	BSK ₅	0,17	kg/t
Vykurovací olej	~ 3,2	kWh/t	Suspendované látky		0,5 g/t
Nakúpená elektrická energia	1 852	kWh/t	AOX	< 0,4	0,5 g/t
Zakúpená para	1 140	kWh/t	Dusík	24	0,5 g/t
			Fosforečnan	4,3	0,5 g/t
Požadované množstvo vody			Prietok odpadových vôd	14,1	(m ³ prietok)
Povrchová voda	22	m ³ prietok	Chladiaca voda	12	m ³ prietok
voda	4,4	m ³ prietok	Zvyšky		
Pitná voda (hygienické zariadenia)	0,2	m ³ prietok	Nepodarky a kaly (odvodnenie na 75 % vlhkosti)	46	kg/t
			Piliny	8,8	kg/t
			Kovový odpad	2,5	kg/t
			Nebezpečný odpad (napr. použité oleje, zmesi rozpúšťadiel)	0,3	kg/t

(1) Buničina sa vyjadruje v tonách absolútne suchého materiálu, t. j. bez vlhkosti. V skutočnosti je však priemerný obsah vlhkosti použitého základného materiálu 50 % v drevnej štiepke, 9 % v nakúpenej kraftovej buničine, 45 % v DIP a 0,2 % v pigmentoch. Obsah vlhkosti v konečnom výrobku je približne 4 - 5 %.

(2) Prísady sú vyjadrené ako komerčné roztoky obsahujúce rôzne množstvá vody. Na bielenie sa používajú tieto chemikálie: 30 prietok₂O₂, 15 prietoky NaOH, 15 prietoky kremičitanu sodného a 3 prietoky DTPA. Používa sa tieto príslady: 43 prietoky syntetických spojív (latex), < 8 prietoky škrobu, 1 prietok retenčného činidla (polyakrylamid), prostredia, DADMAC, stabilizátory tvrdosti, rôzne biocídy.

(3) Emisie do ovzdušia by sa mohli vypočítať z emisií vyprodukovaných v externej elektrárni (princíp kogenerácie), ktorá dodáva elektrinu a paru do Papierne. Všetka elektrická energia potrebná pre závod TMP a 75 % tepla potrebného pre celý areál sa získava z externých zdrojov. Zemný plyn sa používa len na infračervené sušenie. Vykurovací olej sa používa len na vykurovanie budov.

Celková typická spotreba a úrovne emisií zariadenia CTMP sú uvedené v tabuľke 5.3. Hodnoty sa vzťahujú na neintegrovateľný závod postavený v roku 1985 s niektorými modernizovanými zariadeniami; výrobná kapacita je 110 000 ton/rok Bieleného CTMP (CSF 400) na výrobu tissue papiera. Hodnoty v zátvorkách ukazujú obvyklé hodnoty z CTMP závodu. Odpadová voda sa čistí v biologickej čistiarni odpadových vôd (aktivovaný kal).

Tabuľka 5.3: Priemer ročnej spotreby a úrovni emisií z fínskeho závodu CTMP

Vstup			Výstup		
Suroviny	5 (*)	Jednotka	Výrobok	5 (*)	Jednotka
drevom	1 090	kg/t	Vlákno CTMP	1 000	kg/t
Na ₂ SO ₃	25 (20-30)	kg/t	Prebytočná energia	600-1 200 (1)	kWh/t
DTPA	2 (1-2,5)	kg/t	Emisie		
Bieliace chemikálie (H ₂ O ₂)	10-40	kg/t	NO _x	250	0,5 g/t
Chemikálie na upravenie surovej vody	2	kg/t	SO ₂	240	0,5 g/t
Kremičitan sodný	8-30	kg/t	Prach	50	0,5 g/t
energie			Chemická spotreba kyslíka	15 (12-25)	kg/t
			BSK ₅	1 (0,5-2)	kg/t
			Suspendované látky	0,5-0,1	kg/t
			AOX	0	0,5 g/t
Odrezky (zvyšky dreva)	600	kWh/t	N _{celk.}	400 (300-500)	0,5 g/t
Vykurovací olej	200	kWh/t	P _{celk.}	10 (5-50)	0,5 g/t
Nakúpená elektrická energia	1 800 1 500-3 000	kWh/t	odpadovej	20 (10-30)	m ³ prietok
			Chladiaca voda	0-20	m ³ prietok
			Zvyšky		
Požadované množstvo vody			Nepodarky a kaly	30 (15-40)	kg/t
Povrchová voda	20 (10-30)	m ³ prietok	Popolček	7	kg/t
			Nebezpečný odpad (napr. použité oleje, zmesi rozpúšťadiel)	10	kg/t

(*) Hodnoty v zátvorkách ukazujú obvyklé úrovne z pretekov CTMP.
(1) Hodnoty sa vzťahujú na prípad, keď sa nepoužíva sušenie, t. j. integrovaná výroba buničiny a papiera/lepenky. Tepelnú energiu možno použiť v papierenskom stroji.

5.2.2. Hodnoty spotreby a emisií pochádzajúce z prevádzkových zariadení

Pri výrobe mechanických a chemikálií obsahujúcich vlákien sú zaujímavé environmentálne otázky, ako je vypúšťanie odpadových vôd, pomerne vysoká spotreba energie, ktorá sa možná vyrába na mieste, a straty vlákien a kalov z rôznych častí výrobného procesu, a najmä z čističky odpadových vôd.

Uvedené sú aj najdôležitejšie emisie do vody, ovzdušia a pôdy (odpad) a spotreba surovín vrátane energetických aspektov:

- spotreba dreva
- spotreba vody
- do odpadových vôd

- emisie do ovzdušia z rafinérií, výroby elektrickej energie a kotlov na kôru (úrovne emisií zo záložných kotlov a kotlov na kôru pozri kap. 2.6.2),
- Tvorba tuhého odpadu
- spotreba chemikálií
- rekuperácia energie
- hluku.

Pokiaľ ide o nahlásené údaje o emisiách a spotrebe, treba mať na pamäti, že v dôsledku Použitia niektorých odlišných metód merania v rôznych členských štátoch nie sú údaje medzi krajinami vždy presne porovnateľné (pozri kap. 2.2.1).

5.2.2.1. Spotreba dreva

Pri výrobe buničiny sa drevo musí dodávať ako guľatina vzhľadom na dizajn brúsnych strojov. V procesoch TMP a CTMP sa drevo používa vo forme drevných štiepok, a preto slúžia na použitie guľatín alebo štiepok z píl alebo z výroby drevných dosiek.

Vysoké výťažky sú charakteristické pre výrobu mechanických vlákien, kde sú straty v priebehu procesu, predovšetkým vo forme suspendovaných organických látok (predovšetkým lignínu a hemicelulózy), nízke (pozri tabuľku 5.1).

Použitie dreva je zvyčajne v rozmedzí 2,4 m³/ADt a 2,6 m³/ADt pre drevnú hmotu, 2,3 m³/ADt a 2,8 m³/ADt pre TMP a 2,8 m³/ADt a 3,0 m³/ADt pri CTMP [14, CEPI 1997]. Jednotka m³ ADt sa v niektorých krajinách používa ako obchodná jednotka. Je to technický termín pre objem surového dreva pod kôrou použitého na výrobu buničiny; nie je to synonymum s rovnakým významom ako termín výťažnosť, pretože nezohľadňuje rozdiely v hustote dreva (+/- 15 % v rámci druhu a až 50 % medzi druhmi). Keď sa m³ ADt, nie je jasné, či ide o výťažnosť (tony dreva/tona BUNIČINY) alebo hustotu dreva (t/m³) je ovplyvňujúcim faktorom.

5.2.2.2. Spotreba vody

V procesoch výroby mechanických vlákien sú vodné systémy úplne uzavreté, aby sa udržali vysoké prevádzkové teploty. Čerstvá voda sa používa len ako voda na upchávanie a chladenie, pretože prebytočná upravená voda z prevádzky sa zvyčajne používa na doplnenie vody odchádzajúcej z celulóзовého okruhu (5 - 10 m³/t BUNIČINY) a pri stratách vlákien a kalu. V prípade závodu TMP sú zdrojmi emisií do vody manipulácia s drevom, čistenie a bielenie (pozri obrázok 5.3).

Väčšina celulóзов je integrovaným závozom, t. j. ich hospodárenie s vodou a energiou je úzko prepojené s Papierňou, ktorá vyrába rôzne druhy natieraného a nenatieraného papiera. Typické rozsahy celkovej spotreby vody v procesoch GW, TMP a CTMP sú uvedené v tabuľke 5.4

Tabuľka 5.4: Spotreba vody pri výrobe mechanických vlákien

Procesy výroby buničiny	m ³ /ADt BUNIČINY a papiera/lepenky (1)
GW	5-20 (1)
TMP	4-20 (1)
CTMP	9,5-30 (1)
(1) Horná hranica rozsahu zahŕňa spotrebu vody v Papierni pri integrovanej výrobe (pozri kapitolu 5.3.6), zatiaľ čo dolná hranica sa neuplatňuje len pre výrobu vlákniny.	

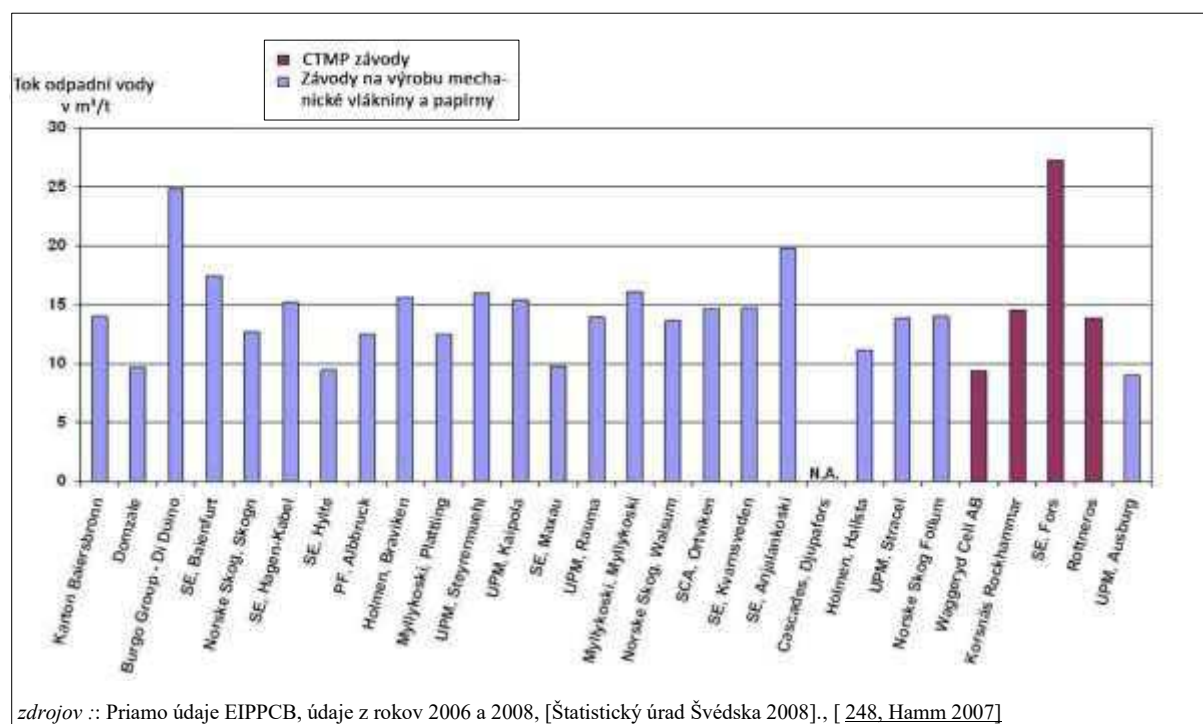
Ak je objem nádrže na bielu vodu dostatočný, t. j. ak nie je potrebná čerstvá voda na hospodárenie s hladinou vody v nádrži, spotreba približne 10 m³ čerstvej vody na tonu buničiny. Ak

vlastnosti konečného výrobku vyžadujú nízky obsah extrahovateľných látok (ako v prípade lepenkovej alebo vložkovej buničiny) alebo jemných častí (ako v prípade vložkovej buničiny), možné je potrebné väčšie množstvo čerstvej vody alebo ďalšie kroky techniky prania. Na druhej strane, vnútorná úprava bielej vody z prvej fázy premývania využitím vhodných technológií (napr. Odparovanie, flotácia, odstredivky) povedie k spotrebe vody pod 10 m³/prietok. Flotácia jednotka sa používa na odstránenie extrahovateľných látok a jemných častí a na odstránenie približne 40-50 % Chemickej spotreby kyslíka (CHSK). Najmodernejšie zariadenia používajú odparovače na oddelenie pevných látok od odpadovej vody a čistý kondenzát sa opätovne používa v procesoch.

5.2.2.3. Odpadové vody a emisie do vody

Prietok odpadových vôd

Na obrázku 5.7 je znázornený konkrétny tok odpadových vôd z mechanických a chemických celulózok a papierní, ktoré odpovedali na prieskum EIPPCB. Integrované mechanické celulózky a papierne (napr. GW, RMP, TMP) majú priame vypúšťanie 9,4 m³/t a 20 m³/t (s výnimkou jedného závodu, ktorý má priame vypúšťanie až 25 m³/t); produkované druhy (napr. štandardné alebo druhy s najvyššou svetlosťou) nemajú významný vplyv na množstvo odpadových vôd vypúšťaných z výrobných zariadení. Závody CTMP zaznamenali prietoky vody od 9 m³/ADt do 27,2 m³/ADt.



Obrázok 5.7: Vypúšťanie špecifických odpadových vôd z jednotlivých závodov na výrobu mechanických a chemikálií obsahujúcich vláknien a papiera/lepenky

Zdroje emisií do odpadových vôd a parametre znečistenia

Na obrázku 5.8 sú znázornené zdroje emisií do odpadových vôd a predovšetkým látky vzbudzujúce obavy zo závodu CTMP. Používajú sa prísne protiprúdové vodné systémy, t. j. čistá pracná voda sa používa pre posledný prací lis a je vedená do prúdu vláknien. Silne zaťažný filtrát z úrovne premývania sa uvoľní z procesu. Vlákna sa môžu regenerovať a filtrát sa môže vnútorne upravovať flotáciou alebo filtráciou predtým, ako sa odoberie na vonkajšiu úpravu. Tesniaca a chladiaca voda sa zachytáva a používa ako prevádzková voda alebo sa vypúšťa do povrchových vôd.



Obrázok 5.8: Zdroje emisií do odpadových vôd zo zariadenia CTMP

V emisiách do odpadových vôd dominujú organické látky spotrebúvajúce kyslík, ktoré sa strácajú vo vodovodnej fáze vo forme rozpustených a rozptýlených organických látok. Výťažnosť 86-97 % znamená, že počas úpravy sa stratí 30-140 kg/t dreva vo forme pevných a rozpustených látok. Teplota mletia, použitie lúhov (priebeh impregnácie alebo bielenia) a použitie vody (m³/t BUNIČINY) majú vplyv na výťažnosť. Množstvo rozpustených pevných látok ovplyvňujú aj druhy drevín, sezónne zmeny a podmienky v sklade. Počas výroby mechanického vlákna nie je ovplyvnená stabilita celulózy a lignínu, ale jednoduché sacharidy, hemicelulózy, ligníny, extrahovateľné látky (napr. mastné a živicové kyseliny), bielkoviny a anorganické látky vrátane dusíka a fosforu sú suspendované v procesnej vode. S znižujúcou sa výťažnosťou a zvyšujúcou sa teplotou sa zvyšuje organické zaťaženie rozvláknovacej (vodnej) vody pri výrobe.

Typické namerané špecifické zaťaženie, BOD₅, CHSK a živiny (fosfor a dusík) pre rôzne druhy vlákien sú uvedené v tabuľke 5.5 spolu s príslušným výnosom.

Tabuľka 5.5: Typické špecifické zaťaženie odpadovej vody z mechanického rozvláknovania smreka obyčajného (*Picea abies*) pred úpravou

Proces výroby vlákien	Výnosy (%)	BOD ₅ prietok	Chemická spotreba kyslíka (kg/t)	Dusík (g/t)	Fosfor (prietok)
GW	95-98,5	8,5-10	20-30	80-100	20-25
PGW	95-96	10-13	30-50	90-110	20-30
PGW-S	95-96	11-14	45-55		
RMP	95-96	10-15	40-60	90-110	20-30
TMP	93-97,5	13-22	50-80	100-130	30-40
CTMP	90-94	17-30	60-100	110-140	35-45
Bielený CTMP					
Bielené ihličnaté vlákno Bielené listnaté vlákno	91-93 (1) 86-92 (2)	25-50 (1) 50-80 (2)	80-130 (1) 120-200 (2)	130-400 (1) Žiadne údaje	50-60 (1) Žiadne údaje

(1) Údaje v zátvorkách vychádzajú z osobných informácií fínskych závodov CTMP. Hodnota BOD₇ bola prepočítaná na BOD₅ využitím vzorca BOD₇/1,16 = BOD₅ uvedeného v tejto správe [1, Finnish BAT Report 1997].
(2) Zdroj údajov: Andritz AG, 2009.

Ak mechanické vlákno bieli alkalickým peroxidovým procesom, uvoľňovanie organických znečisťujúcich látok sa výrazne zvyšuje v dôsledku alkality počas bielenia. Výnos v súvislosti s peroxidovým bielením je 15-30 kg/t, čo zodpovedá dodatočnému zaťaženiu približne 10-30 kg O₂/t sa meria ako Chemická spotreba kyslíka jednotlivo. Horné rozpätia v tabuľke sa vzťahujú na peroxidom bielené mechanické vlákna. V prípade zariadení TMP, ktoré používajú ako bieliacu chemikáliu len hydrosiričitan, sú hodnoty Chemickej spotreby kyslíka 2 500 - 3 000 mg O₂/l vo vzťahu k prietoku vody zo zariadenia TMP 3-4 m³/t (papierenský stroj nie je zahrnutý). Závod na výrobu vlákien vykázal koncentráciu Chemickej spotreby kyslíka 1 700 - 2 000 mg CHSK/l pred Úpravou.

Približne 20 - 30 % kôry je rozpustných vo vode (v pomere k suchej kôre), pričom 50 - 60 % tvoria fenolové látky a približne 25 % rozpustné sacharidy. V závislosti od spôsobu skladovania dreva môžu byť v odpadových vodách z odkôrňovacieho zariadenia prítomné aj karboxylové kyseliny a alkoholy. Niektoré zložky vypúšťané zo závodov pred spracovaním majú škodlivé účinky na zdravie vodných organizmov, napr. niektoré extrahovateľné zložky, ako sú živicové kyseliny, ktoré sa môžu vylúhovať z kôry, napr. pri manipulácii s drevom. Odpadové vody z odkôrňovania sa zvyčajne čistia spolu s ostatnými odpadovými prietokmi v externých čistiarniach odpadových vôd.

Prísady (aditíva) používané pri výrobe papiera/lepenky môžu spôsobiť, že po čistení zostane merateľná časť vypustených organických látok, pretože niektoré látky nie sú ľahko rozložiteľné.

Emisie farebných zložiek môžu nepriaznivo ovplyvniť vodné druhy znížením čistoty vody.

Emisie po čistení zo závodov majú najmä závislosť od konštrukcie, pracovných postupov a cirkulácie vody, ako aj od druhu a rozsahu bielenia (najvyššie bielené papiere spôsobujú vyššie zaťaženie CHSK ako štandardné druhy) a použitej metódy čistenia odpadových vôd. Účinnosť biologického čistenia odpadových vôd v závodoch na výrobu mechanickej vlákny je možná podobná ako v chemických celulózkach. Zníženie CHSK je však zvyčajne vyššie na úrovniach 70 až 90 %. Okrem toho sa vo viacerých zariadeniach na čistenie odpadových vôd používa terciárne čistenie, ktoré priamo znižuje zaťaženie vypúšťaných odpadových vôd. Platí to najmä pre látky znečisťujúce, ktoré sú s NL súvisiace.

Tabuľka 5.6: Emisie zo zariadení na výrobu mechanických vlákien po biologickej úprave

Proces výroby vlákien	Prietok (m ³ prietok)	BOD ₅ (prietok)	Chemická spotreba kyslíka (kg/t)	P _{celk.} (prietok)	N _{celk.} (prietok)	NL (prietok)
CTMP	9-30	Žiadne údaje	12-25	2-10	150-200	0,5-1,5
TMP	10-25	Menej údajov	2,5-7,2 (1)	2-16	20-500	0,06-0,7
(1) Hodnota Chemické spotreby kyslíka závisí aj od zloženia výrobku; vyššie hodnoty peroxidu vodíka u bielených vlákien TMP majú po čistení vyššie konečné zaťaženie Chemickou spotrebou kyslíka. Zdroj: Švédská štatistika celulózk a papierní, 2008; dotazníky EIPPCB, referenčné roky: 2006 a 2008						

V nasledujúcich kapitolách sú uvedené podrobnejšie informácie o emisiách v jednotlivých parametroch odpadových vôd súvisiacich s mechanickou a chemickou výrobou vlákien. Ak sú k dispozícii údaje, uvádzajú sa ako zaťaženie (kg/ADt), úroveň (mg/l) a ročné a denné Priemery. Hodnoty sa uvádzajú tak, ako sa uvádzajú (napr. s ohľadom na desiatinné miesta bez zohľadnenia faktora neistoty v blízkosti hranice detekcie). Pri interpretácii priamo daných údajov o koncentrácii je potrebné mať na pamäti zodpovedajúce prietoky odpadových vôd. Vzhľadom na to, že niektoré závody znižujú spotrebu vody a uzavierajú vodné slučky, by sa mohli úrovne znečisťujúcich látok zvýšiť. Zariadenia s vyššou úrovňou koncentrácie nemusia mať nevyhnutne vyššie emisné zaťaženie.

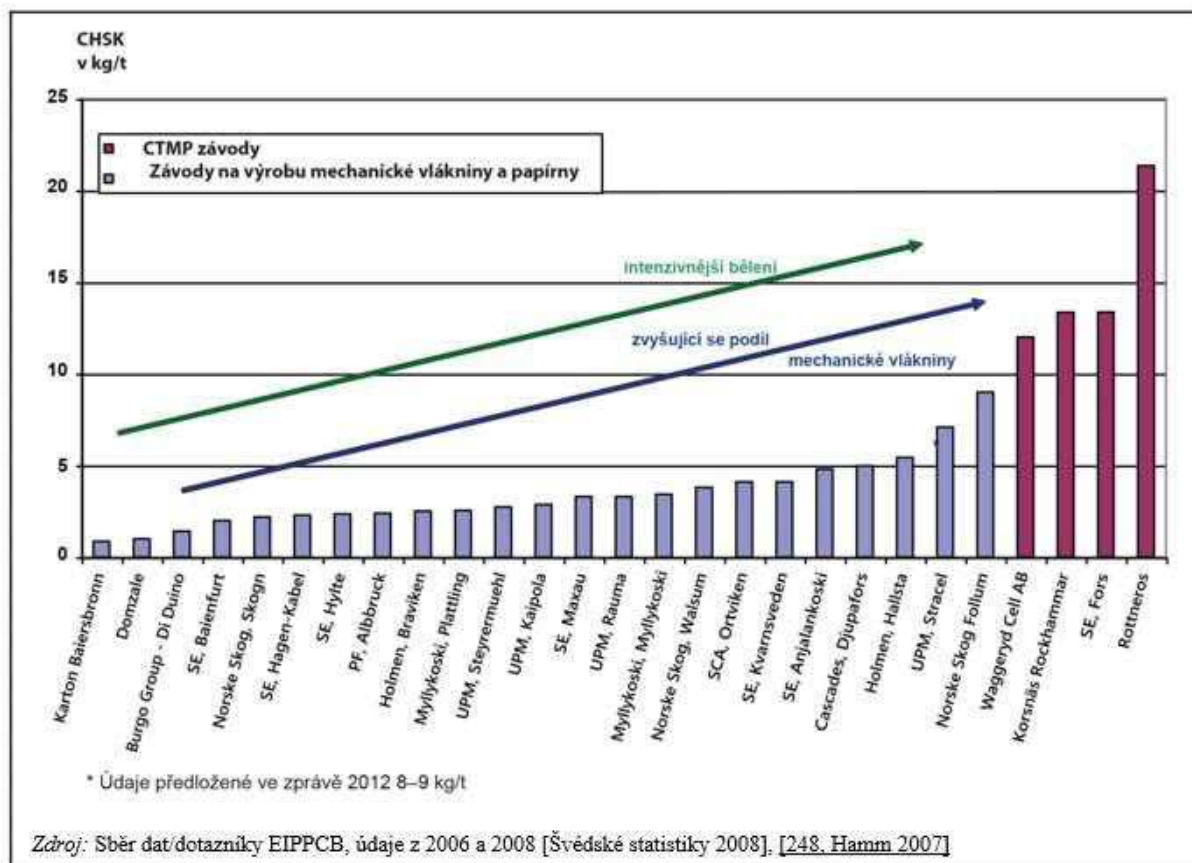
Chemická spotreba kyslíka (CHSK)

Na obrázku 5.9 sú znázornené nahlásené priemerné ročné emisie CHSK z jednotlivých závodov. Rozsah uvádzaného zaťaženia je od 0,87 kg/ADt do 7,13 kg/ADt v prípade mechanických celulózk a Papierní a od 12,00 kg/ADt do 21,34 kg/ADt v prípade závodov na výrobu celulózy a papiera.

Na obrázku 5.9 sú uvedené špecifické zaťaženia CHSK pre mechanické a závody na výrobu chemikálií a papier ako priemerné ročné hodnoty po čistení odpadových vôd.

Hodnoty uvádzané pre mechanické celulózy sa pohybujú od 0,87 kg/t do 7,13 kg/t a až do 8-9 kg/t v prípade vysoko bielených mechanických celulózk. Nižšie hodnoty chemickej spotreby kyslíka (0,87 - 1,0 kg/t) sa vzťahujú na závody, ktoré vyrábajú najmä bielené alebo nebielené obalové dosky na báze GW, používajú určitý podiel nakupovanej chemickej buničiny a vykonávajú biologické čistenie odpadových vôd. Ďalšia skupina papierní vyrába grafický papier (napr. LWC, ULWC), pričom ako vlákno je použité rôzne zdroje vlákien (hlavne bielené GW alebo PGW, niekedy malé množstvá odľahčených recyklovaných vlákien a tiež niektoré nakúpené chemické buničiny), pričom buničiny sa bielia v jednom alebo dvoch stupňoch len peroxidom vodíka alebo technikou bielenia kombinujúcou peroxidový a ditiónitový roztok. CHSK z tejto skupiny sa pohybuje v rozmedzí od 1,3 kg/t do 4,5 kg/t.

Skupina celulózok, ktoré používajú buničinu TMP (približne 30 - 60 %), určité množstvo bielennej recyklovanej vlákniny (RCF) alebo tiež bielennej buničiny GW a určité množstvo nakupovanej buničiny, má rozpätie emisií 2,0 až 4,5 kg/t. Závody na výrobu TMP, ktoré sú z 80 - 100 % založené na výrobe buničiny TMP, ktorá je väčšinou Bielená peroxidom vodíka, vykázali najvyššiu Chemickú spotrebu kyslíka s emisiami v rozmedzí od 4,5 kg/ADt do 9 kg/ADt. Dosiahnutie hodnoty svetlosti (% ISO) konečného výrobku (papier MFC, LWC) sa do určitej miery zhoduje s vypúšťaným zaťažením Chemickej spotreby kyslíka (CHSK); dôležitými aspektmi, ktoré treba zohľadniť, sú aj vláknové zloženie, usporiadanie procesov a druhy použitého čistenia odpadových vôd. Hodnoty chemickej spotreby kyslíka výrazne závisia od použitého mechanického vlákna.



Obrázok 5.9: Ročné priemery špecifickej záťaže CHSK z jednotlivých zariadení na výrobu mechanických a chemikálií-mechanických vlákien

Rozsah emisií znázornený na obrázku 5.9 ukazuje tieto rozdiely v zložení vlákien, podiele a druhoch mechanických vlákien, stupni bielenia a použitím čistenia odpadových vôd. Horná hranica rozsahu CHSK z mechanických celulózok a papiera súvisí s tým, ktoré celulózky používajú vysoký podiel ($\geq 95\%$) vysoko bielennej buničiny TMP takmer pre všetky vyrábané druhy.

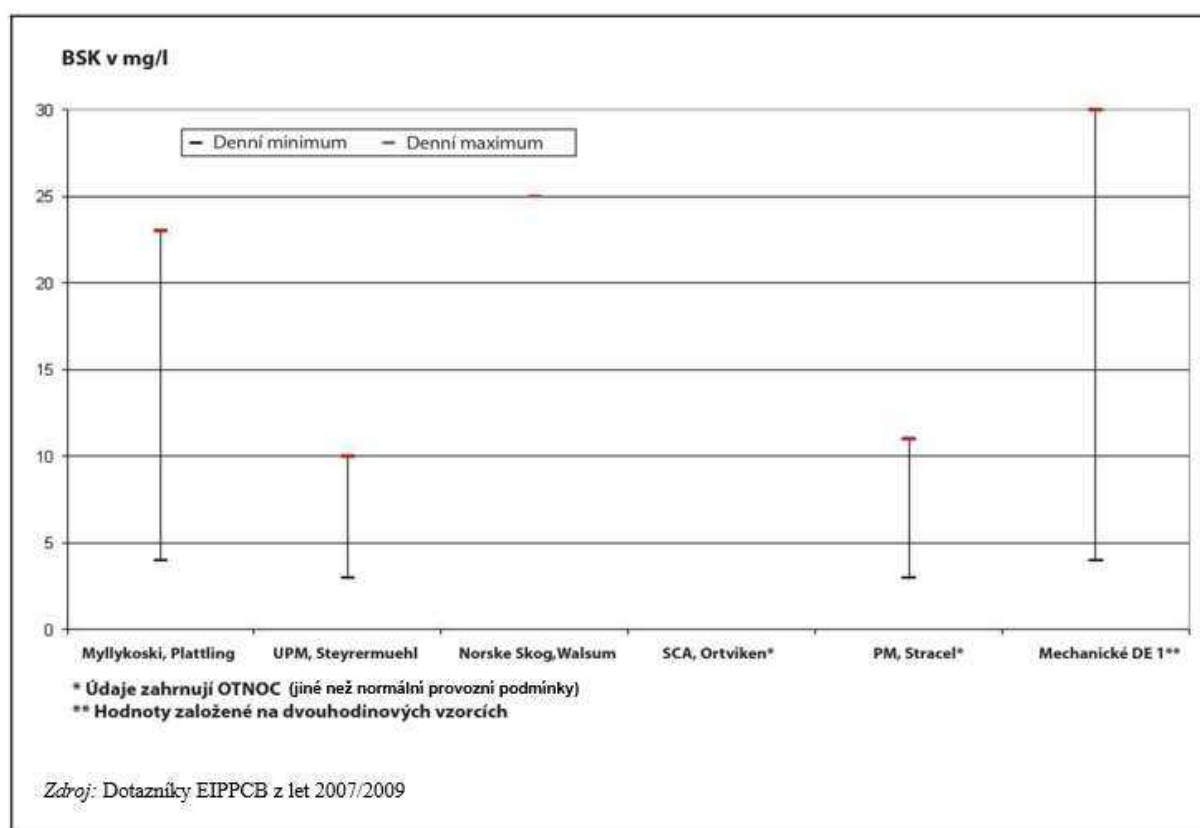
Tri zo štyroch závodov na výrobu vlákien CTMP, ktoré zodpovedali na dotazníky EIPPCB, emitujú organické zaťaženie v rozmedzí od 12 kg CHSK/t do 13,5 kg CHSK/t ako ročný priemer.

V prípade týchto zariadení existuje niekoľko možných spôsobov čistenia odpadových vôd: jednostupňové alebo dvojstupňové čistenie s aktivovaným kalom s chemickým čistením alebo bez neho; interné čistenie prvého stupňa subsulfátových vôd a následné čistenie ostatných odpadových vôd s aktivovaným kalom; odparovanie a spaľovanie väčšiny kontaminovaných odpadových vôd a čistenie zvyškov s aktivovaným kalom; a techniky anaeróbného a aeróbného čistenia odpadových vôd. V súčasnosti je najrozšírenejšou technológiou Úprava s aktivovaným kalom, ktorá pri správnom návrhu znižuje BOD o 98 % a CHSK (CHSK) o 85 %. Dôvodom, prečo sa anaeróbné čistenie bežne nepoužíva pre odpadové vody zo závodov na výrobu vlákniny CTMP (CTMP), je skutočnosť, že anaeróbné systémy sú pomerne citlivé na problémy

v súvislosti s obsahom síry v odpadových vodách z výroby BUNIČINY CTMP. Odpadové vody zo závodov CTMP na spracovanie bieleného tvrdého dreva, ktoré na impregnáciu štiepok používajú alkalickú formu peroxidu, sú v anaeróbnom stupni účinne čistiteľné, ako sa preukázalo v niekoľkých moderných zariadeniach. Vyrobený bioplyn je možné použiť na výrobu energie buď v kotloch na kôru, alebo v komerčných zariadeniach na výrobu vlákna v rozprašovacích sušičkách.

V Európe rastie počet lisovní, ktoré nevyrábajú a nepoužívajú len jeden jednoduchý druh vlákna, ale rôzne druhy vlákien v rámci jednej lisovne. Napríklad papierenský podnik, ktorý vyrába najmä novinový papier a SC tlačoviny, môže použiť kombináciu surovín, ako je mechanická buničina (drevná buničina a TMP), buničina z odľahčeného zberového papiera a určité množstvo nakúpenej chemickej buničiny. V takýchto zariadeniach je vodný systém úzko prepojený s rôznymi postupmi.

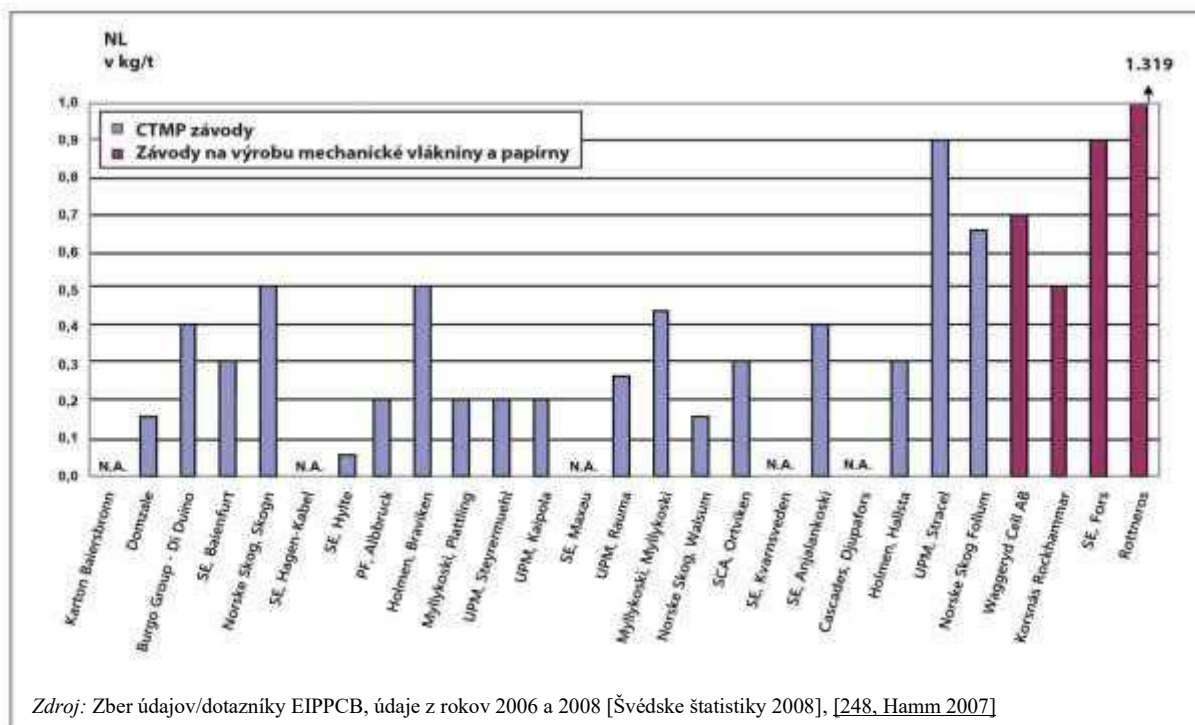
Krátkodobé hodnoty uvádzané pre emisie BOD sú uvedené v Obrázok 5.10.



Obrázok 5.10: Krátkodobé priemerné hodnoty emisií BOD zo zariadení na výrobu mechanických vlákien

Celkové suspendované látky

Prehľad konkrétneho zaťaženia NL v jednotlivých zariadeniach je uvedený na obrázku 5.11. Uvádzané zaťaženie sa pohybuje od 0,056 kg/ADt do 0,88 kg/ADt v prípade mechanických celulózk a papierní a od 0,52 kg/ADt do 1,32 kg/ADt v prípade závodov na výrobu CTMP.

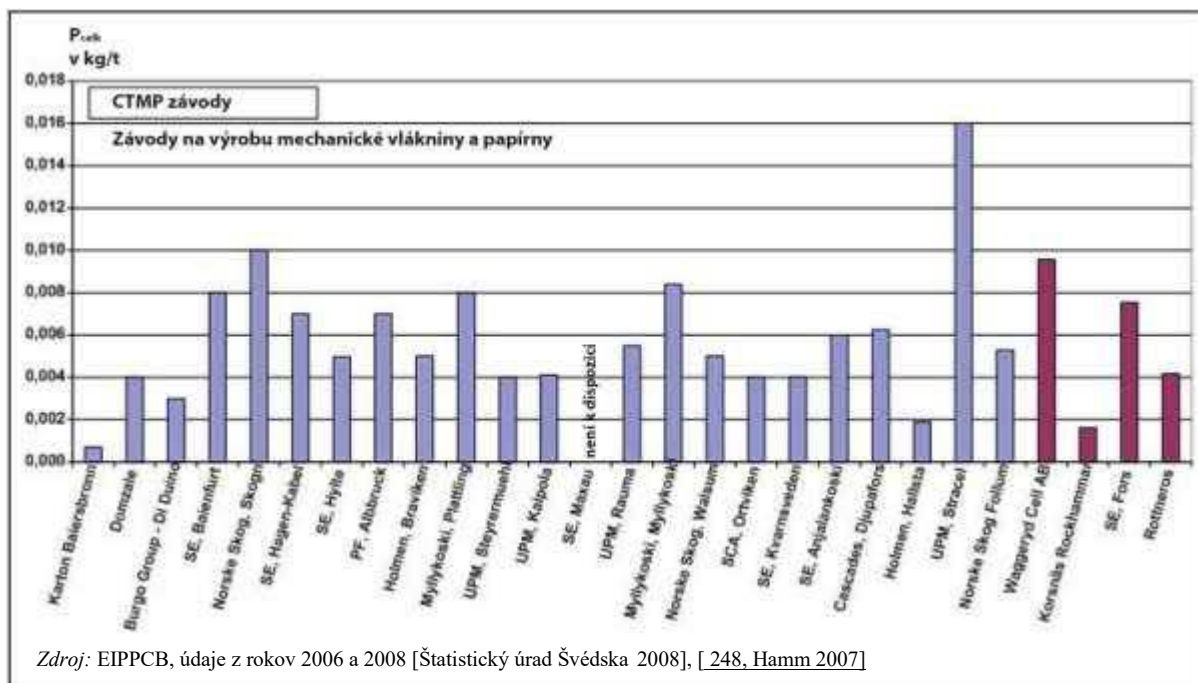


Obrázok 5.11: Ročné priemery špecifického zaťaženia NL z jednotlivých mechanických a chemikálií používaných pri výrobe vlákien

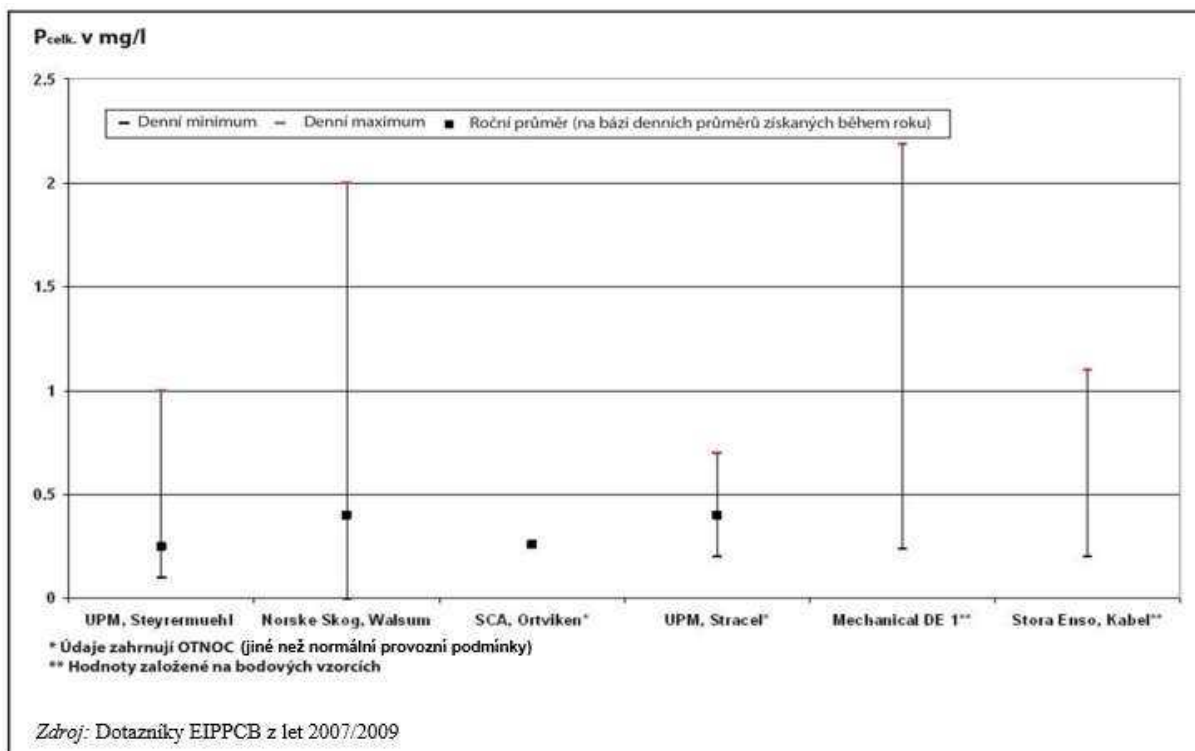
Živiny

Zdrojom uvoľňovania dusíka pri výrobe mechanickej buničiny je drevo a chelačné (chelatačné) činidlá (napr. EDTA, DTPA) používané pri bielení. Dávka 2-3 kg EDTA na tonu BUNIČINY vedie k dodatočnému uvoľneniu 150-220 g dusíka na tonu BUNIČINY. Uvoľňovanie fosforu závisí od druhu dreva. Obsah látok (dusíku a fosforu) je nízky a není dimenzovaný tak, aby sa odpadová voda mohla čistiť v procesoch s aktivovaným kalom. Preto sa pred takouto úpravou zvyčajne pridávajú živiny (N a P).

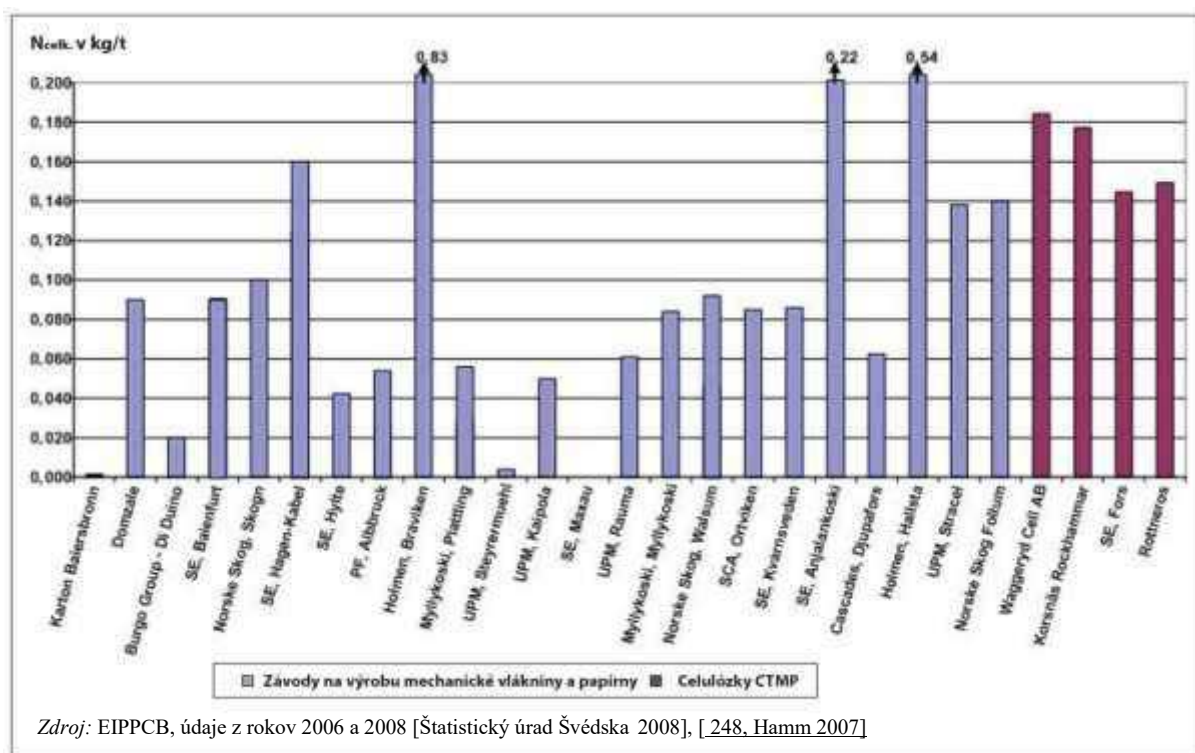
Špecifické zaťaženie fosforom a dusíkom je uvedené na obrázkoch 5.12 a 5.14 a krátkodobé priemery sú uvedené na obrázkoch 5.13 a 5.15. Zaťaženia uvádzané pre mechanické celulózy a papierne sa pohybujú od 0,001 kg/ADt do 0,016 kg/ADt pre celkový fosfor a od 0,001 kg/ADt do 0,839 kg/ADt pre celkový dusík. Emisie sa pohybujú od 0,002 kg/ADt do 0,010 kg/ADt pre celkový fosfor a od 0,145 kg/ADt do 0,184 kg/ADt pre celkový dusík.



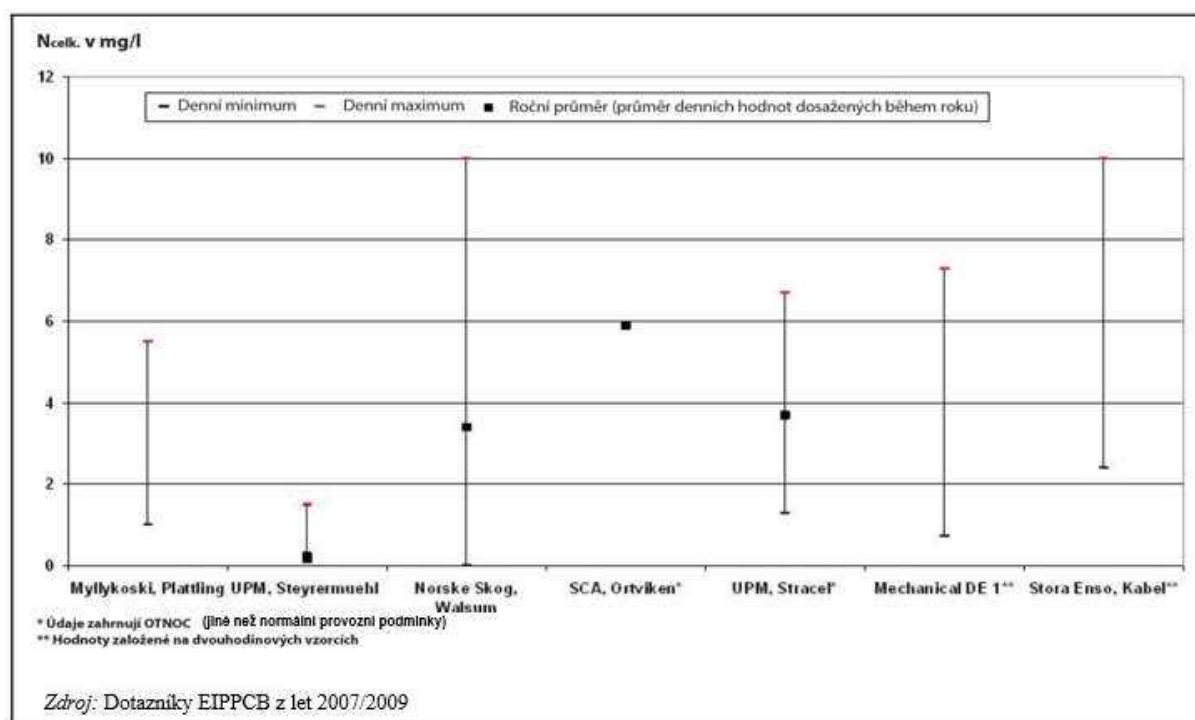
Obrázok 5.12: Priemer ročného zaťaženia P_{celk} ovej z jednotlivých závodov na výrobu mechanických a chemikálií obsahujúcich mechanická vlákna



Obrázok 5.13: Krátkodobé priemery P_{celk} zo závodov na výrobu mechanických vlákien



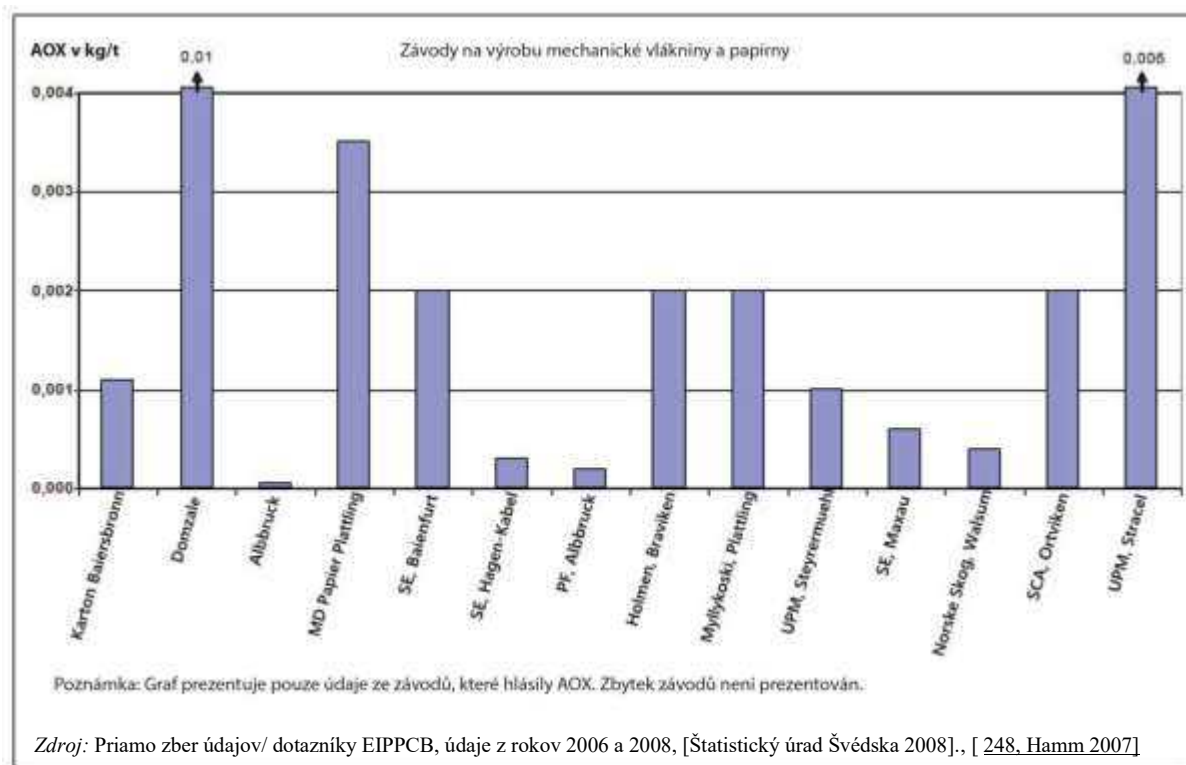
Obrázok 5.14: Priemer ročného zaťaženia N_{celk} z jednotlivých závodov na výrobu mechanických a chemikálií obsahujúcich mechanické vlákna



Obrázok 5.15: Krátkodobé priemery emisií N_{celk} zo závodu na výrobu mechanických vlákien

Chlórované organické zložky (AOX)

Prehľad konkrétného zaťaženia AOX v jednotlivých zariadeniach je uvedený na obrázku 5.16. Uvádzané zaťaženia sa pohybujú od 0,0002 kg/ADt do 0,010 kg/ADt pre celulózy na výrobu mechanických vlákien a papierne.



Obrázok 5.16: Ročné priemery zaťaženia AOX z jednotlivých mechanických a chemikálií používaných pri výrobe vlákien

5.2.2.4. Emisie do ovzdušia

Prchavé organické látky (VOC)

Emisie do ovzdušia zo zariadení na výrobu mechanických vlákien sú čiastočne zaťažené prchavými organickými zlúčeninami. Emisie VOC zo zariadení na výrobu mechanických vlákien sú úplne prirodzené, t. j. pochádzajú z dreva. Ich vôňa je predovšetkým vôňa čerstvého dreva. Prchavé organické látky pochádzajú zo živíc a extraktívnych látok z dreva a sú merané extrakčnými metódami ako percento DCM (dichlórmetánu). Tieto látky majú tendenciu vyparovať sa alebo rozpúšťať pri vysokých teplotách alebo sa rozpúšťajú v alkalickom prostredí. Čerstvé ihličnaté drevo, napríklad smrek, obsahuje 1 - 2 % DCM (z toho <1 sa považuje za VOC); nebielené mechanické vlákno: 0,3-0,5 %; Bielené mechanické vlákna/CTMP: < 0,1 %; čerstvá borovica: 3-5 % (až 8 % u južných druhov borovíc). Štúdie ihličnatých vlákien ukázali, že 90 % terpénov prebieha ich sušenie v skladoch dreva a v násypoch štiepok. Terpény sa počas 14 týždňov skladu uvoľňujú do ovzdušia ako difúzne emisie. Zdrojom emisií VOC je vetrací vzduch z nádrží na premývanie drevnej štiepky a iných nádrží a zo sprchových skruberov, v ktorých kondenzuje para vetraná z rekuperácie tepla TMP kontaminovaná prchavými látkami z dreva.

Emisie VOC závisia od druhu použitého dreva, kvality a čerstvosti dreva, dĺžky jeho skladovania v sklade dreva a technológií výroby vlákien použitých pri úprave dreva.

V závislosti od druhu suroviny obsahujú uvoľňované látky z dreva kyselinu octovú, kyselinu mravčiu, metanol, pinény a terpény (pinény a terpény pochádzajú z ihličnatých vlákien).

Nemecký závod TMP uviedol v tabuľke 5.7 informácie o úrovniach organických látok pred externou úpravou.

Tabuľka 5.7: Emisie VOC pred úpravou z nemeckého závodu TMP

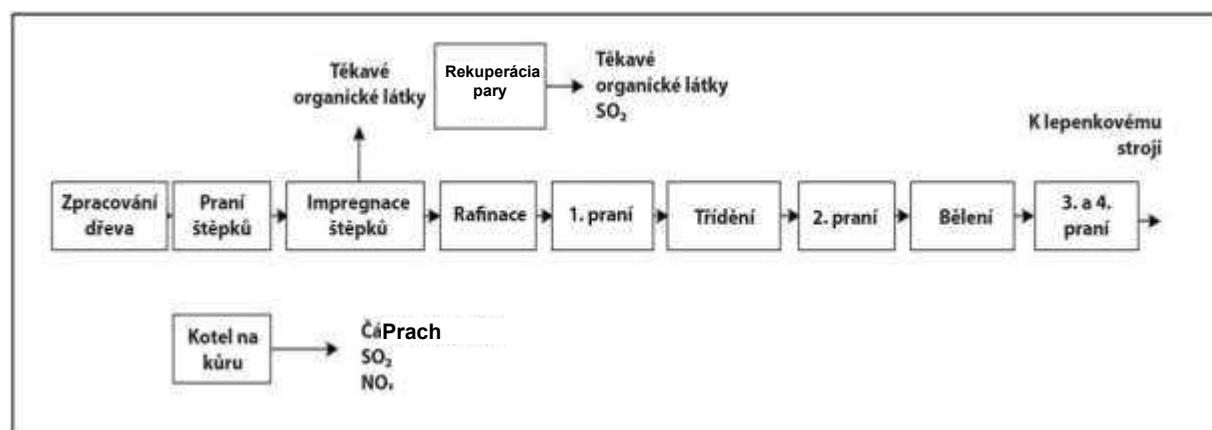
Fáza procesu	Emisie organických látok
Sprchová práčka	Organický C _{celk.} : 6 000 mg/m ³ (najvyššia individuálna hodnota: 9 600 mg/m ³) Pinény (i): 13 000 mg/m ³
Premývanie drevných štiepok	Organický C _{celk.} : 300 mg/m ³ Pinény (i): 500 mg/m ³
Odvodnenie z iných nádrží	Organický C _{celk.} : 150 mg/m ³ Pinény (i): 50 mg/m ³
(i) Väčšinou pinény (C ₁₀ H ₁₆), ale aj iné prchavé organické látky triedy III podľa nemeckých technických pokynov pre kontrolu kvality vzduchu.	

Analýza prchavých organických zlúčenín zo závodu TMP je veľmi náročná, pretože výfukové plyny obsahujú pary a dokonca aj kvapôčky vody. Napríklad FID (plameňová ionizačná detekcia) priamo poskytuje nesprávne výsledky, ak sa meria ako celkový uhlík. Analýza zložiek FTIR poskytuje presnejšie informácie.

V závislosti od použitej technológie výroby vlákien sa môžu prchavé organické látky emitované z linky na výrobu vlákien pohybovať v širokom rozsahu. Množstvo organických kyselín emitovaných z procesov CTMP je veľmi malým zlomkom tých, ktoré pochádzajú zo systému TMP, pretože kyseliny sa väčšinou zadržiavajú v alkalickej vodnej fáze. Napríklad závod CTMP spracúvajúci drevné vlákno uviedol 200 g terpénov na tonu vlákna pred Úpravou. V prípade liniek na výrobu mäkkých vlákien vrátane systému práčky sú emisie vo všeobecnosti 1 kg VOC/t vlákna. V prípade tvrdého dreva možno očakávať približne 0,4 kg VOC na tonu vlákna (*zdroj* Andritz, 2009).

Niektoré VOC sa môžu uvoľňovať v prípadoch úpravy odpadových vôd. Najviac rozptýlených emisií vzniká v hromádach štiepok počas skladu.

Prehľad emisií do ovzdušia zo závodu CTMP je uvedený na obr. 5.17.


Obrázok 5.17: Emisie do ovzdušia zo závodov CTMP

Tvorba emisií do ovzdušia z linky na výrobu vlákien je najmä z bielenia a rekuperácie pary (VOC) a z kotlov na kôru, v ktorých sa spaľujú zvyšky dreva (prach, SO₂, NO_x). (Pozri kapitolu 2.6.2).

Na zníženie emisií VOC si môžete vybrať z rôznych možností:

- regenerácia terpénov z kontaminovaných kondenzátov určených na spaľovanie;
- spaľovanie odpadových plynov v miestnej kotolni alebo v samostatnom kotle

Nie je známe, že by nejaká celulózka alebo papierňa v Európe nahlásila osobitné kontrolné opatrenia v súvislosti s emisiami VOC. Na iných miestach, napríklad v papierňach UPM-Kymmene, Blandin Paper Mill a New Page, Duluth Paper Mill, sa VOC predovšetkým z hlavnej skládky

(závod PGW) a vypúšťané z hlavnej mlecej komory do regeneračnej termickej oxidačnej jednotky (RTO) [188, Pöyry 2010]. Žiadne ďalšie konkrétne údaje sa nepodarilo získať.

Emisie z výroby energie

Podobne ako v iných celulózkach a papierňach, aj pri výrobe mechanických vlákien sa tvorí znečisťujúce ovzdušie, ktoré nesúvisí s procesmi, ale súvisí predovšetkým s výrobou energie prostredníctvom pálenia rôznych druhov biopalív a fosílnych palív (pozri kap. 2.6). V typickej integrovanej papieri, ktorá používa mechanické vlákna, sa vysokotlaková para vyrába v kotolni. Energia sa čiastočne premieňa na elektrinu v protitlakovom turbogenerátore a zvyšky sa používajú na sušenie papiera/lepenky. Kotolne na pálenie tuhých palív majú elektrostatické odľučovače na znižovanie prachových častíc v plynch. Emisie oxidu siričitého sa znižujú Použitím vybraných palív. V závislosti od miestnych podmienok používajú papierne v Európe rôzne množstvá energie z externých zdrojov.

Emisie z kotlov na kôru

Pokiaľ ide o mechanické vlákna z rafinérie, odstránená kôra sa zvyčajne spaľuje v kotloch na kôru. Spolu s kôrou by sa mohli spáliť aj výkvetý a kaly. Existujú niektoré mechanické celulózky, ktoré ako materiál nepoužívajú guľatinu, ale drevnú štiepku z píl.

5.2.2.5. Vznik pevných odpadov

Tuhý odpad/zvyšky z procesov mechanickej výroby drevnej hmoty obsahujú kôru a zvyšky dreva z odkôrňovania, prania a triedenia drevných štiepok (približne 1,5 % odpadu), vláknité výplne (primárny kal), popol z výroby energie a prebytočný kal z externej biologickej úpravy odpadových vôd. Zvyšky obsahujúce drevo sa zvyčajne spaľujú v kotli na kôru. Popol sa zvyčajne odstráni alebo použije v priemysle priemyselných stavebných materiálov.

Najväčší podiel odpadu obsahuje predovšetkým rôzne druhy kalov, predovšetkým primárny kal obsahujúci vláknu a prebytočný kal z biologického čistenia odpadových vôd. Množstvo (hmotnosť) odpadu, ktoré sa má odstrániť, sa môže znížiť a hodnota/cena kalu sa môže zvýšiť pomocou optimalizovaného odvodňovacieho zariadenia. Na účely prepravy alebo spaľovania by sa malo odstrániť maximálne množstvo vody. Ďalšou možnosťou zníženia nákladov je použitie prebytočného tepla na sušenie. Pri obsahu sušiny približne > 35 % bude mať kal kladnú výhrevnosť (pozri kap. 2.9.6.1.4).

Alternatívy ďalšieho použitia majú závislosť od množstva a kvality vyprodukovaného kalu. Primárny kal sa môže použiť ako ďalší materiál pri výrobe tehál alebo sa môže spáliť na mieste alebo inde. V záujme vhodného riešenia nakladania s kalom a strát BUNIČINY sa odporúča spracovávať rôzne druhy kalov oddelene.

Chemická analýza primárneho a sekundárneho kalu z nemeckej mechanickej celulózky a papierne ukázala výsledky uvedené v tabuľke 5.8.

Tabuľka 5.8: Zloženie primárneho kalu zo sedimentačných nádrží a zloženie prebytočného biologického kalu z ČOV s aktivovaným kalom

Parameter	Jednotka	Primárny kal	Kal
Obsah sušiny (DS)	%	47,9	31,7
Organické suspendované tuhé látky	sušiny	33,2	48,3
TOC	sušiny	19	23
Arzén	mg/kg sušiny	1,6	2,3
Vedenie	mg/kg sušiny	41	22
Kadmium	mg/kg sušiny	< 0,67	< 0,67
Chrómcelkovej	mg/kg sušiny	24	17
Meď	mg/kg sušiny	238	71
Nikel	mg/kg sušiny	5,7	7,5
Ortuť	mg/kg sušiny	0,08	0,09
Zinok	mg/kg sušiny	141	135

Zdroj: Správa nemeckého závodu na výrobu mechanických vlákien (GW a TMP).

Vo všetkých závodoch vzniká malé množstvo nebezpečného odpadu. Takýto odpad zahŕňa zvyšky olejov a tukov, použité hydraulické a transformátorové oleje, použité batérie a rôzne elektrické zariadenia, rozpúšťadlá, farby, biocídy a zvyšky chemikálií atď.

5.2.2.6. Spotreba chemikálií

Predovšetkým sa používajú chemikálie na bieliacich účeloch a v prípade CTMP chemikálie používané na impregnáciu drevných štiepok.

Ak sa bielenie ditiónnanom sodným (Na_2SO_3), sa k BUNIČINÁM pridáva maximálna dávka ditiónu sodného približne 8 až 12 kg na tonu BUNIČIN. Vo väčšine závodov sa pridáva komplexotvorné (chelatačné) činidlo, ktoré maskuje kovy (napr. EDTA, DTPA).

Oxidačné bielenie peroxidom (H_2O_2) prebieha v rozsahu pH 10-10,5. Hodnota pH sa musí upraviť použitím hydroxidu sodného (NaOH). Maximálne ekonomické množstvo peroxidu je 3-4 % (50 % roztok) na množstvo BUNIČIN. Pridáva sa kremičitan sodný (1,5 - 4 % na množstvo BUNIČINY) na vyrovnanie pH a stabilizáciu peroxidu. Komplexotvorné (chelačné) činidlá (napr. EDTA, DTPA) vytvorené ako komplexy s ťažkými kovmi (Fe, Mn, Cu, Cr) sa používajú na zabránenie straty farby BUNIČINY a peroxidového rozkladu. Dávka komplexotvorných (chelačných) činidiel je do 5 kg na tonu vlákna. Komplexotvorné (chelačné) činidlá EDTA a DTPA majú nízku biologickú odbúrateľnosť a obsahujú dusík, ktorý sa prejaví v odpadových vodách. Hodnota pH bielennej buničiny sa nakoniec upraví pomocou kyseliny vápnej, oxidu siričitého alebo oxidu uhličitého.

V niektorých prípadoch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ alebo $\text{Mg}(\text{OH})_2$ nahrádzajú NaOH ako zásadu pri peroxidovom bielení (napr. SCA Laakirchen, MD Papier Plattling). Využitie NaOH s $\text{Ca}(\text{OH})_2$ vedie k približne o 30 % nižšiemu zaťaženiu emisiami Chemickej spotreby kyslíka pri vysokých úrovniach svetlosti.

Skupina používaných chemikálií je zväčša obnoviteľná, pretože závisí predovšetkým od hlavného procesu používaného pri bielení mechanického vlákna. Napríklad pri bielení ditiónitom sa nepoužíva H_2O_2 , NaOH , Na_2SiO_3 a H_2SO_4 . Okrem toho je dôležitým faktorom kvalita dreva. Výroba buničiny z pilárskych štiepok môže mať za následok nižšiu počiatočnú svetlosť buničiny (až do 5 % svetlosti ISO) ako výroba buničiny z čerstvých guľatinových štiepok. Z tohto dôvodu je pri výrobe buničiny z drevnej štiepy z čerstvých kmeňov potrebné menej bieliacich chemikálií na dosiahnutie porovnateľnej svetlosti. V prípade dreva s čerstvými vláknami by mohlo stačiť redukčné bielenie, ktoré má menej zaťaženie pre životné prostredie. V tabuľke 5.9 sú zhrnuté údaje o spotrebe predovšetkým hlavných chemikálií v kg/t pre bielené mechanické vlákno.

Tabuľka 5.9: Spotreba hlavných chemikálií na bielenie mechanického vlákna

látok	Množstvo chemikálií použité pre GW a PGW (kg/t)	Množstvo chemikálií na Použitie TMP (kg/t)	Množstvo chemikálií použité na CTMP (kg/t)
NO ₂ SO ₂ O ₄	0-12	0-12	-
H ₂ O ₂	0-40	0-50	0-40
NaOH (1)	5-30	0-40	0-60
Alternatívne zásady: napr. Mg(OH) ₂			
NO ₂ SiO ₃	0-40	0-40	0-40
EDTA/DTPA	0-5	0-5	0-5
H ₂ SO ₄ SO ₂	NA	NA	0-10
Na ₂ SO ₃	NA	NA	25-30

Poznámka: NA = údaje nie sú k dispozícii.

(1) Rozhodujúcim faktorom pre použitie NaOH je cieľové zhutniť svetlosť podľa ISO.

V integrovaných mechanických celulózkach je možné používať rôzne chemické prísady (prevádzkové a technologické pomocné látky) v závislosti od konečného výrobku z papiera (pozri oddiel 6.2.2.3), napr. účinné disperzné činidlá, zvyšovače retencie, fixačné činidlá, odpenovače, biodisperzné činidlá alebo biocídy, optické zjasňovače, optické rozjasňovače, čistiacie prostriedky atď.

5.2.2.7. Využitie energie

Špecifická spotreba energie pri výrobe mechanických vlákien závisí od konkrétneho procesu výroby vlákien, vlastností surovín (druhy dreva) a do značnej miery od požiadaviek na kvalitu (odvodnenie) vlákien v konečnom výrobku. Hodnota odvodnenia (Canadian Standard Freeness = CSF) charakterizuje vlastnosti odvodnenia BUNIČINY a bežne sa používa na Určenie kvality BUNIČINY. Nízka hodnota odvodnenia indikuje pomaly vypúšťajúce vlákno s vysokým stupňom fibrilácie (rozvláknenia). Na výrobu vlákien s nižšou kapacitou na odvodnenie (lepšou pevnosťou) sa zvyšuje príkon počas mletia alebo rafinácie. Okrem vlastností odvodnenia sa rozloženie medzi dlhými vláknami a jemným materiálom v konkrétnom vlákne a jemnosť vlákien riadia vynaložené energie. Druhy papiera a lepenky, v ktorej sa mechanické vlákno používa, a podiel mechanického vlákna v nátere určujú požiadavky na odvodnenie, svetlosť a iné vlastnosti. Najbežnejšími výrobkami sú drevom tlačený papier, napríklad LWC, ilustračný (časopisový) papier SC (kapacita pre odvodnenie 20-60 ml CFS) a novinový papier (kapacita pre odvodnenie 80-150 ml CSF). Tieto vlákna sa používajú aj na výrobu lepenky (odvodnenie 450-550 ml CSF), v tissue papieri (300-400 ml CSF) a vložkovom vlákne (500-550 ml CSF). Čím vyššia je kapacita odvodnenia, tým vyššia je spotreba elektrickej energie.

Na uvoľnenie vlákien z dreva sa použije len časť mechanickej práce, ktorá sa vynaloží na brúsenie a zušľachtovanie. Zvyšky vynaloženej energie sa v dôsledku trenia premení na teplo a môžu sa čiastočne získať späť vo forme horúcej vody alebo pary, ktoré sa môžu použiť na sušenie konečného výrobku.

Najväčší potenciál na regeneráciu energie z výroby mechanických vlákien majú procesy, ktoré prebiehajú v tlakových rafinériách. Možnosti spätného získavania energie sa líšia v závislosti od druhov rafinérie a dizajnu prevádzky TMP. Niektoré systémy napríklad zahŕňajú sekundárnu alebo terciárnu rafináciu pri atmosférickom tlaku, kde je ťažšie dosiahnuť rekuperáciu tepla. Množstvo získaného tepla nie je konštantnou časťou (percentom) celkovej vloženej energie v danej oblasti odvodnenia, pretože buničina s vyšším obsahom CSF si vyžaduje viac rafinácie v tlakových rafinátoroch, a teda vedie k vyšším ziskateľným energetickým podielom. Typické rozsahy spotreby energie a miery regenerácie sú uvedené v tabuľke 5.10. Pri rýchlosti odvodnenia a špecifickej spotrebe energie existujú značné rozdiely. Zdroje údajov sú zastarané, ale hodnoty sú stále presné a zodpovedajú dnešným skúsenostiam (zdroj: UPM, 2010).

Tabuľka 5.10: Spotreba energie a využiteľná energia pri výrobe mechanických vlákien

Mechanická buničina a rýchlosť odvodnenia (ml CSF)	Spotreba energie [kWh/t BUNIČINY]	Rekuperovateľná energia	
		Ako tepla voda (%)	Ako vysokotlakové pary (%)
GW 350-30	1 100-2 200	20	0
PGW 350-30	1 100-2 200	30	20
PGW-S 350-30	1 110 - 2 300	30	20
RMP 350-30	1 600-3 000	30	20
TMP 400-30	1 800-3 600	20	40-80
CTMP 700-30	1 000-4 300	20	40-45

Poznámka: Spotreba energie sa vzťahuje na buničinu 100 % vysušenú v sušičke. Tieto údaje slúžia len na orientáciu a môžu sa líšiť o ± 10 %, zahŕňajúce širokú škálu kvality vlákien a konečných výrobkov. CSF = kanadská štandardná voľnosť. (Kanadská norma pre odvodnenie)
Zdroj: [TEKES, 1997]

Množstvo energie použitej na brúsenie pri výrobe mechanických vlákien sa riadi požiadavkami na kvalitu konečného výrobku, ako sú objem, pevnosť, nepriehľadnosť a hladkosť povrchu. Napríklad pri dreve sa spotreba energie pohybuje od približne 1 100 kWh/t pri 350 ml CSF do približne 2 200 kWh pri 30 ml CSF bez regenerácie energie. Variant PGW spotrebuje od približne 1 100 kWh/t pri 350 ml CSF do približne 2 300 kWh/t pri 30 ml CSF, ale až 30 % hrubého príkonu možno získať ako teplú vodu výmenou za teplú buničinu. Až 30 % energie je možné získať ako tepla voda pri RMP a až 40-80 % spolu s TMP ako pary a ďalších 10-20 % ako tepla voda. Pri prevádzke TMP pri tlaku približne 6 barov sa v procesoch vyrobí až 2 tony pary na tonu buničiny alebo približne jedna tona pary na MWh z rafinérie. Množstvo rekuperovanej pary zvyčajne závisí od špecifickej spotrebovanej energie a predstavuje približne 2 tony na tonu buničiny pri tlaku 2 až 4 bary.

Pri výrobe buničiny TMP sa zvyčajne spotrebuje veľa elektrickej energie viac ako pri výrobe drevnej buničiny. Napríklad drewná hmota používaná na výrobu papiera SC a novinového papiera spotrebuje celkovo približne 2 200 kWh/t a 1 600 kWh/t, ale TMP spotrebuje približne 3 600 kWh/t a 2 500 kWh/t. Vyššia rekuperácia tepla v TMP však môže zvyčajne viesť k nižšej celkovej spotrebe energie ako výroba GW. Na porovnanie celkovej energetickej účinnosti rôznych procesov výroby vlákien sa musí zohľadniť spätná rekuperácia tepla pri výrobe TMP a použitie zosilnenej sulfátovej buničiny a plniva v konečnom obložení.

Týchto zjednodušený výpočet ukazuje, ako výber znečistenia ovplyvňuje spotrebu elektrickej energie pri výrobe papiera LWC alebo MFC. Čitateľ by mal mať tieto aspekty na pamäti pri porovnávaní údajov o špecifickej spotrebe elektrickej energie pri výrobe integrovaných mechanických celulózok a papierňach.

Príklady zanášacích prostriedkov používaných pri výrobe LWC/MFC papiera sú uvedené v tabuľke 5.11.

Tabuľka 5.11: Príklady používaných zanášacích prostriedkov na výrobu LWC/MFC papiera

Druhy vlákien	Príspevok A (%)	Miera B (%)	Príspevok C (%)
Nakúpená chemická buničina	33	10	0
TMP	34	57	67
Plnivá a pigmenty do farieb	33	33	33

Zdroj: [169, Nilsson a kol. 2007, p. 31]

Z porovnania výslednej spotreby elektrickej energie uvedenej v tabuľke 5.12 možno vyvodiť, že aplikácia C s najvyšším obsahom mechanických vlákien vedie k výrazne vyššej spotrebe elektrickej energie na tonu papiera, hoci sa predpokladá, že rafinérie a papierenské stroje v príkladoch A-C sú rovnaké. Pre zjednodušenie, závod používajúci elektrickú energiu má iné procesy ako výrobu mechanickej buničiny a papierenský stroj sa tu neberie do úvahy.

Tabuľka 5.12: Spotreba elektrickej energie pri rôznych znečisteniach

Prevádzková jednotka	Príspevok A (%)	Miera B (%)	Príspevok C (%)
TMP	3 600 kWh/t TMP vlákny	3 600 kWh/t TMP vlákny	3 600 kWh/t TMP vlákny
Papierenský stroj	800 kWh/t papiera	800 kWh/t papiera	800 kWh/t papiera
TMP a papierenský stroj	2 000 kWh/t papiera	2 900 kWh/t papiera	3 200 kWh/t papiera

Zdroj: [169, Nilsson a kol. 2007].

V tabuľke 5.13 je uvedená spotreba energie vo forme tepla a elektriny vo švédskom závode TMP s výrobou 500 000 t novinového papiera ročne a v tabuľke 5.14 je uvedená energetická bilancia tohto závodu. Zdroj údajov je starý 15 rokov, ale stále sa považuje za platný. Tieto údaje by sa mali použiť len ako hrubý údaj o energetickej situácii a energetickej bilancii na príklade celulózky TMP a Papierne, ktorá sa predovšetkým venuje výrobe papiera. V súčasnosti je rekuperácia tepla často vyššia a mnohé závody používajú energeticky účinnejšie čistiace technológie.

Tabuľka 5.13: Spotreba energie v integrovanom závode s výrobnou kapacitou 500 000 t/rok novinového papiera z TMP

Oddelenie	Prevádzkové teplo (MJ/ADt)	Energia (kWh/t)
Príprava dreva	150	50
Zušťachtovanie	0	2 110 (1)
Premývanie a triedenie	0	50
Bielenie	0	75
Príprava bieliacich chemikálií	0	5
Triedenie bielennej látky	0	35
Energetický kotol	0	25
Celková celulózka	150	2 350
Príprava látok	0	235
Papierenský stroj	5 300 (1)(2)	350
Celková papierna	5 300	585
Úprava odpadových vôd	0	39
Celková cena za tonu papiera	5 450	2 974

- (1) Z finskeho integrovaného závodu TMP sa uvádza najvyššia spotreba elektrickej energie 2 400 kWh/t pre fázu čistenia (vrátane čistenia odpadu) a vyššia hodnota spotreby tepla 4 800 MJ/ADt na jeden papierenský stroj (finske pripomienky).
 (2) Švédsky závod na výrobu novinového papiera uvádza spotrebu tepla na sušenie papiera približne 4 GJ/t, čo je spotreba, ktorá sa plánovaným zariadením na obuv zníži približne o 10 %.

Zdroj: [130, správa SEPA 1997]

Tabuľka 5.14: Energetická bilancia integrovanej výroby 500 000 t/rok novinového papiera/lepenky z TMP vo švédskom závode

Oddelenie	Teplo (MJ/ADt)	Energia (kWh/t)
Závod na výrobu vlákien		
Rekuperovaná para určená len na použitie v procese (i)	+ 1 500	
Energetický kotol, prevádzková para (použit' len z vlastnej kôry)	+ 1 500	
Turbogenerátor		+ 100
Externé dodávky	0	2
Spotreba	- 150	- 2 350
Úprava odpadových vôd	0	- 39
Prebytočná energia zo závodu na výrobu vlákien	+ 2 850	0
Papierne		
Spotreba	- 5 300	- 585
Externá dodávka (i)	+ 2 450	+ 585
Celkové externé dodávky	2 450	2 874
(i) Z pohľadu fínskeho výrobcu papiera je rekuperácia tepla z procesu TMP výrazne vyššia. V prípade integrovaného závodu na výrobu 250 000 t/rok novinového papiera na báze TMP bola uvedená hodnota rekuperácie tepla (spätne získaná para) 3 450 MJ/ADt. V tomto prípade teda nie je potrebný externý zdroj tepla (fínske pripomienky). Zdroj: [130, správa SEPA 1997]		

Energetická bilancia a stupeň rekuperácie tepla sú pod vplyvom cien energie v danej krajine. Ak je energia zo siete relatívne lacná, je možné papierne prevádzkovať len malý kotol na výrobu pary (napr. kotol na kôru), ktorý je potrebný pre papierenský stroj, a zariadenie TMP sa bude udržiavať v chode pomocou externej elektrickej energie. Získaná energia z rafinérií bude stačiť na výrobu tepla potrebného pre druhý papierenský stroj. Štáty s relatívne vyššou cenou elektrickej energie majú tendenciu inštalovať väčšie kotolne na výrobu elektrickej energie na mieste, čo vedie k výrobe prebytočného tepla (menej rekuperácie tepla).

V tabuľke 5.15 sú zhrnuté hodnoty spotreby energie neintegrovanej výroby vo Fínsku.

Tabuľka 5.15: Energetická bilancia neintegrovanej fínskej výroby CTMP (400 ml CSF)

Oddelenie	Teplo (MJ/ADt)	Energia (kWh/t)
Závod na výrobu vlákien		
Rekuperovaná para, len na použitie v procese	+ 2 700	
Externé dodávky	0	+ 1 650
spotreba	0	- 1 600
Úprava odpadových vôd	0	- 50
Prebytočná energia z celulózy	+ 2 700	0
Zariadenie na sušenie buničiny		
spotreba	- 5 600	- 150
Parný kotol (zvyšky dreva a vykurovací olej)	+ 2 900	+ 150
Celkové externé dodávky	2 900	1 800

Príklady údajov o špecifickej spotrebe energie pre niektoré integrované mechanické celulózy a papierne (natieraná a nenatieraná drewná hmota), ktoré pochádzajú z dotazníkov vyplnených riadiacimi technológmi, sú uvedené v tabuľke 5.16. Údaje sa vzťahujú na celé papierne, t. j. zahŕňajú rôzne druhy a podiely mechanických vlákien, v niektorých prípadoch podiel zo úpravy recyklovaných vlákien (RCF), podporné činnosti prevádzky, ako je úprava surovín a čistenie odpadových vôd. V prípade týchto prevádzok nie je uvedené, aké opatrenia na úsporu energie zaviedli.

Tabuľka 5.86 Príklady mernej spotreby energie niektorých integrovaných celulózo-papierní (referenčné roky: 2006 a 2008)

Druhy papiera vyrobeného v procese výroby papiera/lepenky	Prevádzkové teplo (kWh/t) (1)	Energia (kWh/t)	Celková energia (kWh/t)	Zloženie buničiny
Papier MFC, LWC	1 534 (2)	2 642	4 175	100% TMP Bielený peroxidom vodíka (31% výplní a pigmentov)
Papier LWC	1 306	2 091	3 397	70 % mechanickej buničiny (GW, TMP), 30 % nakúpenej chemickej buničiny
Papier LWC	1 626	1 514	3 140	53 % mechanických vlákien, 40 % nakúpenej chemickej buničiny, 7 % papiera skladu
Papier LWC	1 775	1 217	2 992	55 % mechanickej buničiny (GW, TMP), 45 % nakúpenej chemickej buničiny
Papier LWC/SC	1 025	1 375	2 400	50 % zberového papiera, 35 % mechanická buničina, 15 % nakúpená chemická buničina
Kartónová skladačka	1 495	1 197	2 692	65 % zberového papiera, 35 % mechanickej buničiny, 5 % nakúpenej chemickej buničiny

Poznámka: MFC = stroja natieraný natieraný papier; LWC = ľahký natieraný papier.

(1) Údaje o spotrebe tepla zahŕňajú teplo na výrobu elektriny. Eliminuje sa aj spotreba energie pri výrobe chemických článkov. Ak chcete prepočítať (kWh) na (MJ), vynásobte (kWh) koeficientom 3,6.

(2) 1 182 kWh/t z 1 534 kWh/t tepla použitého v procese je späťne získané teplo z rafinérií TMP (41 % rekuperácie tepelnej energie vyrobenej ako pary). Čistý tepelný príkon je preto len 352 kWh/t.

Zdroje: [248, Hamm 2007], [dotazník 2009].

Pri interpretácii týchto údajov by mal čitateľ zohľadniť najmä aspekty uvedené v kap. 2,5 skutočnosť, že špecifická spotreba energie je silne ovplyvnená druhmi mechanickej buničiny (napr. TMP alebo GW), použitou náplňou, t. j. podielom mechanickej buničiny, podielom nakúpenej chemickej buničiny a recyklovaných vlákien ako vláknových zložiek a podielom plnív a náterových pigmentov.

Podiel mechanickej buničiny a nakúpenej chemickej buničiny sa značne líši. Podiel mechanických vlákien a chemicky nakupovanej buničiny v procese výroby drewnej buničiny sa výrazne líši v závislosti od druhu. Okrem toho mnohé papierové výrobky v sektore mechanického papiera obsahujú aj recyklované vlákna. Napríklad podiel mechanických vlákien na celkovej vláknovej zložke v UPM-Kymmene pre nenatierané papiere (novinový papier, SC papiere) a natierané papiere (MFC, LWC a MWC papiere) obsahujúce drevo je možné pozorovať v rozsahu od 0 do 90 %, resp. od 34 do 97 % v závislosti od druhov papiera a relatívnej kvality papiera. Najvyššou časťou nakupovanej chemickej buničiny je približne 20 % v prípade papiera UPM SC a viac ako 40 % v prípade papiera UPM MWC.

Takáto široká škála zloženia vlákien nevyhnutne vedie k značným rozdielom v špecifickej spotrebe energie pri výrobe papiera obsahujúceho drevo: spotreba energie mechanickej buničiny (TMP) je zvyčajne vyššia ako spotreba energie lisovanej/kamenenej drewnej buničiny (PGW/SGW) a oveľa vyššia ako spotreba energie zberového papiera (RCF). Naopak, výhodou TMP je rekuperácia pary, ktorá výrazne znižuje čistú spotrebu tepla v následnom integrovanom procese výroby papiera/lepenky.

V tabuľke 5.17 je stručne uvedená orientačná úroveň spotreby energie na výrobu mechanických a chemikálií obsahujúcich vlákien.

Tabuľka 5.17: Orientačné úrovne spotreby energie na výrobu tepla a elektriny pre rôzne druhy integrovaných celulózok, drevom, papieriň a lepenkárň

Druhy výroby papiera a lepenky (typ znečistení)	Orientačná úroveň spotreby čistého technologického tepla v kWh _{prietok} (1)	Orientačná úroveň spotreby elektrickej energie v kWh _{prietok} (1) (2)
Drevom papier SC, MFC, LWC (80-100 % TMP vlákien v konečnom papieri)	800-3 300 (3)	1 700-2 900
Papier z drevom LWC (> 50 % mechanických vlákien, variabilný podiel nakúpenej chemickej buničiny, odľahčenej RCF, plnidiel a náterových pigmentov)	1 300-3 000	1 200-2 700
SC papier s dreveným vzorom	300-1 700	1 900-2 600
Drevom novínový papier (> 50 % mechanických BUNIČIN)	400-900	2 500-3 000
Druhy na bázi PGW	1 000	1 800 - 2 300
Skládačková lepenka (> 50 % mechanických BUNIČIN)	1 500-3 000	1 200-2 600
CTMP (na tonu BUNIČINY)	≈ 0-300	2 300-3 000
(1) Energeticky úsporné postupy, zanášanie, procesy výroby buničiny, druhy drevín a najmä požiadavky na kvalitu buničiny majú významný vplyv na špecifickú spotrebu energie mechanických celulózok (čím nižšia je hodnota odvodnenia CSF, tým vyššia je spotreba elektrickej energie). (2) Recyklované vlákno a nakúpená chemická buničina sa môžu použiť aj ako vláknité zložky na výrobu papiera na báze mechanických vlákien. Čím vyšší je obsah mechanických vlákien, tým vyššia je spotreba elektrickej energie na tonu papiera; táto hodnota je vyjadrená v hornej časti tabuľky. (3) Hodnoty nezahŕňajú použitie spätne získanej sekundárnej energie, napríklad spätne získanej pary z rafinérií TMP. Získaná tepelná energia z TMP pochádza z elektrickej energie použitej na procesy TMP. Ak by sa spätne získaná para z rafinérií vyrovnala so skutočnou spotrebou tepla pre zariadenia TMP a papier, tepelná bilancia celého závodu a papierne by mohla viesť k výrazne vyššej spotrebe tepla približne 400 kWh/t (v prípade vysokej úrovne TMP a pokročilej rekuperácie tepla).		

Pre orientačné úrovne spotreby energie uvedené v tabuľke 5.17 boli použité tieto systémové limity:

- Úroveň spotreby energie sa vzťahuje na celú čistú produkciu závodu na výrobu vlákien a zahŕňajú čerpadlá, miešadlá a stlačený vzduch. Zahŕňajú aj spotrebu periférnych subsystémov na úpravu surovej a odpadovej vody, kalu a odpadových vôd, napr. flotáciu rozpusteným vzduchom, skrutkové lisy na odpadové vody alebo lisy na kal a čistenie odpadových vôd.
- Hodnoty spotreby energie zohľadňujú teplo použité v procese a spotrebu elektrickej energie na výrobu buničiny aj papiera (uvažované množstvo buničiny je potrebné na výrobu papiera na mieste). Ak sa používajú odľahčené recyklované vlákna a vyrábajú sa na mieste, je vylúčená spotreba energie na proces RCF. Ak sa používa akékoľvek množstvo chemickej buničiny, spotreba energie na výrobu chemickej buničiny sa nezapočítava.
- Hodnoty zahŕňajú všetky procesy od skladu dreva a podávacieho dopravníka na odvodnenie nakúpenej chemickej buničiny (ak sa používa) až po posledný kotúč rezačky, t. j. pred úpravou.
- Hodnoty špecifickej spotreby energie (SEC) sa vzťahuje na čistú spotrebu tepla v procese, t. j. vstupné teplo je znižované o spätne získané a opätovne použité teplo (dôležité predovšetkým pre rafinérie TMP a CTMP).
- Hodnoty spotreby energie nezohľadňujú primárne energetické vstupy palív na výrobu energie, ale predstavujú spotrebované prevádzkové teplo a elektrinu. Elektrické infračervené (IR) sušičky sú časťou spotreby energie.
- V prípade tepla sa hodnoty spotreby vzťahujú na tepelnú kapacitu použitej pary a na vyššiu výhrevnosť plynu v prípade infračervených alebo vzduchových sušičiek. Plynové infračervené sušičky sú zahrnuté do spotreby tepla, ak sa používajú.

5.2.2.8. Hluk

Zariadenia na odkôrňovanie a v menších množstvách aj papierenský stroj a rafinéria vytvárajú hluk, ktorý možno regulovať dôkladnou izoláciou budovy na odkôrňovanie. Nákladné vozidlá a iné vozidlá používané na prepravu veľkého množstva surovín a výrobkov slúžia na spôsobovanie hluku v okolí závodu (pozri kap. 2.9.13).

5.3 Techniky zvažované pri určení BAT

Táto kapitola opisuje techniky (alebo kombinácie techník) a súvisiace monitorovanie, ktoré majú potenciál dosiahnuť vysokú úroveň ochrany životného prostredia pri činnostiach opísaných v tomto dokumente. Opis techník bude zahŕňať použitú technológiu, ako aj spôsob, akým je zariadenie navrhnuté, skonštruované, udržiavané, prevádzkované a nakoniec vyradené z prevádzky.

Zahŕňa systémy environmentálneho manažérstva, integrované BAT a výstupné opatrenia procesov. Zaoberá sa aj predchádzaním vzniku odpadu a nakladaním s ním vrátane postupov minimalizácie odpadu a recyklácie, ako aj technikami, ktoré znižujú spotrebu surovín, vody a energie prostredníctvom optimalizovaného použitia a opätovného používania. Opísané techniky zahŕňajú aj opatrenia na prevenciu alebo zníženie environmentálnych následkov havárií a mimoriadnych udalostí, ako aj opatrenia na sanáciu na mieste. Zahŕňajú aj opatrenia prijaté na prevenciu alebo zníženie emisií v iných ako bežných prevádzkových podmienkach (napr. pri nábehoch a odstávkach, únikoch, poruchách, dočasnom prerušení a trvalom zastavení prevádzky).

V prílohe III k smernici je uvedených niekoľko kritérií na určenie BAT a informácie v tejto kapitole sa týkajú uvedených aspektov. Ak je to možné, na zhrnutie informácií o každej technike sa používa štandardná štruktúra uvedená v tabuľke 5.18 s cieľom umožniť porovnanie techník a ich posúdenie na základe vymedzenia BAT v smernici o priemyselných emisiách.

Táto kapitola nemusí nevyhnutne obsahovať vyčerpávajúci zoznam techník, ktoré by sa mohli použiť v tomto sektore. Pri určovaní BAT pre konkrétne zariadenie môžu existovať alebo sa vyvíjať aj iné techniky, ktoré je možné zvažovať.

Tabuľka 5.18: Informácie o všetkých technikách opísaných v tejto kapitole

Nadpisy v kapitolách
Opis
Opis technický
Dosiahnutie environmentálnych prínosov
Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje
Účinky medzi zložkami
Technické kritériá uplatniteľnosti
Ekonomika
Dôvody implementácie
Príklady závodov
Literatúra

V tejto časti sú uvedené všetky relevantné postupy, ktoré sú v čase tvorby (2013) technicky dostupné na predchádzanie alebo zníženie emisií/odpadu alebo zníženie spotreby energie a surovín, a to pre nové aj existujúce zariadenia. Tento zoznam spôsobov práce nie je vyčerpávajúci a je možné ho pokračovať s odstupom času. Pracovné postupy zahŕňajú opatrenia v procese, ako aj technológie na konci procesu a predstavujú možnosti zlepšenia pri dosahovaní integrovaných opatrení na prevenciu a kontrolu znečistenia.

5.3.1. Kontrola emisií zo skladu dreva

Drevom používané na výrobu mechanických vlákien sa zvyčajne postriekajú vodou, aby sa zabránilo ich sušeniu. To je možné, že sa vyžadujú systémy zberu vody v sklade dreva, aby sa zabránilo nekontrolovanému úniku organických látok meraných ako Chemická spotreba kyslíka a toxicita (pozri kap. 2.9.2.1).

5.3.2. Suché odkôrnenie

Pozri kapitolu 2.9.2.2.

5.3.3. Minimalizácia strát vlákien pri odstraňovaní nečistôt z procesu výroby mechanických vlákien

Opis

Najčastejšou nečistotou v procese mechanickej výroby buničiny je piesok, ktorý môže zničiť regulovaný systém, ak sa neodstráni, a môže narušiť proces výroby papiera. Ďalšie drobné nečistoty sa nachádzajú v drevnom materiáli, ako sú kusy kovu alebo nevhodný drevený materiál, napr. zhnité drevo alebo drevo s vlastnosťami materiálu, ktoré sa výrazne líšia od vlastností dreva použitého v procese výroby vlákien.

Minimalizácia strát z vyradeného materiálu sa začína ťažbou dreva. Nevhodný drevom by sa mal oddeliť už tu. S drevom a štiepkami by sa malo vykonávať manipulácia v spevnených skladovacích priestoroch na drevo, aby sa do procesu spolu so surovinou nedostala zmes štrku, kamienkov a hliny. Z procesu výroby štiepok sa musia odstrániť kovové kusy. Piesok, ktorý sa zvyčajne môže v určitom množstve dostať do procesu, sa odstráni využitím hydrocyklónov. Hydrocyklóny sa používajú aj na odstraňovanie niektorých vláknitých materiálov so slabou väzobnou schopnosťou.

Vyradený materiál z hydrocyklónov pozostáva z malých tuhých častíc vlákien s malým špecifickým povrchom - odrezky a častice piesku, ak nejaké zostanú v procese.

Oddelenie látok od vlákien prebieha bežne využitím odstredivých separátorov alebo hydrocyklónov, kde sa oddelujú častice ťažšie ako vlákna, alebo využitím tlakových sít s otvormi alebo štrbinami, kde sa oddeluje prebytočný materiál.

Odpad z hydrocyklónu obsahuje aj veľké množstvo vláknitého materiálu. Tento materiál sa regeneruje aj pridaním rôznych hydrocyklónov v kaskádach. Tento systém môže ušetriť značné množstvo surovín a znížiť zaťaženie nerozpustnými látkami v odpadových vodách vypúšťaných do čistiarne. Niektoré prevádzky v súčasnosti prehodnocujú hydrocyklóny v oddieli na výrobu vlákien a ako alternatívu zvažujú úzkoštrbinové triedenia s vysokou frakčionálnou účinnosťou.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Použitím preventívnych opatrení a efektívnych fáz úpravy.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Dôkladným premývaním štiepok sa z prúdu štiepok odstráni piesok a iné abrazívne zložky, pretože nečistoty opotrebúvajú stroje, najmä segmenty rafinéra, a spôsobujú v prevádzkach mimoriadne náklady.

Prevádzkach majú zvyčajne magnetické lapače kovov nad dopravnými pásmi na zachytávanie kovov z prúdu štiepok, ale nemagnetické kovy sa nedajú zachytiť. Nemagnetické kovy spôsobujú poškodenie strojov a pretože.

Predovšetkým nevýhodou použitia hydrocyklónov je nízka konzistencia vlákna (0,5-0,7 %), čo zodpovedá objemu vody 150-200 m³ADt. Väčšinu vody možno recirkulovať a použiť v zariadení na iné účely. Mnohé papierne používajú hydrocyklóny v procese výroby vlákien a na vstupe do vstupnej skrine prevádzky papierenského stroja. Existuje aj mnoho prevádzok, ktoré majú hydrocyklóny len na papierenských strojoch.

Medzizložkové vplyvy

Zníženie straty vlákna v priebehu znižovania nečistôt znižuje celkovú spotrebu energie na tonu vlákna.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Pridanie čistiacich fáz je možné v nových aj existujúcich zariadeniach.

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Dôvodom prijatia tohto opatrenia je zhustiť Použitie surovín a energie a ochrana strojov a zariadení.

Príklady závodov

Početné zariadenia v Európe.

Literatúra

[14, CEPI 1997].

5.3.4. Minimalizácia v odstraňovaní zvyškov zo spracovania a kálu do zavážky účinným odvodnením a spálením s využitím energie

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Zvyšky z konečného čistenia, straty vlákien a kaly, ktoré vznikli v prevádzke, sa musia pred odstránením alebo ďalšou úpravou odvodniť. Odvodnenie prebieha Použitím sitových pásových lisov alebo šnekových lisov. Cieľom odvodnenia je odstránenie veľkého množstva vody z kálu. Na túto činnosť sú k dispozícii rôzne druhy mechanických zariadení:

- pásové lisy (lisy s dvojitém sitom)
- závitovkové lisy
- dekantáčne odstredivky.

Mnohé zariadenia majú nainštalované pásové lisy, ktoré sú spoľahlivé a produkujú 40-50 % sušiny pri vláknitom kale a 25-40 % pri zmesi vláknitého, biologického a chemického kálu.

Skrutkovacie lisy sa môžu použiť dvoma spôsobmi: buď na zvýšenie obsahu sušiny (DM) po odvodnení pásovým lisom, kde sa môže dosiahnuť zvýšenie obsahu sušiny (DM) približne o 10 %, alebo na priame odvodnenie, kde sa môže dosiahnuť vyšší obsah sušiny (DM) pomocou skrutkovacích lisov v porovnaní s odvodnením pomocou pásového lisu.

Po odvodnení možno kal a odpad vysušiť (pozri kap. 2.9.6.1.4) na zvýšenie výhrevnosti materiálov na Použitie v spaľovniach. Pálením sa priamo znižuje množstvo odpadu odkloneného z mechanickej výroby vlákien na kal a využíva sa energetický obsah frakcií odpadu. Spaľovanie kôry prebieha v kotloch na kôru alebo v zariadeniach na pálenie zmesných palív. Používajú sa kotly na kôru alebo zariadenia na pálenie. Najmä pre kaly s nízkym obsahom sušiny (DS) sú fluidné kotly v súčasnosti najlepšou investíciou (pozri kap. 2.6.1.2.3). Tieto fluidné kotly slúžia na pálenie samotného kálu (100 %), hoci bežnejšie je použitie podporného paliva (napríklad uhlia alebo vykurovacieho oleja). Požiadavky na podporné palivo závisia od obsahu sušiny (DS) a popola. Vo všeobecnosti sa na samovznietenie vyžaduje minimálne 35-40 % sušiny (DS).

Podrobnú diskusiu o pálení s použitím energie vrátane postupov kontroly emisií nájdete v kap. 2.6 a 2.9.7.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Odvodnenie sa používa v mnohých celulózkach a závodoch na výrobu papiera. Pálenie v kotloch na kôru a iných spaľovacích zariadeniach je v tomto odvetví bežnou praxou (pozri kap. 2.6.1 a 2.9.7 a 5.3.10).

Výhrevnosť odpadu a kalu a celková výsledná spaľovanie možno zlepšiť využitím lepších zariadení na odvodnenie, ako sú napríklad skrutkové lisy. Cieľová hodnota odvodnenia by mala byť 45 % sušiny, ak je obsah popola nižší ako 30 %, a vyskytnúť sa napr. 65-70 % sušiny pri 50 % obsahu popola. Zmes kalu a vlastností materiálu sa však môžu v prevádzkach výrazne líšiť a rôzne kaly majú rôzne vlastnosti odvodnenia. Napríklad prebytočný kal z biologického čistenia má relatívne slabé odvodňovacie vlastnosti (18-22 % sušiny), pokiaľ nie je zmiešaný s inými materiálmi; naproti tomu primárny kal z primárnych usadzovacích nádrží (odlučovačov) sa odvodňuje ľahšie (35-55 % sušiny), ale je možné ho zmiešať aj s iným materiálom, aby sa lepšie odvodnil.

Ak je množstvo kalu vysoké a relatívne množstvo všetkých palív je vyššie ako 30 %, dezintegrácia kalu s následnou paletizáciou alebo briketovaním je možná, pretože zvýši jeho objemovú hmotnosť natoľko, že uľahčí spaľovanie. Kal a iné tuhé palivá sa môžu dávkovať striedavo alebo znovu po predhriatí. Pri nepriamom sušení sa využíva nízkotlaková alebo strednotlaková para vyrobená v prevádzke, ktorá by sa ešte mohla účinne použiť inde ako nízkotlaková para. Metóda priameho sušenia používa ako zdroj tepla plyny.

Zlepšenie celkového pálenia je špecifické pre tento prípad. Dosiahnutie je možné pridaním účinného predbežného odvlhčovania niektorých pevných palív, mechanickým odvodnením spaľovaných materiálov alebo ich vysušením tepla. Všeobecne, ak počiatočná vlhkosť paliva pohybuje v rozmedzí 45 - 50 %, zvýšenie obsahu sušiny na 55 - 60 % vedie k úsporám tepla o 10 - 15 %. Sušenie kalu je možné až do 80 % sušiny.

Medzizložkové vplyvy

Pri odvodnení kalu sa emisie do vody zvyšujú a zvyčajne sa účinne spracúvajú v biologických čistiarňach odpadových vôd. Ak sa odvodnený alebo vysušený odpad spaľuje, využíva sa jeho energetický obsah. Hodnota uplatniteľnej energie závisí od dosiahnutého obsahu sušiny (DS) pred spaľovaním a od zloženia a zmesi spaľovaného materiálu. Energetický obsah odpadu a kalu, ktorý prevyšuje energiu potrebnú na odparenie vlhkosti z odpadu, je vo všeobecnosti prebytočnou energiou. Zvyčajne zostáva len popol ako tuhý odpad/odpad zo spaľovni, ktorý je možné buď skládkovať, alebo použiť na iné účely (napr. v stavebníctve).

Technické kritériá uplatniteľnosti

Z ekonomických a ekologických dôvodov sa sušenie odpadov a kalov používa len vtedy, ak je k dispozícii prebytočné teplo a na tento účel možno využiť pridané teplo (pozri kap. 2.9.6.1.4). Pálenie zvyškov a spracovateľského odpadu je možné použiť v nových aj existujúcich zariadeniach.

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Cieľom tohto opatrenia je znížiť množstvo odpadu, ktoré sa odstraňuje cez skládkovanie.

Príklady závodov

Početné zariadenia v Európe.

Na odvodnenie kalu sa čoraz častejšie používajú účinné lisy na dosiahnutie vysokej sušiny. Pálenie v kotloch na kôru a v spaľovacích zariadeniach je v tomto odvetví bežné (pozri kap. 2.6.1 a 2.9.7 a 5.3.10).

Literatúra

[75, Pöyry 1997], [71, Pöyry 1992].

5.3.5. Účinné pranie a riadenie procesu

Opis

Účelom premývania buničiny pomocou bubnových práčok alebo pracích lis je predovšetkým Oddelenie organického materiálu (zložiek) suspendovaného počas rafinácie buničiny. Proces premývania je v zásade podobný procesu, ktorý sa používa pri výrobe chemickej buničiny, ale požiadavky na účinnosť sú menej náročné. Niektoré celulózky používajú pred rafináciou aj fázu premývania (celulózky predhrievajú buničinu z mäkkého dreva technikou tlakového ohrevu, vysokého stlačenia a impregnácie s cieľom zlepšiť vlastnosti buničiny).

Bubnové práčky, aké sa používajú pri výrobe chemickej buničiny (napr. vytlačacie práčky), slúžia na odstránenie vlákien z bubna. Na výrobu mechanických vlákien sa namiesto toho používa princíp extrakcie riedením. Vlákno sa zriedi v pravej vode na nízku alebo strednú konzistenciu a potom sa podieľa na odvodnení na vysokú konzistenciu pomocou účinných lisov. Prietok môže prebiehať buď na skrutkových lisoch, lisoch s dvojitém sitom alebo na dvojvalcových lisoch. Efektívnosť premývania je zvyčajne 65-70 %, vypočítaná z využitého organického materiálu. Prietok zvyčajne zodpovedá jednej úrovni premývania. Pri zdokonalenom premývaní slúžia dodatočné práce zariadenia na zvýšenie účinnosti premývania až na 90 %. Inštalujú sa v dávkach. *Zdroj: údaje dodávateľa, 2009).*

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Vďaka lepšiemu praniu je možné koncentrovať organický materiál v malom množstve odpadovej vody a znížiť prenos Chemickej spotreby kyslíka do papierenského alebo lepenkového stroja. Tým sa zlepši čas prevádzkyschopnosti stroja na výrobu papiera a pásy a znižuje sa potreba chemikálií na výrobu papiera. Oddelenie čistenia odpadových vôd z výroby papiera alebo lepenky, t. j. Anaeróbna technológia.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Premývanie sa stalo štandardným procesom pre väčšinu integrovaných mechanických celulózok, ktoré majú peroxidové bieliare. Všetky bieliare vlákien CTMP na trhovej buničine majú nainštalované rozsiahle viacstupňové premývanie.

Medzizložkové vplyvy

Žiadne rozsiahle účinky medzi zložkami. V mnohých prípadoch je pri lepšom premývaní možné, že pred čistením sa vytvorí vyššia dávka Chemickej spotreby kyslíka.

Technické kritériá uplatniteľnosti

V integrovanom systéme TMP aj CTMP sa použije vhodná technika prania, aby sa znížil prenos škodlivých látok do stroja na výrobu papiera/lepenky, ale vyžaduje sa aj pri komerčnej chemickej/termomechanickej buničine.

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Zlepšená technika prania predĺži životnosť papierenského stroja, zníži počet prerušení papierového pásu, predĺži intervaly čistenia sít, plsti a valcov na papierenskom stroji a zníži potrebu chemikálií na výrobu papiera. Môže tiež vytvoriť zlepšenie podmienok pre anaeróbne čistenie odpadových vôd z výroby CTMP. Ďalším dôvodom na zváženie tohto procesu sú kvalitatívne parametre hotovej lepenky a papiera a to, že proces znižuje prevádzkové náklady.

Príklady závodov

Niekoľko závodov v Európe a Severnej Amerike.

Literatúra

[14, CEPI 1997], [75, Pöyry 1997].

5.3.6. Recirkulácia vody v závodoch na výrobu vlákny a v papierňach

Opis

Stupeň recirkulácie vody v rámci procesu výroby vlákien do značnej miery závisí od vhodnosti konkrétneho prúdu vody na opätovné použitie a od obsahu látok, ktoré sa môžu v prevádzke hromadiť. V každom prípade musia existovať miesta na vypúšťanie a odstránenie znečisťujúcich látok v systéme čistenia odpadových vôd. V neintegrovaných zariadeniach prebieha bežne dopĺňanie strát vody čerstvou vodou. V integrovaných celulózkach pokrýva väčšinu prevádzkových potrieb vody celulózy biela voda z papierenského stroja.

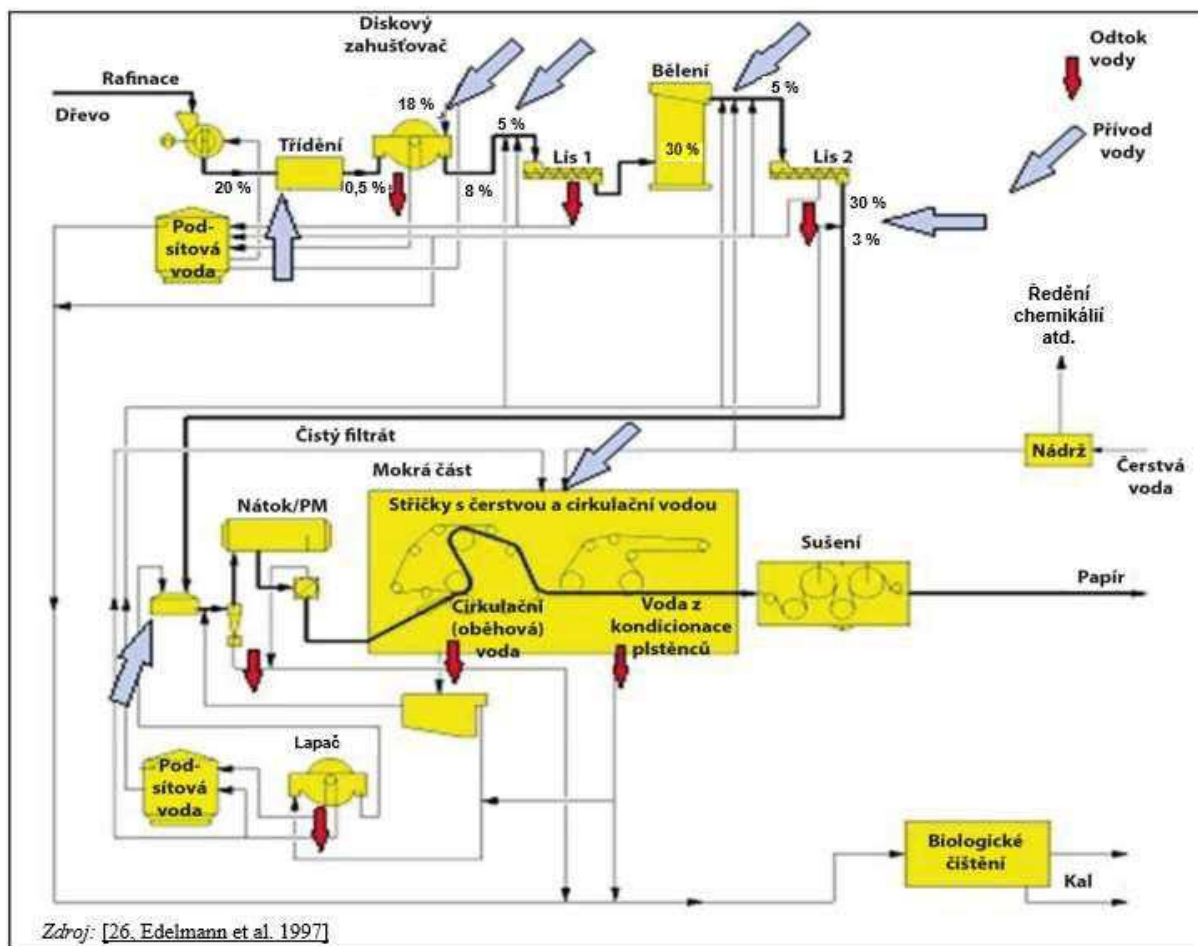
V procese výroby mechanických vlákien obsahuje recyklovaný prúd rôzne filtráty, zvyšky z procesu lisovania alebo možná aj z manipulácie s trieskami, prípadne vláknitú bielu vodu alebo čistú podsitnú vodu, ktorá vzniká v zariadení, ktoré recykluje všetky vlákna. Tieto toky sa využívajú na špecifické účely podľa ich dostupnosti a vhodnosti. Na to, do akej miery je recirkulácia vody pri výrobe vlákna vhodná, vplýva mnoho faktorov. Tvorba nežiaducich látok sa vyskytuje v priebehu predbežnej úpravy dreva alebo drevnej štiepky, triedenia a bielenia a niektoré sa dostávajú do integrovaných závodov z podstrešného prúdu papierenského stroja používaného v Oddelení výroby buničiny.

V miestach, kde vznikajú rozpustené látky, musí tiež dôjsť k zriadeniu, aby sa nežiaduce látky skutočne odvádzali z dreveného materiálu alebo vlákien. V opačnom prípade sa dostanú do ďalších fáz procesu s nepriaznivými účinkami. Okrem toho pri recirkulácii a vypúšťaní sú možné zmeny na dosiahnutie ekonomickej rovnováhy. Napríklad voda vypúšťaná z procesu výroby buničiny odvádzaním odpadových vôd, ktorá je čistejšia ako kalová voda z podsitia, lepšie zachytáva vláknitý materiál v buničine, ale tiež zadržiava viac nežiaducich živcových látok obsahujúcich buničinu. Vo všeobecnosti sa pri správnom výbere recirkulácie vody musia zohľadniť kritériá, ako je farba prevádzkovej vody, pH, obsah rozpustených a suspendovaných pevných látok vrátane zvyškových chemikálií použitých pri výrobe vlákna, ktoré môžu spôsobiť nežiaduce chemické reakcie alebo dokonca možnú zvýšenú spotrebu chemikálií.

Základom zníženia spotreby vody a recirkulácie v procese výroby buničín je:

- použitie princípu protiprúdu vody a vodných systémov (napr. Oddelenie medzi mechanickým vláknom, peroxidovým bielením a papierenským strojom);
- použitie diskových filtrov na filtráciu bielej vody z podsypného zariadenia na výrobu papiera a na filtráciu prevádzkovej vody zo závodu na výrobu mechanických vlákien;
- zlepšená recyklácia vlákien odvádzaním čistej, nie zakalenej bielej vody z podsitia do kanalizácie a využitím prebytočnej vody z podsitia prevádzky papierenského stroja pri výrobe vlákien v integrovaných papierňach;
- vyrovnanie objemov nádrží, najmä objemov bielej vody, na pokrytie výkyvov procesu, nábehu a odstavenia (odstávky);
- zahustenie buničiny na vysokú konzistentnú formu pred jej podaním na sušenie (alebo na papierenský stroj), ktoré je účinné v neintegrovaných aj integrovaných papierňach;
- použitie čistej bielej vody v rozprašovačoch na čistenie zariadenia a, ak je to prijateľné, ako oplachovacej vody.

V tabuľke 5.18 sú uvedené hlavné zdroje vody (odber vody) a odtok vody (vypúšťanie vody) v integrovaných mechanických celulózkových a papiernych zariadeniach. Čerstvá voda sa do procesu výroby papiera/lepenky privádza predovšetkým cez formovacu/tvarovú (sitovú) časť prevádzky a stieracie zariadenia lisok. Potom sa privádza do rôznych procesov premývania a riedenia. Vodné okruhy sa samozrejme oddeľujú zahusťovacími krokmi pred tým, ako sa buničina zriedi určitým množstvom čerstvej vody na úpravu konzistencie (percentuálny obsah uvedený v tabuľke 5.18 neuplatňuje sa na konzistenciu) a buničina sa pred vstupom do prístupového systému zriedi čistou vodou.



Obrázok 5.18: Hlavné zdroje vody a odpadu v integrovanom závode na výrobu mechanických vlákien a v Papierni

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Uzatvorenie vodovodných systémov vedie k redukcii vypúšťania odpadových vôd a straty vlákien do kanalizácie. Stupeň redukcie vody závisí od druhu lepenky. V integrovaných závodoch zahŕňa vhodné hospodárenie s vodou opätovné využívanie bielej vody z papierenského stroja.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Uvedené základné princípy sa dajú použiť bez výrazného vplyvu na proces výroby vlákien. V tabuľke 5.19 sú znázornené úrovne spotreby vody dosiahnuté v niektorých príkladoch celulózo a papierní. Ak sú k dispozícii, uvádzajú sa konkrétne opatrenia na kontrolu vodného systému.

Tabuľka 5.19: Dosiahnutie úrovni spotreby vody v niektorých vzorových celulózkach prevádzkovaných na výrobu papiera z drevnej hmoty s rôznym vláknovým zložením

Príklady závodov	Druhy výroby vlákien a zmes použitých surovín	Druhy vyrábaného papiera	Spotreba vody (m ³ ADt) (1)	Použitie vodo hospodárske opatrenia
SCA Ortviken, SE	100% TMP vlákno	Natieraný papier, vylepšený novinový papier (NP), NP	15	Vnútorná Úprava bielej vody a recirkulácia prevádzkovej vody
Holmen Hallsta, SE	79 % TMP, 12 % GWP, 9 % deň	Časopisy, papier sušený, knižný papier, novinový papier	11	Neboli poskytnuté žiadne informácie
UPM Stracel, FR	100% TMP vlákno	Papier MFC+LWC	13,8	
Myllykoski Plattling, deň	33 % GW, 21 % nakúpenej chemickej buničiny, 7 % DIP, 39 % výplne a pigmenty	Papier LWC	12,5	Dva vodné okruhy s DAF pre prevádzkovú vodu z osvetľovacej prevádzky (odstránenie tlačiarenskej farby)
SE Maxau, DE	TMP, PGWP, GWP, RCF zosvetlený (odstránenie tlačiarenskej farby)	SC-A, SC-B papier, novinový papier	9,8	Neboli poskytnuté žiadne informácie
UPM Augsburg, deň	35 % dreva GW, 50 % odláhčeného RCF (odstránenie tlačiarenskej farby), 15 % nakúpenej chemickej buničiny	Papier LWC/SC	9,0	Neboli poskytnuté žiadne informácie

(1) Hodnoty spotreby vody zahŕňajú výrobu BUNIČINY aj papiera/lepenky.

Ďalšie existujúce údaje o spotrebe vody v integrovaných závodoch na výrobu mechanických vlákien a v papierňach nájdete v kap. 5.2.2.2, a najmä obrázok 5.7, ktorý obsahuje aj informácie o prietokoch vody v zariadeniach CTMP.

Závody na výrobu mechanických vlákien sú až na niekoľko výnimiek integrované do výroby papiera. To znamená, že voda pre závod zvyčajne pochádza z prevádzky a odpadová voda vypúšťaná z Papierne sa vypúšťa do odtoku (kanalizácie), kde sa odpadová voda z celulózky aj z Papierne zmiešava a následne spoločne čistí.

Dosiahnutie špecifických objemov spotreby vody pri použití mechanických celulózok a papieru vychádza z údajov pre grafický papier: 9-15 m³/t papiera (napr. MFC, LWC, novinový papier, papier SC-A a SC-B). Primeraný rozsah zatvorenia vodného okruhu závisí aj od miestnych podmienok. Technické riešenia môžu ovplyvniť faktory, ako sú podnebie, dostupnosť, zdroj a kvalita sladkej vody a typ, kvalita a citlivosť prijímajúceho prietoku.

Mechanické celulózky, ktoré majú aj linky DIP na pokrytie určitého podielu vlákninového zloženia, môžu mať o niečo nižšiu spotrebu čerstvej vody ako čisto mechanická výroba celulózy a papiera.

Odporúča sa on-line meranie prietoku odpadových vôd z kombinovanej celulózky a laboratórne meranie (Monitorovanie) suspendovaných a rozpustených pevných látok, pH, teploty a chemickej spotreby kyslíka. On-line analyzátory slúžia na merania suspendovaných látok alebo zákalu.

Medzizložkové vplyvy

Pri výrobe vlákna je možné zachovať viac rozpustených alebo koloidných látok v dôsledku efektívneho opätovného využitia vody pri výrobe vlákna. To sa musí v papierenskom závode kompenzovať, aby sa zabránilo napríklad zvýšeniu počtu zlomov papierového pásu, zmenám v retenčnom zadržiavaní papiera na páse alebo v odvodnení papierového pásu.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Stupeň redukcie vody závisí od druhu lepenky. Musí sa určiť vhodnosť špecifických tokov technologickej vody na recirkuláciu alebo recykláciu, aby sa zabránilo nepriaznivým účinkom na proces.

samotný a výroba. Existujúce zariadenia môžu prehodnotiť kapacity nádrží na výluh, bielu vodu a buničinu, aby sa znížili dodávky čerstvej vody a vypúšťanie odpadových vôd.

Vodno-energetická rovnováha sa často vyskytuje súčasne, pretože teplota vody pri výrobe buničiny stúpa paralelne so stupňom uzavretia systémov.

Ekonomika

Keďže väčšina závodov na výrobu mechanických vlákien je integrovaná s výrobou papiera/lepenky, opatrenia na zlepšenie recirkulácie vody sú bežne súvisiace s znížením objemu vody používanej pri výrobe vlákien aj papiera.

Investície potrebné do integrovaného zariadenia s výrobou 700 ADt/rok, ktorého cieľom je znížiť spotrebu čerstvej vody z 20 m³/t na 10 m³/t, je približne 10 - 12 miliónov EUR.

Dôvody implementácie

Dôvodom realizácie je zníženie hydraulického zaťaženia a zaťaženia suspendovanými látkami. Koncentrované odpadové vody možno čistiť efektívnejšie s vyššou úrovňou investícií a nižšími prevádzkovými nákladmi.

Príklady závodov

Mnohé moderné prevádzky používajú efektívnu recirkuláciu vody. Mnohé existujúce závody tiež prebiehajú implementáciu uvedených opatrení.

Literatúra

[14, CEPI 1997], [26, Edelman et al. 1997].

5.3.7. Náhrada NaOH použitím Ca(OH)₂ alebo Mg(OH)₂ ako alkálie pri bielení peroxidom

Opis

Využitie NaOH s Ca(OH)₂ alebo Mg(OH)₂ ako alkálií pri peroxidovom bielení.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Znižovanie emisií Chemickej spotreby kyslíka.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Tento proces je používaný v prípadoch niektorých závodov (napr. SCA Laakirchen, MD Papier Plattling). To môže viesť k približne o 30 % nižšiemu emisnému zaťaženiu Chemickej spotreby kyslíka.

Medzizložkové vplyvy

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Uplatniteľnosť na najvyššiu úroveň svetlostí môže byť obmedzená.

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

5.3.8. Čistenie odpadových vôd v závode CTMP – uzavretie vodných okruhov s využitím odparovania (zahusťovania) a spaľovania koncentrátov

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Existuje niekoľko alternatív čistenia odpadových vôd zo závodu CTMP, ktoré sú opísané priamo.

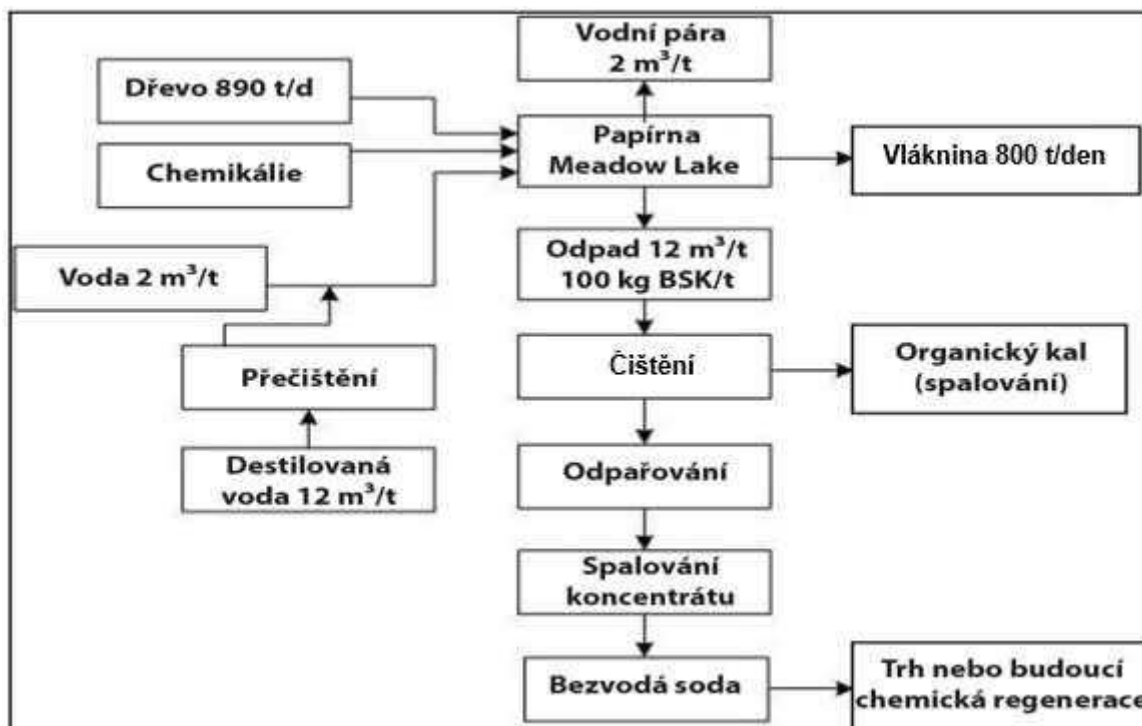
- Úprava aktivovaného kalu s jednou alebo dvoma úrovňami chemickej úpravy alebo bez úpravy (pozri kap. 5.3.12). V čase písania tejto publikácie (2013) bola najrozšírenejšou metódou metóda aktivovaného kalu, ktorá je pri správnom návrhu veľmi účinná. Ľahko sa dá dosiahnuť zníženie BOD o 98 % a Chemická spotreba kyslíka o 85 %. Nevýhodou použitia tejto metódy je veľmi vysoká úroveň živín v odpadových vodách. Preto museli niektoré prevádzky CTMP doplniť Úpravu chemickým ošetrovaním (pozri kap. 3.3.14).
- Vnútna chemická úprava vody z prvej úrovne premývania a úprava Zvyškov pomocou aktivovaného kalu. Existuje jeden závod CTMP, ktorý čistí bielu vodu chemikáliou, ktorá umožňuje odstránenie extraktov a jemných častíc v následnej fáze flotácie. Zároveň bolo zaznamenané zníženie Chemickej spotreby kyslíka o 40-50 %. Nevýhodou tejto metódy sú pomerne vysoké náklady na chemikálie.
- Techník anaeróbnej a aeróbnej úpravy odpadových vôd. Tento proces používal iba jeden závod vo Švédsku (SCA, Östrand). Spoločnosť SCA Östrand spustila anaeróbnú úpravu. Namiesto toho sa odpadová voda zo závodu na výrobu ihličnatých vlákien CTMP od roku 2004 čistí spolu s odpadovou vodou z výroby sulfátovej buničiny vzduchom. Ďalšou možnosťou je Odparovanie (zahustenie) väčšiny kontaminovanej odpadovej vody, pálenie koncentráta a spracovanie Zvyškov pomocou aktívneho kalu. Na celom svete sa v niekoľkých závodoch úspešne zaviedli nové procesy odparovania, ktoré majú možnosť presmerovať koncentráty do Regeneračného systému v celulózke. V tomto prípade sa koncentrát spaľuje v regeneračnom kotli v susednej sulfátovej celulózke. Alternatíva odparovania je najvhodnejšia v prípade, keď je potrebné zvýšiť kapacitu buničiny a biologická čistiareň odpadových vôd je príliš malá. Čistý kondenzát z takéhoto odparovača sa môže použiť v zariadení CTMP ako prevádzková voda, čím sa výrazne zníži spotreba čerstvej vody. Odparovanie je tiež možnou alternatívou, ak sa považuje za potrebné terciárne čistenie, t. j. v prípadoch, keď je potrebné znížiť úroveň živín v odpadových vodách.
- Odparovanie (zahusťovanie) všetkých odpadových vôd a pálenie koncentrátov v regeneračnom kotli. Vtedy nie je vykonávané priame vypúšťanie odpadových vôd. Závod Millar Western Pulp (Meadow Lake) v kanadskom Saskatchewan v súčasnosti vyrába až 325 000 ton (ADt) vzduchom sušeného Bieleného CTMP ročne, čo je vysoká hodnota v porovnaní s pôvodnou projektovanou kapacitou 240 000 ADt/rok. Závod ukončil výrobu v roku 1992. Problém vypúšťania odpadových vôd do prietokov sa presvedčivo vyriešil inštaláciou systému na sušenie. Všetky odpadové vody z prevádzky sa čistia a 80 % sa vracia do obehu vo forme destilovanej vody, ktorá sa opätovne používa v prevádzke. Zvyšných 20 % vody sa stráca počas konečného sušenia vyrobeného vlákna a odparovaním z odpadovej a upravenej vody v retenčných nádržiach. Systém čistenia odpadových vôd využíva konvenčné odparovače, zahusťovanie a pálenie. V závode CTMP sa vykonáva výroba najkvalitnejšieho tissue papiera a komerčnej buničiny na kvalitný písací papier z tvrdého osikového dreva alkalickým peroxidovým procesom. Tento systém na sušenie bez odtoku je opísaný priamo, pretože obsahuje niekoľko inovácií, ktoré sú pre priemysel veľmi zaujímavé. Umožnila tiež uplatniteľnosť v iných priemyselných aplikáciách, keď prijímajúci vodovod nemôže účinne absorbovať priemyselné odpadové vody.

Systém recirkulácie vody v jazere Meadow Lake pozostáva zo šiestich prevádzok, ktoré sú znázornené na obrázkoch 5.19 a 5.20:

- odstránenie suspendovaných látok (usadzovacie nádrže Krofta vrátane možnosti použitia sedimentačných nádrží);
- odparovač s mechanickou rekompresiou (1,5-krát vyššia kapacita ako projektovaný prietok, aby sa zabezpečilo zabezpečenie flexibility a schopnosť pre vyrovnávanie výkyvov);
- vykurovanie (zahusťovanie);

- pálenie koncentrátu;
- čistenie destilátu na celkové použitie v závode;
- upravenie vody z jazera.

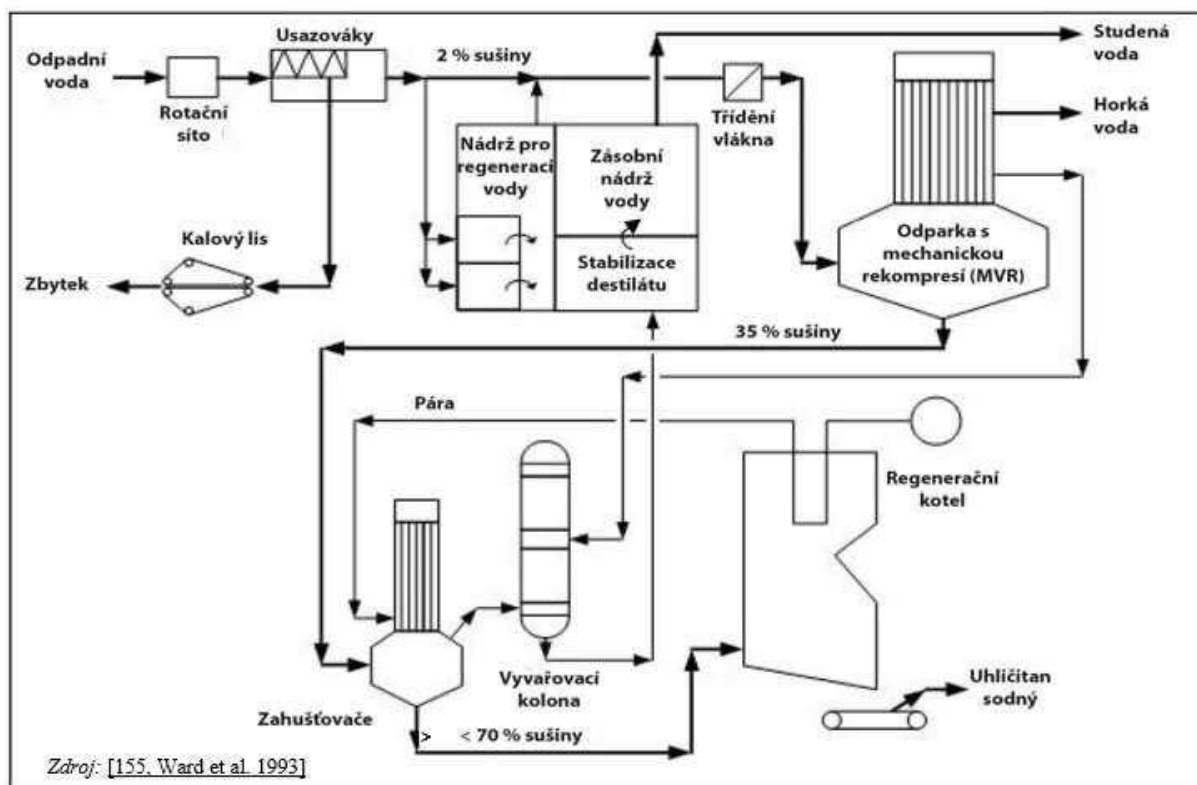
Ako je znázornené na obrázku 5.19, jediná voda, ktorú je potrebné nahradiť, je voda, ktorá sa stratí odparovaním, čo predstavuje približne 2 m³ADt.



Obrázok 5.19: Systém recirkulácie vody v celulóžke BCTMP Meadow Lake

Technológia odparovania sa používa na uzavretie vodného okruhu a dosiahnutie nulového vypúšťania odpadových vôd [44, Evans 1992].

Obrázok 5.20 znázorňuje koncepciu procesu čistenia odpadových vôd vrátane predovšetkým hlavných prietokov vody cez rôzne stupne čistenia.



Obrázok 5.20: Konceptia procesu s nulovou odpadovou vodou v závode BCTMP Meadow Lake

Všetky prietoky úžitkovej vody sa vstrekujú do prvého predčistenia, ktoré slúži na odstránenie suspendovaných pevných látok. Zachytené pevné látky sa podávajú na odvodnenie a spaľujú sa ako plyn. Upravená voda je možné skladovať vo vonkajších nádržiach, aby sa zabezpečila rezervná kapacita medzi závodom a odparovačmi.

Upravená voda sa vypúšťa do odparovača s mechanickou rekompresiou (MVR), kde sa úroveň suspendovaných látok zhušťuje z 2,5 % na 35 %. Destilát MVR sa vnútorne odparuje, aby sa zabránilo kontaminácii čistého destilátu, ktorý tvorí 85 % Výroby destilátu. Frakcia destilátu, ktorá obsahuje väčšinu VOC, sa zbavuje väčšiny týchto látok v parnej varnej kolóne, ktorá sa podieľa na pálení v Regeneračnom kotli. Väčšinu destilátu z odparovača možno použiť priamo v výrobe pri 65 °C. Potrebná je však aj teplá voda s teplotou 20 - 30 °C, preto sa určité množstvo destilátu ochladzuje a malé časti prchavých organických látok sa odstraňujú v biologickej stabilizačnej nádrži.

Obsah suspendovaných látok v koncentráte MVR sa zvýši na 70 % sušiny (DS) v dvoch parných zahusťovačoch a tento koncentrát sa potom spaľuje v kotli na chemické zhodnocovanie. Tavenina z regeneračnej pece sa ochladí a nechá stuhnúť na dopravníku a potom sa umiestni do násypky.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Systém recirkulácie vody nespôsobuje žiadne straty pri výrobe buničiny a nemá žiadny negatívny vplyv na kvalitu buničiny. Spoločnosť vyvinula niektoré špecifické metódy zapojenia zamestnancov do rozhodovania vedenia. Pre úspešné spustenie prevádzky v Meadow Lake bolo školenie veľmi dôležité. Noví zamestnanci absolvovali pred začatím prevádzok minimálne trojmesačné školenie na svojich pozíciách. Nepretržité školenia zamerané na rozvoj zručností poskytujú pracovníkom znalosti o najnovších technológiách a pracovných postupoch. Program Bezpečnosť za každú cenu okrem toho podporil angažovanosť zamestnancov v tomto základnom zdroji, ktorý udržiava vysokú pracovnú morálku a nízke poistné. Pravidelne vznikajú malé tímy, ktoré majú možnosť a právomoc vykonávať zmeny v procese, v ktorom je možné preukázať prínos takýchto zmien. V prípade zariadení s nulovými odpadovými vodami je najdôležitejšia kontrola (Monitorovanie) procesov a zariadení. Rôzne testovacie programy prebiehajú, ako napríklad dynamické monitorovanie zanášania a rýchlosti korózie a systém riadenia kvality certifikovaný podľa normy ISO 9002. Tieto sú doplnené analytickým laboratóriom, ktoré zabezpečuje prísny dohľad nad zariadením.

Príkladom je program monitorovania kovov, ktorý monitoruje ióny v systéme a umožňuje aktívnejšie pôsobiť proti korózii, zanášaniam a znižovaniu inkrustácií (vodného kameňa).

Medzizložkové vplyvy

Informácie o energetickej bilancii v porovnaní s konvenčným systémom neboli k dispozícii. Recyklácia tuhých odpadov ešte nie je tak rozvinutá ako v bežných systémoch. Nie sú známe žiadne iné účinky medzi zložkami.

Technické kritériá uplatniteľnosti

V prípade nových aj existujúcich zariadení CTMP je možné použiť systém uzatvárania vodného okruhu. Dôvodom sú vysoké obstarávacie náklady na kotol na odparovanie a regeneráciu (ako v Meadow Lake). Opis opísaného konceptu bol vytvorený pre nový závod v roku 1992 a vyžaduje si veľa priestoru, ktorý existujúce závody často nemajú. Riešenie závisí od miestnych podmienok a často sa líši v prípade závodov s komerčnou výrobou CTMP v porovnaní s integrovanou výrobou CTMP. Použitie odparovačov musí tiež upraviť bielenie CTMP. Napríklad silikáty sodíka slúžia na tvorbu vodného kameňa.

Ekonomika

Prevádzkové náklady systému sú porovnateľné s nákladmi na vodu pri konvenčnej výrobe bielenej buničiny CTMP a sekundárnych systémoch čistenia odpadových vôd. Po období optimalizácie sú teraz prevádzkové náklady na čistenie odpadových vôd v Meadow Lake nižšie ako náklady na konvenčné sekundárne čistenie. Vysoké investičné náklady na nadmerné odparovanie a veľkorysé rozmery regeneračnej časti a kapacita skladovania odpadovej vody (na tri dni) v štartovacej fáze však prudko vzrástli. Príťažlivosť prístupu nulového vypúšťania odpadových vôd zvyšuje potenciálna regenerácia chemikálií a energie, ktoré slúžia na zníženie výrobných nákladov a amortizáciu kapitálových nákladov. Konkrétne údaje o nákladoch nie sú k dispozícii. Zmeny v legislatíve týkajúcej sa odpadových vôd nemajú vplyv na bezodpadové zariadenia, čo je výhoda, ktorá sa vypláca.

Dôvody implementácie

V lokalite Meadow Lake je obmedzené množstvo vody a možný zdroj vody je malý. Bežný systém čistenia odpadových vôd by si vyžadoval vrtanie studní, ktoré by sa napojili na podzemné vodonosné vrstvy, aby sa zabezpečilo dostatočné množstvo riediacej vody na zriadenie odpadových vôd a udržanie toku rieky počas celého roka. Táto možnosť nebola pre majiteľov spoločnosti prijateľná a rozhodlo sa použiť technológiu s nulovými odpadovými vodami.

Koncepciu nulových odpadových vôd možno použiť v prípadoch, keď je potrebné dodržať prísnejšie limity vypúšťania odpadových vôd. Okrem vyriešenia problému s chemickou spotrebou kyslíka odparovanie/spaľovanie umožní výrazné zníženie spotreby čerstvej vody opätovným využívaním kondenzátu z odparky s možnosťou spätného získavania výluhov pri uplatniteľnosti odkaliska. Uzatvorenie chemického cyklu nielenže zníži množstvo anorganických solí uvoľňovaných do vodného zdroja, ale pomôže aj znížiť prevádzkové náklady.

Príklady závodov

Príkladmi sú prevádzky Meadow Lake a Tembec Chetwynd BCTMP v Kanade, Stora Enso Fors (Švédsko), M-Real Joutseno a Kaskinen (Fínsko), Klabin (Brazília) a Sun Paper Yanzhou (Čína).

Literatúra

[43, Evans 1991], [44, Evans 1992], [45, Evans et al. 1993], [53, Fromson et al. 1993], [136, Sweet et al. 1993], [155, Ward et al. 1993].

5.3.9. Rozsiahla rekuperácia sekundárneho tepla z rafinéroov TMP a CTMP a opätovné použitie rekuperovanej pary pri sušení vlákny alebo papiera

Opis

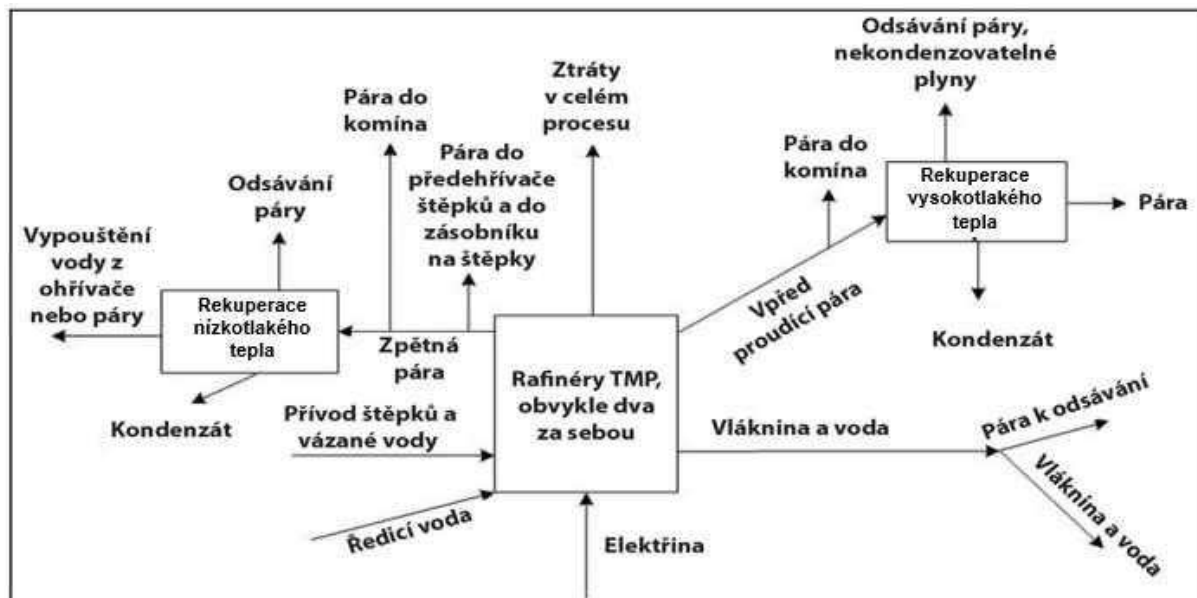
Prevádzková efektívnosť rafinérie TMP je pomerne nízka. Takmer všetka elektrická energia vstupujúca do procesu rafinácie sa premieňa na teplo. Väčšina energie sa viaže medzi rafinačnými doskami vo forme špecifického latentného tepla na odparovanie vody (tvorba pary). Teplo sa viaže aj na ohriatu vodu a ohriaty materiál z buničiny.

Rekuperácia tepla znamená opätovné použitie všetkého tepla, ktoré vzniká v procese TMP. Závod TMP pozostáva z hlavnej linky rafinérií, ktorá môže byť len jedna hlavná linka rafinérií (napr. proces RTS) alebo dve či tri rafinérie v sérii, a rafinérií (zvyčajne jedna alebo dve), ktoré spracovávajú náplne.

Z hľadiska rekuperácie tepla možno rôzne druhy rafinérií rozdeliť do dvoch skupín:

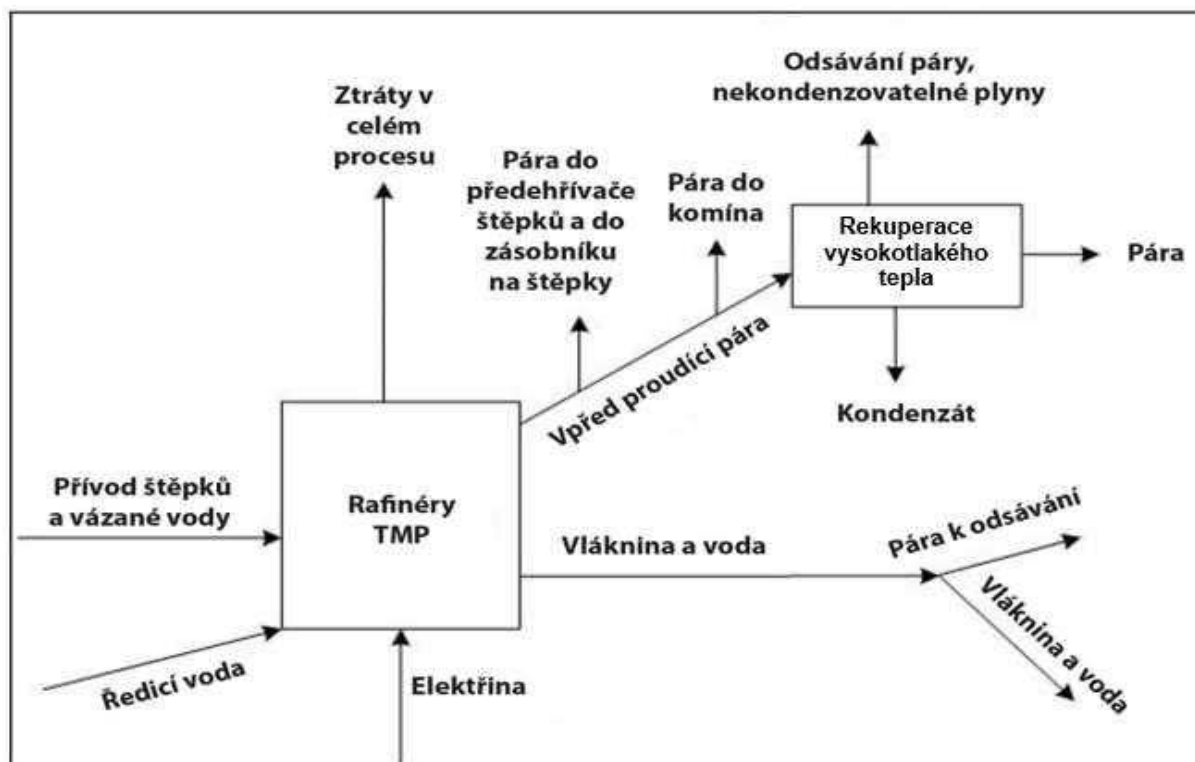
- rafinéry, ktoré majú na výstupe vyšší tlak ako na vstupe: rafinátory s jedným kotúčom (SD) a rafinátory s kužeľovým kotúčom (CD);
- rafinéry, ktoré majú rovnaký tlak na vstupe a výstupe: dvojkotúčové rafinéry a dvojkotúčové (DD) rafinéry.

Na obrázku 5.21 je znázornený energetický a hmotnostný tok v rafinérii SD alebo CD, kde sa vstupujúce drevné štiepky a voda premieňajú na mechanické vlákno a tepelnú energiu využitím elektrickej energie. Vyrobené teplo sa môže spätne získať ako vysokotlaková para, vratná para, ktorá sa môže spätne získať ako nízkotlaková para a ohriata voda. Na obrázku sú schematicky znázornené aj tepelné straty. Množstvo spätnej pary závisí od tlaku na vstupe a v telese, ako aj od druhov segmentov použitých v rafinérii. Typický tlak v rafinériách SD a CD je 1 bar na privode napájacej vody a 4 bar v telese.



Obrázok 5.21: Energetické a hmotnostné prietoky, ako aj energetické prietoky viazané na hmotnostné prietoky v rafinérii SD alebo CD

Na obrázku 5.22 sú znázornené rovnaké princípy pre dvojkotúčové alebo dvojité rafinéry. Je pozoruhodné, že neexistuje žiadna spätná para ani rekuperácia nízkotlakového tepla.



Obrázok 5.22: Energetické a hmotnostné prietoky, ako aj energetické prietoky viazané na hmotnostné prietoky v dvojitém disku alebo dvojitém rafinérii

Obvyklý vstupný tlak a tlak v oddíle dvojkotúčových alebo dvojitéch rafinéroch je 4 bary. Spotreba energie v rafinérii sa zvyčajne pohybuje od 1,7 MWh/t do 2,5 MWh/t.

Obvyklé teoretické maximálne hodnoty prietokov energie z obnoviteľných zdrojov sú uvedené v tabuľke 5.20. Vymedzenia zdrojov rekuperácie energie uvádzame na obrázkoch 5.21 a 5.22.

Tabuľka 5.20: Odhad relatívneho rozdelenia rekuperovaného tepla a pary z výkonu rafinéra používaného pri použití v hlavnej rafinérскеj linke

Zdroj rekuperácie energie	Rafinérie SD a CD (%)	Dvojkotúčové a dvojkotúčové rafinérie
Rekuperácia vysokotlakových par	61	79
Kondenzát vysokotlakovej pary	11	15
Nízkotlaká rekuperácia tepla	20	NA
Nízkotlaký kondenzát	2	NA
Nevratné teplo (napr. nízka tepelná hodnota v buničine a vode, straty chladením motora, radiačné)	6	6

Poznámka:
Aby bolo možné jasne vymedziť účinnosť spätnej rekuperácie tepla, musí byť definované, ktoré tepelné prietoky sú zahrnuté do výpočtu a aká referenčná teplota pre množstvo energie sa použije na výpočet.
Relatívna percentuálna hodnota rekuperácie tepla sa vzťahuje na podiel spätne získanej energie bez ohľadu na energetickú úroveň. NA = údaje nie sú k dispozícii
Zdroj: Príloha 1 [169, Nilsson et al. 2007].

V modernom závode prebieha zušľachtovanie výronkov pod tlakom. Podiel výluhu je zvyčajne 40 % a energia použitá na úpravu výluhu je približne 1 MWh/t. Typické využitie energie v plniacej rafinérii je 16-24 % v porovnaní s energiou z hlavnej linky. Vysokotlaková para získaná v rafinériách TMP sa

separuje z vlákien v cyklónoch alebo mechanických odlučovačoch a potom sa kondenzuje na čistú paru vo varíči. Znečistené kondenzáty slúžia na riedenie vody pre rafinériu na zvýšenie výroby pary alebo na ohrev cirkulačnej vody. Nízkotlaková para sa používa v povrchovom kondenzátore na ohrev obehovej vody a znečistený kondenzát sa privádza do stroja na premývanie triesok alebo do nádrže na surovú vodu v TMP.

Potreby rôznych druhov obnoviteľnej energie (nízkotlaková a vysokotlaková para, voda pri rôznych teplotách) sa líšia od závodu k závodu. Najvýznamnejšia je rekuperácia vysokotlakovej pary. Rekuperovaná vysokotlaková para sa zvyčajne používa v sušiarňi papierenského stroja. Uplatniteľnosť vysokotlakovej rekuperácie tepla je obmedzená potrebnou Úpravou výmenníkov tepla a začína a končí v zariadení TMP, rovnako ako pri papierenských strojoch. Preto je pri najlepších dlhodobých priemeroch hodnota pre rekuperáciu vysokotlakovej pary menej ako 5 % pod maximálnou hodnotou uvedenou v tabuľke 5.20.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Rekuperácia tepla z rafinérií a jeho opätové použitie v procese šetrí zdroje (palivá na výrobu energie) a znižuje súvisiace emisie a odpad z parných kotlov (SO_2 , NO_x , prach, CO_2).

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Systémy rekuperácie tepla sú štandardnou aplikáciou pre nové uvedené zariadenia TMP. Keď sa spustí TMP, znečistená para obsahuje nadmerné množstvo prenesených vlákien. V tomto prípade musia pary prejsť cez atmosférickú práčku.

Medzizložkové vplyvy

Žiadne negatívne vplyvy. Rekuperácia energie je vzhľadom na príslušné náklady dostatočná.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Túto techniku možno použiť v nových aj existujúcich zariadeniach. V prípade starších rafinérií TMP nemusí byť tlakovanie možné z dôvodu použitia znečistenej pary vo vyhrievacích zariadeniach. Vysoký tlak počas rafinácie je možné, že spôsobí stratu svetlosti, pričom pri prekročení určitej teploty sa v ligníne vytvárajú farebné bloky. Pomerne zložitý systém rekuperácie tepla musí byť integrovaný do existujúceho riadiaceho systému (DCS), aby bolo možné riadiť (monitorovať) výkon a bezpečnosť. Preventívna údržba zabráni zbytočným a nákladným prestojom a strate výkonu od dôvodu upchatia alebo poškodenia varíčov koróziou.

Ekonomika

Najmä v prípade rekuperácie tepla je potrebné posúdiť nákladovú efektívnosť pre všetky situácie. V závislosti od cien energie je doba návratnosti približne jeden rok.

Dôvody implementácie

Zníženie nákladov vďaka úspore energie (pary). Možné dosiahnutie zvýšenia kapacity výroby pary.

Príklady závodov

Ide o štandardný postup vo všetkých nových a nedávno rekonštruovaných závodoch (len niekoľko závodov v Európe ho nezaviedlo).

Literatúra

Príloha 1 [169, Nilsson et al. 2007], [249, Blum a kol., 2007].

5.3.10. Optimálna hodnota emisií pri spaľovaní pevného odpadu a rekuperácii energie

Opis

V mechanických celulózkach, ktoré sú zvyčajne integrované aj s papierňami, vznikajú rôzne tuhé odpady - kôra, zvyšky dreva, kaly z odpadovej celulózy a výplne z triedenia - ktoré sa musia spracovať alebo odstrániť. Kôra sa okamžite používa ako palivo v pomocnom kotle elektrárne, ale nakladanie s kalom je komplikovanejšie. Reálnou možnosťou je spaľovanie tohto kalu. Keďže kal je odpad, ktorý má často nižšiu výhrevnosť ako tuhé palivá (napr. kôra alebo drevný odpad), jeho pálenie v kotli na kal je výnimočné.

V praxi sú zariadenia, ktoré používajú na výrobu pary a elektrickej energie kôru, drevo, rašelinu alebo uhlie, nákladovo efektívne, pri pálení kalu z výroby celulózy a papiera v tom istom kotli s tuhými palivami s vysokou výhrevnosťou (pozri kap. 2.6.1). Potvrďuje to aj skutočnosť, že kal, pokiaľ nie je viac ako 50 % konzistentný a neobsahuje málo popola, by v každom prípade potreboval podporné palivo na jeho správne odstránenie spaľovaním.

Najvhodnejšia technológia spaľovania kalov z BUNÍČINY a výplňových kalov, ktorá je environmentálna, je rovnaká ako v prípade dreva, kôry a rašeliny. Niektoré špecifické vlastnosti prípravy kalu alebo spaľovania sa môžu v prípadoch líšiť.

Kotle umožňujú použiť paru priamo ako prevádzkovú paru na vykurovanie a sušenie, ale čoraz častejšie sa používajú aj na výrobu elektrickej energie (pozri kap. 2.6.1.2). Ak je však kotol malý a jeho predovšetkým účelom je odstraňovanie kalu s minimálnym množstvom podporného paliva, kotly slúžia na výrobu nízkotlakovej pary na vykurovanie procesov alebo budov.

Pri pálení kalov z celulózky a papiera možno environmentálne ciele dosiahnuť použitím vhodného kotla a v prípade potreby aj viacerými predúpravami paliva (pozri kap. 2.6.1.1).

Na pálenie kalov z papieru a výroby buničiny môžu slúžiť bežné roštové kotle aj kotle s fluidnou vrstvou. Technológia fluidného pálenia je však univerzálnejšia vďaka lepšej flexibilita, vyššej účinnosti a nízkym emisiám. Kotle s bublinkovou fluidnou vrstvou a kotly s cirkulujúcou fluidnou vrstvou (BFBC a CFBC) sú použité v celulózovom a papierenskom priemysle (pozri kap. 2.6.1.2.3).

Výhrevnosť vlhkej kôry alebo rašeliny pri 40-60 % vlhkosti je 4,5 až 10,5 MJ/kg. V porovnaní s tým majú mechanicky odvodnené vláknité kaly vyššiu výhrevnosť 2,5 - 6,0 MJ/kg, pretože majú často vyššiu vlhkosť a obsah popola. Výhrevnosť suchého vláknitého odpadu môže vyskytnúť viac ako 20 MJ/kg. Čím vyššia je obsah vlhkosti v palive, tým vyššia je celková účinnosť kotla a tým náročnejšia je aj jeho prevádzka, ak sa nepoužije účinná technológia. Fluidný kotol je menej citlivý na vlhkosť paliva ako kotol na sušenie. Keďže v prípadoch papierových kalov dosiahnutie 20-30 % obsahu popola a v najhoršom prípade až 60 % po odľahčení (odstránení atramentu) znamená veľmi pravdepodobné prevádzkové problémy, ako napríklad upchávanie roštov v dôsledku popola v kotloch s roštovým ohrevom.

Výťažnosť kalu a celkové výsledky pálenia možno zvýšiť využitím lepšieho odvodnenia a sušenia. (pozri kap. 5.3.4).

Emisie z fluidných kotlov môžu spĺňať požiadavky lepšie ako roštové kotly. Systémy na sušenie umožňujú kontrolu SO₂ a NO_x systémy s roštovým ohrevom.

Informácie o dostupných primárnych a sekundárnych opatreniach na zníženie emisií SO₂, NO_x, CO a pevné znečisťujúce látky a dosiahnutie emisií sú uvedené v kap. 2.9.7.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Emisie z moderných fluidných kotlov pri pálení vláknitých kalov a odpadových palív možno účinne kontrolovať (monitorovať) a optimalizovať.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Údaje týkajúce sa dosiahnutých úrovní emisií zo zariadení používajúcich postupy regulácie emisií (vrátane všetkých referenčných podmienok a použitých metód kontroly/monitorovania) nájdete v kap. 2.9.7.

Ak je kal predovšetkým zložkou kotla, čistá úspora tepla je nízka. V zariadeniach, kde sa na výrobu pary a elektriny používajú aj iné tuhé palivá, sa spaľovaním kalov ako minoritného paliva spoločne dosahuje zlepšenie účinnosti procesu.

K dispozícii je kontinuálne on-line meranie (Monitorovanie) emisií pomocou meračov zmesi plynov. Vzhľadom na ich vyššiu spoľahlivosť a nízke náklady sa stali bežnejšími. Je tiež užitočné vykonávať merania (Monitorovanie) teploty a obsahu kyslíka v kotloch na viacerých miestach.

Medzizložkové vplyvy

Znižovanie množstva odpadu spaľovaním zvyšuje emisie do ovzdušia. Tieto emisie sa však kontrolujú využitím ekologicky šetrných procesov pálenia a merania (Monitorovanie) emisií, ktoré zabezpečujú minimalizáciu emisií tuhých častíc a SO₂ NO_x.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Zavedenie alebo zlepšenie fluidných kotlov na pálenie zvyškov dreva alebo odstraňovanie pevných látok je možné použiť v nových aj existujúcich zariadeniach. Možnosť regulácie procesu pálenia a flexibilita v podmienkach Použitia iných tuhých palív a variabilita ich kvality sú lepšie ako v kotle s roštovým ohrevom.

Zlepšenia roštových kotlov, súvisiace s zvýšenou účinnosťou rekuperácie tepla a lepším čistením vonkajších spalín, slúžia na zlepšenie ich ekonomickej výkonnosti a vlastností prostredia, ale nie na úroveň fluidných systémov.

Ekonomika

Prestavba existujúcich kotlov na kôru na pálenie kalu a odpadu stojí v integrovanom zariadení s kapacitou 700 ADt/deň 0,5-0,7 milióna EUR za predpokladu, že kotol už má zvýšenú kapacitu na pálenie týchto odpadov. Dodatočné prevádzkové náklady na pálenie zvyškov predstavujú 250 000 - 350 000 EUR ročne.

Samostatný kotol na kal a prítok pre závod rovnakej veľkosti stojí 5-7 miliónov EUR a jeho prevádzkové náklady sú 500 000-600 000 EUR ročne.

Dôvody implementácie

Predovšetkým sa zavedenie používa na zníženie množstva organického materiálu ukladaného na skládky.

Príklady závodov

Množstvo závodov v severnej a západnej Európe.

Literatúra

[1, Finnish BAT Report 1997], [14, CEPI 1997], [104, Paper and Timber 1993].

5.3.11. Použitie správne dimenzovaných vyrovnávacích nádrží na skladovanie koncentrovaných alebo horúcich kvapalín z procesu

Opis

Použitie veľkých nádrží na horúce kvapaliny pri výrobe drevnej buničiny (GW) alebo termomechanickej buničiny (TMP) nie je vo väčšine prípadov relevantné, pretože tieto buničiny sa takmer výlučne vyrábajú v integrovaných závodoch. Väčšina technologickej vody používanej v týchto procesoch výroby buničiny sa zvyčajne získava ako prebytočná biela voda z podsedáku papierenského alebo lepenkového stroja. Spotreba vody v GW a TMP je v porovnaní s výrobou papiera/lepenky nízka, takže z linky na výrobu buničiny sa zvyčajne priebežne vypúšťa prebytočná znečistená voda do kanalizácie. Namiesto veľkých skladovacích nádrží sa v zariadeniach GW a TMP často používajú nádrže na vyrovnávanie pred biologickým čistením odpadových vôd, aby sa znížila hydraulická a organická špičkového zaťaženia a na čo najväčšie vyrovnávanie prítoku do biologickej čistiarne odpadových vôd.

Výroba chemických buničín CTMP je v nevyváženom stave, pretože mnohé celulózky nie sú integrované a vyrábajú komerčnú buničinu. Podobne ako pri výrobe iných mechanických vlákien, aj pri výrobe vlákien vznikajú a recyklujú sa rôzne úrovne bielej vody v procese výroby. V integrovaných závodoch sa prebytočná biela voda z papierenského a lepenkového stroja privádza ako doplňovacia voda do systému CTMP, v neintegrovaných závodoch sa čerstvá voda spotrebúva. Ak sa používa bielenie, využitie filtrátu bielidla na recykláciu vody, napr. pri impregnácii drevnej štiepky, zvyšuje mieru recyklácie vody. Prebytočná znečistená voda sa vypúšťa do kanalizácie, napr. z premývania drevnej štiepky a ako prebytočná biela voda alebo možná aj zo stredného prania počas rafinácie BUNIČINY.

Pri výrobe buničiny CTMP je na rozdiel od výroby chemickej buničiny menej dôvodov na používanie nadmerne veľkých vodných nádrží. Pri uplatňovaní zásady normálneho prietoku vody proti prúdu na dosiahnutie nízkej spotreby čerstvej vody je možné odvádzať prebytočnú vodu do kanalizácie. Objemy procesných nádrží však musia byť dimenzované tak, aby mali dostatočnú rezervu na zásobovanie vodou počas špičkových prietokov, najmä pri riedení a premývaní vlákien. K tomu dochádza predovšetkým pri spustení linky na výrobu buničiny, v priebehu krátkodobých výkyvov v rovnováhe medzi výrobou buničiny a papiera/lepenky alebo napríklad pri spustení výroby nebielenej buničiny, ale v priebehu bielenia.

Odpadové vody z výroby CTMP sú viac znečistené ako odpadové vody z GW a TMP z dôvodu chemickej úpravy drevnej štiepky, čo si vyžaduje starostlivejšie riadenie hladiny v nádrži, aby sa dosiahla minimalizácia špičkového zaťaženia pri vstupe do čističky. Premena elektrickej energie pri čistení TMP a CTMP na paru zvyšuje akumuláciu tepla v systéme výroby vlákien na vodu. V závodoch, kde sa para efektívne používa na ohrev vody alebo sušenie buničiny alebo papiera/lepenky, by sa mohla znížiť potreba príležitostného vypúšťania pary. V iných zariadeniach sa potreby ochladzovať paru vodou a vypúšťať túto horúcu vetvu môžu znížiť tým, že sa v zariadení udržiava viac vody.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Akumulačné nádrže a nádrže na vyrovnávanie znižujú špičkové prietoky a zaťaženie, ako aj straty spôsobené únikom zápachajúcich odpadových vôd. Stredné skladovanie a skladovanie a postupné prepúšťanie do biologickej čističky udrží a zlepši výkonnosť externej čističky.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Kontrola znečistených a tepelných alebo horúcich prietokov do kanalizácie sa stala výraznejšou vďaka lepšiemu zatvoreniu cirkulácie vody. Vnútnú optimalizáciu zariadenia, pokiaľ ide o nakladanie s koncentrovanými alebo horúcimi prietokmi, je možné dosiahnuť zdokonalením alebo zmenou prevádzkových postupov alebo zvýšením objemu skladovacích nádrží na kvapaliny.

Snímače hladiny pre kľúčové vodovodné nádrže sú potrebné na zvládnutie nežiaducich únikov, najmä na kontrolu pretečenia.

Účinky medzi zložkami

Žiadne významné účinky.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Vyhodnotenie a optimalizácia požadovaných objemov zásobníkov sa môže prebiehať v nových aj existujúcich zariadeniach. V prípade existujúcich zariadení pomôžu prevádzkové údaje z rôznych výrobných situácií pri Určení správnych prevádzkových postupov pri Používaní nádrží a pri potrebe zvýšenia objemu rezervy.

Ekonomika

Investícia potrebná v tomto prípade je sama o sebe špecifickým prípadom. Odhad potreby 2 000 m³ vody alebo zásobného objemu a niektorých ďalších zásobných nádrží, potrubia, elektrifikácie a prístrojového vybavenia, je potrebná dodatočná investícia 100 000 - 250 000 EUR. Prevádzkové náklady sú nízke a zahŕňajú predovšetkým náklady na údržbu a riadenie.

Dôvody implementácie

Tieto opatrenia sa používajú, pretože umožňujú lepšiu kontrolu výkyvov v procese výroby buničiny a predchádzajú poruchám a poškodeniam v biologickej čistiarni odpadových vôd. Ďalšou motiváciou sú legislatívne požiadavky.

Príklady zariadení

Množstvo závodov na celom svete.

Literatúra

[14, CEPI 1997].

5.3.12. Aeróbne biologické čistenie odpadových vôd

Opis

Pozri kapitolu 2.9.11.2.1.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Zníženie emisií organických látok (CHSK, BOD), AOX, fosforu, dusíka a komplexotvorných (chelatačných) látok do vody.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Prevládajúcimi procesmi čistenia odpadových vôd zo závodu na výrobu mechanických vlákien sú procesy s aktivovaným kalom. Prednostne sa používa dvojstupňový proces. Niektoré zariadenia používajú v prvej fáze čistý kyslík, po ktorom zvyčajne nasleduje prevzdušnená druhá fáza. Niektoré zariadenia používajú vysoko koncentrovanú prvú fázu, následne menej koncentrovanú druhú prevzdušňovaciu nádrž. Na tento druh odpadových vôd sa používajú aj biofilmové reaktory s pohyblivým lôžkom. V jednom zariadení bol po dvojstupňovom systéme s aktivovaným kalom uvedená fáza biologickej filtrácie. Odpadové vody z mechanických celulózk možno v zásade účinne čistiť aj anaeróbnym spôsobom, pretože úroveň chemickej spotreby kyslíka v odpadových vodách je často vyššia ako 2 000 mg CHSK/l. Vo väčšine prípadov sa však odpadové vody z výroby celulózy a papiera čistia aeróbne, s výnimkou závodov CTMP alebo iných koncentrovaných tokov odpadových vôd, kde sa niekedy použije anaeróbne čistenie (pozri kap. 5.3.8).

Účinnosť čistiarní odpadových vôd sa do určitej miery líši v závislosti od druhov odpadovej vody, ktoré sa čistia, a od konštrukcie, prevádzky, údržby a riadenia. Typické hodnoty sa pohybujú v rozpätí 95-98 % pri odstránení BOD (zvyčajne 95+ %) a 80-90 % pri odstránení CHSK. V dobre navrhnutých a riadených zariadeniach sa emisie NL pohybujú medzi 10 mg/l a 20 mg/l a BOD medzi 5 mg/l a 15 mg/l (blízko detekčného limitu), v oboch prípadoch ako ročný Priemer (pozri Tabuľku 5.21).

V tabuľke 5.21 sú zhrnuté dosiahnuté úrovne emisií do vody po biologickej úprave z vybraných dobre fungujúcich tovární na výrobu mechanických vlákien a papiera v Európe a sú v nej uvedené rôzne realizované koncepcie úpravy. Zariadenia pracujú v rôznych procesných podmienkach a konfiguráciách vodného systému. Ak boli k dispozícii údaje, uvádza sa Použitie zmesi vlákien, výrobné postupy vlákien alebo proces bielenia,

vyrábané produkty (napr. % belosti podľa ISO, ktoré sa má dosiahnuť) a použitý systém čistenia odpadových vôd. Vzorové papierne sa zameriavajú na výrobu novinového papiera, tlačiarenského papiera a lepenky.

Tieto prevádzky majú zavedené vnútorné vodné hospodárstvo a uplatňujú efektívne biologické Úpravy. Effektivnosť úpravy týchto vzoriek je > 80-90 % pre Chemickú spotrebu kyslíka. Biologické čistiarne odpadových vôd sú zvyčajne navrhnuté a prevádzkované s nízkou koncentráciou aktivovaného kalu alebo porovnateľnými systémami, napríklad biofilmovými reaktormi s pohyblivým lôžkom, niekedy s následným stupňom aktivovaného kalu. Zoznam závodov je výberom tých, o ktorých boli k dispozícii alebo poskytnuté údaje, a preto nie je úplný. Metóda analýzy je metóda používaná v príslušnej krajine, ale väčšinou sa používajú štandardné metódy. Vo Švédsku a Fínsku sú hodnoty BOD uvedené ako BOD₇. Všetky hodnoty sú ročné priemery. Číselné údaje v tabuľke 5.21 uvedené bez zátvoriek predstavujú hodnoty úrovne (mg/l). V niektorých prevádzkach sa stanovuje celkový organický uhlík (TOC) ako náhrada za Chemickú spotrebu kyslíka (CHSK) alebo dodatočne. Ak sú tieto hodnoty TOC k dispozícii, sú v tabuľke uvedené v hranatých zátvorkách.

Tabuľka 5.21: Priemerné ročné emisie do vody po biologickej úprave v závodoch na výrobu mechanických vlákien v Európe

Vzorové závody (zdroj údajov)	CHSK [TOC] v kg/ADt a (mg/l)	BOD ₅ alebo 7 v kg/ADt a (mg/l)	NL GF/A v kg/ADt a (mg/l)	AOX v kg/ADt a (mg/l)	N _{celk.} v ADt a (mg/l)	P _{celk.} v (g/ADt) a (mg/l)	Prietok v m ³ ADt	Spôsob úpravy	Poznámky
Integrovaný mechanický závod na výrobu celulózy a papiera									
UPM-Kymmene Rakúsko, Steyrermühl (Dotazník 2009)	2,74 [1,03] (155 [58])	0,1 (5)	0,16 (9,2)	0,001 (0,06)	4 (0,23)	4 (0,25)	16	Dvojstupňový aktivovaný kal	23 % TMP, 61 % DIP, zvyšky: pigmenty; 38 % SC-B a 62 % papier; počiatočné zaťaženie CHSK: 19,1 kg Chemickej spotreby kyslíka/t; odstránenie Chemickej spotreby kyslíka: 85 %
MD Albbbruck (dotazník 2009)	1,24 (99)	0,08 (6,5)	0,1 (8)	0,0005 (0,04)	21 (1,68)	5,8 (0,46)	12,5	Biologický filter, reaktor s pohyblivým lôžkom, jednostupňový aktivovaný kal	70:30 GWP:PGWP; chemická buničina; 36 % pigmentov; ULWC, LWC, MWC, HWC papier (80 % ISO); odstránenie Chemickej spotreby kyslíka: 88 %
Braviken (Správa o prostredí)	2,4 (160)	ND	0,4 (27)	ND	75 (5)	5 (0,33)	15	ND	Najmä papier, odľahčený TMP/RCF
SE Hagen Kabel (Dotazník 2007)	2,3 (190)	0,1 (6)	ND	0,0003 (0,02)	80 (5,3)	7 (0,5)	15	Anaeróbna biologická filtrácia, aktivovaný kal	55 % mechanickej buničiny (GW, TMP), 45 % nakupovanej chemickej buničiny
SE Baienfurt (Dotazník 2007)	2,0 (83)	0,11 (5)	0,3 (14)	0,002 (0,08)	45 (2,3)	8 (0,4)	17,5	Aktivovaný kal	65 % mechanickej buničiny (GW), 35 % nakúpenej chemickej buničiny, skladacia lepenka
MD Paper Plattling (Dotazník 2009)	2,5 (72-305)	0,23 (4-23)	0,19 (1-57)	0,02 (0,1-0,4)	28 (1- 5,5)	8 (0,1-2,2)	12,5	Reaktor s pohyblivým lôžkom + jednostupňovým aktivovaným kalom	33 % GW, 7 % DIP, chemická buničina, 39 % plnidlá a pigmenty; papier LWC; odstránenie CHSK: 82 %
Stora Enso, Anjalankoski (dotazník 2009 a fínske štatistiky 2008)	4,8 (ND)	0,1 (ND)	0,4 (ND)	ND	220 (chemické prísady)	6 (ND)	19,8	Reaktory s pohyblivým lôžkom (MBR)	77 % PGW a 23 % TMP, papiere a lepenky s vysokou svetlosťou (max. 93 % ISO, 2-3 úrovne); odstránenie Chemickej spotreby kyslíka: žiadne údaje
Norske Skog Walsum (Dotazník 2009)	3,8 (277)	0,18 (13)	0,16 (12)	0,0004 (< 0,03)	46 (3,4)	5 (0,4)	13,6	Reaktory s pohyblivým lôžkom + jednostupňovým aktivovaným kalom	~ 40 % TMP, chemická buničina; ~ 40 % pigmentov; 100 % papier LWC; odstránenie Chemickej spotreby kyslíka: 88 %
Norske Skog Skogn (dotazník 2009)	2,2 (190)	ND	0,5 (15)	ND	100 (5)	10 (0,5)	12,7	Jednostupňový aktivovaný kal	70 % TMP, 30 % DIP; papier; odstránenie Chemickej spotreby kyslíka: 90 %
Myllykoski Paper Oy (dotazník 2009 a fínske štatistiky 2008)	3,4 (ND)	0,14 (ND)	0,4 (ND)	ND	80 (ND)	8 (ND)	16,1	Jednostupňový aktivovaný kal	100% GW a PGW, chemická buničina; pigmenty; 62%, SC-A, 38% MWC (78-80% ISO); Odstránenie chemickej spotreby kyslíka: žiadne údaje

Vzorové závody (zdroj údajov)	Chemická spotreba kyslíka [TOC] v kg/ADt a (mg/l)	BOD ₅ alebo 7 v kg/ADt a (mg/l)	NL GF/A v kg/ADt a (mg/l)	AOX v kg/ADt a (mg/l)	N _{celk.} v ADt a (mg/l)	P _{celk.} v (g/ADt) a (mg/l)	Prieto k v m ³ ADt	Spôsob úpravy	Poznámky
Závod Sappi Kirkniemi (Štatistika 2009)	1,4 (145)	0,06 (6)	0,6 (6)	ND	31 (3,5)	1,6 (0,2)	9,8	Aktivovaný kal + chemická trieda s flotáciou	GW a PGW 31 %, chemická buničina 21 %, pigmenty 39 %; odstránenie Chemickej spotreby kyslíka 89 %.
SCA Ortviken, SCA Graphic Sundsvall AB (Dotazník 2009)	4,1 (280)	0,15 (10)	0,29 (20)	0,002 (0,12)	85 (5,9)	4 (0,26)	14,6	Reaktory s pohyblivým lôžkom + jednostupňovým aktivovaným kalom	100% TMP; niektoré chemické buničiny, pigmentov; papier (28%), vylepšený papier (15%), LWC (57%); Odstránenie Chemickej spotreby kyslíka: 91 %
Závody CTMP (v prípade integrovanej výroby sa špecifické emisie neuplatňujú na vyrobené vlákno)									
Rottneros AB, Rockhammars Bruk (Švédská štatistika 2007)	12 (ND)	ND	0,5 (ND)	ND	182 (ND)	2 (ND)	15	ND (predajné CTMP)	ND
Waggeryd Cell AB (Štatistický úrad Švédska 2007)	13 (ND)	ND	0,9 (ND)	ND	117 (ND)	8 (ND)	9	ND (komerčné CTMP)	ND
Stora Enso, Fors Bruk (Švédske štatistiky 2007)	15 (ND)	ND	0,9 (ND)	0,001 (ND)	133 (ND)	8 (ND)	27	ND (integrovaná výroba)	ND
<i>Poznámka:</i> ND = žiadne údaje <i>Zdroje:</i> [244, TWG pre celulózu a papier 2007][248, Hamm 2007].[138, PP TWG 2009]. [TWG Comments 2010], [Swedish EPA Statistics 2008].									

Výroba časopisového (magazínového) papiera založená na intenzívnom bielení TMP peroxidom s nízkou úrovňou zmiešanej sulfátovej buničiny (napr. niektoré papierne LWC) má vplyv na konečné organické vypúšťanie (merané ako Chemická spotreba kyslíka) pre TMP. Zvýšené požiadavky trhu na svetlosť a nové vylepšené výrobky z papiera spôsobujú najvyššiu Chemickú spotrebu kyslíka (COD) v čističkách odpadových vôd na báze lignínu. Napriek vysoko účinným čistiarnam odpadových vôd je možné, aby hodnoty Chemickej spotreby kyslíka po čistení v obmedzenom počte prípadov dosiahli 5 až 6 kg/t. V prípade vysoko bielennej mechanickej buničiny (70 - 100 % vlákien v konečnom papieri) sa môžu vyskytnúť hodnoty Chemickej spotreby kyslíka až do 8 kg/t.

Medzizložkové vplyvy

Aeróbna biologická úprava odpadových vôd spotrebúva energiu (napr. na aerátory a čerpadlá) a produkuje kal, ktorý si zvyčajne vyžaduje úpravu pred použitím alebo odstránením.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Tento proces je možné použiť v nových aj existujúcich celulózkach na výrobu mechanických vlákien (a papiera).

Aeróbne čističky odpadových vôd sa už mnoho rokov používajú vo všetkých mechanických celulózkach a papierňach s dobrými výsledkami.

Ekonomika

Investícia potrebná na kompletnú novú čistiareň odpadových vôd s aktivovaným kalom je približne 10-12 miliónov EUR na novú integrovanú mechanickú vlákninu s výrobnou kapacitou 700 ADt/deň. Tieto náklady zahŕňajú aj potrebné primárne čistenie a úpravu kalu. Zodpovedné prevádzkové náklady predstavujú 0,9-1,2 milióna EUR ročne.

V existujúcich čistiarnach by sa mali opatrenia na zníženie prietoku vody realizovať prednostne pred výstavbou novej čistiarne odpadových vôd, aby sa znížili investičné náklady.

Dôvody implementácie

Čistenie odpadových vôd aktívnym kalom sa prednostne používa, ak sa vyžaduje vysoká alebo veľmi vysoká účinnosť čistenia.

Príklady závodov

Množstvo zariadení na celom svete pre všetky druhy vypúšťaných odpadových vôd.

Literatúra

[1, Finnish BAT Report 1997], [14, CEPI 1997], [131, SEPA report 1997].

5.4 Nové BAT

5.4.1. Nové energeticky účinné procesy TMP

Opis

Keďže existuje úzka súvislosť medzi spotrebovanou energiou a získanou kvalitou vlákna, znižovanie špecifickej spotreby energie (SEC) pri výrobe TMP vždy znamená určitú stratu kvality vlákna, ako je dĺžka vlákna, lámavosť a pevnosť v ťahu. Pri porovnávaní koncepcií nízkoenergetickej modernizácie preto nemožno definovať optimálny proces TMP z hľadiska konkrétnych úspor energie bez súčasného vymedzenia požiadaviek na kvalitu.

Hlavnými faktormi, ktoré ovplyvňujú spotrebu energie pri výrobe TMP, je spôsob, akým pôsobia zušľachtujúce sily na drevo a vlákna a ako drevo a vlákna na tieto sily reagujú. Energeticky úsporné procesy TMP využívajú zvýšenú intenzitu rafinácie, predúpravu triesok, tretí stupeň po rafinácii, rafináciu s nízkou konzistenciou (LCR), nové vzory na drviacich doskách a optimálne podmienky úpravy. Nižšie sú uvedené niektoré príklady energeticky efektívneho vývoja v oblasti výroby TMP:

a) Vysokorýchlostná a Vysokointenzívna rafinácia TMP

Príklad rafinára RTS, ktorý je v prevádzke pri 2 300 otáčkach za minútu a tlaku 5,5 baru. Prvé zariadenie RPS bolo v roku 1996 v spoločnosti Perlen Papier AG vo Švajčiarsku. Pri prijateľnej kvalite vlákien je možné dosiahnuť špecifickú úsporu energie približne 15 %. Referenčnými závodmi sú Norske Skog Walsum (DE), Norske Skog Golbey (FR), Holmen Halstavik (SE), Iggesund Paperboard, UK), UPM-Kymmene Stracel (FR) a Norske Skog Follum (NO).

b) Úprava štiepok

Spoločnosť Andritz vyvinula zariadenie RT Pressafiner na predbežnú úpravu štiepok pred ich úpravou na hlavnej linke. Napríklad v procese RT TMP sa štiepky pred vstupom do hlavnej rafinárskej linky najprv lúhujú v lise RT Tlak. Upravenie RT sa používa napríklad v Holmen Braviken, SE, pred jednoduchým stupňom rafinácie DD a v Severnej Amerike v kombinácii s dvojdiskovými rafinármi RTS SD. Znižovanie SEC je približne 10 %, t. j. 100-180 kWh/t. Zariadenia TMP, ktoré používajú túto úpravu štiepok, slúžia na zníženie zaťaženia odpadových vôd pridaním ďalšieho kroku prania pred čistením a bielením, čím sa zníži obsah CHSK (meraná ako DCM) a látok v buničine na približne 30 %. Nízkoobjemový, ale vysoko koncentrovaný výsledok lisovania je možné podrobiť špecifickému čisteniu odpadových vôd.

Stav vývoja

Takmer všetky nové inštalované vedenia TMP majú nízkoenergetický dizajn. Dvojité kotúčové rafinácie (DD) sa používa v prípadoch švédskych a nórskeho závodov. Rafinátory DD spotrebúvajú na rafináciu o 300 kWh/t menej energie ako bežné jednokotúčové rafinátory, ale zmenia sa aj vlastnosti BUNIČINY (nepriehľadnosť, pevnosť).

Environmentálne dôsledky

Podrobné skúsenosti s vysokou (t. j. veľmi rýchlou) a vysokoteplotnou rafináciou naznačujú, že v porovnaní s konvenčným TMP (napr. procesom RTS) je možné ušetriť približne 15 % energie, ak požiadavky na výrobok umožňujú inú kvalitu vlákien. V prípade iného energeticky účinného procesu TMP boli pri priamo danej úrovni kvality zaznamenané úspory energie vo výške 10 - 20 % (napr. proces tepelného rozvlákňovania).

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne súvisiace údaje. Úspory energie musia byť vyvážené investičnými nákladmi. Možno sa dá očakávať, že zavedenie novej technológie bude postupné vzhľadom na zostávajúcu životnosť súčasných zariadení a závodov.

Literatúra

Papermaking Science and Technology, Book 5, Mechanickej Pulping, 2009, edited by Bruno Lönnberg, Chapter 7, Thermomechanical Pulping, pp.214-221, Paperi ja Puu Oy.

Na predbežnú úpravu drevných štiepok

"Prehľad: Zníženie spotreby energie pri rafinácii prostredníctvom mechanickej predbežnej úpravy drevnej štiepky" (Prehľad: znižovanie spotreby energie pri rafinácii použitím mechanickej úpravy drevných štiepok), Gorski, D., Engstrand, P., Hill, J., Johansson, L., International Mechanical Pulping Conference, Sundsvall 2009).

5.4.2. Nové energeticky účinné procesy bielenia CTMP

Opis

Aj pri výrobe buničiny CTMP sa predovšetkým zameriavajú výskumné práce na zníženie spotreby energie počas rafinácie. Výroba konvenčného CTMP z listnatého dreva (topoľ, osika) pri 250 ml CSF si stále vyžaduje 1 350 - 1 500 kWh/ADt. Použitie alkálií pred primárnou rafináciou znižuje špecifickú energiu použitú na rafináciu a rozvíja pevnostné vlastnosti.

Nový proces P-RC APMP (mierny Pregenerácia čipov, Refiner Chemické Alkaline Peroxid Mechanický Pulpovanie - slabá Úprava štiepok, výroba mechanickej buničiny v rafinérii s chemickou alkalickou peroxidovou úpravou) alkalický peroxidový roztok pred rafináciou, ktorý umožňuje vyššie dávky alkálií pred rafináciou a vedie k zníženiu energie na rafináciu na 1 050 - 1 200 kWh/ADt pri rovnakej miere odvodnenia. Okrem toho účinná úprava triesok slúži na poskytnutie dobre impregnovaných pružných vlákien, ktoré možno zušľachtiť na požadovanú úroveň rýchlosti odvodnenia s nízkou konzistenciou úpravy druhého stupňa, čím sa znižuje špecifická spotreba energie o ďalších 100-150 kWh/ADt bez zhoršenia pevnostných vlastností.

Stav vývoja

Väčšina priamo najnovších prevádzok na bielenie celulózy z tvrdého dreva CTMP používa technológiu P-RC APMP, čo naznačuje potenciál úspor energie. Zavedenie nízkokonzistentnej rafinácie na druhej úrovni a v úrovni plnenia rafinácie bolo zavedené aj v priemyselných prevádzkach s očakávanými výsledkami.

Literatúra

Enhancing fibre development at reduced energy consumption by using TMP subprocesses and targeted chemical application - pilot and commercial scale results (Zlepšenie vývoja vlákien pri redukovanej spotrebe energie pri použití čiastkových procesov TMP a cielenej aplikácie chemikálií - výsledky v pilotnom a komerčnom meradle); Jan Hill, Marc Sabourin, Lars Johansson, Johann Aichintger; publikované IMPC 2009. (Zvýšenie výroby vlákien využitím procesov vedľajších produktov TMP a cielenej chemických aplikácií - výsledky skúšobnej a komerčnej prevádzky).

Minimalizácia spotreby energie TMP použitím kombinácie predúpravy štiepky, RTS a viacstupňovej rafinácie s nízkou konzistenciou; Marc Sabourin; IMPC 2007. (Minimalizácia spotreby energie pri TMP použitím techník Úpravy triesok, RTS a rafinácie s nízkou konzistenciou v niekoľkých stupňoch).

5.4.3. Použitie enzýmov počas rafinácie TMP

Opis

Pridanie enzýmov (napr. celulázy) do drevných štiepok medzi primárnou a sekundárnou rafináciou je možné hydrolyzovať hemicelulózu a zlepšiť rýchlosť odvodnenia celulózových vlákien. Tým by sa skrátil čas potrebný v sekundárnej rafinérii.

Stav výplavba

Táto metóda bola doteraz testovaná v niekoľkých laboratórnych testoch a na poloprevádzkovom skúšobnom zariadení. Krátkodobé testy (1 - 2 týždne) prebiehali aj na linke TMP v závode UPM-Kymmene/Rauma.

Environmentálne dôsledky

Predovšetkým by tohto procesu pre životné prostredie znížilo spotrebu elektrickej energie v sekundárnej rafinérii v dôsledku kratšieho času rafinácie. Doteraz vykonané testy ukazujú, že úspory energie v plniacich rafinériách by mohli vyskytnúť 10 až 15 %.

Aby sa umožnil dostatočný kontaktný čas (napr. 2 hodiny) medzi enzýmom a drewnou štiepkou, bolo by potrebné mať zariadenie, ktoré poskytuje potrebný čas zdržania pre prietok vlákna medzi primárnym a sekundárnym rafinátorom.

Literatúra

[211, Dánska technická univerzita a Novozymes 2007].

6. ÚPRAVA ZBEROVÉHO PAPIERA

Druhotné (recyklované) vlákna sa stali základnou surovinou pre papierenský priemysel a predstavujú viac ako 40 % celkovej suroviny, a to vďaka ich priaznivej cene v porovnaní s komerčnou buničinou rovnakej kvality a tiež vďaka podpore recyklácie papierového odpadu v mnohých európskych krajinách. V Európe je priemerná miera recyklácie papiera (zberového papiera) približne 50 % (t. j. percento zhodnoteného papiera z celkového množstva vyrobeného papiera). Hospodárenie s vláknovým cyklom závisí od dodávok určitého množstva primárneho vlákna, aby sa zabezpečila pevnosť a ďalšie vlastnosti vyrábaného papiera.

6.1. Použité postupy a techniky

Systém úpravy zberového papiera sa líši podľa druhu vyrábaného papiera a druhu použitého plniva. Všeobecne je možné spracovanie recyklovaných vlákien (RCF) rozdeliť do dvoch hlavných kategórií:

- Procesy, pri ktorých sa používa len mechanické čistenie, t. j. bez zosvetľovania (bez odstraňovania/odfarbovania atramentu), pre výrobky, ako je vlnitý krycí papier (Testliner), vlnitý papier (lepenka), nenatieraná lepenka a kartón;
- Procesy využívajúce mechanické čistenie a odľahčovanie pre výrobky, ako je novinový papier, tissue papier, tlačiarenský a kopírovací papier, časopisový papier (SC superkalandrovaný/ľahko natieraný LWC papier), natieraná lepenka a kartón alebo komerčná odľahčená buničina (DIP).

Všetky systémy úpravy sú zamerané na hrubé rozvláknenie, opätovné rozvláknenie a odstránenie nečistôt, t. j. účinné Oddelenie vlákňitého materiálu od nečistôt a prímiesí. Zariadenia na recykláciu vlákien sa skladajú z podobných "stavebných blokov", ktoré slúžia na špecifické účely. Opis typických fáz úpravy recyklovaných vlákien je uvedený nižšie.

6.1.1. Triedenie, manipulácia a skladovanie odpadového papiera

Zdroje a druhy zberového papiera

Papier na recykláciu možno získať najmä z troch zdrojov: (i) odrezky z výroby a iný papierový odpad z priemyselných zdrojov; ii) komerčné zdroje obalov, ako sú supermarket, obchodné domy, priemyselné závody alebo tlačový papier (nepredané časopisy a noviny a tlačový papier z verejných a súkromných úradov); iii) papier z domácností a malých podnikov.

Použitý papier a lepenku zbierajú na recykláciu obecné alebo súkromné spoločnosti a vo väčšine prípadov ich odvádzajú do zberných dvorov. V skladoch sa papier triedi podľa druhov. Sklady slúžia na zber a môžu byť nezávislé alebo umiestnené v blízkosti papierní. Nepapierové prvky, ako sú plasty alebo papier a lepenka, ktoré sú nežiaduce pre výrobu, napr. papier odolný voči vlhkosti, sa pred odvozom do papierní čo najstarostlivejšie triedia.

S cieľom uľahčiť obchodovanie a účinne organizovať zber, triedenie a Použitie zberového papiera ako suroviny na výrobu papiera bol v roku 2000 pre európsky papierenský priemysel uverejnený zoznam štandardných druhov - "Európsky zoznam štandardných druhov pre zberový papier a lepenku", ktorý bol neskôr prepracovaný na európsku normu. [28, CENA 643 2001]. Tento zoznam obsahuje všeobecný opis 57 štandardizovaných druhov zberového papiera, ktoré sú kvalitatívne definované podľa druhov papiera, ktoré prevažne obsahujú alebo neobsahujú, a v obmedzenom rozsahu podľa povolených nečistôt.

Vysledovateľnosť papiera/lepenky z skladu

V roku 2008 bol do reťazca úpravy zberového papiera zavedený Európsky systém identifikácie zberového papiera, ktorý má preukázať a zlepšiť vysledovateľnosť zberového papiera v celom dodávateľskom reťazci. Mnohí dodávatelia zberového papiera sa zaregistrovali v Európskom systéme identifikácie zberového papiera, aby získali jedinečný identifikačný kód pre svoju spoločnosť a pre svoj papier určený pre sklady na recykláciu. Kód dodávateľa umožňuje prepojiť papier určený na recykláciu s jeho dodávateľom, ktorý zasa pozná svojho dodávateľa atď. Tým sa zabezpečí úplná vysledovateľnosť od zdroja zberového papiera až po rozvlákňovač vo fabrike.

Skladovanie a triedenie odpadového papiera na mieste

Zozbieraný papier sa zvyčajne dodáva do papierní buď vo forme balíkov zviazaných drôtom alebo plastovými páskami, alebo ako voľný papier. Balíky sa uvoľňujú rezaním drôtov alebo pásov, ktoré sa potom predávajú ako odpadový kov alebo recyklovaný plast. Odpadový papier sa do mnohých papierní dodáva aj ako voľne ložený materiál vo veľkých kontajneroch alebo zberných vozidlách. Zozbieraný papier sa skladuje na dvoroch/miestach na to určených alebo v budovách, ktoré sú časťou papierní.

Ak zberový papier dodáva do papierní ako voľný materiál, v papierní môže prebiehať ručné triedenie. Okrem šikmého dopravníka a triediaceho pásu s nastaviteľnou rýchlosťou, ktorý sa zvyčajne inštaluje vo vyššej polohe, nie sú potrebné žiadne ďalšie pomocné mechanické zariadenia. Na tomto triediacom páse pracuje niekoľko ľudí, ktorí ručne odstraňujú nepoužiteľné materiály, ktoré sa priamo považujú za Zvyšky. Tieto zvyšky zahŕňajú nepapierové zložky, ako sú drevo, kovy, sklo, plasty a výrobky z papiera a lepenky, ktoré nie sú potrebné na výrobu. Pracovníci triedia tieto zvyšky pod triediacim pásom do kontajnerov umiestnených na tento účel. Za ďalšie použitie a odstránenie týchto odpadových materiálov zodpovedá prevádzkovateľ mlyna.

Zlepšenie procesu zberu a triedenia zabezpečuje lepšiu kvalitu papiera skladu. To umožňuje vyskytnúť úspory energie, vody a pomocných materiálov, ako aj znížiť množstvo odpadu v priebehu úpravy zberového papiera.

6.1.2. Hlavné postupy

Rozkladanie suchého odpadového papiera

Zberový papier sa umiestni do rozvlákňovača s horúcou vodou, vodou z bielej vody alebo prevádzkovou vodou a mechanickým a hydraulickým miešaním sa rozomelie na kašu, ktorá sa rozpadne na vlákna. Po zvýšení rozvláknenia má papier z skladu konzistentnú konzistenciu na ďalšie upravenie. Pri postupoch znižovania farby, ako je novinový papier, tissue papier, tlačiarenský a kopírovací papier, časopisový papier a komerčný DIP, sa niektoré chemikálie, napríklad NaOH, pridávajú ako rozvlákňovacie prísady. Odstránenie farieb (zosvetľovanie) sa zvyčajne začína na úrovni rozvlákňovania. Pre rôzne druhy surovín a produktov sú k dispozícii rôzne technické riešenia. Existujú tri druhy rozvlákňovačov: pre nízku konzistenciu (LC: 4-6 % sušiny), pre vysokú konzistentnosť (HC: 15 - 20 % sušiny) a bubnové rozvlákňovače. Dispergátory slúžia na dávkovanie alebo na nepretržité dávkovanie. Nečistoty a zväzky sú počas prevádzky možné priebežne odstraňovať zariadením na zber nečistôt (napr. triediacimi doskami) a potom dopravovať na plniaci dopravník, aby sa zabránilo rozbitiu nečistôt na malé kúsky alebo ich hromadeniu v násypoch rozvlákňovača. Na ďalšie rozvlákňovanie, opätovné rozvlákňovanie a Úpravu ťažkých (HW) a ľahkých (LW) nečistôt sa čoraz rozsiahlejšie využívajú sekundárne rozvlákňovače. Zariadenia sa predávajú pod rôznymi názvami, ale sú založené na podobných funkciách. Po bubnových rozvlákňovačoch, ktoré sú najbežnejšími rozvlákňovačmi, sa ako prvý krok úpravy zaraďujú bubnové sitá.

Za normálnych okolností sa bežne používa plne recirkulovaná prevádzková voda z prevádzky (často ako biela voda), pripravený materiál alebo opakovaný proces znižovania atramentu (zosvetľovanie).

Mechanické odstraňovanie nečistôt

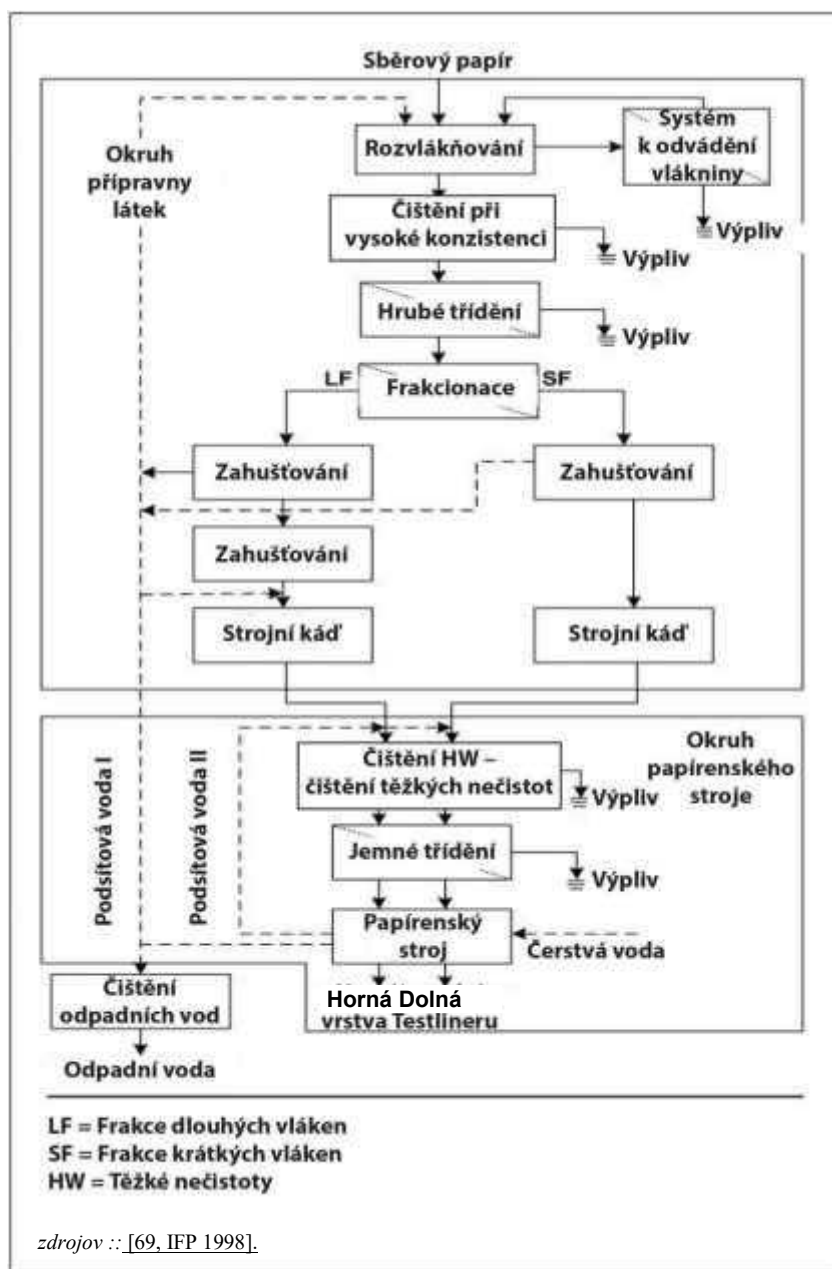
Pri mechanickom znižovaní otrepu sa využívajú rozdiely medzi fyzikálnymi vlastnosťami vlákien a nečistôt, napríklad veľkosť a špecifická hmotnosť nečistôt v porovnaní s vláknami a vodou. V podstate ide o zariadenia druhov sita s rôznymi veľkosťami otvorov sita (otvory a štrbiny) a prípadne rôznymi druhmi hydrocyklónov (čističe s vysokou konzistenciou, odstredivé čističe atď.).

Čiastočne upravená suspenzia buničiny sa prečerpáva z rozvlákňovača do hydrocyklónov (čističov s vysokou konzistenciou), v ktorých sa menšie ťažké častice odstraňujú vplyvom odstredivých síl. Ťažké odpadové vody z týchto čistiacich zariadení a zo systému odstránenia odpadu z rozvlákňovača sa zvyčajne musia odstrániť skládkovaním (vysoký obsah anorganických látok). Odpad z uvedených čistiareň a rozvlákňovača sa pred separáciou kovov často drví. Organický materiál sa často spaľuje v spaľovniach, aby sa získala energetická hodnota výplní.

V ďalšej fáze procesu sa vykonáva triedenie častíc, ktoré sú väčšie ako otvory v perforovaných košoch alebo tlakových triedičoch. Výber druhu triedenia závisí od konečného výrobku a kvality použitého plášt'a z vlákien. Možná je rozdielna klasifikácia medzi hrubým triedením (konzistencia 3 - 4 %) na odstránenie hrubých nečistôt v priebehu prípravy tkaniny a jemným triedením (konzistencia 1 %) pri podávaní látok do papierenského stroja. Použité zariadenia pracujú podobným spôsobom, ale líšia sa v jemnosti optimálneho triedenia. Všeobecne je triedenie pri nízkej konzistencii efektívnejšie, ale vyžaduje si rozsiahle zariadenie a spotrebuje veľa energie. Odpadové vody sa musia odstrániť skládkovaním alebo spaľením v spaľovni.

V závislosti od kvality znečistenia, ktorá sa má dosiahnuť, musí byť prípravovňa na úpravu zberných papierových látok vybavená ďalšími zariadeniami, ako sú frakcionačné triediče, disperzné zariadenia a zušľachťovače. Frakcionačné triedenia rozdeľujú buničinu na dve frakcie, čo umožňuje podstupovať rôzne úpravy krátkych a dlhých vlákien z vlákniťnej suspenzie. Pre rozklad nečistôt a Zníženie veľkosti viditeľných škvŕn môže prebiehať energeticky náročný proces disperzie. Môže byť tiež možné mierne zlepšiť vlastnosti väzby vlákien (lepšie pevnostné vlastnosti) vyrobeného papiera/lepenky. Konverzný závod na úpravu zberového papiera je možné vybaviť zušľachťovačmi na zlepšenie optických a pevnostných vlastností papiera. Rafinácia súvisiace s jej vykonávaním vyžaduje rozsiahlu spotrebu energie.

Na obrázku 6.1 je znázornené možné usporiadanie procesu RCF s mechanickým čistením na výrobu papiera pre krycie vrstvy vlnitej lepenky (tu: Testliner). Je potrebné zdôrazniť, že v praxi je každý závod zvyčajne individuálne vybavený strojmi od jedného alebo viacerých dodávateľov v závislosti od druhu použitého zberového papiera, požiadaviek na kvalitu konečného výrobku, spracovateľnosti papierenského stroja a miestnych environmentálnych podmienok.



Obrázok 6.1: Procesná schéma koncepcie zariadenia na prípravu látok na úpravu zberového papiera na materiál na výrobu krabíc (dvojvrstvový testliner)

Príprava zberového papiera na výrobu testlineru a vlnitej lepenky sa používa v približne 150 závodoch v celej Európe. V tonách je najdôležitejším trhom pre lepenku (materiál na výrobu krabíc predstavuje 26 % celkovej výroby papiera a lepenky, pričom 86 % využíva recyklované vlákno, čo je európsky Priemer).

Procesy flotácie na znižovanie farby - odľahčovanie (možnosť)

Odstránenie farieb (zosvetlenie) je potrebné tam, kde sa vyrábajú druhy papiera, pri ktorých je dôležitá svetlosť, napr. papier na noviny, tlačový a písací papier, tissue papier alebo ľahká vrchná vrstva či lepenky na báze odpadového papiera. Hlavným cieľom zosvetlenia je zvýšiť svetlosť a čistosť a znížiť obsah lepkavých nečistôt. Potrebné je poznamenať, že rozdiel medzi zosvetlenými a nezosvetlenými druhmi spočíva v procese, nie v samotnom výrobku. Existuje len niekoľko závodov, ktoré vyrábajú bielu lepenku a linku na znižovanie farby (zosvetľovanie) pre výrobu bielej vrstvy.

Kompletné odľahčovacie zariadenie zahŕňa aj vyššie uvedené základné operácie, ako je rozvlákňovanie, triedenie a čistenie na odstránenie hrubých nečistôt (nepapierové predmety, ako sú kamene, piesok, kov, povrazy, sklo, textil, drevo, plastové fólie a kancelárske sponky). Okrem mechanickej Úpravy znečistenia prebieha v rozvlákňovači aj chemické Upravenie a odľahčovanie prebieha vo flotačných komorách. Predpokladom úspešného zosvetlenia je uvoľnenie farebných častíc z vlákien a ich zachovanie v rozptýlenom stave. NaOH a kremičitan sodný sa pridávajú na uľahčenie Oddelenia farieb a ich rozptýlenie (v niektorých prípadoch, napr. pri kancelárskom alebo tissue papieri, sa NaOH nemusí pridávať). Ako povrchové látky sa bežne používajú mydlá alebo masťné kyseliny, ktoré spôsobujú hydrofóbnosť častí farby. Niekedy sa počas priebehu procesu rozvlákňovania pridávajú aj chelačné (chelatačné) činidlá a peroxid vodíka (chelačné činidlá zvyčajne nie sú potrebné na bielenie papiera skladu). Dispergované časti farbiva sa potom oddelia od buničiny prostredníctvom (viacstupňovej) flotácie. Princípy fungovania flotačného znižovania (odľahčovania) sú tieto: do prívodu vlákna sa v jemných bublinách privádza vzduch; častice atramentu sa vďaka svojmu povrchovému náboju prilepia na stúpajúce vzduchové bubliny; pena obsahujúca atrament sa zachytáva z povrchu. V závislosti od veľkosti a dizajnu flotačnej komory je možné použiť niekoľko komôr v sérii na dosiahnutie správneho času na odstránenie farieb. S cieľom znížiť straty vlákien do odľahčovacieho kalu sa pena z primárnych komôr často podieľa na úprave v sekundárnych komorách v kaskádovom procese. Flotáciou vznikajúca pena a náplne sa odvodňujú oddelene na gravitačnom sitku a potom pomocou sita alebo skrutkového lisu na 60 % sušiny. Kal z odľahčovania sa spaľuje alebo sa pripravuje na iné spôsoby recyklácie.

Po odstránení atramentu (odľahčení) sa vlákna zahusťujú a niekedy podliehajú premývaniu použitím sitových pásových lisov, (diskových) zahusťovačov, šnekových lisov a práčok. Po týchto čistiacich úrovniach môže buničina stále obsahovať malé zvyškové nečistoty, ako sú zvyškové častice farieb, voskov a lepidiel, napríklad z tavných lepidiel (PSA). Tieto nečistoty môžu byť dispergátorom rozptýlené tak dôkladne, že ich nie je možné pozorovať voľným okom. Pred dispergáciou sa musí obsah sušiny vo vlákne zvýšiť z približne 5-12 % na 25-30 %, pretože dispergácia si vyžaduje vysoké trecie sily a vyššiu teplotu. Samotné dispergátory sú podobné zariadenia ako rafinéry opísané v časti 5.1.3. Po dispergácii sa látky opäť zriedi.

Poradie operácií sa môže v jednotlivých závodoch líšiť a v prípadoch sa môžu opakovať niektoré kroky.

Na obrázku 6.3 je znázornená koncepcia Papierne na úpravu zberového papiera s jeho flotáciou na znižovanie farby (odľahčovaním) na prípravu vlákien na papier.

POSTUPY ZNIŽOVANIA ATRAMENTU (zosvetlenie) premývanie a odstraňovanie popola (možnosť)

Flotáciou sa dá znížiť farba častíc s veľkosťou od 10 do 250 μm . Častice menšie ako je optimálny rozsah pre flotačné odľahčenie sa môžu odstrániť premývaním, ktoré v podstate pozostáva z viacstupňového procesu odvodnenia. Okrem farieb sa počas premývania odstraňujú aj plnivá a jemné vláknité frakcie. Natierané papiere sú obzvlášť citlivé na obsah nečistôt v nenatieranom základnom papieri a vyžadujú si buničinu s veľmi čistými recyklovanými vláknami.

Moderné zariadenia na znižovanie farby (odľahčovanie buničiny zo zberového papiera pre papier LWC často zahŕňajú dve úrovne flotácie a môžu zahŕňať aj odľahčovanie).

Ak sa vyžaduje odstránenie popola, ako napríklad pri tissue papieri alebo pri komerčnom DIP, systém vždy zahŕňa stupeň prania, ako je uvedené v Na obrázku 6.4.

Bielenie (možnosť)

Buničina sa pred vstupom do skladovacej nádrže často podieľa na jej bielení pomocou bieliacich chemikálií. Všeobecne sa ako bieliace činidlá používajú peroxid vodíka (P), ditiónit (Y) alebo kyselina formamidinsulfinová (FAS). Oxidačné bielenie peroxidom vodíka je možné začať počas priebehu procesu rozvlákňovania. Bieliace chemikálie sa zvyčajne pridávajú priamo do disperzantu na udržanie alebo zvýšenie svetlosti. Samotná reakcia prebieha v bieliacich vežiach, aby sa zabezpečilo dostatočné zabezpečenie času na odstránenie farby. Možnosti zhustenia svetlosti závisia od suroviny a Upravenia látok. Peroxidové bielenie prebieha v prítomnosti NaOH, kremičitanu sodného a niekedy aj chelačných činidiel. Na takmer bezdrevné látky zo sekundárnych vlákien sa môžu použiť "netradičné" chemikálie na bielenie, ako je kyslík alebo ozón. Nakoniec sa buničina prečerpá do skladovacích alebo miešacích nádob. Tieto kade slúžia ako nárazník medzi prípravou látky a vlastným papierenským strojom, aby sa zabezpečilo zabezpečenie kontinuity procesu. V miešacích nádobách sa pridávajú požadované prímеси a upravuje sa konzistencia buničiny na správne vytvorenie pásu (lisu) v papierenskom stroji.

Úprava úžitkovej vody

Úprava vody z odvodňovacích stupňov je možná v mikroflotačných jednotkách. Prevádzková voda sa potom opäť použije v procese. Z mikroflotačnej jednotky sa odoberá kal, ktorý sa spolu s ostatným kalom koncentruje a podrobený regeneračnému procesu sa použije na ďalšie použitie alebo sa spaľuje. V prípade premývania atramentu (zosvetľovanie) sa celková spotreba vody znižuje aj prostredníctvom recirkulácie vody na premývanie. V tomto prípade sa suspendované látky odstraňujú z lúhovacieho filtrátu pomocou samostatnej jednotky flotácie.

Úprava a odvodnenie na konci potrubia

Predtým, ako sa vysoko zriedená suspenzia buničiny vloží do prevádzky, sa odstránia zvyškové nečistoty použitím rôznych typov jemných triedičov a vírivých čističov.

Odvodnenie/zahusťovanie môže prebiehať pomocou diskových filtrov, sitových a závitovkových lisov na dosiahnutie požadovanej konzistencie buničiny a tiež na Oddelenie okruhov bielej vody.

Nakladanie s odpadovými vodami a kalmi

Počas úpravy zberového papiera sa v rôznych množstvách zhromažďujú rôzne druhy výplní a kalu, ktoré je potrebné odstrániť. Spracúvajú sa v systéme kalu a odpadových vôd. Maximálna možná regenerácia vlákien tiež pomáha k minimalizácii množstva zvyškov.

6.1.3. Príklady systémov na úpravu zberového papiera

Pre výrobky s rôznymi vlastnosťami sa vyžaduje rôzna čistota a svetlosť vlákien zo sekundárnych vlákien a podľa toho sa líšia aj rôzne koncepcie úpravy. Napríklad pri mnohých druhoch lepenky nie je potrebné znižovať farbu (zosvetľovať). Napriek tomu, pri vysokorýchlostných papierenských strojoch, výrobe tenkého papiera alebo pri druhoch, pri ktorých je dôležitá svetlosť, sa vyžaduje veľmi účinný viacstupňový proces. Stupeň zložitosti procesu závisí od zloženia použitého znečistenia a druhu papiera, ktorý sa má vyrobiť. Preto nie je vhodné opisovať "jeden typický" spôsob úpravy odpadového papiera.

Hlavné systémy úpravy zberového papiera, ktoré možno rozlíšiť, sú podrobnejšie opísané priamo:

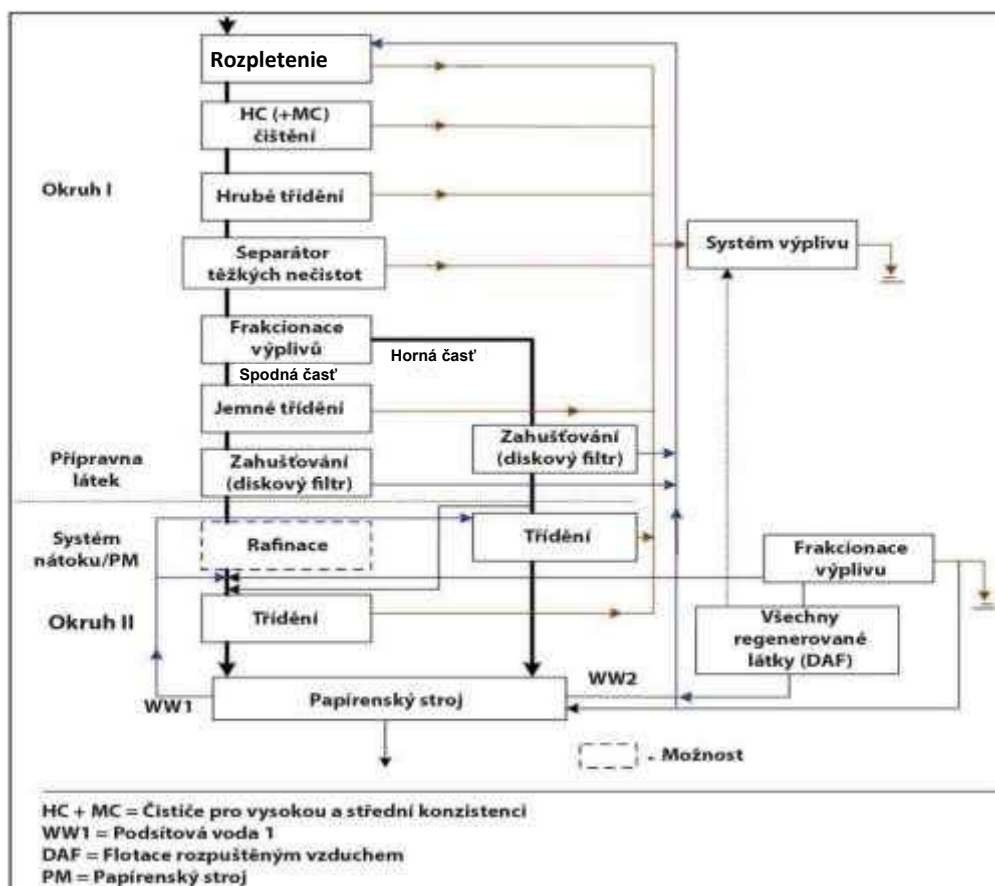
- Príprava látok z recyklovaných vlákien pre baliaci papier a lepenku (vlnitý krycí papier) lepenka, papier na vlnitej vrstve lepenky);
- príprava látok z recyklovaných vlákien na papier pre noviny a bežný tlačový a písací papier;
- príprava látok z recyklovaných vlákien na LWC/SC papiere a vysokokvalitné tlačiarenské a písacie papiere;

- príprava látok z recyklovaných vlákien pre tissue papier a komerčnú ľahkú buničinu (DIP).

Systémy na úpravu zberového papiera sa môžu navzájom líšiť používaním rôznych druhov zloženia papiera a majú rôzny vplyv na životné prostredie z hľadiska požiadaviek na spotrebu energie a čerstvej vody, odpadovej vody a Zvyškov (odpadu).

6.1.3.1. Obalový papier a lepenky

Na výrobu baliaceho papiera alebo lepenky zo zberového papiera, t. j. na výrobu vlnitého krycieho papiera (Testliner) a vlnitého papiera (lepenky), sa použije len mechanické čistenie, t. j. nie je potrebný proces znižovania farby. Pre tieto druhy papiera sa bežne používa odpadový papier zo supermarketov a zmiešaný odpadový papier. Na obrázku 6.2 je znázornený systém prípravy látok Testliner zo sekundárnych vlákien. Existujú zložitejšie dvojokruhové systémy (obrázok 6.2) a menej nákladné jednookruhové systémy na prípravu látok pre Testliner. Dvojokruhový systém umožňuje jednoduchšie riadenie procesu, čo vedie k zvýšeniu účinnosti prevádzky papierenského stroja, a používa triedenie v oddieli prevádzky papierenského stroja len ako bezpečnostné opatrenie (funkcia ochrany). Po priebehu procesu rozvlákňovania sa uskutoční oddelenie hrubých náplní a upravuje sa veľkosť vločiek buničiny. Týchto viacstupňové systémy úpravy a triedenia odstraňujú ťažké častice (napr. piesok), ploché rušivé zložky, lepkavé nečistoty a jemný piesok a vedú k zjemneniu látok a správnej optickej homogenite. Niektoré papierne pracujú s úplne uzavretými vodnými okruhmi pri výrobe vlnitého materiálu a testlineru. V iných zariadeniach boli uzavreté vodné okruhy opätovne otvorené z dôvodu prevádzkových ťažkostí a problémov so zápachom. Uzavreté vodné okruhy fungujú uspokojivo z hľadiska možností riadenia zariadenia a kvality výrobku, ak sa na tonu hotovej látky spotrebujú 3-4 m³ procesnej vody upravenej v integrovanej biologickej čističke (pozri kapitoly 6.3.4 a 2.9.14).



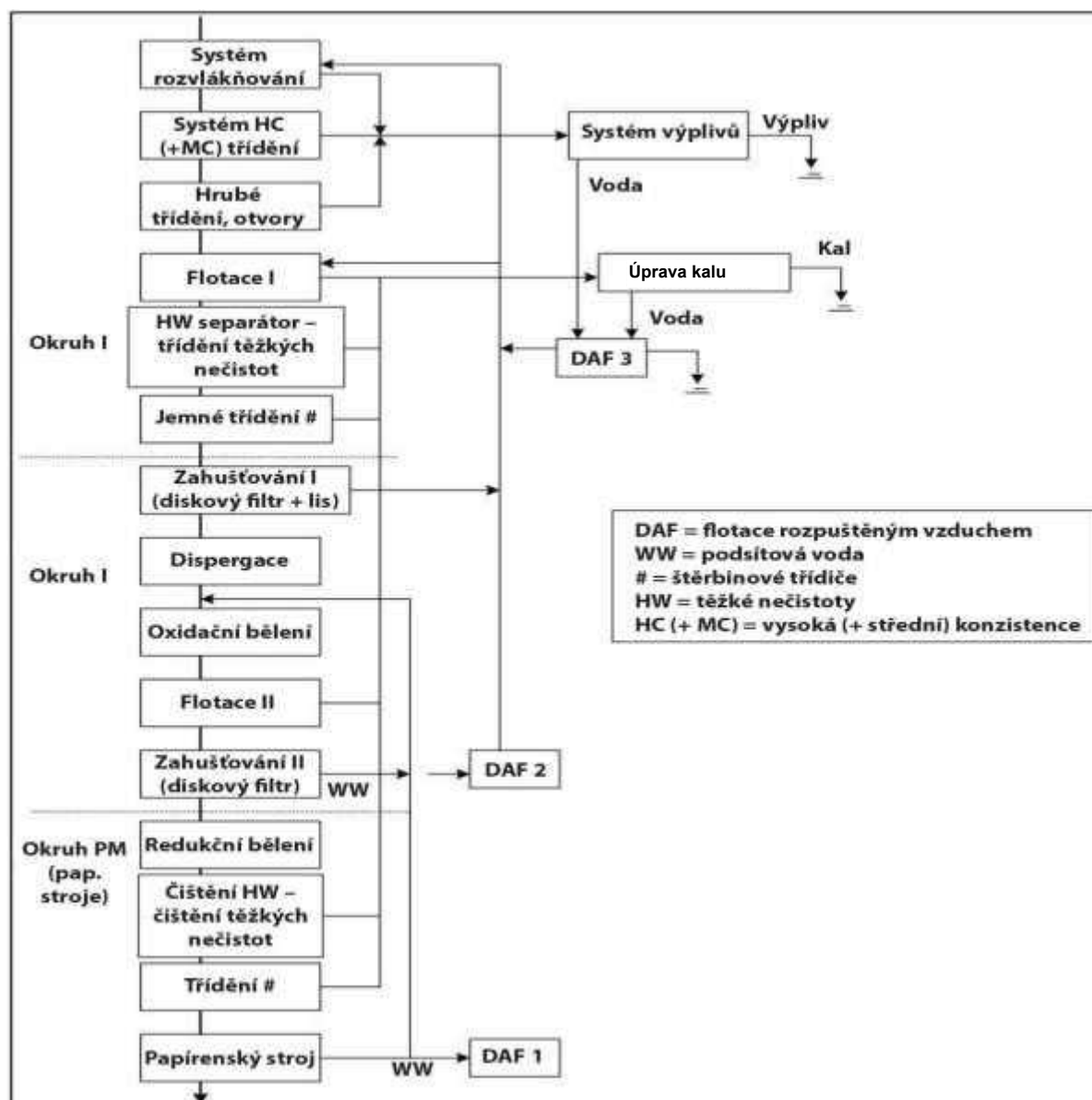
Obrázok 6.2 Príklad celkovej koncepcie zariadenia na prípravu látok Testliner (dvojokruhový systém)

Úprava zberového papiera býva pri rôznych druhoch baliaceho papiera podobná. Úprava vysokokvalitnej skladanej lepenky si zvyčajne vyžaduje sofistikovanejšie zariadenia ako výroba testlineru a výroba testlineru je zvyčajne náročnejšia ako výroba vlnitej lepenky.

6.1.3.2. Novinový papier a obyčajný tlačový a písací papier

Systém znázornený na obrázku 6.3 je príkladom možného usporiadania výroby papiera. Surovina používaná na výrobu bežného ľahkého zberového papiera pozostáva zo zmesi novín a časopisov v pomere 50:50. Podiel starých novín (ONP) a starých časopisov (OMG) v zberovom papieri na znižovanie (odľahčovanie) je však možné, že sa líši v závislosti od zemepisnej polohy. Napríklad v strednej Európe je bežný pomer OMG:ONP ~60:40; naopak v Škandinávii a Spojenom kráľovstve je bežný pomer OMG:ONP 30:70 až 40:60.

Systém znázornený na obrázku 6.3 je charakterizovaný dvojstupňovým flotačným krokom (flotácia v okruhu I a následná flotácia v okruhu II) a dvojstupňovým krokom s bielením a vloženou disperziou. Oxidačné bielenie (peroxidom vodíka) zvyšuje svetlosť látok a redukuje efekt strakatosti vlákien. V prípade papiera vyššej kvality s vyššou požiadavkou na svetlosť je možné po procese zahusťovania následne vykonať redukčné bielenie s ditiónitom a kyselinou formamidinsulfínovou (FAS). Pri výrobe grafického papiera zo zberového papiera je veľmi dôležitý dizajn vodného okruhu a úprava vody. Existujú aj iné prístupy k usporiadaniu linky na úpravu papiera/lepenky. Na obrázku 6.3 sú zobrazené len vnútorné vodné okruhy. Odpadová voda sa čistí predovšetkým odstraňovaním kalu z flotačných stupňov I a II, ktoré sa odvodňuje počas spracovania kalu spolu s pevnými látkami oddelenými počas čistenia a triedenia. Filtrát sa odvádza do biologickej čistiarne odpadových vôd, ktorá na obrázku nie je znázornená.



Obrázok 6.3: Príklad celkovej koncepcie závodu na výrobu kvalitnejšieho papiera/lepenky, SC alebo LWC papiera

Systematické oddelenie jednotlivých vodných systémov na princípe protiprúdu je nevyhnutné. Odčerpávacie linky môžu pozostávať z rôznych konfigurácií (usporiadaní) a okruhy môžu byť dva, tri alebo v niektorých prípadoch štyri. Na obrázku 6.3 je znázornený dvojokruhový systém prípravy látok so samostatným obvodom prevádzky papierenského stroja. Vnútorne čistenie vodných okruhov, ktoré sú oddelené stupňami zahusťovania, sa vykonáva pomocou flotácie rozpusteným vzduchom (DAF), aby sa kontrolovalo množstvo koloidných a aniónových látok v technologickej vode a aby sa udržiaval obsah jemných častíc a popola v okruhoch technologickej vody na kontrolovateľnej úrovni. Kal z výrobných linky a jednotiek flotácie sa odvádza do zariadenia na úprave kalu. Hrubé náplne oddelené z procesu sa zahusťujú v plniacom systéme.

Novinový papier vyššej kvality sa zvyčajne vyrába v dvojokruhových systémoch, ktoré dosahujú svetlosť podľa ISO 63 % (reduktívnym bielením), nízke množstvo nečistôt (flotáciou II) a nízke množstvo lepkavých nečistôt (ďalším triedením). Napriek tomu je možné štandardný novinový papier vyrábať v jednookruhovom systéme, t. j. bez ďalšieho kroku flotácie, čo má za dôsledok nižšiu svetlosť (približne 58 % ISO) a vyššie množstvo škvrn a popola. Pri použití druhov zberového papiera, pre ktoré je zosvetlenie náročné, napríklad pri flexotlačí, je často potrebné zvoliť dvojokruhový flotáciu a bielenie na dosiahnutie vyššej cieľovej svetlosti.

Sekundárne vlákna sa používajú aj na výrobu papierov menej dobrej kvality na tlač a písanie. Tieto recyklované druhy zvyčajne obsahujú drevo a sú určené na kancelárske použitie ako kopírovací alebo kancelársky papier. Na úprave týchto druhov papiera je možné použiť systém podobný systému na flotácii pre novinový papier vyššej kvality, ktorý je znázornený na obrázku 6.3.

6.1.3.3. Papiere LWC/SC (lahko natierané/superkalandrované)

Pri úprave odpadového papiera z domácností na tkaninu DIP pre kvalitnejšie drevom grafické papiere, ako sú napríklad druhy SC a LWC, musia byť splnené priamo stanovené požiadavky. napr. belosť, priehľadnosť) konečného výrobku.

Nevybavené zásielky zvyčajne pozostávajú zo zmesi vrátených novín a časopisov, pričom podiel časopisov je veľmi vysoký. Superkalandrované papiere sú tlačové papiere vyrábané v veľkých množstvách na vysokorýchlostných strojoch. Jedným z predovšetkým kritérií pri úprave odpadového papiera z domácností (zahmlievanie s osvetľovaním) na tlačový papier je stála kvalita. Fáza triedenia, Úpravy a rozptylu je preto veľmi dôležitá. Vzhľadom na náročné požiadavky na optické vlastnosti z hľadiska svetlosti a čírosti je potrebný dvojokruhový systém s flotáciou v každom okruhu a dvojstupňovým bielením (bielenie s konzistentným bielením a následné redukčné bielenie). V uvedených procesoch sa používajú aj optické zjasňovače.

Spolu koncepcia zariadenia by mohla vyzerat' podobne ako koncepcia pre kvalitnejší novinový papier znázornená na obrázku 6.3. V tejto koncepcii zariadenia na prípravu textílií existuje problém rušivých zložiek (koloidné nečistoty, aniónové odpadové látky), ktoré môžu narušiť citlivý retenčný mechanizmus prevádzky papierenského stroja, ktorý sa rieši vhodne zvolenou konštrukciou okruhov/úpravy vody v zariadení na prípravu textílií. Systém má jasne oddelené vodné okruhy, z ktorých prvý je zvyčajne alkalický a začína od rozvlákňovača a končí zahusťovaním pred dispergáciou. Druhý okruh je ukončený zahusťovaním pred sekundárnym bielením. Zahusťovanie s presným Oddelením vodných systémov znižuje nečistoty v prevádzkovej vode. Koncepcia oddeleného okruhu je založená na princípe, že rušivé nečistoty nemôžu prechádzať celým systémom úžitkovej vody. Filtráty obsahujúce aniónové odpady a koloidné nečistoty zo zahusťovania podstupujú úpravu mikroflotáciou na princípe flokulácie a zrážania.

Potrebné povrchové vlastnosti je možné dosiahnuť pridaním ďalšieho kroku zušľacht'ovania, ktorý znižuje veľké a dlhé vlákna TMP, ktoré sa nachádzajú v odpadovom papieri z domácností. Zušľachtením je možné zlepšiť hladkosť a potlačiteľnosť papiera/lepenky. Umiestenie rafinátora je možné po fáze redukčného bielenia v podobnej koncepcii, ako je znázornené na Obrázok 6.3.

Ak je obsah popola v hotovej látke vyšší ako 8-10 %, nie je potrebná práčka. Použitie práčky vedie k pomerne vysokým stratám. Z ekonomických dôvodov sa preto neuprednostňuje.

6.1.3.4. Hygienický (tissue) papier

Tissue papier musí spĺňať iné požiadavky ako ostatné druhy papiera, a preto má iné vlastnosti. Základné požiadavky sú:

- a) vysoká savosť a mäkkosť;
- b) bez zápachu;
- c) by mal byť v súlade s predpismi o styku s potravinami a kozmetickými výrobkami;
- d) vysoká úroveň čistoty a svetlosti.

Úprava zberového papiera na výrobu tissue papiera môže byť iná ako u iných druhov.

Absorpčná schopnosť a mäkkosť

Aby došlo k dosiahnutiu vysokej savosti a mäkkosti, vlákna musia byť bez popola a jemných častí. Obsah jemných častíc a popola v zberovom papieri (kvalita 2.05 + 2.06) môže byť až 35-45 %. Tieto zložky sa musia odstrániť premývaním. V dôsledku toho sa výťažnosť pri úprave zberového papiera znižuje na 53 - 58 % (vrátane strát spôsobených hrubými nečistotami) a v papierňach vzniká pomerne vysoké množstvo odpadu, ktoré sa musí spracovať na mieste. Existujú príklady zariadení (napr. Niederbipp, Švajčiarsko), kde sa všetky zvyšky odpadu vrátane kalu spaľujú priamo na mieste na výrobu pary na použitie v papierni, pričom sa zvyšky redukujú na popol, ktorý sa používa ako prísada v stavebnom priemysle (cement). Niektoré mlyny využívajú aj Použitie buničiny/plniva v iných závodoch. Pri porovnávaní množstva tuhého odpadu by sa mal zohľadniť priamy vplyv obsahu popola na množstvo tuhého odpadu, ktoré vzniká v priebehu úpravy zberového papiera. Odmasťovanie si vyžaduje starostlivý dizajn procesu, a najmä vodovodných systémov. Znečistenie vodných systémov organickými a suspendovanými látkami je úmerné kvalite použitého zberového papiera.

Zápach

Aby sa získal hygienický tissue papier bez zápachu, voda v okruhoch prevádzky papierenského stroja musí byť bez organických kyselín, sulfidov a iných látok spôsobujúcich zápach. V okruhu prevádzky papierenského stroja je preto potrebné použiť viac čerstvej vody. Tento okruh potom prebieha proti smeru prietoku vlákien, t. j. smerom k rozpletaciemu systému.

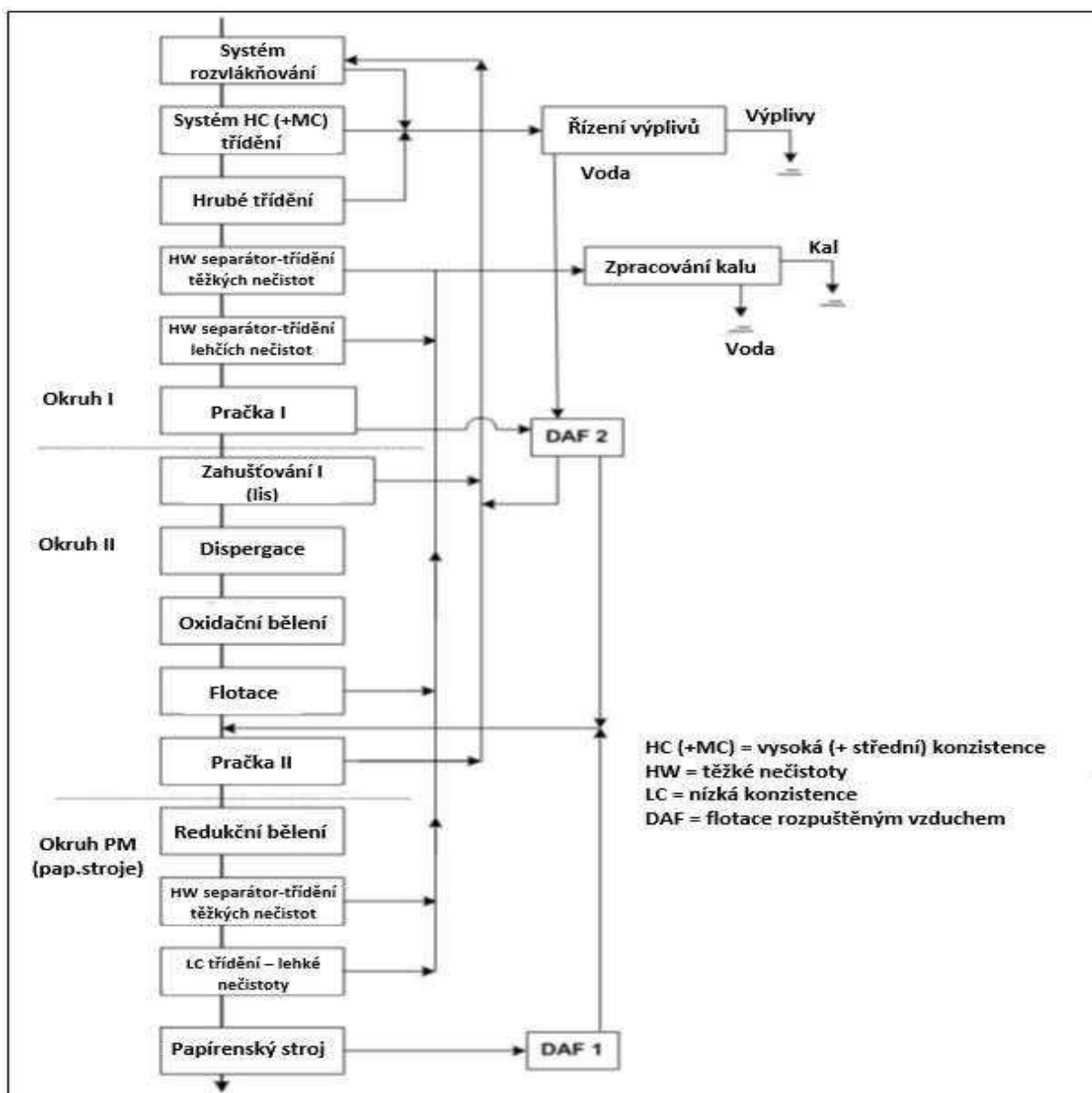
Predpisy pre styk s potravinami a kozmetikou

Na splnenie požiadaviek na materiály prichádzajúce do styku s potravinami a kozmetické výrobky sa vyžaduje vysoká úroveň čistoty a môžu existovať obmedzenia týkajúce sa druhov chemikálií, ktoré sa môžu použiť, a zvyšky chemikálií v konečnom výrobku, najmä tých, ktoré môžu prejsť na potraviny alebo pokožku.

Optická čistota a svetlosť

Hospodárenie s vysokou úrovňou čistoty a svetlosťou si vyžaduje čistú vodu v neskorších fázach procesu. Môže tiež zvýšiť spotrebu čerstvej vody v závode.

Na obrázku 6.4 je znázornená zjednodušená schéma zariadenia na prípravu zberového papiera. Hlavné prvky systému sú tieto: rozvlákňovač s vysokou konzistenciou a systém separácie odpadu, kde sa hrubé nečistoty zachytávajú a okamžite odstraňujú pomocou perforovanej triediacej dosky. Náplne z tohto systému sa potom prenesú do perforovaného bubnového triediča a nakoniec sa zahustia na závitkovom lise. Materiál, ktorý prejde procesom triedenia, sa podrobený úprave s vysokou konzistenciou, následne nasleduje fáza triedenia a čistenia s nízkou konzistenciou, pričom táto druhá fáza sa používa najmä na odstránenie kovového odpadu, ako sú spony a svorky. Látka sa priamo spracováva pomocou viacstupňových systémov triedenia a Úpravy. Tak ako pri všetkých zariadeniach na úpravu zberového papiera je základným princípom rozvlákňovanie, čistenie a triedenie s zabezpečením Oddelenia odpadu a nečistôt.



Obrázok 6.4: Príklad celkovej koncepcie zariadenia na prípravu zberových papierových látok na výrobu tissue papiera

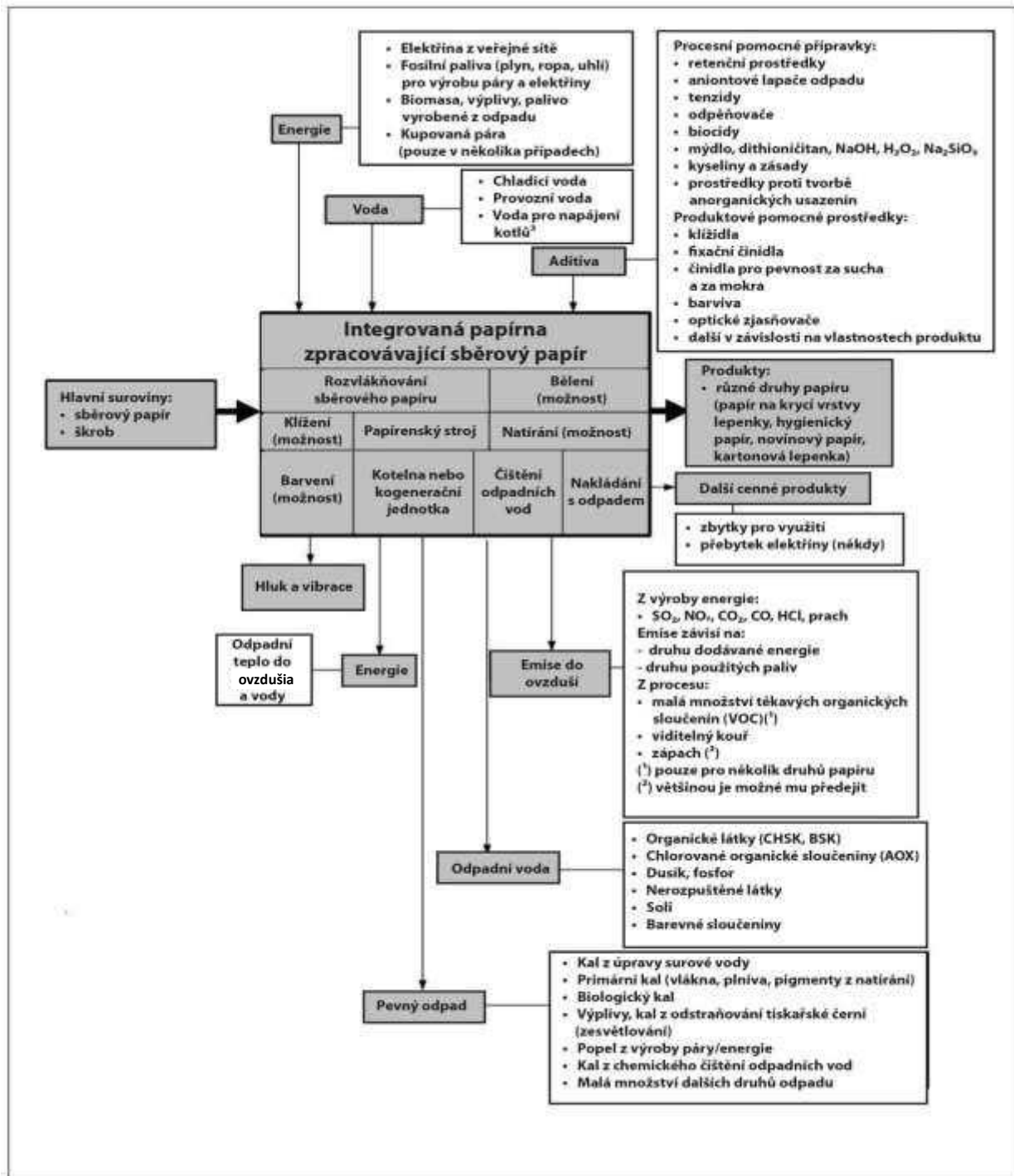
Premývanie prebieha pri nízkej konzistencii vláknien a zahŕňa efektívne Použitie a recirkuláciu vody na premývanie. Obehová voda sa upraví a atrament a iné pevné látky sa odstránia flotáciou rozpusteného vzduchu alebo inými účinnými technikami úpravy vody. Na odstránenie popola, jemných nečistôt a jemných častíc tlačiarenskej farby sa používa práčka I, následne sa používa sieťový lis na zahustenie látok na približne 30 %. Prací filtrát sa upravuje vo flotačnej jednotke s rozpusteným vzduchom (DAF) s pridaním kationových flokulantov. Popol a jemné časti sa odstraňujú a voda sa vráti do systému. Látka sa zahrieva pomocou ohrievacej skrutky a spracováva sa v dispergátore, kde sa odstraňujú všetky zvyšky farieb, ktoré ešte držia na vláknach, a zároveň sa zmiešajú bieliace prísady (používa sa tu oxidačné alebo redukčné bielenie). Flotačná fáza odstraňuje časti farieb oddelené disperziou, ako aj nečistoty a lepkavé nečistoty. Po druhom praní je možné, že následne nastane sekundárne bielenie a potom sa látka dostane buď do skladovacej veže, alebo na konečné triedenie a čistenie v konštantnej časti papierní. Nakladanie s náplňami a kalmi je v papierňach vyrábajúcich tissue papier zo zberového papiera kľúčové vzhľadom na pomerne veľké množstvá kalov z rôznych zdrojov (príprava zberového papiera, priamo, stroj na výrobu tissue papiera, biologická čistiareň odpadových vôd) s obsahom organického uhlíka približne 50 %.

Ďalšie informácie o tissue papieri vyrobenom z primárnych vláknien sú možné nájsť v kapitole 7.1.11.3.

6.2 Súčasná úroveň spotreby a emisií v závodoch na základe úpravy zberového papiera

6.3.1. Prehľad vstupov a výstupov výroby papiera z recyklovaných vlákien (RCF)

Na obrázku 6.5 je uvedený prehľad vstupov surovín a energie a výstupov výrobkov, Zvyškov na ďalšie použitie a hlavných únikov (emisií, odpadov atď.) zo závodov na výrobu RCF (recyklovaných vlákien). Prítomnosť určitých látok závisí najmä od druhu papiera/lepenky a jeho požadovaných vlastností a od druhu dodávanej energie.



Obrázok 6.5: Prehľad prietoku zásob v integrovanej papierni spracúvajúcej zberový papier

Ako je znázornené na obrázku 6.5, medzi vstupné zložky výroby papiera z RCF (recycled fibre) patrí najmä energia (elektrická energia, fosílna a iné palivá), zberový papier, voda a niektoré chemické prísady (aditíva). Veľmi veľké množstvo vody sa používa ako prevádzková a chladiaca voda. Pri výrobe papiera sa používajú rôzne prísady ako pomocné látky na zlepšenie vlastností papiera (pomocné látky na výrobu papiera). Vplyv úpravy zberového papiera na životné prostredie v zásade zahŕňa emisie do vody, tvorbu tuhého odpadu a emisie do ovzdušia, ktoré súvisia najmä s výrobou energie pálením fosílnych alebo iných palív v parných kotloch alebo v zariadeniach na kombinovanú výrobu tepla a elektriny.

Výrobu papiera vo fabrikách na spracovanie recyklovaných vlákien (RCF) možno rozdeliť na tri časti: zariadenie na prípravu látky, natierací systém/papierací stroj a úprava vyrobeného papiera. Zariadenie na prípravu látky a papierenský stroj sú úzko súvisiace systémom prevádzkovej vody (pozri kapitolu 6.2.2.2).

V tabuľke 6.1 sú uvedené typické hodnoty spotreby a emisií pri výrobku rôznych typov papierových tkanín. Hoci sú údaje prevzaté zo skutočných prípadov, mali by sa brať len ako príklad. V Európe je možné nájsť veľké rozdiely v zložení odpadového papiera, čo ovplyvňuje koncepciu prípravy látok. Hodnoty zhrnuté v tabuľke 6.1 sa vzťahujú len na zariadenie na prípravu látky, t. j. následná úprava v papierenskom závode nie je v údajoch zahrnutá. Jedinou výnimkou sú údaje o prietoku vody, ktoré sú vždy platné pre celú elektráreň. Dôvodom je, že prietoky vody medzi prípravňou zásob a papierenským strojom sú zvyčajne tak úzko súvisiace, že nemá zmysel medzi nimi rozlišovať.

Tabuľka 6.1: Spotreba a úrovne emisií pri príprave látok pre rôzne druhy vyrábaného papiera/lepenky

Spotreba surovín a emisií do vody, odpadu	Baliaci papier	Novinový papier	Papier LWC/SC	Tissue papier a komerčná buničina
kvalitu kvalita zberového papiera (závisí na dostupnosti a cena zberového papiera a kvalita konečného výrobku)	Triedený zmiešaný papier a lepenka, zberový papier a obaly z obchodov a supermarketov	Sklad papiera s možnosťou odľahčenia (rozsiahlejšie noviny a rozsiahlejšie časopisy)	Zberný papier s možnosťou odľahčenia (staré noviny a staré časopisy)	Zberný papier s možnosťou odľahčenia (staré noviny + časopisy); bezdrevený kancelársky odpadový papier
Spotreba energie (1) - elektrina - tepelná energie (napr. pary)	150-250 prietok 0 MJ/t (ak sa používa disperzia, je potrebný ohrev)	300-420 prietok 450-900 MJ/t (= 0,2-0,4 prietok _{pary} prietok)	400-600 kWh/prietok 650-1 200 MJ/prietok (= 0,3-0,5 t _{pary} prietok)	400-500 kWh/prietok 650-1 100 MJ/prietok (= 0,3-0,5 t _{pary} prietok)
Chemikálie (2) - rozpletenie	Biocíd	0,5-1,0 % H ₂ O ₂ 0,5-1,0 % NaOH 1-2 % Na ₂ SiO ₃	0,5-1,0 % H ₂ O ₂ 0,5-1,2 % NaOH 1-2 % Na ₂ SiO ₃	0,0-1,0 % H ₂ O ₂
- flotácia I	-	0,3-0,6 % mydlo	0,3-0,6 % mydlo	0,3-0,6 % mydlo
- flotácia II	-	0,2-0,4 % mydlo (NaOH+masťné kyseliny)	0,2-0,4 % mydlo (NaOH+masťné kyseliny)	-
- bielenie	-	1-2 % H ₂ O ₂ 0,5-1,2 % NaOH 1-1,8 % Na ₂ SiO ₃ 0,4-1 % ditióonu do 0,2 % NaOH Činidlá na flokuláciu: 0,5-1 prietok	1-2 % H ₂ O ₂ 0,5-1,5 % NaOH 1-2 % Na ₂ SiO ₃ 0,4-1 % ditióonu až 0,2 % NaOH Pomocná flokulantní činidlá: 1,6-2,6 prietoki Flokulanty: 1,5-2,5 kg/t	1-2 % H ₂ O ₂ 0,5-1,2 % NaOH 1-1,8 % Na ₂ SiO ₃ 0,4-1 % ditióonu do 0,2 % NaOH Činidlá na flokuláciu: 1,8-2,8 prietok
- flokulanty používané na vnútornú úpravu úžitkovej vody úprava kalu (3)	0 prietok (vnútorná úprava v obvode prevádzky) (druhá svetová vojna)			
voda - spotreba vody (4) - emisií pred biologická čistiareň odpadových vôd	0-30 m ³ prietok papiera/lepenky NL (5): zvyčajne pod 200 mg/l Chemická spotreba kyslíka 27-36 prietok (6 750-9 000 mg/l) AOX: < 4 prietok (= 1 mg/l)	8-20 m ³ prietok papiera/lepenky NL (5): zvyčajne pod 200 mg/l Chemická spotreba kyslíka 17-27 prietok (1 700-2 700 mg/l) AOX: < 10 prietok (= 1 mg/l)	8-30 m ³ prietok papiera/lepenky NL (5): zvyčajne pod 200 mg/l Chemická spotreba kyslíka 17-27 prietok (1 700-2 700 mg/l) AOX: < 10 prietok (= 1 mg/l)	8-50 m ³ prietok papiera/lepenky NL (5): zvyčajne pod 200 mg/l Chemická spotreba kyslíka 26-45 prietok (2 600-4 500 mg/l) AOX: < 10 prietok (= 1 mg/l)
odpadov - pevný odpad (sušiny) (6) - organické látky	50-100 prietok papiera/lepenky 70-80 %	15-25 % strata 170-190 prietok papiera/lepenky 35-45 %	20-35 % strata 450-550 prietok papiera/lepenky 20-40 %	500-600 prietok papiera/lepenky 40-50 %

(1) Hlavným faktorom rozdielu v spotrebe energie je použitie dispergátora, ktorý má spotrebu 60-100 kWh/t. Do úvahy by sa mali brať aj straty: procesy s vyššími stratami si vyžadujú stroje s vyššou kapacitou a vyššou špecifickou energiou. Na odchýlku má vplyv aj počet stupňov v oddieli na prípravu látok/strojov. Ak sa vyrábajú vysokokvalitné druhy grafického papiera, je možné, že spotreba energie bude vyššia v porovnaní so štandardnými druhmi.

(2) Všetky údaje o spotrebe chemikálií sú vyjadrené pre 100 % účinnej látky, nie pre komerčne dostupné roztoky obsahujúce rôzne množstvá vody, s výnimkou Na₂SiO₃ ktorý je vyjadrený ako komerčný roztok. Rozdiely možno vysvetliť rozdielmi v kvalite zberového papiera, odstránených farbách a kvalite požadovaného výrobku.

(3) Použitie flokulantov závisí najmä od počtu mikroflotačných jednotiek na úpravu prevádzkovej vody a množstva kalu, ktoré sa má odvodniť. Práčky majú veľké prietoky vody, ktoré potrebujú relatívne vysoké množstvá flokulantov na úpravu.

(4) Údaje o prietoku vody sa vzťahujú na celkovú spotrebu vody celého závodu, t. j. prípravovňa látok + papierenský stroj. Prietok vody sa vzťahuje na vodu opúšťajúcu biologickú čistiareň a zahŕňa tesniacu vodu.

(5) Mikroflotačná jednotka sa zvyčajne inštaluje pred priamym vypúšťaním odpadovej vody do čistiarene. To podporuje primárne čistenie alebo umožňuje primárne čistenie vylúčiť. Bez mikroflotačnej jednotky závisí obsah suspendovaných látok (NL) od zariadenia na odvodnenie kalu a výluhu.

(6) Vratane kalu z Úpravy úžitkovej vody (mikroflotačná jednotka).

Zdroj: Prevádzky poskytnuté dodávateľom, 1998, a doplnenia na základe pripomienok prevádzkovateľov, 2010.

Papierne často vyrábajú papierenské výrobky pozostávajúce zo zmesi rôznych druhov vlákien. Integrované závody na výrobu recyklovaných vlákien (RCF) sú často čiastočne integrované, t. j. časť buničiny sa vyrába na mieste a časť sa nakupuje od dodávateľov. V Európe sú takmer všetky papierne závody na výrobu zberového papiera integrované, s výnimkou dvoch závodov, ktoré vyrábajú komerčnú buničinu z ľahkého zberového papiera (Greenfield SAS, FR). Niekoľko integrovaných lisovní má nadbytočnú kapacitu na úpravu zberového papiera na komerčnú buničinu z ľahkého zberového papiera.

Okrem toho sa jednotlivo rozoberá spotreba surovín a emisie z úpravy zberového papiera.

6.2.2. Hodnoty spotreby a emisií z prevádzkových jednotiek

Pri výrobe papiera založenej na úprave sekundárnych (druhotných) vlákien je potrebné zohľadniť tieto aspekty:

- spotreba odpadového papiera;
- spotreba vody;
- spotreba prísad;
- energetické požiadavky;
- emisie odpadových vôd;
- tvorba pevného odpadu zo závodu na prípravu látok, čistenie prevádzkovej vody a čistenie odpadových vôd;
- do ovzdušia z výroby energie;
- emisie do ovzdušia z pálenia kalov a zvyškov (nepovinné);
- hluk a vibrácie z papierenských strojov (v Novom);
- zápach z výparov a Čistiareň odpadových vôd (na Novom).

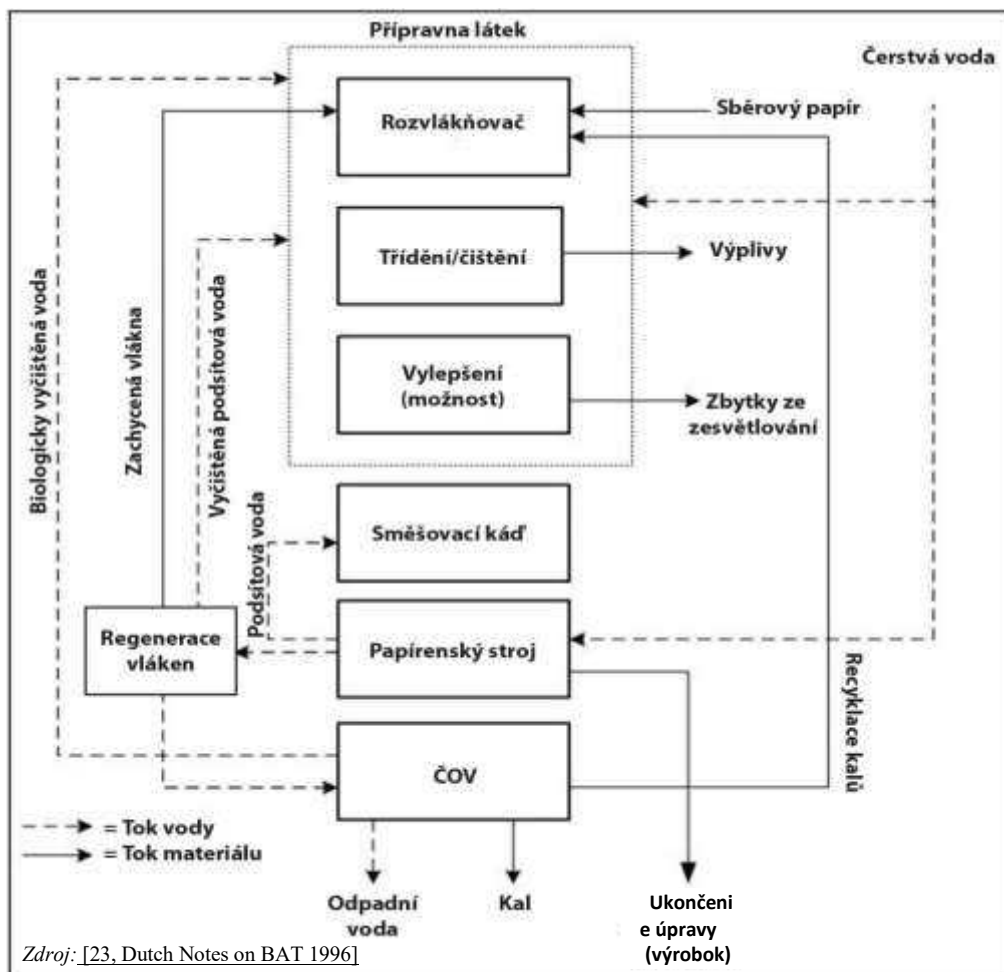
6.2.2.1. Spotreba odpadového papiera

Na výrobu rôznych druhov papiera, napríklad "hnedej" baliacej lepenky alebo "bieleho" grafického papiera, sa používa rôzne množstvo sekundárnych (druhotných) vlákien rôznej kvality. Napríklad na výrobu jednej tony papiera pre vlnitú vrstvu (pre vlnitý materiál) sa použije približne 1 100 kg, pre papier 1 200 - 1 350 kg a pre tissue papier a komerčný DIP približne 2 000 kg zberového papiera. Podľa európskeho zoznamu štandardizovaných druhov zberového papiera a lepenky [28, CENA 643 2001], sa zberový papier delí do štyroch skupín, ktoré zodpovedajú normálnej, strednej a vysokej kvalite a kvalite kraftovej buničiny, ktoré sa priamo delia na podskupiny. Zberový papier nižšej kvality obsahuje viac nečistôt a musí sa čistiť intenzívnejšie, aby splňal požiadavky na konečný výrobok v porovnaní so zberovým papierom vyššej kvality. Vyššie kvality sa používajú najmä na úpravu grafického alebo tissue papiera, zatiaľ čo nižšie kvality sa bežne používajú ako surovina na výrobu baliaceho papiera. Keďže kvalita vlákna je dôležitá, kvantitatívne a kvalitatívne rozdiely v obsahu nečistôt a prímiesi by mali byť menšie. Metódy zberu a triedenia sú preto rovnako dôležité ako technické úsilie pri vývoji nových procesov na úpravu skladového papiera.

Podiel kontaminantov v zberovom papieri sa za posledné desaťročie zvýšil v dôsledku neustáleho zvyšovania miery recyklácie, trendu viacnásobných obalov, reklám v plastových obaloch, ktoré sa vkladajú do časopisov a ľahko sa s nimi manipuluje, a kombinácie zberu zberového papiera s inými zložkami odpadu. Trend používania väčšieho množstva plnív a pigmentov pri výrobe papiera vo všeobecnosti viedol k vyššej úrovni uhlíkatého vápenatého v uzavretých slučkách technologickej vody v závodoch na výrobu recyklovanej vlákna (RCF), čo je nežiaduci účinok, ktorý sa v niektorých prípadoch musel kontrolovať dekarbonizačnými technikami (pozri časť 6.3.5 o odstraňovaní vápnika z technologickej vody). Zvyšujúce sa množstvo nečistôt v zberovom papieri povedie k zvýšeniu prácnosti úpravy zberového papiera, ako je čistenie a bielenie. To malo za následok aj nárast tuhého odpadu, ktorý vzniká v závodoch spracúvajúcich recyklované vlákna (RCF).

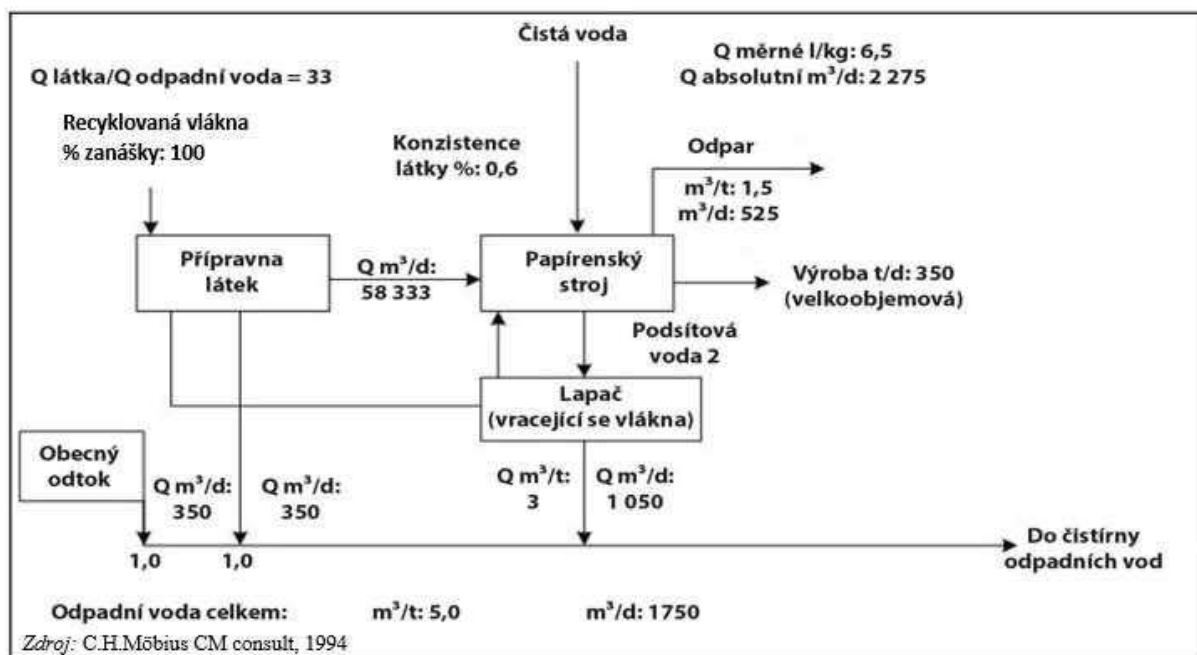
6.2.2.2. Použitie vody a tok odpadových vôd

Papierne a lepenkárne bežne využívajú veľmi veľké množstvá vody. Na druhej strane, vo väčšine závodov na výrobu recyklovaných vlákien sa veľké množstvo vody vracia späť do procesov, čím sa znižuje špecifický objem vody používanej na výrobu papiera. Závody v Európe používajú podzemnú aj povrchovú vodu. V závislosti od druhu papiera sa voda predbežne upravuje tak, aby spĺňala požiadavky na prevádzkovú vodu. V prípade potreby sa železo, mangán a v niektorých prípadoch aj riasy a zákal musia odstrániť flokulačnými, chelačnými činidlami alebo filtráciou (pozri kapitolu 2.4.1). Voda má v závodoch viacero funkcií: používa sa ako prevádzková voda, chladiaca voda a napájacia voda do kotlov (ďalšie podrobnosti nájdete v oddieli 7.1.3, vodné okruhy a Regeneračný proces). Ako je znázornené na obrázku 6.6, procesná voda sa vo výrobnom procese vo veľkej miere recirkuluje.



Obrázok 6.6: Základná schéma výroby papiera a lepenky na základe spracovania zberového papiera

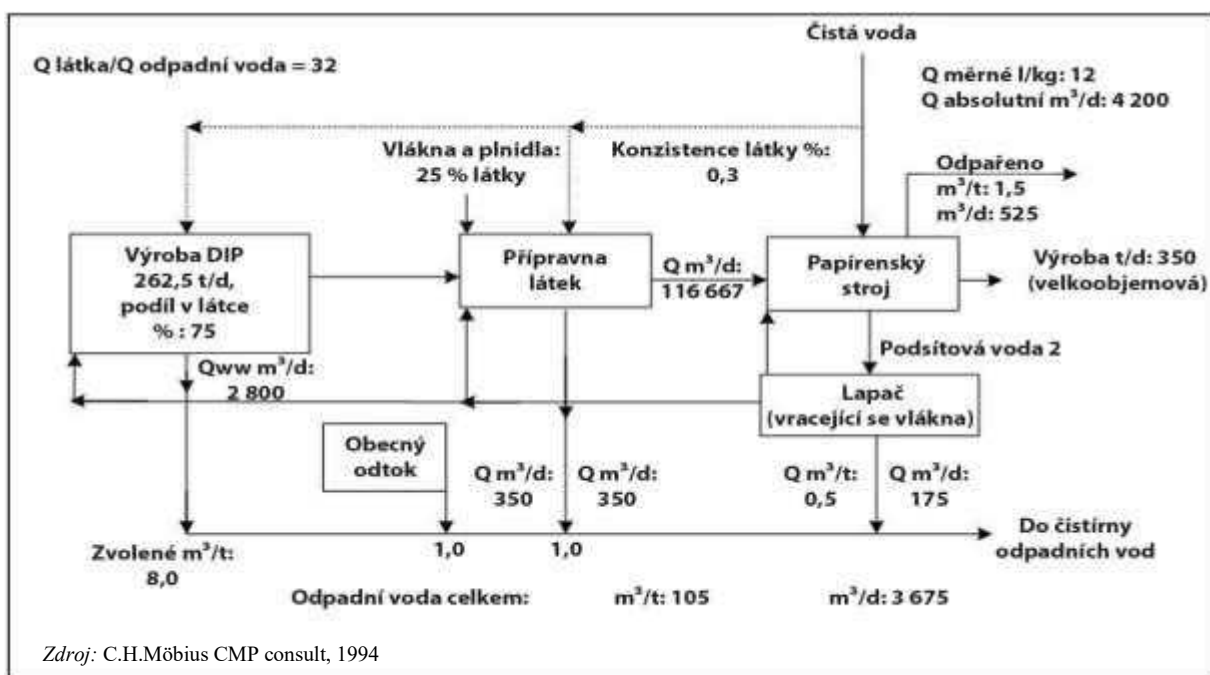
Všetky papiere a lepenkárne recirkulujú vodu vytekajúcu zo sitovej časti (biela voda). Podsitná voda sa recirkuluje neupravená ako riediaci voda do zmiešavacej nádrže (malý okruh) alebo sa po úprave opätovne používa v jednotke na zachytávanie vlákien (lapač) v špecifických častiach procesu, kde je potrebné splniť vyššie požiadavky na kvalitu vody. Prepad z jednotky na zachytávanie vlákien v závode na prípravu textílií sa nepoužíva (vypúšťa sa do kanalizácie) na hospodárenie s vodnou bilanciou a na odstraňovanie látok, ktoré by sa nemali dostať do prívodného systému prevádzky papierenského stroja. Možný stupeň recirkulácie závisí od požiadaviek na kvalitu výroby a od kvality vyčistenej technologickej/odpadnej vody. Okrem toho je limit opätovného použitia vody bez nežiaducich účinkov na kvalitu výrobkov a výroby silne ovplyvnený dizajnom systémov vodných okruhových. Na obrázkoch 6.7 a 6.8 sú uvedené príklady systémov látok-voda, vodných okruhových a bilancii pre integrované zariadenia na spracovanie recyklovaných vlákien pre hnedú a bielu farbu.



Obrázok 6.7: Príklad vodovodných systémov pre integrovanú papiernu valcovňu RCF na výrobu vlnitého papiera bez zosvetľovania (100 % zberový papier)

Príklad takmer uzavretého okruhu výroby nesvieteného papiera zo sekundárnych (druhotných) vlákien ukazuje, že čerstvá voda sa používa len na strane papierenského stroja (a v malom množstve na prípravu prísad a na ohrev kotla). Biela voda sa vracia do okruhu prípravy látok a použiť sa môže na rozvlákňovanie zberového papiera a v rôznych krokoch mechanického rozvlákňovania. Čiastočný prietok sa vypúšťa do čistiarne odpadových vôd. Množstvo vody približne 1,5 m³/t papiera sa odparí počas sušenia v papierenskom stroji. V príklade na obrázku 6.7 sa voda v procese použije 33-krát, kým sa vypustí ako odpadová látka.

Na obrázku 6.8 je znázornený príklad takmer uzavretého vodného okruhu v integrovanom procese výroby papiera s vysokou ľahkosťou (DIP).



Obrázok 6.8: Príklad optimalizovaného systému látka-voda na integrovanú výrobu odľahčených vlákien

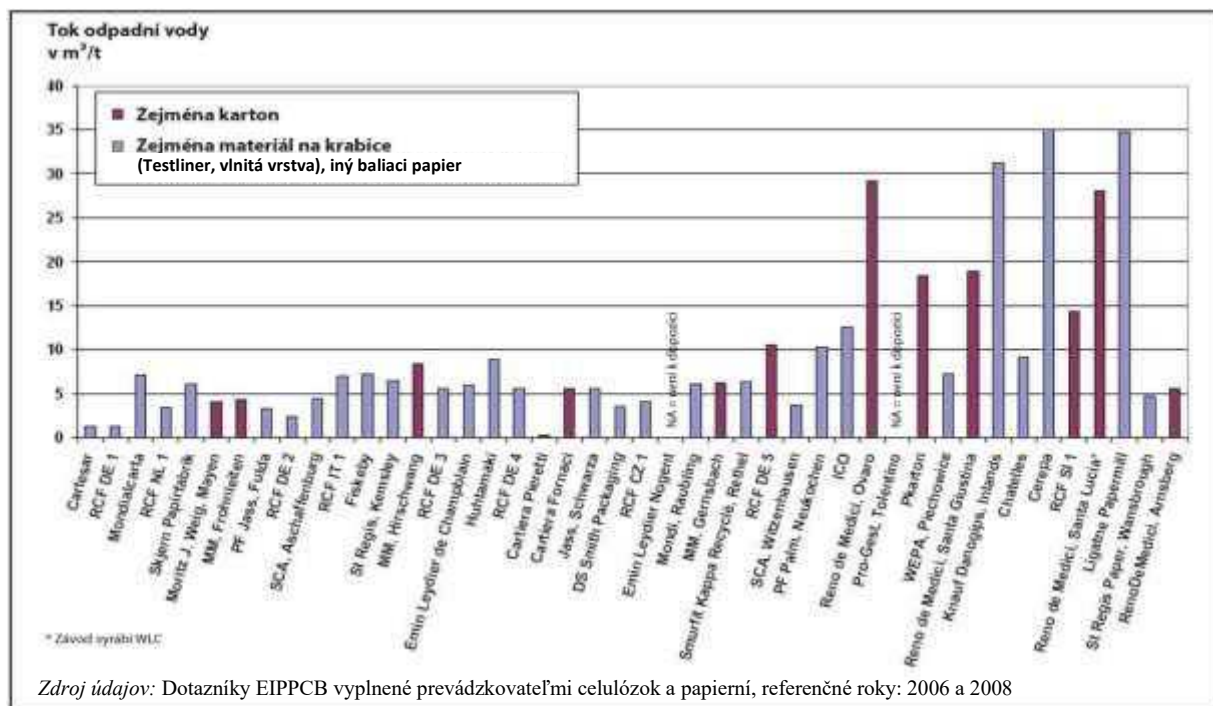
Prevádzková voda prúdi v opačnom smere ako materiálový prietok, t. j. voda z bielej vody recirkuluje do zariadenia na odľahčovanie a prípravu látok. Prebytočná voda z rôznych častí papierne sa vypúšťa ako odpad na ochranu prítoku materiálu do papierenského stroja, kde sa vyžaduje voda vyššej kvality od rušivých látok, a na udržanie vyváženej vodnej bilancie v systéme. V závodoch na výrobu papiera sa používa čistá voda, aby sa zabezpečilo splnenie vysokých požiadaviek na kvalitu vody v tejto časti procesu výroby papiera. Pomer medzi vláknotou kašou viedenou do závodu na výrobu papiera a odpadovou vodou vypúšťanou je 32:1, t. j. voda sa v okruhu použije 32-krát. Aby sa predišlo akýmkoľvek nežiaducim dôsledkom opakovaného používania vody, musí sa analyzovať a optimalizovať celý systém vlákno - voda - prísady vo valcovni. V niektorých papierňach sa na splnenie požiadaviek stanovených pre konkrétny typ papiera alebo prevádzkovú jednotku používa (čiastočné) znižovanie na požadovanú úroveň v rámci procesov.

V tabuľke 6.2 je zhrnutá špecifická spotreba vody v rôznych závodoch, ktoré spracovávajú zberový papier.

Tabuľka 6.2: Spotreba vody v papierňach a lepenkových závodoch spracúvajúcich zberový papier

Druhy výrobku	Špecifická spotreba vody (m ³ prietok) (1)
Skládačková lepenka s povrchovou úpravou a bez nej	5-30
Vlnitý vrstvený papier a baliaci papier	1,5-35
Novinový papier	9-20
Tissue papier	9,5-50
Papier na písanie a tlač	9,5-55
(1) Približne 1,5 m sa odparí v časti pre sušenie papierenského stroja.3 vody na tonu papiera, t. j. nevykazuje sa ako odpadová voda.	
Zdroj: Dotazníky EIPPCB vyplnené prevádzkovateľmi celulózk a papierní (referenčné roky: 2006 a 2008)	

Na obrázku 6.9 je znázornený špecifický prietok odpadových vôd pre papierne spracúvajúce zberový papier bez skladu znižovanie farby (zosvetlenie). Z lisovní, ktoré sa zúčastnili prieskumu, väčšina lisovní vyrábajúcich najmä obalové materiály vypúšťa menej ako 10 m³/t; niekoľko závodov (11 závodov) vyprodukuje dokonca menej ako 5 m priameho vypúšťania3prietok. Iba niekoľko zariadení má prietok odpadových vôd > 10 m3prietok. Z tejto skupiny mlynov niektoré mlyny pracujú aj s úplne uzavretým vodným systémom a bez odpadových vôd (približne 10 mlynov), ale nezúčastnili sa na tomto prieskume, a preto nie sú zahrnuté do preskúmania.



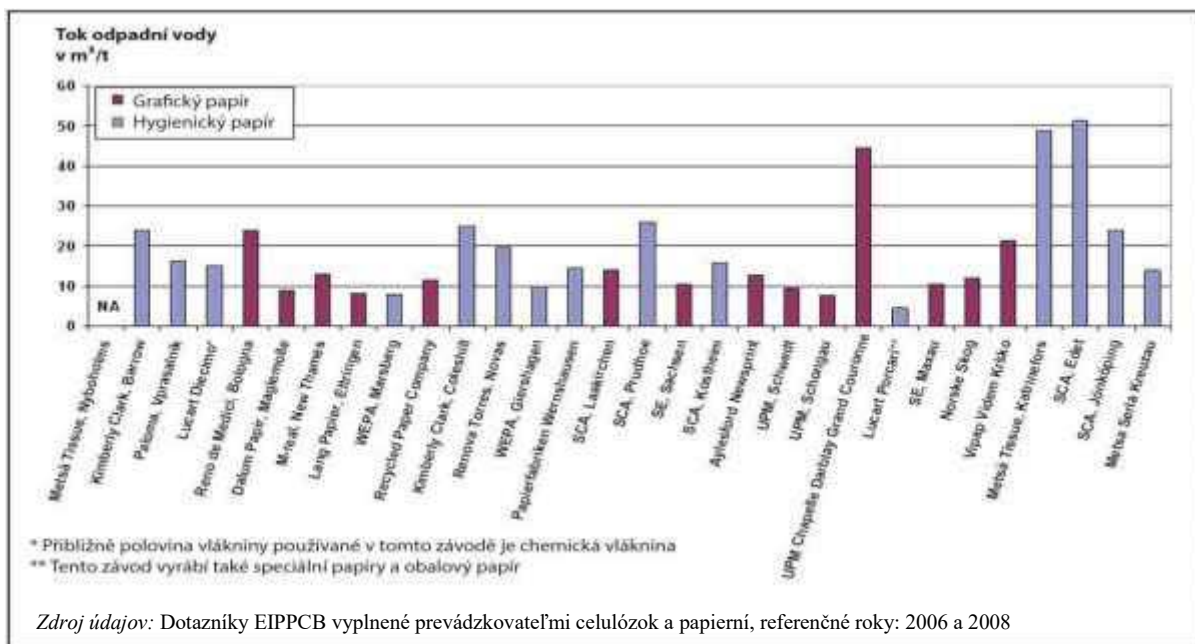
Obrázok 6.9: Špecifický prietok odpadových vôd európskych papierní spracúvajúcich zberový papier bez odľahčovania

Výroba neosvetleného kartónu má priame vypúšťanie 4 až 10 m³/t (až na päť výnimiek).

V tabuľke 6.10 je uvedený špecifický prietok odpadových vôd veľkej skupiny papierní spracúvajúcich zberový papier s odfarbovaním. Najnižší uvádzaný prietok odpadových vôd z papiera so 100 % recyklovaným vláknom (RCF) - zberový papier - je 8 m³/t výrobky z grafického aj tissue papiera.

Väčšina výrobcov grafického papiera s recyklovaným vláknom (RCF) emituje menej ako 15 m³/t, pričom len niekoľko závodov má uvedené vyššie a výrazne vyššie prietoky odpadových vôd (tri závody). Iba v jednom zariadení je prietok odpadových vôd > 25 m³/prietok.

Z výrobcov papiera z recyklovaných vlákien (RCF) väčšina papierní, ktoré sa zúčastnili prieskumu, uviedla prietok nižší ako 25 m³/t (len tri výnimky), 50 m³/t bola najvyššia nahlásená hodnota prietoku odpadových vôd (nepriame vypúšťanie). Z hľadiska špecifického objemu odpadovej vody je potrebné rozlišovať medzi závodmi, ktoré spracúvajú zberový papier na výrobu grafického papiera, a závodmi, ktoré spracúvajú zberový papier na výrobu tissue papiera. Až v prípadoch niektorých výnimiek je špecifické množstvo odpadových vôd pri výrobe tissue papiera o niečo vyššie ako pri výrobe grafického papiera z recyklovaných vlákien (najmä z dôvodu nižšej hmotnosti vyrábaného papiera - približne 12 g/m², vyššej čistote výrobku, častejším zmenám druhov alebo farieb a často nižším otáčkam papierenského stroja).



Obrázok 6.10: Špecifický prietok odpadových vôd európskych papierní spracúvajúcich zberový papier s odľahčením

6.2.2.3. Použitie chemických prísad (aditív)

V papierenskom a lepenkárskom priemysle sa na zlepšenie vlastností výrobkov používajú rôzne prísady (aditíva). Množstvo a druhy prísad sa líšia v závislosti od typu vyrábaného papiera a inštalovaného zariadenia. Použitie prísad v papierenskom priemysle možno rozdeliť na pomocné látky pre výrobu, ktoré sa používajú na optimalizáciu vlastností papiera podľa požiadaviek zákazníka, a na pomocné látky pre prevádzku. Pomocné zariadenia sa používajú na uľahčenie úpravy papiera s cieľom zlepšiť čas prevádzkyschopnosti počas celého procesu. Podrobnejšie informácie o používaní prísad a príklady predovšetkým hlavných prísad a ich Použitie odkazujeme čitateľa na kapitolu 2.3.2 o skladovaní a manipulácii s chemikáliami a kapitolu 7.2.2.3 o Použití chemikálií.

Látky používané na znižovanie atramentu (zosvetlenie) sú uvedené v tabuľke 6.3. Tieto látky majú malú súdržnosť s celulózkou a je možné, že budú prítomné v kalu na odľahčovanie.

Tabuľka 6.3: Typické dávky chemikálií v procese zosvetľovania vrátane bielenia

Chemické prísady	Použitím (kg/t bielenej látky)
Hydroxid sodný	2-10
Kremičitan sodný	12-25
Mydlo	3-8
Mastek	0-15
Peroxid vodíka	5-25
Komplexotvorné (chelačné) činidlo (DTPA) (1)	0-3
Ditiónitan sodný	6-10
Kyselina sírová	8-10
Bentonit (2)	0-4
Enzymy	NA

(1) Použitie chelačných činidiel pri úprave zberového papiera/ bielení zvyčajne nie je potrebné, pokiaľ nie je úroveň iónov Fe a Mn nadmerná.
(2) Môže sa použiť na zabránenie lepkivosti, kontrolu organických usadenín, ako prísada v okruhu úpravy vody (flotácia) alebo ako pomocné retenčné činidlo.
Zdroj: [1, Finnish BAT Report 1997], [comments from Stora Enso, 2010].

Prísady sa počas priebehu procesu často úplne nespotrebujú alebo sa nezachytia na papierových pásoch (listoch), najmä ak ide o pomocné látky. Stálo množstvo sa odvádza do odpadovej kanalizácie. Prebytočné přísady tiež odchádzajú z systému prostredníctvom odpadových vôd a kalu (pozri obrázok 2.8). Niektoré z uvedených prísad môžu mať negatívny vplyv na praktickú prevádzku čistiarne odpadových vôd alebo na kvalitu odpadových vôd, ak nie sú v čistiarni odpadových vôd znehodnotené alebo odstránené. V niektorých členských štátoch vyžadujú vodohospodárske orgány prehľad o množstve a povahe použitých prísad. Napríklad v Holandsku musia spoločnosti predkladať príslušné informácie o vlastnostiach a zložení prísad. Tieto informácie sa potom použijú pre metódy [121, RIZA 1997], ktorá určuje vplyv prísad na vodné prostredie. Prísady sa môžu použiť len vtedy, ak prešli metodikou hodnotenia s pozitívnym výsledkom alebo ak sú zachytené vhodnou technikou.

6.2.2.4. Požiadavky na energiu

Papierne a lepenkové výrobky potrebujú značné množstvo pary na ohrev vody, buničiny, vzduchu a prísad (zmatňujúcich látok) na požadovanú prevádzkovú teplotu a predovšetkým na sušenie papiera. Okrem toho je potrebné aj veľké množstvo elektrickej energie na pohon strojov, čerpanie, odsávanie, vetranie a čistenie odpadových vôd. Energia je predovšetkým hlavným faktorom prevádzkových nákladov v závodoch na výrobu papiera. Keďže sekundárne vlákna už prešli zariadením na prípravu látky počas výroby pôvodného papiera, rozvlákňovanie zberového papiera si celkovo vyžaduje menej energie než chemické a najmä mechanické rozvlákňovanie.

V závodoch, ktoré spracovávajú zberový papier, sa para zvyčajne vyrába na mieste v každom závode. Elektrickú energiu možno čerpať z verejnej siete. Papierne zvyčajne potrebujú paru aj elektrinu, čo vedie k použitiu kogeneračnej jednotky (pozri časť 2.6.1.2.2). Niekedy kogeneračná jednotka vyrába viac elektriny, ako je skutočne potrebné na výrobný proces. Tento prebytok elektrickej energie je možné dodať do verejnej siete.

V tabuľke 6.4 sú zhrnuté niektoré podrobné hodnoty spotreby energie pre závod na prípravu zberovej papierovej tkaniny na výrobu tissue papiera a novinového papiera. Hodnoty zahŕňajú len zariadenie na úpravu látok a nie papierenský stroj. Podrobnosti o energetických požiadavkách prevádzky papierenského stroja sú uvedené v časti 7.2.2.4. Všetky údaje sa vzťahujú na zariadenie z roku 1998 a koncepciu zariadenia na prípravu látok určenú pre systémy vysokej kvality. Hodnoty predstavujú existujúce príklady koncepcie prípravy látok (*Zdroj: Valmet, teraz Metso*). Zvyčajne sa zvolené koncepcie procesov v jednotlivých závodoch do určitej miery líšia. Hlavné stavebné prvky systému sú však potrebné vo všetkých papierňach na spracovanie zberového papiera. Môžu preto poskytnúť orientačný prehľad o rozsahu energetických požiadaviek, ktoré možno očakávať v prípade uvedených druhov papierne na výrobu zberového papiera. Ďalšie uvádzané údaje možno nájsť v tabuľke 6.4, ktorá uvádza širšie rozpätia spotreby energie pri výrobe novinového papiera a tissue papiera.

Tabuľka 6.4: Skutočné príklady spotreby energie pri výrobe tissue papiera a novinového papiera zo zberového papiera

Technické parametry	Linka na výrobu tissue papiera DIP (200 t/deň)	Linka na výrobu papiera/lepenky DIP (1 000/deň)
Suroviny	Staré časopisy/zmiešaný kancelársky odpad	Rozsiahle noviny/rozsiahle časopisy
Výtťažnosť (množstvo papiera vydelené vstupnými surovinami)	55-60 %	80 %
Celková špecifická spotreba (odhadovaná)	230 kWh/t BUNIČINY DIP (1) Iný závod uviedol 380 kWh/t pre výroby na výrobu tissue papiru DIP	300 kWh/t buničiny DIP (2)
Celková špecifická spotreba nízkotlakovej pary	0,3 t pary/t DIP buničiny	0,3 t pary/t DIP buničiny
Špecifická spotreba energie pre hlavné procesy		
Nakladací dopravník	1 kWh/t buničiny DIP	0,4 prietok
Rozvlákňovanie s vysokou konzistenciou (1)	39 kWh/t buničiny DIP (rozvlákňovanie CHD vrátane hrubého triedenia)	16 prietokov (bubnový rozvlákňovač)
Hrubé triedenia	Nevyžaduje sa	18,5 prietok
Triedenie MC	Čerpanie energie	Čerpanie energie
Odstraňovanie piesku (triedenie)	Čerpanie energie	Čerpanie energie
Jemné triedenia	17 kWh/t buničiny DIP	22 prietok
Flotácia I	18 prietokov/t buničiny DIP	33 prietok
Práčka I	8 prietokov/t BUNIČINY	Bez premývania
Diskový filter (zahusťovanie)	Nevyžaduje sa	1 prietok/t
Disperzia (vrátane zahusťovadla)	55 kWh/t BUNIČINY (2)	67 prietok (2)
Flotácia rozpusteným vzduchom	Žiadne údaje (ťažké vypočítať v kWh/t BUNIČINY)	Žiadne údaje (ťažké vypočítať v kWh/t BUNIČINY)
Flotácia II	5 kWh/t BUNIČINY	19 kWh/t
Práčka II	10 kWh/t vlákno DIP	Bez premývania
Kalolis	Žiadne údaje (možno nie hlavné zariadenie)	Žiadne údaje (možno nie hlavné zariadenie)
Všetkých čerpadel	Zahrnuté (3)	91 prietok (4)
<i>Poznámka:</i> Zvyčajne sú tieto hodnoty uvedené ako inštalovaný kW. Keď sa z uvedených čísel odvodí špecifická energia, je potrebné priblížiť sa skutočnej situácii. (1) CHD rozvlákňovanie = nepretržité rozvlákňovanie s vysokou konzistenciou. Mnohé papierne používajú štandardné dávkové rozvlákňovanie HD, ktoré má vyššie energetické nároky. (2) Tieto hodnoty sú veľmi podpriemerné. Pri zlepšení kvality je v niektorých mlynoch možná spotreba až 70-80 kWh/t. Pri zahusťovaní a dispergácii sú zvyčajne uvedené hodnoty spotreby elektrickej energie medzi 85-90 kWh/t (pozri údaje priamo). (3) Čerpadlá a miešadlá nie sú zahrnuté do zariadení na výrobu tissue papiera. (4) Okrem čerpadel pre flotáciu sú zahrnuté všetky čerpadlá a miešacie zariadenia.		

Spotreba energie závisí od použitých surovín, usporiadania miestnosti na prípravu látok, inštalovaného zariadenia a požadovaných vlastností výrobku (ďalšie typické príklady sú uvedené v tabuľke 6.1 a ďalších údajoch v tejto kapitole).

Pri porovnávaní údajov o spotrebe energie by sa mali zohľadniť uvedené kritériá (pozri tiež kapitolu 2.5.1).

- Výtťažnosť procesu sa líši predovšetkým v závislosti od použitých surovín a konečného výrobku, ktorý sa má vyrobiť.
- Krajina a región, kde sa papier skláda, výrazne ovplyvňujú kvalitu suroviny.
- Z dôvodu nízkej kvality zberového papiera môžu byť v niektorých závodoch potrebné ďalšie úrovne v zariadení na úpravu látok.
- V údajoch o spotrebe energie sú predovšetkým zahrnuté hlavné zariadenia, t. j. čerpadlá a miešadlá nie sú vždy časťami systému. Tieto prevádzkové komponenty sú však nevyhnutné z hľadiska požiadaviek na dodávky elektrickej energie.

- Podiel čerpadiel a miešadiel na celkovej inštalovanej sile sa môže pohybovať od 20 do 30 %. Procesné koncepcie, ktoré znižujú počet čerpadiel, sú preto energeticky kontraproduktívne. V príklade výroby novinového papiera zo zberového papiera v tabuľke 6.4 je podiel čerpadiel na celkovej potrebe energie 30 %.
- Periférne subsystémy pre vodu, kal a náplne, ako sú DAF, šnekové plniace lisy alebo lisy na kal, tiež nie sú zahrnuté, pretože sa nepovažujú za predovšetkým zariadenia. K uvedeným hodnotám je potrebné pripočítať ich spotrebu energie.
- Existuje rozdiel medzi inštalovaným výkonom (predovšetkým hlavného zariadenia) a využitým priemerným výkonom. Skutočné používanie príkonu zvyčajne zodpovedá 70-75 % inštalovaného príkonu. Tento pomer sa líši podľa úrovne procesu a dodávateľov zariadení.
- Premena na hotové výrobky je často integrovaná s výrobou tissue papiera. Mnohé továrne na výrobu tkanív preto do svojej celkovej spotreby energie zahŕňajú aj energiu na premenu na hotové výrobky.

Ďalšie podrobnosti o špecifickej spotrebe energie technologického zariadenia v závode na prípravu látky na úpravu zberového papiera bez zosvetľovania (dvojvrstvový testliner) nájdete v kapitole 6.3.10.3 o modernizácii závodu na prípravu látky.

V tabuľkách 6.5 a 6.6 sú uvedené hodnoty špecifickej spotreby energie (SEC) a energetickej bilancie pre továreň na výrobu novinového papiera zo 100 % recyklovaných vlákien. Spotrebená energia sa delí na teplo a elektrinu. Príklad sa týka švédskej papierne s výrobnou kapacitou 500 000 t novinového papiera ročne.

Tabuľka 6.5: Spotreba energie v integrovanej švédskej papieri s výrobnou kapacitou 500 000 t/rok ľahkého novinového papiera/lepenky (1995)

Prevádzková jednotka	Prevádzkové teplo (MJ/ADt)	Energie (kWh/ADt)
celulóžky		
Znižovanie atramentu (zosvetlenie)	200	175
Premývanie a triedenie	0	50
Bielenie	0	75
Celková celulózka	200	300
Miestnosť na prípravu látok	0	235
Papierenský stroj	5 300	350
Celková papierna	5 300	585
Úprava odpadových vôd	0	32
Špecifická spotreba energie na tonu papiera	5 500	917
Zdroj: [130, správa SEPA 1997]		

V tabuľke 6.6 sú uvedené údaje z energetickej bilancie pre ten istý závod.

Tabuľka 6.6: Energetická bilancia dvoch integrovaných lisovní novinového papiera RCF s výrobnou kapacitou 500 000 t/rok a 250 000 t/rok

Sekcia	Teplo (MJ/ADt)	Energie (kWh/ADt)
Papierne		
Turbogenerátor	0	0
Externé dodávky	+ 200	+ 332
spotreba	- 200	- 300
Úprava odpadových vôd	0	- 32
Prebytočná energia z prípravy BUNIČINY	0	0
Papierne		
spotreba	- 5 300	- 585
Externé dodávky	+ 5 300	+ 585
Celkové externé dodávky	5 500	917
Zdroj: [130, správa SEPA 1997]		

V tabuľkách 6.7 a 6.8 sú uvedené údaje o dosiahnutej špecifickej spotrebe energie kompletných papierní RCF, ktoré uviedli prevádzkovatelia nemeckých papierní RCF. Údaje sa týkajú celého závodu, t. j. zahŕňajú úprave zberového papiera, prevádzku papierenského stroja a podporné činnosti, ako je spracovanie surovín a odpadovej vody. V prípade týchto prevádzok nie je uvedené, aké opatrenia na úsporu energie zaviedli. Pri interpretácii uvedených údajov by mal čitateľ zohľadniť najmä kritériá uvedené v oddieli 2.5. Okrem využitých opatrení na úsporu energie existujú aj závislosti na použitom vláknovom zložení a druhoch a kvalite vyrábaných výrobkov, čo komplikuje interpretáciu konkrétnych hodnôt spotreby energie pre celé Papierne RCF.

Tabuľka 6.7: Údaje o špecifickej spotrebe energie pre nemecké papierne spracúvajúce zberový papier bez zosvetľovania (referenčný rok: 2006)

Druhy papiera vyrobeného v procese výroby papiera/lepenky	Prevádzkové teplo (kWh/t) (1)	Energia (kWh/t)	Celková energia (kWh/t)	zdrojov
Kartónová skladačka	1 447	420	1 867	100% RCF
Kartónová skladačka	1 492	468	1 960	85% RCF, 10% mechanická buničina, 5% nakúpená chemická buničina
Kartónová skladačka	1 535	490	2 025	94 % RCF, 4 % mechanickej buničiny, 2 % nakúpenej chemickéj buničiny
Vlnitý materiál, testliner, lepenka	1 223	372	1 595	100% RCF
Vlnitý materiál, lepenka	1 667 2 676	366 660	2 033 3 336	98 % RCF, 2 % nakúpenej chemickéj buničiny
Kartónová skladačka	1 140	545	1 685	100% RCF
Testliner	1 414	355	1 769	100% RCF
Vlnitý materiál	1 214	461	1 675	100% RCF
Testliner, vlnitý materiál	1 758	500	2 258	100% RCF
Testliner, vlnitý materiál	1 184	432	1 616	100% RCF
Testliner, vlnitý materiál	1 566	399	1 965	100% RCF

(1) Údaje o spotrebe tepla nezahŕňajú teplo na výrobu elektriny. Ak chcete prepočítať (kWh) na (MJ), vynásobte (kWh) číslom 3,6.

Zdroj: [248, Hamm 2007]

Tabuľka 6.8: Špecifická spotreba energie nemeckých papieriň spracúvajúcich papier z skladu s odľahčením (referenčný Ročná priemerná: 2006; referenčný Ročná priemerná najmä na výrobu novinového papiera/lepenky: 2011)

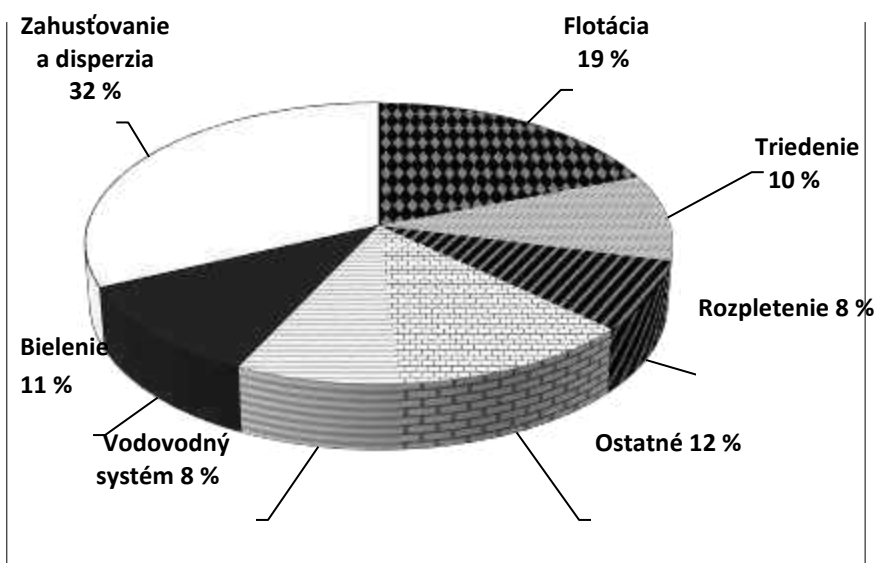
Vyrýbaný druh papiera	Prevádzkové teplo (kWh/t) (2)	Energia (kWh/t)	Celková energia (kWh/t)	zdrojov
Papier, superkalandrovaný papier	1 146	927	2 073	100% RCF
Najmä papier	1 232	959	2 191	100% RCF
Novinový papier	1 113	1 285	2 398 (1)	85% RCF, 15% GW
Papier, superkalandrovaný papier	1 400	1 430	2 830 (1)	52 % RCF, 42 % RMP, 6 % nakúpenej chemickej buničiny
Tissue papier	1 600	1 000	2 600	75 % RCF, 25 % nakúpenej chemickej buničiny
Tissue papier	2 793	1 377	4 170	Neznámy podiel RCF a nakúpenej chemickej buničiny
Tissue papier	1 942	758	2 700	Neznámy podiel RCF a nakúpenej chemickej buničiny
Tissue papier	2 589	1 158	3 747	Neznámy podiel RCF a nakúpenej chemickej buničiny

(1) V prípade papierní spracúvajúcich zberový papier je potrebné zdôrazniť, že špecifická spotreba energie je priamo úmerná podielu a druhom mechanických vlákien v buničine. Spotreba energie pri úprave RMP (rafinárska mechanická buničina) a GW (drewná buničina) je rozsiahle vyššia ako pri úprave RCF.

(2) Údaje o spotrebe tepla nezahŕňajú teplo na výrobu elektriny. Ak chcete prepočítať (kWh) na (MJ), vynásobte (kWh) číslom 3,6. zdrojov :: [248, Hamm 2007]

Spotreba energie pri úprave sekundárnych (druhotných) vlákien v zásade do veľkej miery závisí od konštrukcie, typu a počtu krokov procesu potrebných na dosiahnutie určitej kvality výrobku. Zvýšenie svetlosti a zníženie škvrn je súvisiace najmä so zvýšením príkonu energie. Zatiaľ čo spotreba elektrickej energie pre štandardnú odľahčenú novinovú látku je napríklad 300 - 350 kWh/t, vysokokvalitné odľahčené regenerované papiere/lepenky s najvyššou svetlosťou ISO vyžadujú 400 - 500 kWh/t. Táto výrazne zvýšená spotreba energie je spôsobená dodatočným krokom peroxidového bielenia s použitím disperzantu a dodatočnou sekundárnou flotáciou na výrobu vysokokvalitného novinového papiera namiesto štandardných druhov.

Na obrázku 6.11 je znázornený podiel predovšetkým hlavných technologických zariadení na špecifickej spotrebe energie pri úprave zberového papiera v papierni. Flotácia zahŕňa dve úrovne, triedenie zahŕňa primárne a sekundárne triedenie, "iné" zahŕňa ventiláciu, sušičku pre časť látok DIP, systémy čistenia vody atď. Bielenie prebieha v disperznej látke.



Obrázok 6.11: Konkrétna spotreba energie papierní na odpadový papier na výrobu novinového papiera

Hodnoty spotreby energie v jednotlivých krokoch procesu ukazujú, že približne jedna tretina sa spotrebuje počas zahusťovania a dispergovania. Pre rozvlákňovacie zariadenia boli uvedené tieto hodnoty spotreby energie: konvenčný rozvlákňovač 25-80 kWh/t, bubnový rozvlákňovač 15-20 kWh/t, sekundárny rozvlákňovač 15-40 kWh/t [UBA, 19/1994]. Zahusťovanie pred dispergáciou spotrebuje približne 30 prietokov/t. Ohrev znečistenia na 90 °C a prevádzka dispergátora si vyžadujú približne 60-100 kWh/t. Flotácii potrebuje približne 27-33 kWh/t. Spotreba energie na flotáciu závisí od počtu flotačných komôr, dizajnu potrubia v mlyne a druhov použitých vstrekočových vzduchu. Sitové pásy a skrutkové lisy na odvodnenie vyžadujú približne 10 kWh/t.

Činnosti súvisiace s výrobou hotových výrobkov sa z údajov o spotrebe elektrickej energie zvyčajne vynechávajú. V prípadoch, keď sa uvádzajú hodnoty spotreby energie, niektoré továrne na výrobu tkanív zahŕňajú aj spracovanie výrobkov, pretože toto spracovanie výrobkov je zvyčajne integrované s výrobou tkanív. V prípade tkanivární preto možná nie je jasné, či je spotreba energie na činnosti súvisiace s výrobou hotových výrobkov zahrnutá do vykazovaných údajov, čo sťažuje ich interpretáciu. V ostatných závodoch sa upravenie hotových výrobkov z vykazovaných údajov o energii vždy vynecháva.

6.2.2.5. Emisie do odpadových vôd

Emisie do odpadových vôd zo závodov na výrobu zberového papiera súvisia s kvalitou použitej suroviny (zberového papiera), požiadavkami na výrobok, ktoré sa majú dosiahnuť, a použitým systémom čistenia odpadových vôd. Na dosiahnutú úroveň emisií má vplyv aj používanie aditív, vedenie procesu, hospodárenie a technický stav zariadenia.

Tvorba odpadovej vody z papierní RCF vzniká z prebytočnej vody z prevádzky alebo z časti zariadenia na úpravu látok. Bežnou praxou je zber odpadových vôd v mieste, kde je procesná voda najviac znečistená (napr. filtrát z odvodnenia kalu pri odľahčovaní). Tečúca voda je znečistená v priebehu čistenia, odstraňovania atramentu (zosvetľovania) a regenerácie vlákna. Odpadová voda v závodoch preto pozostáva z:

- vody z oddelenia odpadových vôd v triedičoch a odstredivých klasifikátoroch;
- filtráty z práčok, zahusťovače a manipuláciu s kalom;
- prebytok vody v závislosti od odčerpávania vody.

Väčšina zariadení vypúšťa odpadové vody po primárnom a biologickom čistení priameho typu do povrchových vôd. Ostatné zariadenia vypúšťajú odpadovú vodu po primárnom čistení na odstránenie suspendovaných látok do komunálnych čistiarní odpadových vôd. V tabuľke 6.9 sú uvedené údaje o priemerných emisiách do vody len po primárnom čistení v závodoch RCF, ktoré vypúšťajú odpadové vody do komunálnych čistiarní odpadových vôd. Údaje boli namerané príslušnými vodohospodárskymi orgánmi a vlastnými meraniami kontroly závodu v rokoch 1994/95.

Tabuľka 6.9: Priemer emisií do vody pre papierne spracúvajúce zberový papier po primárnom čistení a pred vypustením do čistiarne odpadových vôd

Parameter	Bez osvetlenia		S bleskom	
	mg/l (min.-max.)	prietok (min.-max.)	mg/l (min.-max.)	prietok (min.-max.)
BSK ₅ (1)	1 900	4,7	550	10
Chemická spotreba kyslíka	3 800 (570-9 000)	9,4 (1,2-24)	1 100 (440-1 900)	20 (7-40)
Kj-N (2)	16 (10-40)	0,05 (0,02-0,1)	20 (13-25)	0,35 (0,19-0,62)
Množstvo pri vypúšťaní		5,5 (0,4-15,5) m ³ /t		15 (9-39) m ³ prietok(3)

(1) Hodnota BOD₅ sa odhaduje za predpokladu, že Chemická spotreba kyslíka = 2 x BOD₅.

(2) Hodnota Kjeldahlovoho dusíka je súčet organických a amoniakálnych dusíkov. Časť organického N je možné hydrolyzovať počas čistenia odpadových vôd; vzniknutý amoniakový dusík je živinou pre biomasu čističky.

(3) V roku 2011 bol najnižší nahlásený objem vypúšťania 6 m³/t (Zdroj: Stora Enso).

Zdroj: [23, Dutch Notes on BAT 1996]

V tabuľke 6.10 sú uvedené údaje o emisiách pred a po biologickej Úprave na mieste. Údaje boli namerané príslušnými vodohospodárskymi orgánmi a vlastnými meraniami kontroly závodu v rokoch 1994/95.

Tabuľka 6.10: Priemer emisií do vody pre papierne na výrobu zberového papiera vypúšťané do odpadových vôd po primárnom a biologickom čistení na mieste

Parameter	Žiadne znižovanie atramentu (zosvetlenie)		S sušením atramentu (zosvetlenie)	
	mg/l (min.-max.)	prietok (min.-max.)	mg/l (min.-max.)	prietok (min.-max.)
BODs pred úpravou (1)	1 800 (2)	12,3	770 (2)	8,3
BODs po úprave	10 (3-28)	0,06 (0,01-0,13)	9	0,09
Chemická spotreba kyslíka pred Úpravou (1)	3 200 (2)	22	1 900 (2)	21
Chemická spotreba kyslíka po Úprave	150 (60-270)	0,77 (0,29-1,12)	290	3,1
Kj-N (3)	5,6 (3-13)	0,03 (0,01-0,04)	7,8	0,08
P_{celk}	1,5 (0,5-1,8)	0,01	nie je k dispozícii	nie je k dispozícii
NL	25 (17-40)	0,13 (0,06-0,21)	nie je k dispozícii	nie je k dispozícii
Množstvo pri vypúšťaní		5,7 (3,1-11) m ³ prietok		11 m ³ prietok

(1) Údaje BODs v prítoku nie sú k dispozícii. Údaje o prítoku sa preto vypočítajú na základe údajov o znečistení odpadových vôd z jedného závodu, kde prebieha odľahčovanie, a z jedného, kde sa nevykonáva.

(2) Podľa dostupných skúseností od Myllykoskiho z roku 2011 majú papierne s RCF, ktoré príležitostne odľahčujú svoj papier, tendenciu mať vyššie hodnoty BODs a Chemická spotreba kyslíka. BODs pred Úpravou: 770-1 150 mg/l, Chemická spotreba kyslíka pred Úpravou: 1 900-2 800 mg/l. Podobné skúsenosti s odľahčovaním v papierňach RCF prebiehali u spoločnosti Mondi Austria v roku 2011: BOD pred Úpravou: 3 750 mg/l, zodpovedá Chemická spotreba kyslíka: 6 250 mg/l.

(3) Hodnota Kjeldahl-N po čistení odpadových vôd poskytuje len orientačný prehľad o množstve organického dusíka vo vypúšťaných odpadových vodách a nezodpovedá hodnote Neelkovej, ktorý zahŕňa aj oxidované zlúčeniny dusíka, dusík a dusičnany.

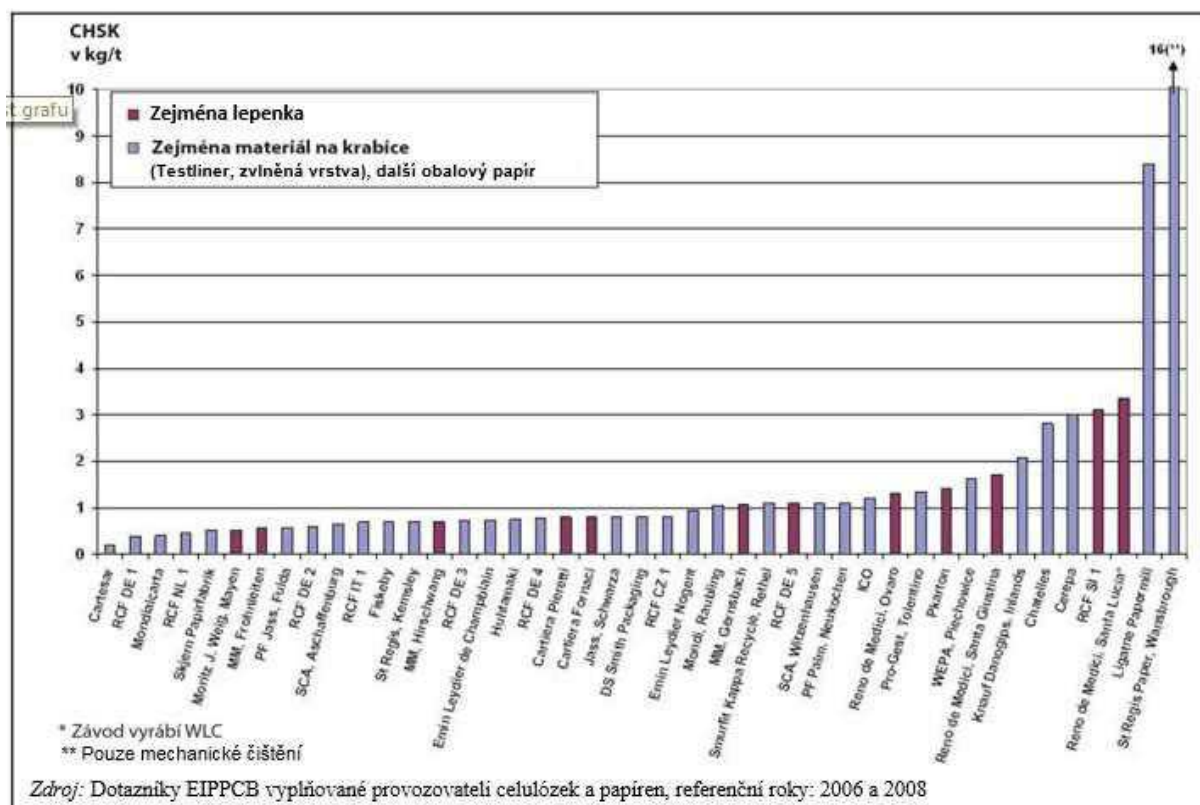
Zdroj: [23, Dutch Notes on BAT 1996]

Chemická spotreba kyslíka (CHSK)

Emisie CHSK pochádzajú z úpravy surovín a vstupov prísad/prísad, ktoré sa v papieri nezachytávajú. Zľahčovanie (a bielenie) zberového papiera často vedie k vyšším emisiám Chemickej spotreby kyslíka, ktoré sa v zariadeniach na spracovanie zberového papiera bez zľahčovania možná neuskutočnia.

Na obrázkoch 6.12 a 6.13 je znázornené špecifické znečistenie Chemickou spotrebou kyslíka ako ročný Priemer po čistení odpadových vôd pre papierne spracúvajúce zberový papier s odľahčovaním a bez odľahčovania.

Viac ako polovica RCF bez osvetlenia, ktoré zodpovedali na prieskum EIPPCB, emituje menej ako 1 kg Chemická spotreba kyslíka/t a len deväť zariadení emituje v ročnom priemere organické zaťaženie > 1,5 kg Chemická spotreba kyslíka/t. Z tejto skupiny zariadení sa v prípadoch vyskytujú zariadenia, ktoré pracujú s úplne uzavretým vodným systémom a bez vypúšťania odpadových vôd. Tieto zariadenia sa však na tomto prieskume nezúčastnili, a preto nie sú zahrnuté v prehľade na obrázku 6.12. Zahrnutie týchto zariadení znižuje priemerné špecifické znečistenie CHSK tejto skupiny.

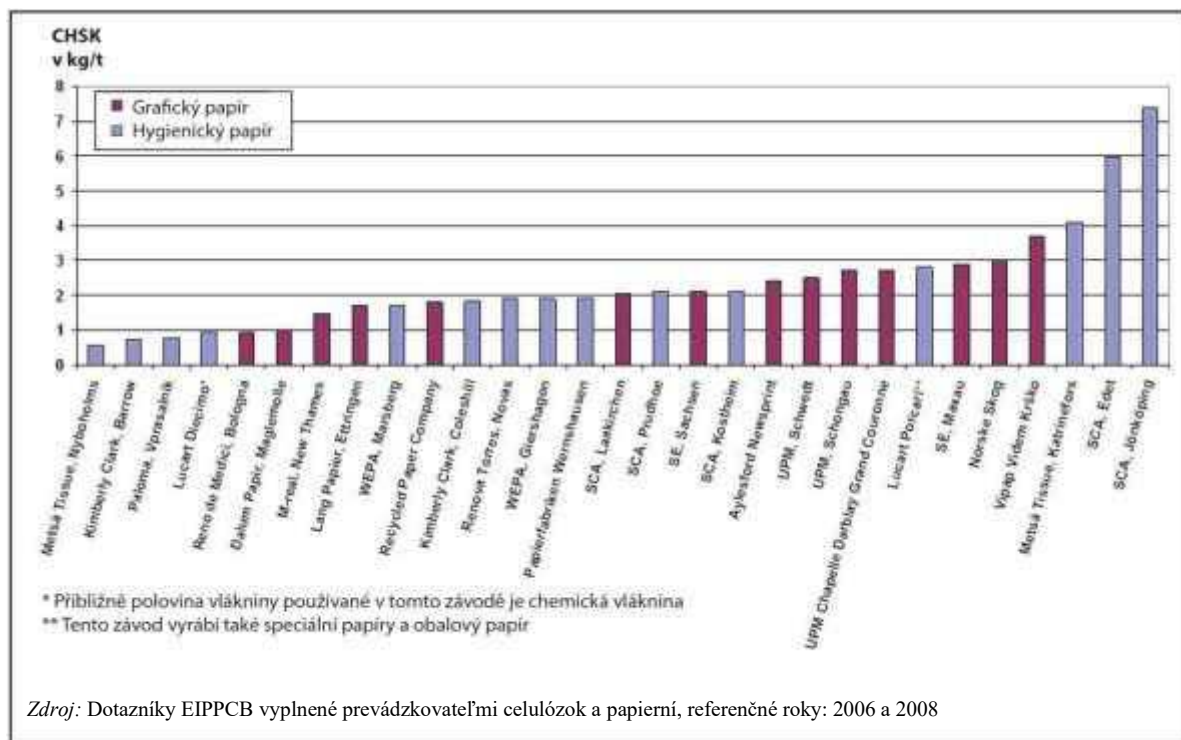


Obrázok 6.12: Špecifické emisie CHSK ako ročný priemer po čistení odpadových vôd pre papierne spracúvajúce zberový papier bez odľahčovania

Najväčšiu skupinu lisovní RCF, ktoré nezľahčujú, zahŕňajú lisovne na výrobu obalových materiálov (Testliner, Wellenstoff a vlnité druhy). Druhou najväčšou skupinou je výroba lepenky alebo skladačiek. Na výrobu lepenky sa používajú rôzne linky na prípravu látok a rôzne druhy zberového papiera pre rôzne vrstvy hotovej viacvrstvovej lepenky. V prípadoch, keď sa vyrábajú niektoré vrstvy (napr. vrchná krycia vrstva, tzv. Topliner), môžu byť vyrobené z bielených sekundárnych vlákien. Úroveň emisií pre emisie do vody spojené s použitím BAT v týchto závodoch sú v rovnakom rozsahu ako v ostatných papierňach RCF, ktoré nevykonávajú odfarbovanie, uvedených na obrázku 6.12.

Existujú príklady fabriek na výrobu RCF lepeniek, ktoré používajú procesy odstránenia farby na dosiahnutie vyššej kvality výrobku z dôvodu nižšej kvality odpadového papiera. Tieto papierne spolu s ostatnými, ktoré vyrábajú lepenku predovšetkým s odľahčovaním (> 50 % vlákien z bieleného zberového papiera), by mali používať príklady uvedené v nObrázok 6.13.

Ako je zrejme z obrázku 6.13, viac ako polovica papierní RCF s odfarbovaním, ktoré odpovedali na prieskum, vypúšťa menej ako 2,5 kg COD/t a len štyri závody vypúšťajú v ročnom priemere organické znečistenie > 3 kg COD/t. Prevádzky na výrobu grafického papiera zo zberového papiera dosahujú dosiahnutie porovnateľného výkonu.

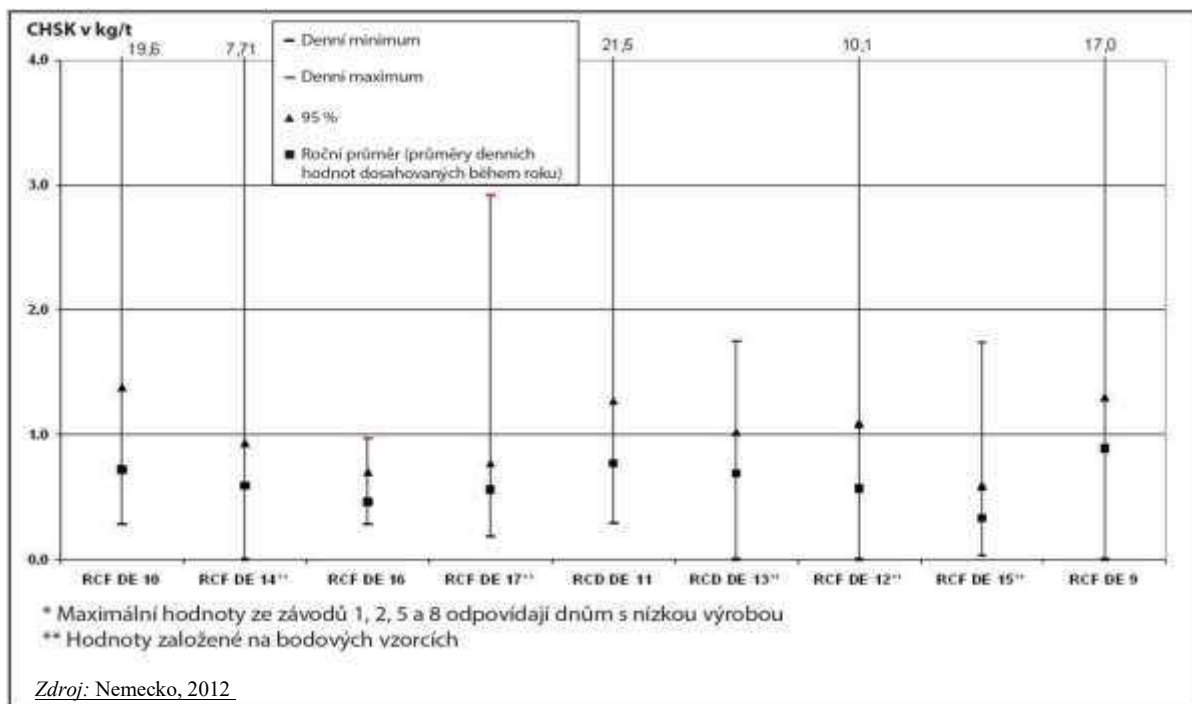


Obrázok 6.13: Špecifické emisie CHSK ako ročný priemer po čistení odpadových vôd pre papierne spracúvajúce zberový papier s odlahčovaním

Zatiaľ čo v papierňach na výrobu grafického papiera tvoria znečistenie najmä sekundárne vlákna a v niektorých prípadoch integrované mechanické buničiny (napr. TMP, GW), znečistenie v papierňach na výrobu tkanív RCF tvoria najmä sekundárne vlákna a väčšinou čiastočne nakupovaná chemická buničina. Emisie do vody spojené s použitím BAT sa medzi papierňami RCF graphic a hygienickými papierňami výrazne nelíšia, s výnimkou množstva odpadových vôd (pozri obrázok 6.10).

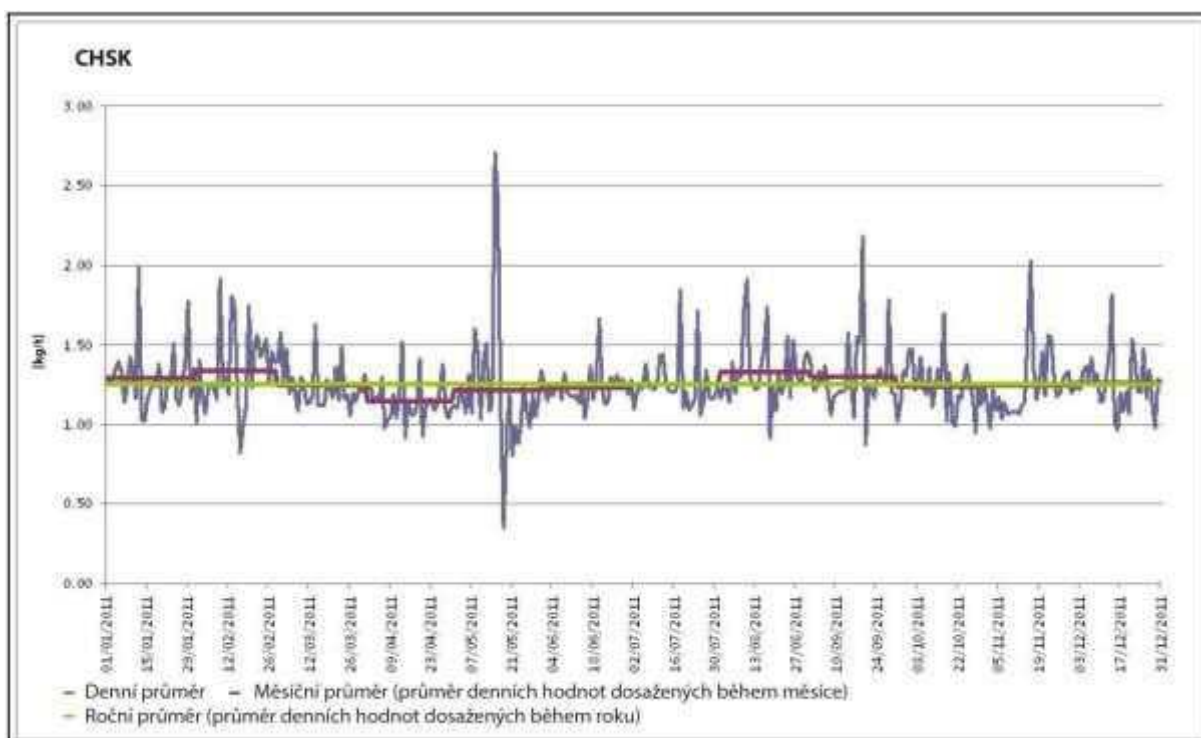
Papierne hygienické RCF môžu použiť rôzne pomery zberového papiera na znečistenie. Existujú papiere na výrobu čistiacich papierov spracúvajúce 100 % primárnych vlákien, ďalšie papiere na výrobu čistiacich papierov spracúvajúce 100 % sekundárnych (druhotných) vlákien a vláknité zmesi obsahujúce 10 - 100 % sekundárnych (druhotných) vlákien. Vyšší podiel nakupovanej chemickej buničiny môže viesť k nižším emisiám Chemickej spotreby kyslíka po biologickom čistení v porovnaní s papierňami, ktoré vyrábajú tissue papier zo 100 % recyklovaných vlákien.

Pokiaľ ide o krátkodobé priemerné hodnoty Chemickej spotreby kyslíka, krátkodobé hodnoty uvádzané zo závodov na spracovanie zberového papiera bez znižovania (odľahčovania) sú uvedené na Obrázok 6.14.



Obrázok 6.14: Krátkodobý Priemer emisií CHSK zo papieri na spracovanie zberového papiera bez odľahčovania

Keďže zber údajov o krátkodobých priemerných hodnotách pre papierne spracúvajúce zberový papier s odľahčováním neumožňuje uvedenie dostatočne reprezentatívnych údajov, Obrázok 6.15 znázorňuje kolísanie denných hodnôt emisií CHSK v priebehu jedného roka pre jeden závod (RCF DE 18).

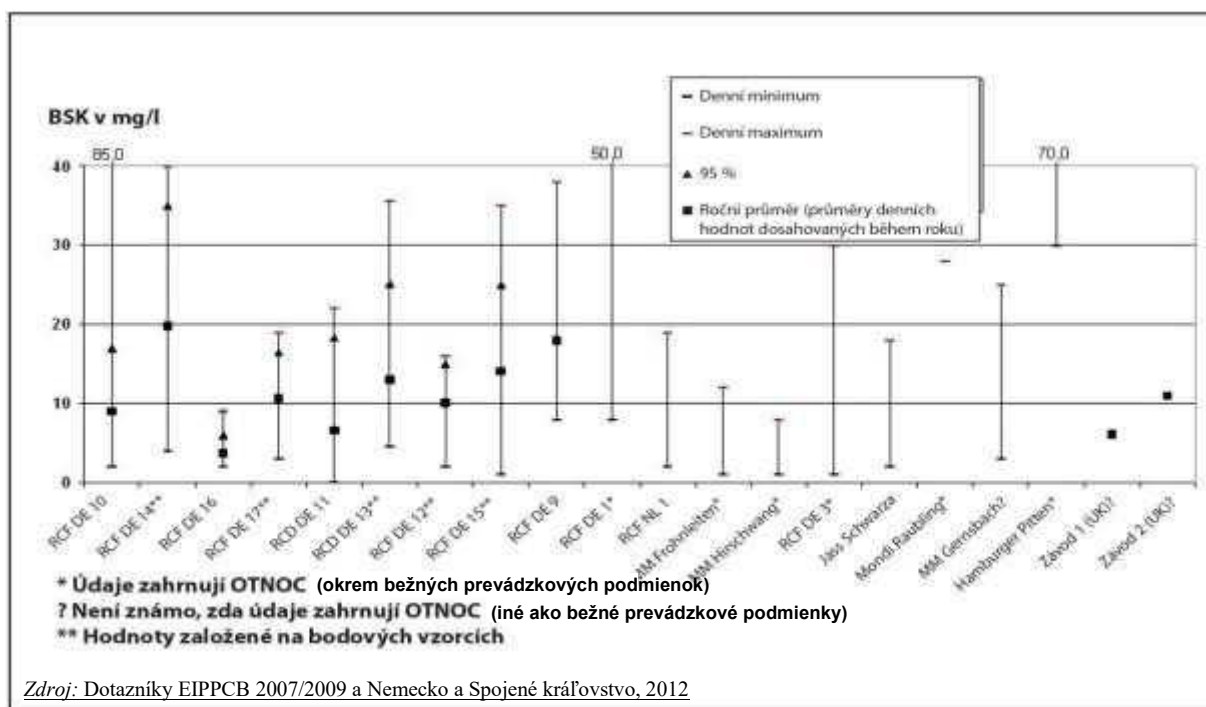


Obrázok 6.15: Denné emisie Chemickej spotreby kyslíka za jeden rok v papieri spracúvajúcej zberový papier bez odľahčovania (RCF DE 18)

Biochemická spotreba kyslíka (BSK)₅ alebo BOD₇)

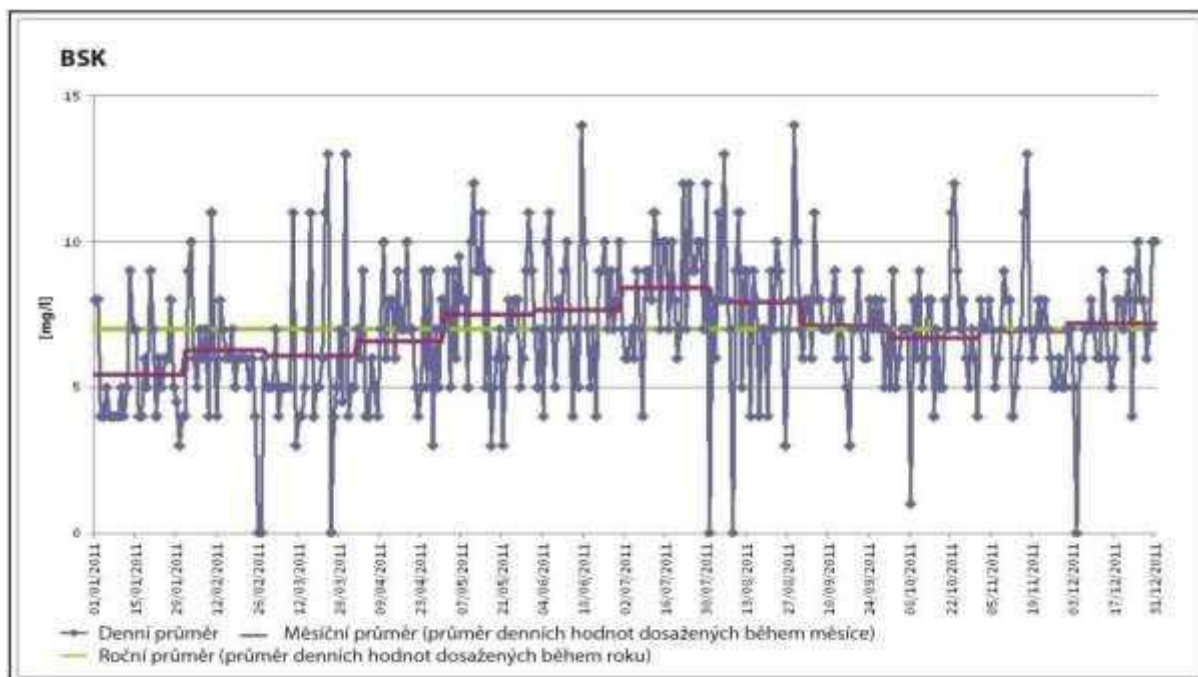
Údaje o emisiiach BOD₅ po biologickej úprave nevykazujú žiadne významné rozdiely medzi úpravou zberového papiera s odľahčením a bez neho. V dobre fungujúcich Čistiarniach je úroveň BOD₅ alebo BOD₇ po úprave je vyššia ako 20 mg/l bez závislosti od koncentrácie na prítoku. Hodnoty BOD okolo 5 mg/l sa ťažko presne a reprodukovateľne merajú. Mali by sa uvádzať ako hodnoty blízke hranici merateľnosti. Po biologickej úprave boli zaznamenané emisie BOD₅ 0,01-0,13 kg/t papiera a lepenky [23, Holandské poznámky k BAT 1996]. Rozdiely v špecifických emisiách BOD sú spôsobené najmä rozdielmi v prietoku vody.

Krátkodobé priemery emisií BOD nahlásené zo závodov na spracovanie zberového papiera bez odfarbenia sú uvedené na obrázku 6.16.



Obrázok 6.16: Krátkodobé priemery emisií BOD zo papierní na spracovanie skladu bez odľahčovania

Keďže zber údajov o krátkodobých priemerných hodnotách pre papierne spracúvajúce papier z skladu s odľahčovaním neumožňuje uvedenie dostatočne reprezentatívnych údajov, je Obrázok 6.17 znázorňuje kolísanie denných úrovní BOD počas jedného roka pre jeden závod (RCF DE 18).



Obrázok 6.17: Denné emisie BOD za jeden rok v papierni spracúvajúcej zberový papier s vyľahčovaním (RCF DE 18)

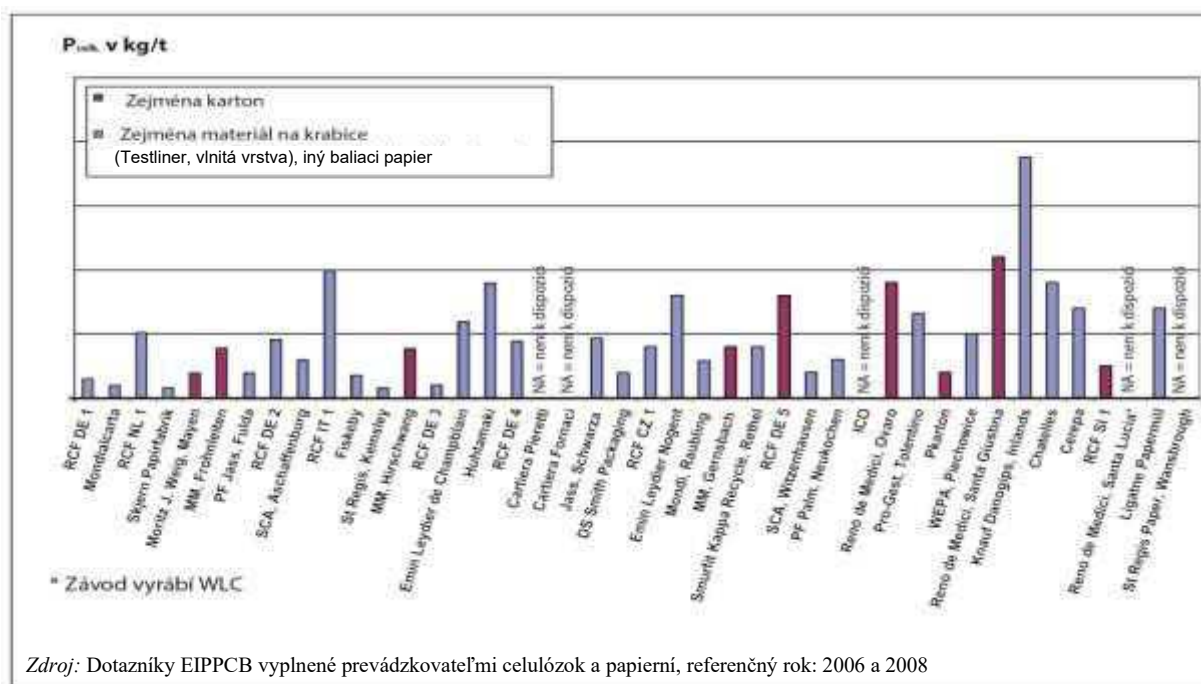
Živiny

Odpadové vody vypúšťané z papierní RCF zvyčajne obsahujú nízke úrovne živín (dusíka a fosfátov). Riadené dávkovanie fosforečnanov a amónnych solí do biologickej vody je preto nevyhnutné na zabezpečenie živín potrebných na rast mikroorganizmov zodpovedných za biodegradáciu organických znečisťujúcich látok. Aktívna biomasa teoreticky potrebuje živiny v pomere BOD₅:N:P = 100:5:1. V oddíle sa často dosahujú vyššie dávky živín (pozri kapitolu 2.9.11.2.3). Niektoré zariadenia však uviedli, že na zabezpečenie dobrej účinnosti čističky odpadových vôd z hľadiska znižovania BOD/CHSK je potrebné vyššie dávkovanie.

Zložky organicky viazaného dusíka (Kjeldahl-N) slúžia na výrobu aj z určitých prísad. Po priebehu biologického spracovania je možné, že časť organického dusíka sa hydrolyzuje na amoniakovú skupinu a v prevzdušňovaných nádržiach sa môže premeniť na dusičnany. Za predpokladu riadeného dávkovania na zabezpečenie optimálneho výkonu systému úpravy vody je dosiahnutie hodnoty N možné celkovej. 5-15 mg/l a P celkovej. 1-2 mg/l (ako denné priemery).

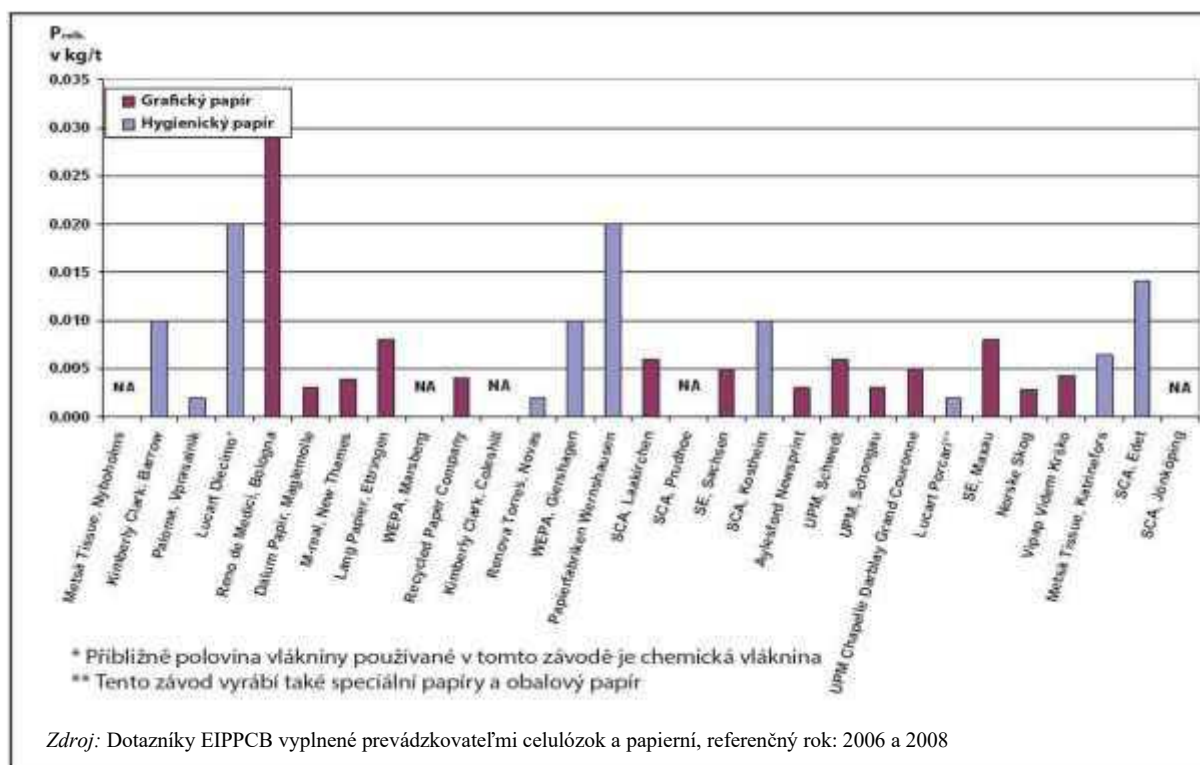
Na obrázkoch 6.18 a 6.19 je uvedené špecifické znečistenie P celkovej. ako ročný priemer po čistení odpadových vôd pre Papierne spracúvajúce zberový papier s odľahčovaním a bez odľahčovania.

Ako ukazuje obrázok 6.18, väčšina papierní RCF **bez stránky** ktoré zodpovedali na prieskum EIPPCB, emituje menej - alebo výrazne menej - ako 0,01 kg P celkovej./t, napr. štyri prevádzky uviedli ročné priemerné hodnoty 0,001 kg P celkovej./t. Preto aj hodnoty úrovni, ktoré boli uvedené v prevádzke u 24 závodov, len tri prekročili ročný priemer 1 mg P celkovej./l (1,12 mg/l; 1,5 mg/l; 1,92 mg/l). Deväť závodov uviedlo ročný priemer P celkovej. ≤ 0,5 mg/l.



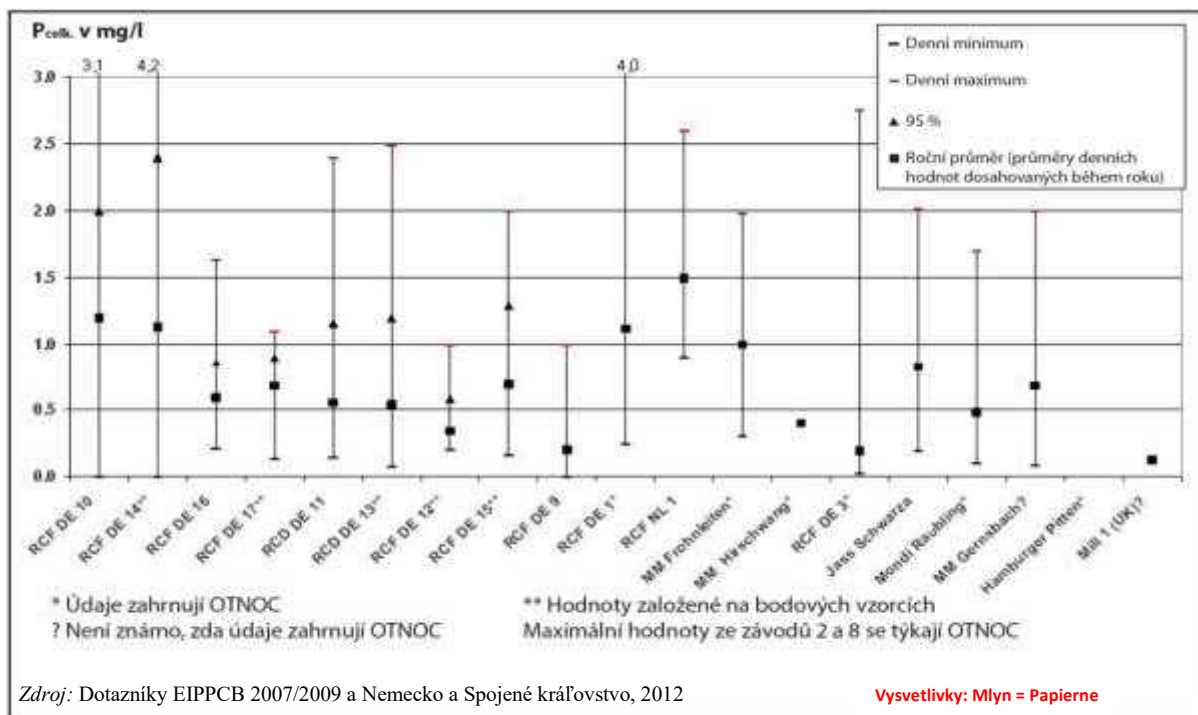
Obrázok 6.18: Špecifické emisie P_{celkovej} ako ročný priemer po čistení odpadových vôd z papierní spracúvajúcich zberový papier bez odľahčovania s uvedeným prietokom odpadových vôd

Ako ukazuje obrázok 6.19, všetky papierne RCF sú Podľahčovanie, ktoré zodpovedali na prieskum EIPPCB, okrem štyroch prípadov emitujú menej - alebo výrazne menej - ako 0,01 kg P_{celkovej} .prietok. Ročné priemerné hodnoty rovné alebo menšie ako 0,005 kg $P_{\text{celk.}}/t$ uviedlo 12 závodov. Hodnoty úrovni, ktoré boli uvedené u 15 závodov, teda len tri prekročili ročný priemer 1 mg P_{celkovej}/l (1,1 mg/l; 1,2 mg/l; 1,3 mg/l). Šesť závodov uviedlo ročný priemer $P_{\text{celkovej}} \leq 0,5 \text{ mg/l}$.



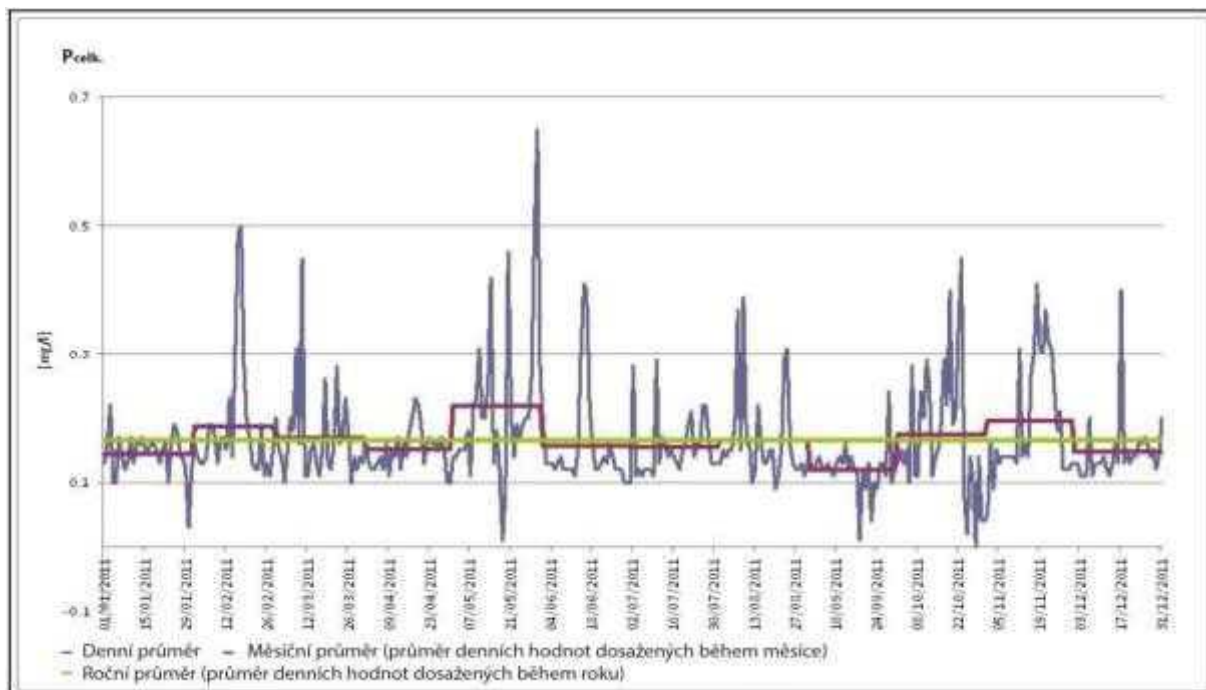
Obrázok 6.19: Špecifické emisie P_{celkovej} ako ročný priemer po čistení odpadových vôd z papierní spracúvajúcich zberový papier s vyľahčováním

Z hľadiska krátkodobých priemerov $P_{celkovej}$ sú krátkodobé hodnoty uvádzané zo závodov na spracovanie składu bez znižovania (odfarbovania) uvedené v Obrázok 6.20.



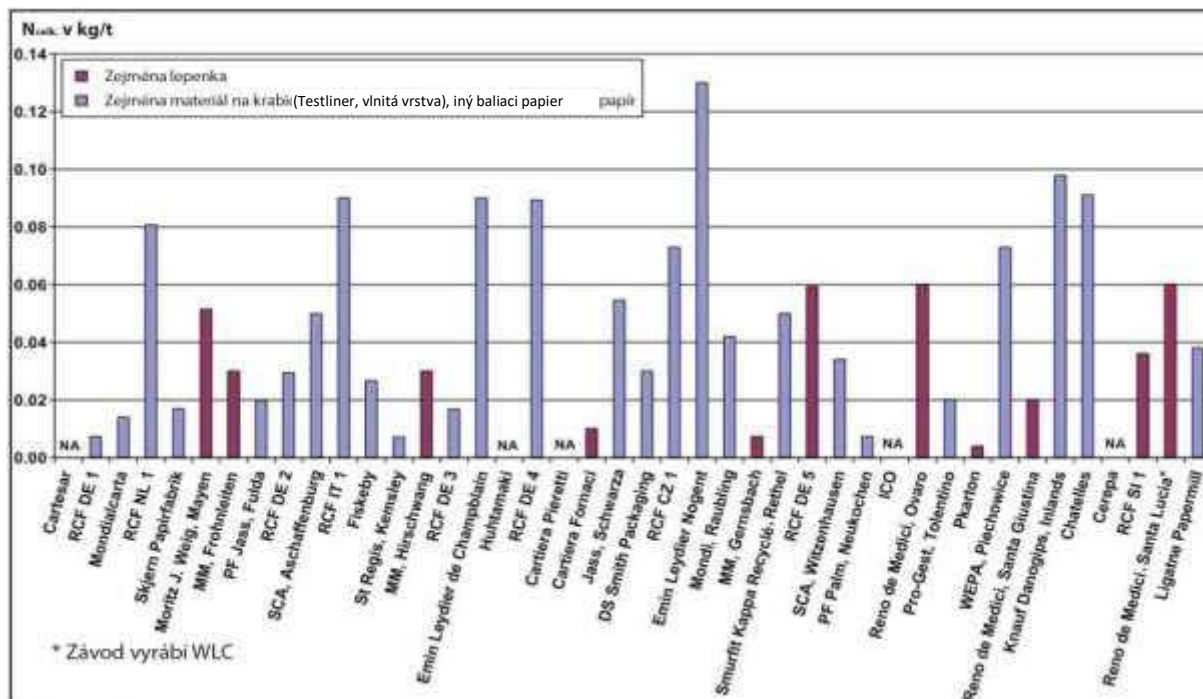
Obrázok 6.20: Krátkodobé priemery $P_{celkovej}$ v papierňach na spracovanie zberového papiera bez odľahčovania

Keďže zber údajov o krátkodobých priemeroch pre papierne spracúvajúce zberový papier s odľahčovaním neumožňuje uvedenie dostatočne reprezentatívnych údajov, je Obrázok 6.21 uvedené kolísanie denných úrovní $P_{celkovej}$ v priebehu jedného roka pre jeden závod (RCF DE 18).



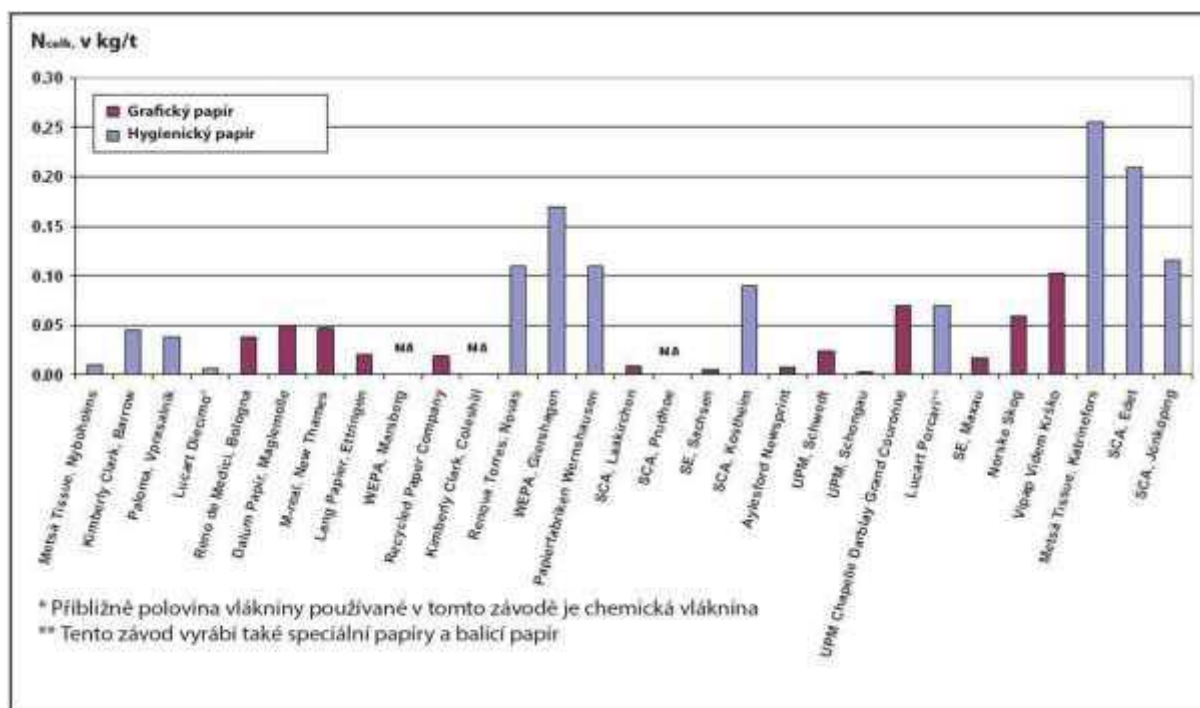
Obrázok 6.21: Denné emisie $P_{celkovej}$ za jeden rok v papierni spracúvajúcej zberový papier s vyľahčovaním (RCF DE 18)

Ako ukazuje obrázok 6.22, 12 papierne RCF bez ktoré zodpovedali na prieskum EIPPCB, emitujú menej ako 0,02 kg N_{celkovej}/t štyri prevádzky uviedli ročné priemerné hodnoty 0,004 kg N_{kg} celkového množstva kg.prietok. Ďalších 17 závodov uviedlo uvedené zaťaženie N v rozmedzí od 0,02 do 0,08 kg N_{kg} celkovo.prietok. Hodnoty úrovne, ktoré uviedli 25 závodov, teda len jeden prekročil ročný priemer 10 mg N_{celkovej}/l (23,7 mg/l).



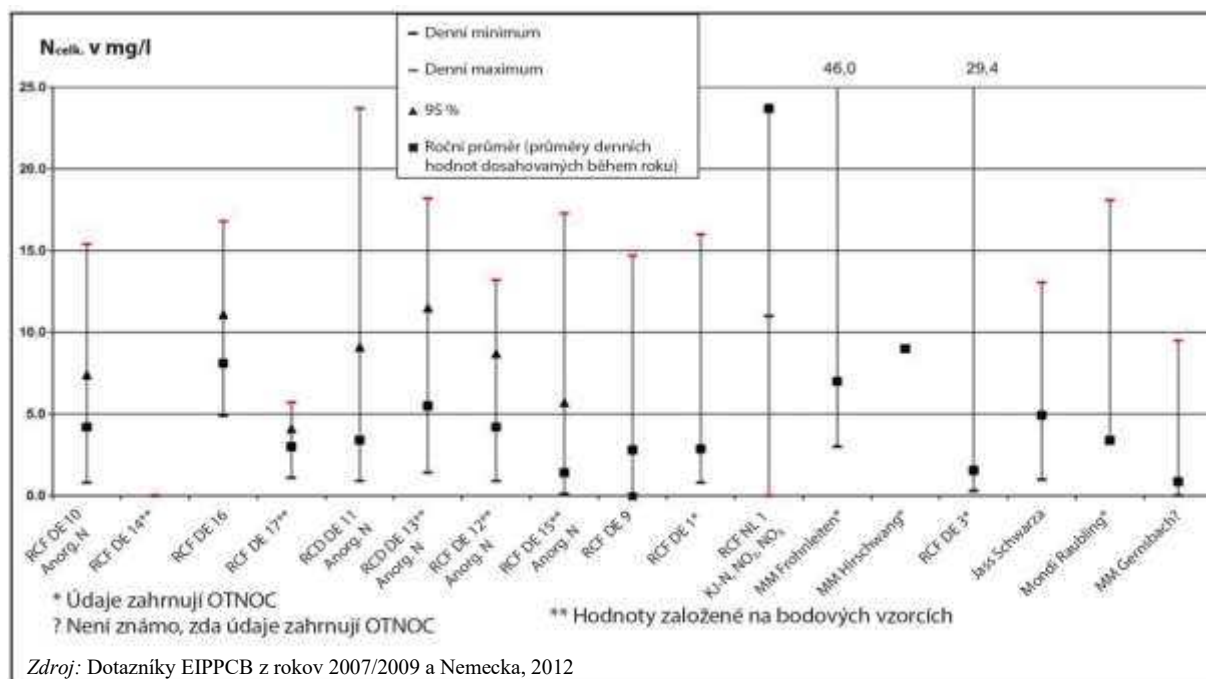
Obrázok 6.22: Špecifické emisie N_{celkovej} alebo TN_b ako ročný priemer po čistení odpadových vôd z papierní spracúvajúcich zberový papier bez odľahčovania

Ako je uvedené na obrázku 6.23, 15 papierní RCF s odfarbovaním, ktoré zodpovedali na prieskum EIPPCB, vypúšťa menej ako 0,05 kg $N_{\text{celk.}}/t$, z ktorých deväť uviedlo priemerné ročné hodnoty $\leq 0,02$ kg $N_{\text{celk.}}/t$. Jedenásť zariadení uviedlo emisné zaťaženie $N \geq 0,05$ kg $N_{\text{celk.}}/t$. Hodnoty úrovni, ktoré nahlásilo aj 13 závodov, teda len jeden prekročil ročný priemer 10 mg $N_{\text{celk.}}/l$ (17 mg/l).



Obrázok 6.23: Špecifické emisie N_{celk} alebo TN_b ako ročný priemer po čistení odpadových vôd z papierní spracúvajúcich zberový papier s vyľahčovaním

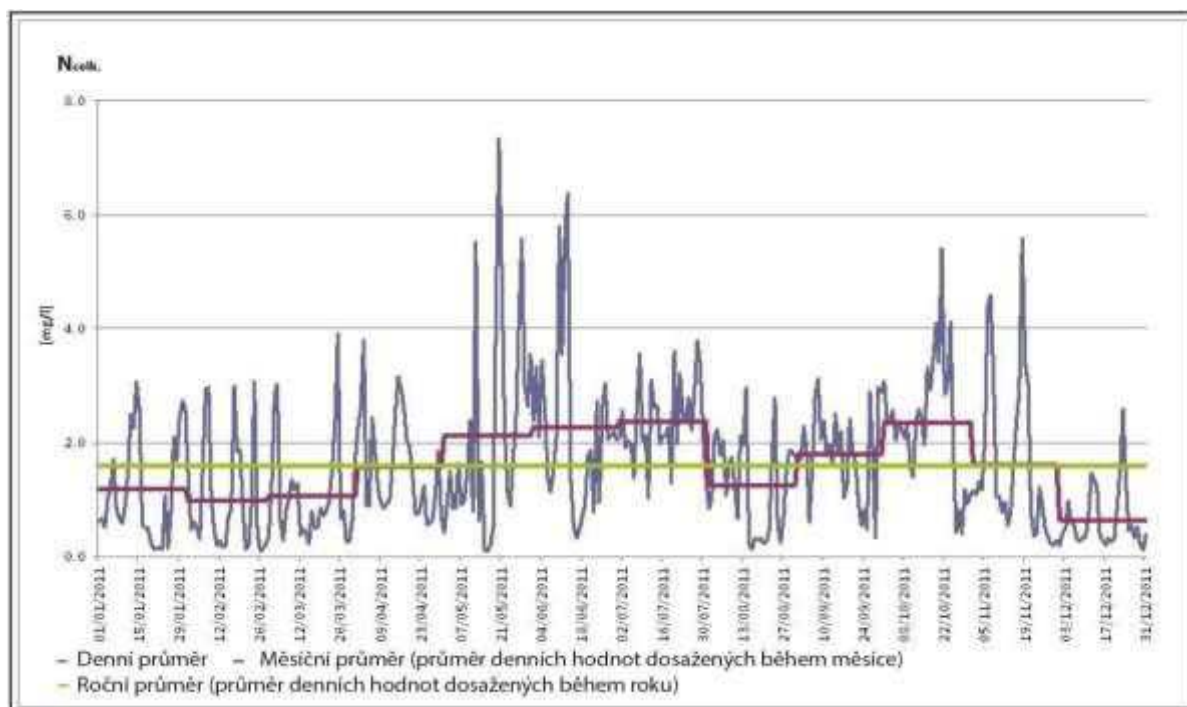
Z hľadiska krátkodobých priemerov $N_{celkovej}$ sú krátkodobé hodnoty vykázané zo skladu papiera bez odľahčovania uvedené v Obrázok 6.24



Zdroj: Dotazníky EIPPCB z rokov 2007/2009 a Nemecka, 2012

Obrázok 6.24: Krátkodobé priemery $N_{celkovej}$ pre závody na výrobu papiera bez odľahčovania

Keďže zber údajov o krátkodobých priemerných hodnotách pre papierne spracúvajúce zberový papier s odľahčovaním neumožňuje uvedenie dostatočne reprezentatívnych údajov, je Obrázok 6.25 uvedené kolísanie denných hodnôt $N_{celkovej}$ v priebehu jedného roka pre jeden závod (RCF DE 18).

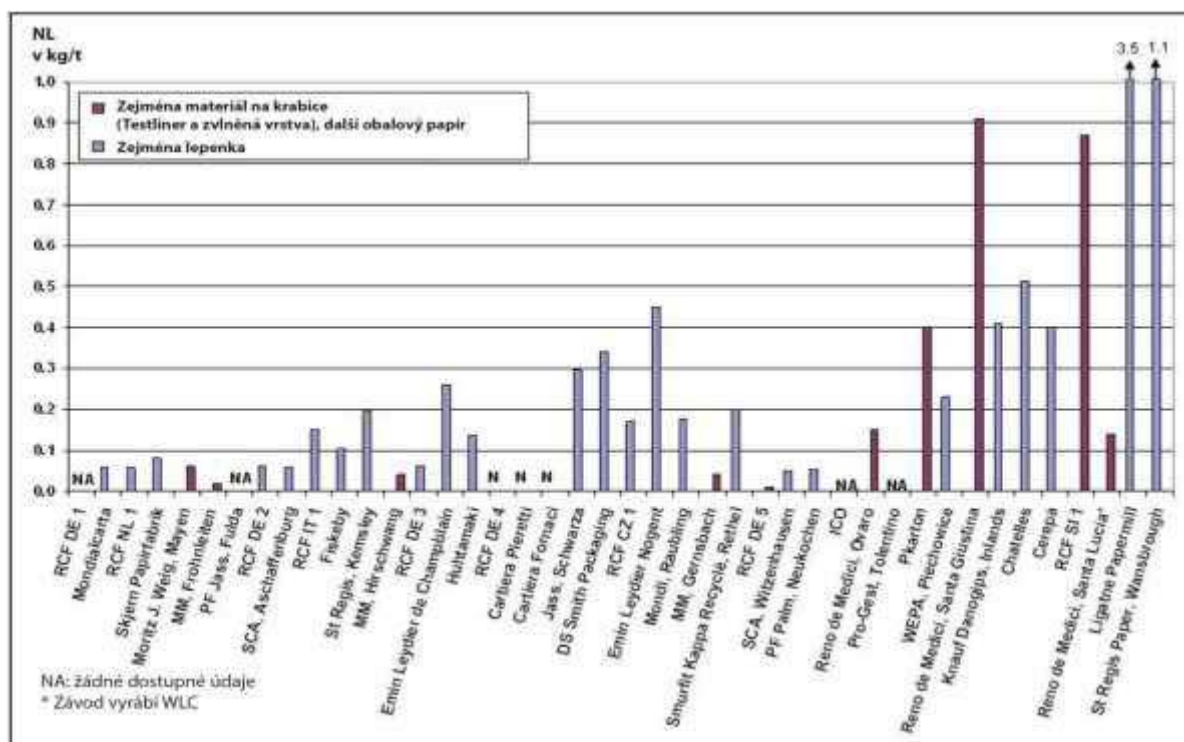


Obrázok 6.25: Denné emisie N_{celk} za jeden rok v papierni spracúvajúcej zberový papier s vyľahčovaním (RCF DE 18)

Celkové suspendované tuhé látky

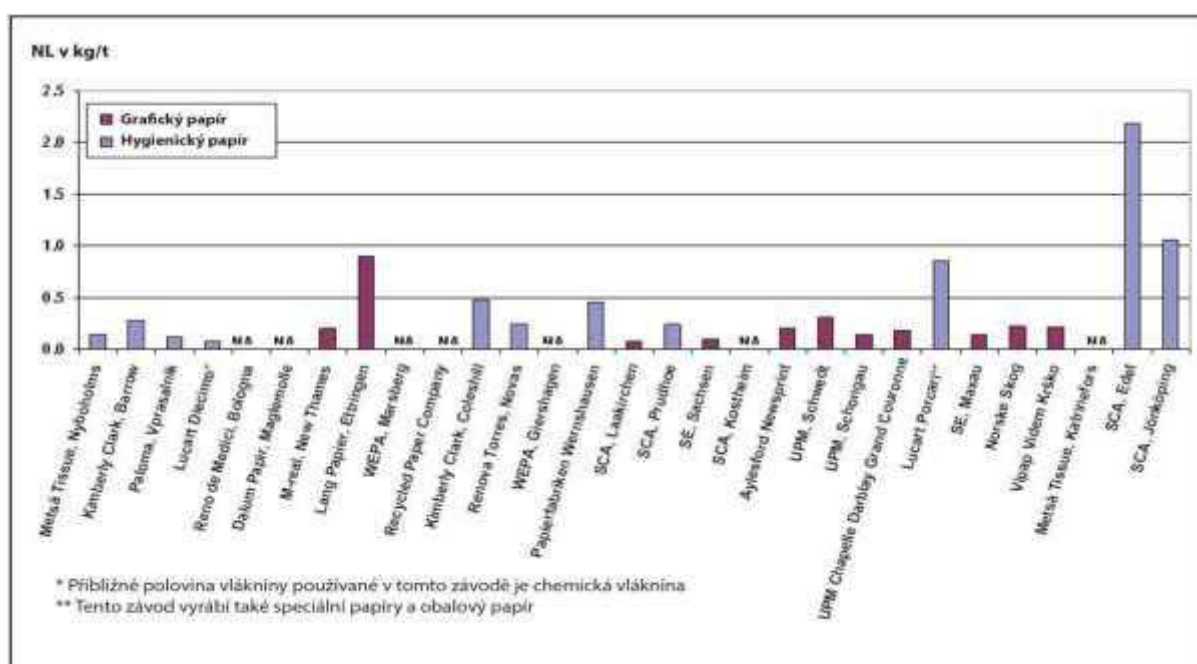
V dôsledku zloženia odpadových vôd z papierní sa v systémoch čistenia s aktivovaným kalom vyskytuje kal. Skúsenosti s kontrolnými opatreniami na predchádzanie tomuto nežiaducemu javu sú však dobre zdokumentované (pozri kapitolu 2.9.11.2.3) a používajú sa v mnohých závodoch.

Ako ukazuje obrázok 6.26, 22 papierní RCF bez odfarbovania, ktoré zodpovedali na prieskum EIPPCB, emitujú menej ako 0,20 kg NL/t, pričom trinásť z nich uviedlo ročné priemerné úrovne znečistenia NL $\leq 0,1$ kg. Päť závodov uviedlo, že majú emisie NL $\geq 0,5$ kg NL/t. Hodnoty úrovni, ktoré tiež uviedlo 21 závodov, teda šesť závodov prekročilo ročný priemer 20 mg NL/l a len tri závody prekročili 30 mg NL/l (31; 32 a 53 mg/l).



Obrázok 6.26: Špecifické emisie suspendovaných látok ako ročný priemer po čistení odpadových vôd v závodoch spracúvajúcich zberový papier bez odľahčovania

Ako je znázornené na obrázku 6.27, 13 mlyní RCF s odľahčováním, ktoré zodpovedali na prieskum EIPPCB, emitujú menej ako 0,25 kg NL/t, pričom sedem z nich uviedli priemerné ročné emisie suspendovaných látok $\leq 0,15$ kg NL/t. Štyri prevádzky uviedli emisie NL $\geq 0,5$ kg NL/t. Hodnoty úrovni, ktoré nahlásilo aj pätnásť závodov, teda len dva prekročili ročný priemer 20 mg NL/l (31 a 33 mg/l).



Obrázok 6.27: Špecifické emisie suspendovaných látok ako ročný priemer po čistení odpadových vôd v závodoch spracúvajúcich zberový papier s vyľahčováním

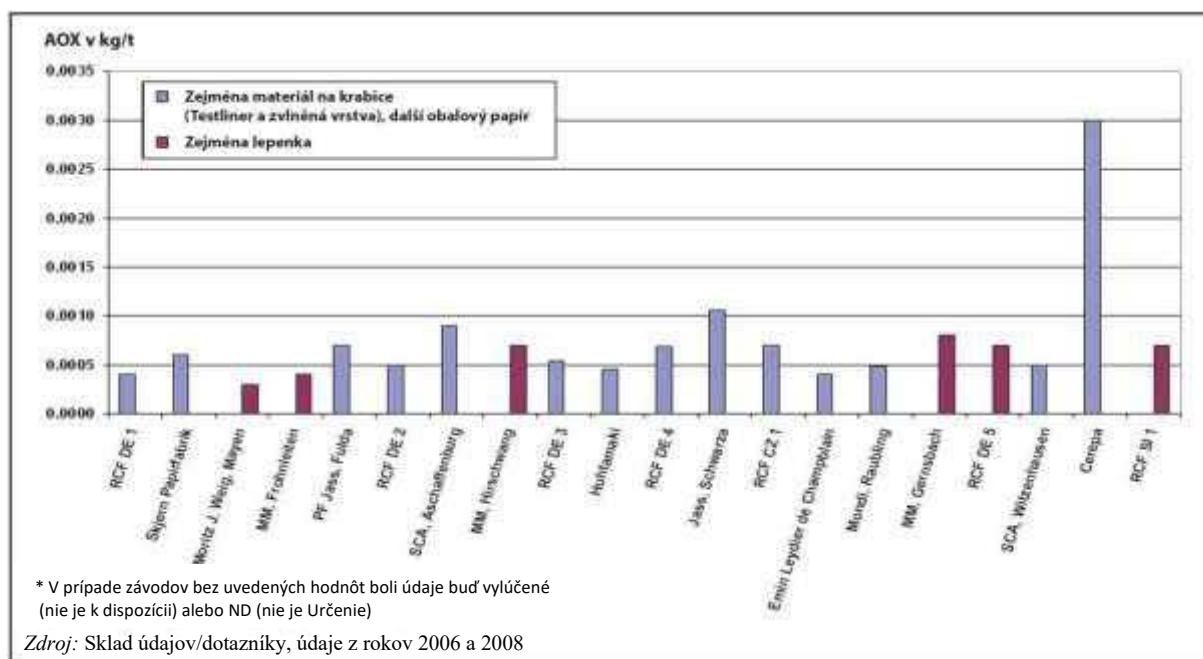
Ťažké kovy

Úroveň ťažkých kovov v odpadových vodách je všeobecne zanedbateľne nízka. Rámci Použitia sekundárnych vlákien nedochádza k rozsiahlemu zvýšeniu úrovne. Príležitostné merania v holandských papierňach vykonávajúcich znižovanie (odfarbovanie) však ukázali, že odpadové vody z niektorých papierní môžu obsahovať zvýšenú úroveň medi a zinku. V tomto prípade sa za predovšetkým hlavný zdroj ťažkých kovov považuje tlačiarenská farba v odpadovom papieri. Ťažké kovy, ktoré sa príležitostne sledujú pri vypúšťaní odpadových vôd, sú prevažne vo forme stabilných organických komplexov (*Zdroj: Luttmer, 1996, citované v [23, Dutch Notes on BAT 1996]*).

AOX a iné organické mikropolutanty

Zdrojom absorbovateľných organických viazaných halogénov sú niektoré prísady/aditíva (najmä látky zvyšujúce pevnosť za mokra), stopy organických halogénov zo zberového papiera na báze papiera Bielený chlór a z tlačiarenskej farby. Keďže bielenie primárneho vlákna chlór už v súčasnosti prakticky neprebíha, výskyt AOX zo zberového papiera/lepenky sa výrazne znížil. Na trhu sú k dispozícii aj neutrálne zlepšovače pevnosti za mokra so zníženým obsahom AOX, ktoré predstavujú možnosť ďalšieho zníženia emisií AOX. Úprava aktivovaného kalu znižuje AOX o 30 až 50 %. Toto znižovanie sa však čiastočne dosiahne odstránením uvedených zložiek počas priebehu čistenia odpadových vôd. Príležitostné merania v holandských závodoch spracúvajúcich zberový papier (s vylahčovaním a bez vylahčovania) ukázali, že priemerná úroveň AOX sa pohybuje v rozmedzí 0,2 mg/l.

Prehľad špecifického znečistenia AOX v jednotlivých závodoch je uvedený na obrázku 6.28. Hlásené úrovne emisií sa pohybujú od 0,3 g/t do 3,0 g/t.



Obrázok 6.28: Ročné priemery emisií AOX pre papierne spracúvajúce papier z skladu bez odlahčovania

V niektorých papierňach RCF sa môžu v odpadových vodách zistiť organické mikropolutanty, ako sú chlórphenoly alebo PCB, na veľmi nízkej úrovni v závislosti od pôvodu použitých surovín (zberový papier, tlačiarenské farby a prísady). Príležitostnými meraniami v holandských papierňach RCF sa zistila úroveň chlórphenolov do 1 µg/l (0,1-0,7 µg/l) a len stopy PCB (hodnoty pod detekčným limitom 0,11 µg/l) [23, Dutch Notes on BAT 1996].

Soli

Soli, najmä vápna a chloridy, sa do vody dostávajú najmä prostredníctvom odpadového papiera a niektorých prísad, ako je hliník (síran draselný-hlinitý). V ostatných oblastiach, napríklad tam, kde je povrchová voda predovšetkým zdrojom na výrobu pitnej vody alebo z dôvodu kvality vody, sa zvažuje vypúšťanie solí. V závislosti od druhov zberového papiera použitého ako surovina a stupňa uzavretia vodných systémov boli zistené úrovne síranov až do 1 000 mg/l, a to aj v prípadoch, keď sa počas úpravy nepoužil síran hlinitý.

Bór možno zistiť aj v odpadových vodách niektorých papierní spracúvajúcich zberový papier, hoci sa počas úpravy zberového papiera a výroby papiera nepridáva. (Zdroj: Assocarta, 2011). Do systému zberového papiera je možné sa dostať počas dokončovacích procesov, napríklad pri výrobe vlnitej lepenky a krabíc. Na zníženie obsahu bóru sa nepoužíva žiadna špecifická úprava.

6.2.2.6. Vznik pevného odpadu

Väčšina nečistôt zo zberového papiera, ktorý prešiel úprave, končí ako odpad. Hlavnými odpadovými materiálmi sú uzly vlákien (zväzky), výplne, rôzne druhy kalov a v prípade pálenia zvyškov v papierni popol a prach z filtrov. Predovšetkým zdroje tuhého odpadu v závodoch spracúvajúcich zberový papier sú zariadenie na úpravu látok, úprava technologickej vody a čistenie odpadových vôd. V závislosti od použitých surovín, konštrukcie procesu a druhov procesov a čističky odpadových vôd vzniká rôzne množstvo a kvalita odpadu (odpadová voda, kal).

Zvyšky sa musia spracovať a upraviť (zahusťovať a zabezpečiť odvodnenie), aby vznikol odpad s vysokým obsahom sušiny. Údaje o dosiahnuteľnom obsahu sušiny v odpadovej vode a v kalu sú uvedené v tabuľkách 6.11 a 6.12.

Tabuľka 6.11: Dosiahnutie sušiny pre náplne a zodpovedajúca spotreba energie pri rôznych obsahoch vlákna

Použité stroje na úpravu výplní	Sitový pásový lis na plnenie	Pneumatický lis na výplne
Dosiahnutie dosiahnuteľnej sušiny s obsahom vlákna < 70 % Obsah vlákna < 30 %	50-65 % 60-70 %	55-58 % 60-63 %
Spotreba energie [kWh/t]	15-20	8-12
Zdroj: Dodávateľ strojov, 1998 a poznámky TWG, 2011		

Tabuľka 6.12: Dosiahnutie sušiny kalu a zodpovedajúca spotreba energie pri rôznych obsahoch popola

Použité stroje na upravenie kalov	Sieťový lis vrátane predbežného zväčšovania	Skrutkový lis vrátane predbežného zvyšovania
Dosiahnutie dosiahnuteľnej sušiny pri 50 % obsahu popola	50 % 55 %	55 % 60 %
Spotreba energie [kWh/t] (vrátane predhrubovania)	10-15	18-20
Zdroj: Dodávateľ strojov, 1998 a poznámky TWG, 2011 Údaje zistené v priemyselných aplikáciách nahlásené spoločnosťou CTP, Francúzsko, 2011. Ak sa odľahčovací a papierenský kal zmieša s biologickým kalom, dosiahnuteľný obsah sušiny je vyšší.		

Zvyšky možno rozdeliť na ťažké a hrubé kamenivo, ľahké a jemné kamenivo a kal. V závislosti od pôvodu a zloženia sa kaly ďalej delia na kaly z odľahčovania, kaly z mikroflotačných jednotiek z úpravy technologických vôd a kaly z čistenia odpadových vôd (primárne kaly, prebytočné kaly z biologického čistenia). Dosiahnuteľný obsah sušiny po odvodnení a zahusnení je 60-70 % pre hrubé kamenivo, 50-60 % pre jemné kamenivo a približne 50-60 % pre kal.

Množstvo odpadu v závodoch spoločnosti RCF vyplýva z kvality použitého zberového papiera, koncepcie zariadenia na úpravu látok na spracovanie sekundárnych (druhotných) vlákien a vlastností a kvality výrobku. Priemerné množstvá odpadu v pomere k vstupným surovinám pre hlavné druhy papiera a rôzne kvality zberového papiera sú uvedené nižšie v tabuľke 6.13.

Tabuľka 6.13: Množstvo odpadu na vstupnú surovinu (%) v závislosti od kvality použitého zberového papiera a druhov vyrobeného papiera

Výrobok	Kvalita odpadového papiera	Celkové straty	Výplne		kal		
			Hrubé alebo ťažké	Jemné alebo ľahké	Znižovanie čiernej farby (zosvetlenie)	Úprava prevádzkovej vody	odpadovej
Grafické papiere	Noviny, časopisy vyššej kvality	15-20 20-35	1-2 < 2	3-5 < 3	8-13 10-20	2-5 1-5	~ 1
Tissue papier	Kancelársky odpad papier, zložky, obyčajný strednej kvality	28-40	1-2	3-5	8-13	15-25	~ 1
Komerčný papier DIP	Kancelársky odpadový papier	32-40	< 1	4-5	12-15	15-25	~ 1
Testliner / vlnitá vrstva	Odpad z nákupných centier, odpadový papier z domácností, sulfátová kvalita	4-9 3-6	1-2 < 1	3-6 2-4	-	0-(1) 0-(1)	~ 1
Papierová lepenka	Odpad z nákupných centier, papier z domácností	4-9	1-2	3-6	-	0-(1)	~ 1

Podľa [8, Borschke a kol. 1997], množstvo kalu z čistenia odpadových vôd sa odhaduje za predpokladu, že množstvo prebytočného kalu je 0,6 kg/kg BODs (odstránených ako sušiny) vzniknutého v priebehu čistenia, čo je bežná hodnota pre ČOV s aktivovaným kalom. V závislosti od kvality zberového papiera a usporiadania procesov možno preto očakávať množstvo prebytočného kalu približne 10 kg na tonu papiera (v suchom stave).

Všeobecne sa pri výrobe nebieleného papiera tvorí menej pevných odpadov ako pri výrobe bielených druhov papiera. Pri výrobe tlačiarenského a písacieho papiera zo zberového papiera sa zvyčajne vyprodukuje vyššie množstvo tuhého odpadu zo zosvetlených druhov ako pri výrobe novinového papiera. Na výrobu tissue papiera zo zberového papiera je potrebné odstrániť plnivá a jemné častice, ktoré vznikajú pri odľahčovaní premývanie. Pri tomto procese vzniká podstatne viac odpadu, ktorý je potrebné ďalej spracovať, ako pri iných druhoch zosvetleného papiera.

Výplne

Plnidlá sú nečistoty v odpadovom papieri a pozostávajú najmä zo zväzkov vlákien (uzlov), sponiek a kovov z krúžkovej väzby, piesku, skla, plastov a lepidiel. Všetky mlyny RCF musia tiež odstraňovať odpadové zložky zo zachytávačov zväzkov vlákien (uzlov). Odpadové vody sa musia v čo najväčšej miere a čo najskôr odstrániť v zariadení na prípravu látok. Náplne predstavujú približne 6,5 % nakúpeného zberového papiera a nemajú potenciál pre recyklačnú recykláciu, preto sa skládkujú alebo spaľujú. Ak sa zahustené zvyšky spália v spaľovacom zariadení šetrnom k životnému prostrediu, napr. vo fluidných kotloch, zvyšky sa zredukujú na popol, ktorý sa môže použiť v stavebníctve alebo odstrániť. Opätovné Použitie popola z pálenia však závisí od dopytu po tomto materiáli na trhu. Pálenie výplní na mieste je možné len vo veľkých závodoch na výrobu papiera, kde sa tvorí veľké množstvo pevného odpadu (pozri tiež kapitolu 6.3.14). Typické zloženie výplní zo zberového papiera (rozdielely v surovinách a výrobe) je uvedené v Tabuľka 6.14.

Tabuľka 6.14: Zloženie výplní z úpravy zberového papiera na vlnitý materiál (4-6 % výplní)

Parameter	Podiel jednotlivých zložiek (1)	Priemerné hodnoty z jedného mlyna
Obsah vody	45 %	33,3 %
Plasty	25,9 %	
vlákna	27 %	
Sklo a kamene	0,11 %	
Kovy	0,88 %	
Organické látky	1,05 %	
Obsah Cl v plastoch	5,45 % (2)	
Obsah Cl v pomere k palivu	1,43 %	1,21
Výhrevnosť Hu (100 % sušiny)	23 800 kJ/kg	25 335
Výhrevnosť Hu (55 % sušiny)	11 991 kJ/kg	12 828 kJ/kg

Poznámka: Vysokokvalitný zberový papier obsahuje najmä "zberový papier" z domácností a obchodov a zvyšky vlnitej lepenky.

(1) Priemer 18 jednotlivých odberov vzoriek v nemeckých závodoch RCF.

(2) Testy vykonané španielskym výskumným inštitútom CIEMAT na náplniach z rôznych zvyškov odpadového papiera ukázali, že obsah Cl je vyššia ako 1 % na 100 % sušiny. (Zdroj: CIEMAT, správa CG/VE-11/IF-05: Valorizacion energetica de residuos de papeleria, 2005).

Kal z úpravy prevádzkovej vody (zachytené vlákna a jemné častice)

Tvorba týchto druhov kalov sa vyskytuje najmä pri premývaní vlákien v okruhoch bielej vody a v mechanických čistiarňach odpadových vôd. Odpad pozostáva najmä z krátkych vlákien a výplní (oboje približne 50 %) v závislosti od druhov spracovaného zberového papiera. Pri výrobe lepenky a vlnitej lepenky sa často recyklujú v procese. V prípade výrobkov vyššej kvality zachytené vlákna a jemné častice nezodpovedajú kvalitatívnym požiadavkám na recykláciu a zvyčajne sa podávajú na pálenie alebo odvádzajú spoločnosťou na nakladanie s odpadom. V závislosti od toho, či predchádza proces odstraňovania (zosvetľovania) farieb, môže kal obsahovať určité množstvo častíc farieb a pigmentov. Recyklácia vlákien pomáha k minimalizácii množstva zvyškov. Typické zloženie odpadu z recyklácie vlákien a mechanickej úpravy odpadových vôd je takéto v tabuľke 6.15.

Tabuľka 6.15: Zloženie kalu z recyklácie vlákien a chemickej úpravy odpadových vôd

Parameter	Jednotka	Rozsah hodnôt
Obsah sušiny	%	29,4-52,7
Prchavé látky	sušiny	25,5-76,1
Vedenie	mg/kg sušiny	10-210
Kadmium	mg/kg sušiny	0,01-0,98
Chrómcelkovej	mg/kg sušiny	8,8-903
Meď	mg/kg sušiny	19,9-195
Nikel	mg/kg sušiny	< 10-31,3
Ortuť	mg/kg sušiny	0,1-0,89
Zinok	mg/kg sušiny	34,2-1 320

Poznámka: Prehľad kompletných výsledkov chemickej analýzy pevného odpadu z výroby papiera, ktorú vykonal Nemecký výskumný ústav papiera PTS v Mníchove.

Zdroj: [132, Príručka o tuhom odpade 1996]

Kal z znižovania atramentu (zosvetlenie)

Tieto zvyšky obsahujú najmä krátke vlákna, farby, plnivá, časti farieb, látky extrahovateľné a zosvetľujúce prísady. Častice farieb sú potenciálnym zdrojom ťažkých kovov, ale ako je vylúčené z tabuľky 6.16, typické zaťaženie znečisťujúcimi látkami z osvetlenia má porovnateľné zaťaženie znečisťujúcimi látkami ako kal, s mierne vyššími hodnotami v prípadoch niektorých znečisťujúcich látok, ako je meď a zinok. V obsahu znečisťujúcich látok v skladej lepenke a následne v odľahčovacom kale sú pomerne výrazné rozdiely.

Tabuľka 6.16: Typický obsah znečisťujúcich látok v odľahčovacom kale z papierní spracúvajúcich zberový papier v porovnaní s kalom z komunálnych čistiarní odpadových vôd

Zložka	Jednotka	Látky na kg sušiny			Kal z mestskej čistiarne odpadových vôd (1)
		kal od blesku (1)	kal od blesku (2)	kal od blesku (3)	
Kadmium (Cd)	mg	< 0,1	< 0,67	0,02-1,54	< 0,1
Ortuť (Hg)	mg	< 0,1	0,08	0,1-0,89	< 0,1
Meď (Cu)	mg	350	238	64,2-345	40
Zinok (Zn)	mg	350	141	34,2-1 320	250
Olovo (Pb)	mg	35	41	9,5-79,4	30
Nikel (Ni)	mg	5	5,7	< 10-31,3	10
Chróom (Cr)	mg	20	24 (Cr celkovej)	4,8-96,6	10
DPS	µg	95	ND	< 300	5
Chlorofenoly	µg	75	ND	ND	120
Prchavé tuhé látky	% deň	ND	33,2	32,7-63,6	48

Poznámka: ND = nemerateľné.
 (1) [23, Dutch Notes on BAT 1996].
 (2) Reprezentatívny odber vzoriek z papierne v Nemecku.
 (3) Prehľad kompletných výsledkov chemickej analýzy pevného odpadu z výroby papiera, ktorú vykonal nemecký PTS [132, Solid waste handbook 1996].

Kal z odfarbovania sa zvyčajne spaľuje alebo odváža spoločnosťami na spracovanie odpadu. Popol z pálenia kalov je možné použiť ako zdroj stavebného materiálu. Jeden závod uviedol, že dodáva papier a kal z procesu odľahčovania ako surovinu do Papierne vyrábajúcej lepenku alebo vlnitý papier.

Kal z čističiek odpadových vôd

Tento kal sa tvorí v biologických jednotkách biologickej čistiarne odpadových vôd a buď sa vracia späť do výrobku (vlnitý papier a lepenka), alebo sa zahusťuje, odvodňuje a následne podlieha páleniu (na mieste alebo mimo miesta), alebo ho odvážajú spoločnosti zaoberajúce sa nakladaním s odpadmi. Smernica Rady ESP 99/31/ES o skládkach odpadov [265, smernica 1999/31/ES 1999] neumožňuje ukladanie odpadu s vysokým obsahom organických látok a určuje ciele na Zníženie množstva biologicky rozložiteľného odpadu ukladaneho na skládky. Typické zloženie a obsah znečisťujúcich látok v kaloch z biologického čistenia odpadových vôd je možné nájsť v pravom stĺpci tabuľky 6.16 a v tabuľke 5.8.

6.2.2.7. Emisie do ovzdušia

Emisie do ovzdušia z výroby energie

Emisie do ovzdušia z papierní a lepenkárni pochádzajú predovšetkým z výroby energie (pary a elektriny) a menej zo samotného výrobného procesu (pozri kapitolu 2.6.2). Hlavnými znečisťujúcimi látkami v prípade pálenia plynu sú CO₂ a NO_x v prípade pálenia ropy alebo uhlia CO₂, NO_x, SO₂, prach a nízka úroveň ťažkých kovov.

Pro výrobu pary se používá parní kotel. Elektrická energia sa väčšinou odoberá zo siete, t. j. emisie vznikajú externe v kotolni. Spotreba elektriny a pary v závodoch na výrobu papiera je priaznivá pre kombinovanú výrobu tepla a elektriny (KVET). Mnohé papierne využívajú kogeneráciu (CHP), pri ktorej sa všetky emisie do ovzdušia spojené so spotrebou energie následne odstraňujú na mieste. Typické emisie v zariadení s kombinovanou výrobou elektriny a tepla sú uvedené v kapitole 2.9.6.3 a pre výrobu pary pálením rôznych palív (plyn, uhlie, olej) v kapitole 2.6.2.

Sušiacia časť papierenského stroja môže mať menšie emisie látok (na základe meraní organického uhlíka). Tieto emisie sú spôsobené odparovaním chemických prísad (aditív) v sušiacей časti papierenského stroja (najmä chemikálie na natieranie) alebo priamym sušením po natieraní (emisie metánu), ale vo väčšine prípadov nie sú veľmi závažné (nízka úroveň chemikálií).

Emisie do ovzdušia z pálenia kalu a odpadových vôd v zariadení (možnosť)

Pri úprave zberového papiera a výrobe papiera vzniká množstvo odpadov s vysokým obsahom organických látok (napr. papier, výplňové materiály, kaly z odfarbovania/odležania a biologické kaly). Keďže skládokovanie týchto zložiek odpadu sa v mnohých členských štátoch neodporúča alebo je zakázané, čoraz viac závodov vykonáva pálenie odpadových vôd a kalov v zariadeniach na výrobu pary používanej v výrobných procesoch. Pálenie je súvisiace s tvorbou emisií do ovzdušia. Príklady nameraných emisií z pálenia rôznych druhov odpadu zo zberných surovín sú uvedené v Tabuľka 6.17.

Ľavý stĺpec sa vzťahuje na namerané priemerné hodnoty z Papierne, ktorá spracováva papier z skladu na výrobu baliaceho papiera (bez zosvetľovania). V pravom stĺpci sú uvedené namerané hodnoty z pálenia rôznych druhov kalov z odľahčovacej stanice (kal z úpravy surovej a odpadovej vody, kal z úpravy prevádzkovej vody, odpadová voda a odľahčovací kal) pred a po aplikácii NO_x. Hodnoty sa porovnávajú s nemeckými legislatívnymi normami.

Tabuľka 6.17: Údaje o emisiách pri pálení odpadových vôd a kalu z dvoch nemeckých papierní RCF

Parameter	Jednotka	Namerané hodnoty (ročné priem. hodnoty za rok 1997) Náplne z papiera RCF na výrobu baliaceho papiera (bez zosvetlenia) (1)	Namerané hodnoty (ročná priemerná hodnota za rok 2008) Náhradné náplne a odľahčovací kal zo závodu na výrobu novinového papiera RCF (2)	Limitné hodnoty podľa nemeckých predpisov (priemerné denné hodnoty) (3)
Prach	mg/Nm ³	3,2	5	10
SO ₂	mg/Nm ³	26,0	1	50
Novýx	mg/Nm ³	195	190	200
CO	mg/Nm ³	14,1	2	50
HCl	mg/Nm ³	1,7	3	10
HF	mg/Nm ³	0,06	ND	1
Celkovej.	mg/Nm ³	1,4	1	10
Cd, TI	µg/Nm ³	< 17,0	ND	50
Hg	µg/Nm ³	5	< 10	30
Sb, As, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	µg/Nm ³	71,0	< 20	500
Dioxíny/furány	ng prietok ³	0,097	0,004	0,1

(1) Údaje o emisiách zo spaľovania odpadových látok vo viackomorovej spaľovni; čistenie spalín je vybavené dvojstupňovým mokrým skruberom na znižovanie kyslých znečisťujúcich látok (najmä SO₂ a HCl). Na minimalizáciu emisií dioxínov sa do recirkulujúceho prúdu spalín vstrekuje zmes aktívneho uhlia a zeolitu. Znižuje NO_x dosiahnutie cieľa sa dosahuje metódou SNCR použitím amoniaku, ktorý sa vstrekuje do spaľovacej komory. Emisie prachu znižuje elektrostatický odlučovač.

(2) Pálenie vo fluidnom kotle. Znižuje NO_x dosiahnuté vstrekaním amoniaku, emisie prachu sú znížené použitím rukávových filtrov.

(3) V súlade s vyhláškou č. 17 z 23. novembra 1990, ktorou sa vykonáva federálny zákon o kontrole emisií (vyhláška o spaľovniach odpadov a podobných horľavých materiálov). [v znení zo 14. augusta 2003]

Poznámka: ND = nemerateľné.

Všetky hodnoty zodpovedajú štandardným podmienkam a obsahu kyslíka 11 % obj.

Zdroj: [Landesdirektion Leipzig, Abt. Umwelt, Kontinuálne Monitorovanie emisií. Výročná správa za rok 2008]

Zápach z výfukových plynov a čistiarne odpadových vôd

Najmä v prípade Uzatvorenia vodovodných systémov s spotrebou vody pod 4 m³/t, zápach (emisie zápachu) spôsobený vyššími organickými kyselinami a H₂SO₄. Neprijemný zápach je však možný aj v závodoch s menej uzavretými vodnými okruhmi. Zápach môže byť spôsobený nadmerným časom zdržania úžitkovej vody v systéme (potrubia, kade atď.) alebo usadeninami kalu, ktoré spôsobujú hromadenie sírových zložiek. Ak k tomu dôjde, je možné tomu zabrániť vhodnými procesnými opatreniami v rámci riadenia systému (pozri kapitolu 2.9.14 o kontrole zápachu). Odpadové vody z papierní RCF slúžia tiež na vytváranie značného množstva zápachu. Ak je čistenie odpadových vôd a spracovanie kalov správne navrhnuté a riadené, je možné zabrániť tvorbe neprijemného zápachu.

Hrubý prach z manipulácie so surovinami (miestny)

Zozbieraný papier sa skladuje v sklade na zberných dvoroch/plochách určených na tento účel, ktoré sú častí Papierne. Po priebehu prepravy zberového papiera do rozvlákňovača môže vznikať prach, najmä ak sa zberový papier dodáva ako voľný materiál vo veľkých prepravných kontajneroch alebo na sklápacích nákladných autách. Regulácia tohto prachu je veľmi otázkou bezpečnosti práce a nie ochrany životného prostredia. Tu nie je priamo opísaný.

Tvorba emisií prachu vzniká aj v priebehu plnenia a vykladania prašných surovín (napr. mastenec, bentonit) zo zásobníkov a možné ich zachytiť Použitím textilných filtrov pri manipulácii s týmito materiálmi.

6.2.2.8. Hluk a vibrácie z papierenských strojov

Závody na výrobu papiera slúžia na obťažovanie okolia hlukom. Mnohé závody prijali opatrenia na zníženie hluku. Veľmi podrobné informácie o hladinách hluku z papierenských strojov nájdete v oddieli 2.9.13 o znižovaní hluku. Okrem hluku môžu (nízkofrekvenčné) vibrácie niekedy slúžiť na rušenie aj na miestnej úrovni.

6.3 Techniky zvažované pri určení BAT

Táto kapitola opisuje techniky (alebo kombinácie techník) a súvisiace monitorovanie, ktoré majú potenciál dosiahnuť vysokú úroveň ochrany životného prostredia pri činnostiach opísaných v tomto dokumente. Opis techník bude zahŕňať použitú technológiu, ako aj spôsob, akým je zariadenie navrhnuté, skonštruované, udržiavané, prevádzkované a nakoniec vyradené z prevádzky.

Zahŕňa systémy environmentálneho manažérstva, BAT a výstupné opatrenia procesov. Zaoberá sa aj predchádzaním vzniku odpadu a nakladaním s ním vrátane postupov minimalizácie odpadu a recyklácie, ako aj technikami, ktoré znižujú spotrebu surovín, vody a energie prostredníctvom optimalizácie použitia a opätovného používania. Opísané techniky zahŕňajú aj opatrenia na prevenciu alebo zníženie environmentálnych následkov havárií a mimoriadnych udalostí, ako aj opatrenia na sanáciu na mieste. Zahŕňajú aj opatrenia prijaté na prevenciu alebo zníženie emisií v iných ako bežných prevádzkových podmienkach (napr. pri nábehoch a odstávkach, únikoch, poruchách, dočasnom prerušení a trvalom zastavení prevádzky).

V prílohe III k smernici je uvedených niekoľko kritérií na určenie BAT a informácie v tejto kapitole sa týkajú uvedených aspektov. Ak je to možné, na zhrnutie informácií o každej technike sa používa štandardná štruktúra uvedená v tabuľke 6.18 s cieľom umožniť porovnanie techník a ich posúdenie na základe vymedzenia BAT v smernici o priemyselných emisiách.

Táto kapitola nemusí nevyhnutne obsahovať vyčerpávajúci zoznam techník, ktoré by sa mohli použiť v tomto sektore. Pri určovaní BAT pre konkrétne zariadenie môžu existovať alebo sa vyvíjať aj iné techniky, ktoré je možné zvážiť.

Tabuľka 6.18: Informácie o všetkých technikách opísaných v tejto kapitole

Nadpisy v kapitolách
Opis
Opis technický
Dosiahnutie environmentálnych prínosov
Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje
Účinky medzi zložkami
Technické kritériá uplatniteľnosti
Ekonomika
Dôvody implementácie
Príklady závodov
Literatúra

Vo väčšine prípadov sú závody na výrobu zberového papiera integrované do výroby papiera (v Európe existujú len dva neintegrované závody na výrobu DIP). Spracovanie zberového papiera (rozvlákňovanie a príprava látky) a výroba papiera a súvisiace procesy sa preto v určitej miere prekrývajú. Ďalšie informácie o integrovaných zariadeniach RCF sú uvedené aj v kapitole 7.

6.3.1. Správne riadenie pri manipulácii a skladovaní odpadového papiera

Opis

Po vytriedení sa zberový papier dodáva do papierní buď ako voľne ložený materiál v nákladných autách, alebo v balíkoch. Voľne uložený odpadový papier sa niekedy skladuje v špecializovaných košoch alebo v uzavretých krytých priestoroch (pozri obrázok 6.29), ale je možné ho skladovať aj na nezastrešených otvorených plochách.



Obrázok 6.29: Vykladanie a skladovanie voľného zberového papiera v uzavretom krytom zariadení

Papierne, ktoré spracúvajú zberový papier, odľahčujú a neprebíha triedenie voľného zberového papiera na mieste. Triedenie na konci výrobnéj linky je možné, čo umožňuje lepšiu kontrolu kvality vytriedeného zberového papiera.

Väčšina papierníc spracúvajúcich recyklované vlákna dostáva triedené balíky požadovanej kvality. V skladoch na zber papiera sa balíky skladujú najmä vonku na otvorenom priestranstve na betónovej ploche s odvodom dažďovej vody (pozri obrázok 6.30), v niektorých prípadoch so strechou. Odpadový papier uložený v sklade je vystavený poveternostným vplyvom, ako je vietor, dážď, sneh, mráz alebo slnečné žiarenie. Rizikom, ktoré je potrebné riešiť, je odtok dažďovej vody a tiež voda používaná na hasenie v prípade požiaru. Určitá forma premývania odtoku je dôležitá s možnosťou Úpravy kontaminovaného odtoku.



Obrázok 6.30: Vonkajší sklad odpadového papiera na betónovej dlažbe

Interné úložisko sa používa pri kvalitnejších, a teda drahších druhoch papiera, alebo pri dlhšom skladovaní. Zabraňuje tiež stratám surovín a zabezpečuje minimalizáciu fúkania.

V niektorých závodoch sa balíky skladujú vonku pod krytom, aby bol materiál chránený pred poveternostnými vplyvmi (vlhkosťou, mikrobiálnymi rozkladnými procesmi atď.), ako je uvedené na obrázku 6.31.



Obrázok 6.31: Skladovanie odpadového papiera v balíkoch pod strechou

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Ak sa uplatňujú správne opatrenia na riadenie, skladovanie zberového papiera a manipulácia s ním nemá rozsiahly negatívny vplyv na životné prostredie, bezpečnosť alebo verejné zdravie.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Vytriedené balíky odpadového papiera požadovanej kvality sa zvyčajne skladujú na otvorenom priestranstve, vylúčené sú prípady, keď sú skladované pod krytom. Odpadový papier uložený na voľnom priestranstve by mal byť umiestnený na spevnenej betónovej ploche s odvodnením alebo premývaním kontaminovanej zrážkovej vody. V uvedených vonkajších priestoroch na zber papiera je možné, že sa vyskytne kontaminovaná voda. Znečistená voda z dažďa by sa mala zhromažďovať a čistiť v čistiarni odpadových vôd; neznečistená voda z dažďa sa môže vypúšťať samostatne.

V iných čistiarnach priebehu občasných silných dažďov odteká znečistená voda z čistiarne, najmä ak čistiarne nie sú navrhnuté na náhle zvýšenie prietoku. To však súvisí s neregulovaným vypúšťaním znečistenej dažďovej vody do vodného zdroja a dočasné zadržanie týchto prietokov znižuje znečistenie, ktoré zaťažuje vodovodné zdroje.

Aby sa zabránilo upchatiu odvodňovacieho systému v prípadoch dažďa, povrchový odtok a kanalizácia by mali byť chránené pred vniknutím pevných odpadov (napr. pásov alebo zvyškov papiera/lepenky) do recyklačného skladu. Použitím sít a údržbou.

V niektorých závodoch sa balíky skladujú vonku pod krytom, aby sa materiál chránil pred poveternostnými vplyvmi (vlhkosťou, mikrobiálnymi rozkladnými procesmi atď.), ako je znázornené na obrázku 6.31. Príkladom je papierenský podnik UPM Steyermuhl, AT.

Oblasť skladu je zvyčajne oploštená z dôvodu ochrany pred nárazmi vetra. Na zníženie rozptylu emisií prachu sa úprava skladu vykonáva pravidelne. Tieto opatrenia tiež zabraňujú tomu, aby rozfúkané papierové odpadky boli rozdrvené prechádzajúcimi vozidlami, čo by malo za následok ďalšie emisie prachu, najmä počas suchých období.

Medzizložkové vplyvy

Vhodné opatrenia správneho hospodárenia nemajú negatívny vplyv. Triedenie na mieste vedie k vzniku ďalších zvyškov, o ktoré sa musí závod postarať a ktoré by sa inak hromadili na zberných dvoroch mimo závodu.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Tieto opatrenia/techniky sú možné použiť v nových aj existujúcich zariadeniach.

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Požiadavky príslušných orgánov a povolenia.

Príklady závodov

V papieri UPM Steyrermuhl (AT) sa zmiešaný odpadový papier skladuje pod strechou. Väčšina papieri v Nemecku skladuje odpadový papier na otvorenom priestranstve na spevnených betónových plochách s odtokom dažďovej vody. Zachytené znečistené vody dažďové sa čistia v biologickej čistiarni odpadových vôd.

6.3.2. Oddelenie zátok a chladiacej vody od kontaminovanej prevádzkovej vody a recirkulácie vody

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Toto opatrenie znižuje požiadavky na čerstvú vodu a je časťou celkovej vodnej hospodárskej štruktúry papieri. Hospodárenie s vodou v závodoch je komplexná úloha s viacerými kritériami. V záujme zlepšenia prehľadnosti sú ďalej stručne zhrnuté predovšetkým hlavné zásady interných opatrení na zníženie spotreby sladkej vody a vypúšťania odpadových vôd v závodoch na spracovanie papiera. Veľmi podrobné informácie o všetkých prípadoch nájdete v nasledujúcich oddieloch tohto dokumentu.

- Použitím vhodných techník na oddelenie menej znečistenej vody od znečistenej prevádzkovej vody. Opatrenia, ktoré by sa mali zväziť, sú oddelenie a recirkulácia chladiacej vody a recirkulácia menej znečistenej tesniacej a prevádzkovej vody používanej pri použití vákuových systémov.
- Znížte spotrebu čerstvej vody recirkuláciou vody z bielej vody na rôznych miestach v závislosti od požadovanej kvality vody. Miesta v procese, ktoré sú dôležité pre zníženie spotreby čerstvej vody, sú napríklad riedenie vláknitých surovín a výplní, riedenie pomocných látok v procese a vo výrobku, vodný systém pre stierače, vákuový systém a voda na upchávanie čerpadiel a miešadiel (pozri kapitoly 6.3.3 a 7.3.1).
- Zníženie spotreby čerstvej vody prísny Oddelením vodných systémov s hornými prietokmi (pozri kapitolu 6.3.3).
- Použitie upravenej vody z bielej vody ako náhrady za sladkú vodu, zvyčajne prebieha jednotka na recykláciu vlákien prostredníctvom oblúkových sít, polydiskových sít (pozri filtrov kapitolu 7.1.3) alebo flotácie rozpusteným vzduchom (pozri kapitolu 6.3.11).
- Opatrenia na riešenie potenciálnych negatívnych účinkov zhustenej recirkulácie dopravy vody (pozri kapitolu 7.3.2).
- V niektorých prípadoch prebieha ďalšia úprava upravenej bielej vody z podsedimentov (pozri kapitolu 7.3.3). Takto upravená voda spĺňa pomerne vysoké požiadavky na kvalitu.

Spôsoby, ktoré znižujú spotrebu čerstvej vody, zahŕňajú oddelenie čistej použitej chladiacej vody od vody vytekajúcej z prevádzky a jej použitie na iné účely. Chladiaca voda by sa mala v každom prípade uchovávať oddelene od znečistenej vody odtékajúcej z papierenského stroja a pred čistením by sa nemala miešať s prevádzkovou vodou. Na ochranu sa odporúča použiť mikrosito alebo iný filter na odstránenie suspendovaných pevných látok. Ak zložky chladiacej vody vypúšťajú do kanalizácie, malo by sa zabrániť miešaniu s vypúšťanou znečistenou technologickou vodou, aby sa zabezpečila účinnosť čistenia odpadových vôd a znížili náklady na čistenie.

Najbežnejšie zariadenie na vytváranie podtlaku, vodné obehové čerpadlo, spotrebuje veľký objem vody na upchatie. Napríklad efektívny vákuový systém vodného obehového čerpadla môže mať spotrebu vody na utesnenie približne 1 m³prietok. Keď tesniaca voda prechádza cez obehové čerpadlo, je znečistená vláknami a jej teplota sa zvyšuje. Potreby čerstvej vody na balenie a prevádzkovú vodu pre vodokružné čerpadlá možno výrazne znížiť recirkuláciou vody z čerpadiel cez výmenník tepla alebo chladiacu vežu. Je dokonca možné prevádzkovať systém s vodným obehom čerpadiel s uzavretými vodnými okruhmi, ak je vybavený chladiacou vežou na chladenie tesniacej vody. V tomto prípade nie je potrebná sladká voda, ale musia sa kontrolovať možné problémy s anorganickými inkrustáciami spôsobenými zrážaním uhličitanu vápenatého. Voda pre obehové čerpadlá sa niekedy musí pred vstupom do výmenníka tepla prečistiť napríklad Použitím oblúkového gravitačného sita. Môže byť tiež možné regulovať hodnotu pH v okruhu recirkulácie. Zvýšenie kapacity prívodu úžitkovej vody môže byť možné, aby sa zabránilo zbytočnému pretečeniu recirkulovanej vody v prípade prerušenia alebo inej nerovnovážnej situácie počas úpravy buničiny. Zvýšenie kapacity je zvyčajne súvisiace s inštaláciou ďalších nádrží, potrubí a čerpadiel.

Namiesto výviev s vodným krúžkom slúžia na odvodnenie v násypoch a v časti s lisami bezvodé vákuové systémy. Tieto systémy používajú turbodúchadlá s premenlivými otáčkami, nepotrebujú plniacu vodu a sú aj energeticky účinnejšie (pozri časť 2.9.6.2.1).

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Oddelenie a recirkulácia menej znečistenej vody od znečistenej vody je bežnou praxou v mnohých európskych zariadeniach, ale fáza recirkulácie sa líši.

Vhodnou recirkuláciou upchávkového vody je možné znížiť spotrebu čerstvej vody pomocou obehových čerpadiel na < 1 m³prietok. Časť energie sú možné získať späť pri Použití výmenníkov tepla. Bezvodé vákuové systémy nepotrebujú žiadnu baliacu vodu (pozri kapitolu 2.9.6.2.1).

Medzizložkové vplyvy

Žiadne negatívne vplyvy. Úspora energie je možná, najmä ak namiesto vodných cirkulačných čerpadiel je použité Použitie bezvodých vákuových systémov.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Oddelenie a opätovné použitie čistej chladiacej vody a vody z vákuových systémov (zátková voda) je možné zaviesť v nových a existujúcich zariadeniach. Oddelenie čistej použitej chladiacej vody od odpadovej vody a jej opätovné použitie je v nových zariadeniach pomerne jednoduché, ale realizácia v existujúcich zariadeniach je zložitejšia. Bežne sa však uskutočňuje oddelenie chladiacej vody a po ochladení sa vykonáva recirkulácia. To isté uplatňuje sa aj pri recirkulácii upchatej vody.

Ekonomika

Recirkulácia chladiacej a zátkovej vody si zvyčajne vyžaduje dodatočné investície do potrubia, čerpadiel a filtrácie vody. Zvýšenie kapacity zásobníkov vody je zvyčajne súvisiace s inštaláciou ďalších nádrží. Konkrétne údaje o nákladoch nie sú k dispozícii.

Okrem nákladov na zavedenie opísaných opatrení je možné očakávať aj úspory nákladov, napr. vyššie náklady na surovú vodu (Úprava) a spotrebu energie.

Dôvody implementácie

Z ekonomického hľadiska je žiaduce znížiť spotrebu čerstvej vody recirkuláciou menej znečistenej vody. V mnohých krajinách prebieha vypúšťanie menej kontaminovaných častí chladiacej a tesniacej vody samostatne od kontaminovanej prevádzkovej vody.

Príklady závodov

Početné zariadenia v Európe.

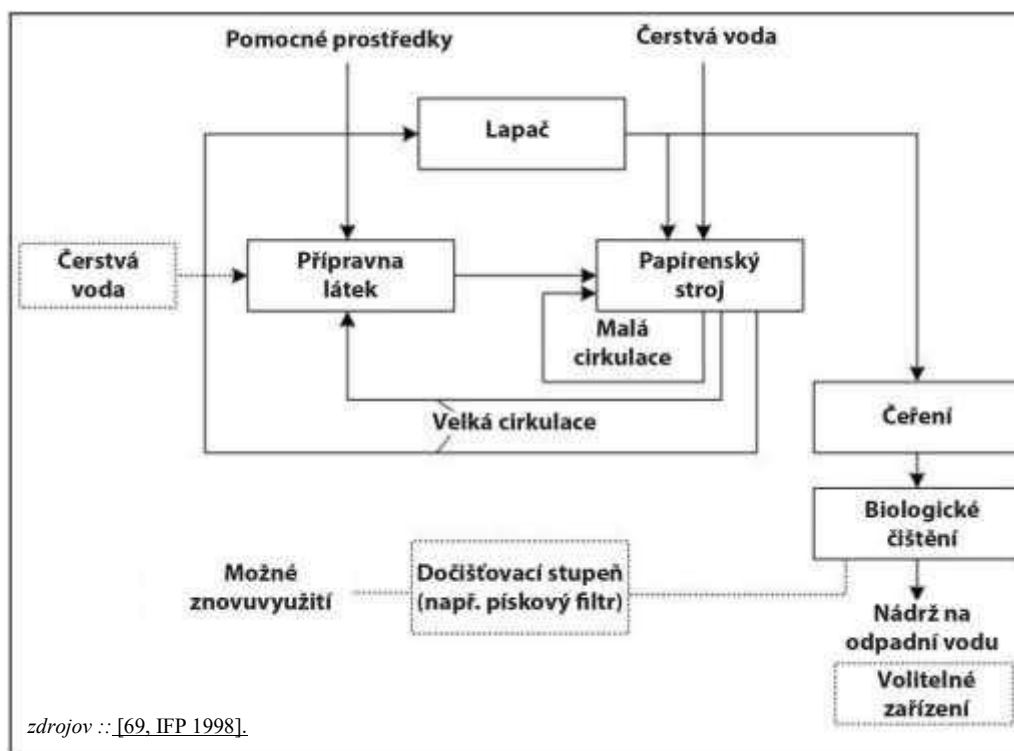
Literatúra

[14, CEPI 1997], [74, Pöyry 1994], [163, J.Lahtinen et al. 2009].

6.3.3. Optimalizované hospodárenie s vodou, oddelenie a usporiadanie systémov, prietoky a vnútorná úprava vody

Opis

Na minimalizáciu spotreby čerstvej vody je v procese výroby papiera RCF možné nasadiť vodné okruhy (pozri časti 2.9.3 a 2.9.4). V súčasných systémoch vodných okruhov sa úžitková voda používa viackrát, ako je znázornené na obrázku 6.32. To si vyžaduje nepretržitú kontrolu (Monitorovanie) kvality prevádzkovej vody.



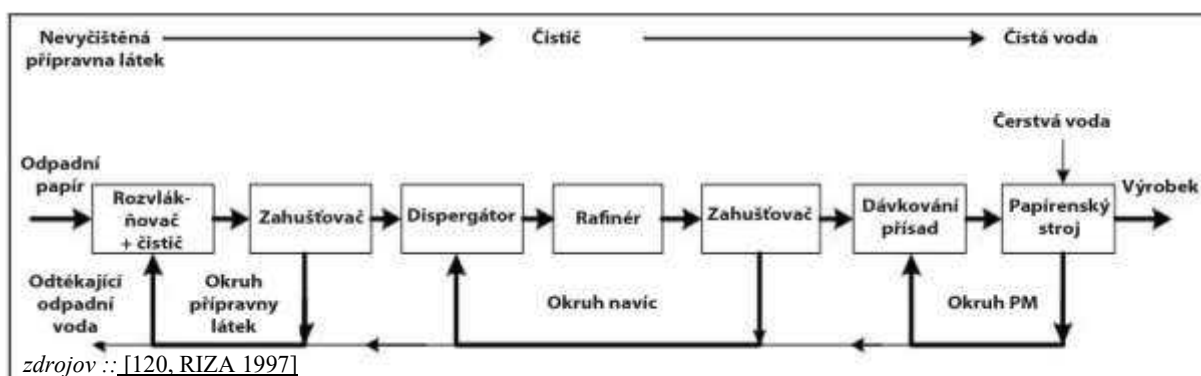
Obrázok 6.32: Schéma systémov vodných v závodoch

Všetky papierne používajú neupravenú vodu obohatenú vláknami z papierového stroja na riedenie látky v zmiešavacej nádrži pred papierovým strojom (malý cirkulačný/obvodový alebo primárny okruh) alebo v oddieli na prípravu látky (veľký cirkulačný/obvodový alebo sekundárny okruh). Hlavným princípom recirkulácie úžitkovej vody je spätný tok úžitkovej vody v systémoch: prietok bielej vody by mal byť protiprúdny k prietoku vlákien. V integrovaných celulózkach a papierňach majú bieliace oddelenie (ak existuje) a oddelenie výroby papiera vlastnú cirkuláciu vody pod sítom, z ktorej sa prebytočná voda vypúšťa späť do horného oddelenia, kde sú požiadavky na kvalitu vody menej náročné. V oddieli bielenia zariadenia sa namiesto čerstvej vody používa prebytočná biela voda z prevádzky a v celulózke sa namiesto čerstvej vody používa prebytočná bieliaca voda.

Je veľmi dôležité dosiahnuť minimalizáciu prietoku bielej vody z bieliarne do prevádzky. To sa dosiahne odstránením čo najväčšieho množstva vody z prúdu vlákien pred vstupom do bieliacich systémov a potom opäť pred vstupom do prevádzky. Týmto spôsobom sa dosiahne minimalizácia prenosu znečisťujúcich zložiek do relatívne čistého systému technologickej vody.

Oddelenie vodných systémov prebieha Použitím zahusťovacích strojov, ako sú skrutkové lisy na odvodnenie a sitové pásové lisy alebo technika premývania, t. j. zahusťovacie stupne. Na obrázku 6.33 je znázornený návrh holandskej papierne, ktorý skúma možnosť uzavretia vodného okruhu. V tomto príklade sa vypočítalo, že množstvo Chemickej spotreby kyslíka vyprodukované v závode na prípravu látky, ktoré vstupuje do okruhu prevádzky výroby papiera

stroja sa môže znížiť 2 až 4-krát. Pridané zahusťovanie vedie k lepšiemu Oddeleniu "špinavého" prípravku a "čistého" stroja prevádzky, a tým k výraznému zníženiu organických látok vstupujúcich do okruhov prevádzky.



Obrázok 6.33: Usporiadanie systémov vody v Papierni s Oddelením systémov vody a horných prietokov

Časť bielej vody (pozri obrázok 6.32) sa čistí v procese regeneračného čistenia všetkých látok (pozri kapitolu 7.1.3) filtráciou (polydiskové filtre, bubnové filtre a v niektorých prípadoch ultrafiltrácia, pozri kapitolu 7.3.3) alebo flotáciou (flotácia rozpusteným vzduchom, DAF, pozri kapitolu 6.3.11). Vyčistená voda sa potom znovu použije namiesto čerstvej vody, napríklad na sprchovanie a čistenie pásov stroja (sít, plsti). Upravená prevádzková úžitková voda sa vypúšťa do čistiarne odpadových vôd. V niektorých prípadoch sa vyčistená odpadová voda čiastočne znova používa ako technologická voda, napr. pri výrobe Wellenstoffu a Testlineru zo zberového papiera a v menších mierach pri výrobe novinového papiera.

Vo väčšine papierní sa sladká voda používa len na napájanie kotlov, riedenie chemikálií a v častiach papierenského stroja, kde sa vyžaduje voda vysokej čistoty bez suspendovaných látok, napr. pre rozprašovacie linky a okrajové stierače.

Uzatvorenie systému úžitkovej vody má však svoje výhody aj nevýhody. Zvýšená uzavretosť vodného systému vedie k významnej kontaminácii technologickej vody koloidnými a suspendovanými organickými a anorganickými látkami, ktoré môžu spôsobiť vážne problémy vo výrobných procesoch, ak nie sú zavedené kontrolné opatrenia na zabránenie možným nedostatkom (pozri kapitolu 7.3.2). Niektoré výhody a nevýhody uzavretia vodovodného systému sú zhrnuté v nasledujúcom texte Tabuľka 6.19.

Tabuľka 6.19: Niektoré výhody a nevýhody zatvorenia vodného systému v závodoch na výrobu papiera

Výhody	Nevýhody
- Menšia spotreba vody. - Menšia Úprava sladkej vody. - Menšie objemy na úpravu odpadových vôd. Je možné postaviť čistiareň menšiu (menej investícií a prevádzkových nákladov). náklady). Nečistoty sú koncentrované, čo často umožňuje vyššiu efektívnosť znižovania, a teda aj nižšie emisie. - Zvyšovanie výroby nezabráni prekročeniu povoleného prietoku. - Znižovanie strát vlákien a výplní. - Zvýšená prevádzková teplota, ktorá vedie k zlepšeniu odvodnenia pásu papiera na obrazovke. - Znižovanie spotreby energie.	- Hromadenie (suspendovaných) nerozpustných látok. - Hromadenie organických a anorganických látok. - Zvýšenie problémov so zápachom dôvodom hromadenia organických látok. - Zložitejšie postupy. - Problémy s sušením. - Zhustiť používanie prísad (prísad). - upchatie zariadenia. - problémy súvisiace s kvalitou výrobkov. - Tvorba usadenín (inkrustácií) a hlienu. - Zvýšená prevádzková teplota vody (môže byť výhodou, pozri ľavý stĺpec).
Zdroj: [23, Dutch Notes on BAT 1996]	

V úplne uzavretých vodných systémoch (uplatniteľné len pre výrobu papiera Testliner a Wellenstoff) môžu vzniknúť ďalšie prevádzkové problémy, ktoré je potrebné kontrolovať, vrátane:

- výrazný pokles obsahu kyslíka v prevádzkovej vode, ktorý sa blíži k anaeróbnym podmienkam, súvisiaci s mikroorganizmami vyvolanou redukciou síranov na sírový vodík a tvorbou zápachajúcich nízkomolekulárnych mastných kyselín;
- vyšší rast mikroorganizmov a vyššia potreba slimicidov (prípravkov proti usadzovaniu slizu);
- agresívna korózia spôsobená vysokou teplotou a vysokým obsahom chloridov, síranov a organických kyselín;
- významné emisie zápachajúcich organických látok v sušiacej časti papierenského stroja do okolia Papierne;
- zhoršenie kvality vyrábaného papiera, ktoré je ovplyvnené pachovými látkami.

Väčšina uvedených problémov je možná, keď je spotreba čerstvej vody nižšia ako 4-6 m³/t papiera (zodpovedá prietoku odpadovej vody 2,5-4,5 m³/t), ak sa neprijmú žiadne protopatrenia.

Viacere európske papierne nainštalovali vo výrobní linke zariadenia na biologickú úpravu s cieľom znížiť organickú kontamináciu prevádzkovej vody a lepšie kontrolovať možné nepriaznivé dôvody uzavretých vodných systémov (pozri časť 6.3.4). V snahe zvládnuť tieto problémy pristúpili prípadne niektoré hneď papierne k opätovnému otvoreniu predtým uzavretých vodných systémov a v súčasnosti vypúšťajú malé objemy odpadových vôd v rozsahu 2,5-4,5 m³/tonu vyrobené lepenky.

Vďaka vhodnému pomeru BOD₅/CHSK možno odpadovú vodu veľmi účinne čistiť v kombinovaných anaeróbnych/aeróbnych alebo aeróbnych čistiarnach (pozri časť 6.3.7).

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Touto technikou je možné ušetriť značné množstvo sladkej vody. Čerstvá voda je potrebná len na kompenzáciu strát v systéme prevádzky papierenského stroja.

Opatrenia na zníženie spotreby vody spolu s optimalizáciou oddelenia vodných okruhov a usporiadaním a procesmi úpravy prevádzkovej vody nezvyšujú koncentráciu nežiaducich látok vo vodnom okruhu papierenského stroja, čím sa zachováva nepretržitá prevádzka. Dosiahnuteľný pomer znižovania spotreby čerstvej vody závisí najmä od situácie pred modernizáciou a od systému odpadových vôd, ktorý sa využíva následne. Dosiahnuté environmentálne prínosy by sa mali posudzovať spolu s použitím spôsobu čistenia odpadových vôd. Prísne oddelenie vodných systémov vytvára dobré možnosti na priebežnú úpravu na odstránenie znečisťujúcich látok (tzv. "obličková úprava"). Ďalšie informácie o Úprave obličiek pozriete si v častiach 6.3.4, 6.3.9, 7.3.3 a 7.4.1.

Opatrenia na zníženie emisií do povrchových vôd sú často úzko spojené so znižovaním spotreby sladkej vody. Uzatvorenie vodovodných okruhov vedie k menšiemu prietoku odpadovej vody so zvýšenou úrovňou koncentrácie. Dôvodom je, že účinnosť čistenia odpadových vôd je často najvyššia. Koncentrované prúdy odpadových vôd možno vo všeobecnosti čistiť účinnejšie a niekedy je možné dosiahnuť zníženie emisií Chemickej spotreby kyslíka v odpadových vodách.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

V závodoch, ktoré spracúvajú zberový papier bez znižovania farby (zosvetľovania), nie je potrebná čerstvá voda pre zariadenie na prípravu látok. Keďže všetky tieto papierne vyrábajú buničinu a papier v tom istom závode (integrovaná výroba), pre časť papierenského stroja je potrebná sladká voda.

Špecifická spotreba čerstvej vody 4-8 m je dosiahnutie pri výrobe neosvetlených druhov papiera vyššej kvality (Wellenstoff) a krycieho papiera z vlnitej lepenky (Testliner) a v prípadoch niektorých druhov lepenky.3/tonu vyrobené lepenky. Skúsenosti ukázali, že tento rozsah spotreby čerstvej vody nemá negatívny vplyv na prevádzku papierenského stroja a kvalitu papiera. Sú vhodné do nových aj existujúcich papierní a súčasný dizajn papierenských strojov podporuje Použitie tejto technológie. Viaceré papierne na výrobu vlnitého papiera s takouto spotrebou vody vyskytujú vysoké štandardy kvality výrobkov. Nízke prietoky vody zvyšujú hodnotu Chemickej spotreby kyslíka v procesnej vode na koncentráciu, ktorá je obzvlášť vhodná pre anaeróbne čistenie odpadových vôd, čo je spojené s možnosťou výroby bioplynu.

Mnohé papierne recirkulujú čiastočný tok biologicky upravenej prevádzkovej vody späť do vodného okruhu, najmä papierne vyrábajúce papier na obaly alebo vlnitú lepenku. Niektoré zariadenia s výrazne uzavretými vodnými okruhmi čelia ťažkostiam súvisiacim s hromadením vápnika v prevádzkovej vode, ktorý spôsobuje zrážanie uhličitanu vápenatého v potrubiach a na sitách a plsti. Nedávno sa v niektorých závodoch na výrobu papiera použilo možné riešenie tohto problému (pozri časť 6.3.5). Napríklad v papierni vyrábajúcej LWC a biely natieraný papier pre kryciu vrstvu lepenky prebieha anaeróbna úprava technologickej vody po riadenom vyvrážaní uhličitanu vápenatého ako náhrada za čerstvú vodu (Leipa, Schwedt, DE).

Existuje aj niekoľko prípadov Použitia anaeróbnej a aeróbnej úpravy v "biochladničkách", ktoré fungujú ako neoddeliteľná súčasť úpravy prevádzkovej vody (napr. RCF DE 6; UIPSA, Durango McKinley USA), pozri časť 6.3.4. Niekoľko závodov na spracovanie skladu papiera bez odľahčovania dokonca pracuje s úplne uzavretým vodným systémom.

V závode na prípravu látok je čistota technologickej vody menej kritická ako v prípade vody z bielej vody prevádzky papierenského stroja. Závod na prípravu látok preto poskytuje rozsiahle využitie prebytočnej upravenej vody z Papierne a interne upravenej vody z bielej vody.

V papierňach RCF s odľahčovaním je možný stupeň uzavretia vodovodného systému obmedzený dôvodom, že dosiahnuteľné vlastnosti papiera (svetlosť, čistota) sú obmedzené. V najefektívnejších zariadeniach je možné dosiahnuť najnižšie prietoky odpadových vôd približne 6-8 m³prietok. Odpadové vody sa bežne čistili aeróbnymi systémami. Približne od roku 2007 sa anaeróbne čistenie úspešne používa na čistenie odpadových vôd z Papierneho závodu RCF na výrobu tissue papiera a neskôr aj na čistenie odpadových vôd z výroby novinového papiera. V druhom prípade sa väčšina emisií Chemickej spotreby kyslíka pripisuje procesu odľahčovania. Túto energeticky efektívnu možnosť umožnili nové technológie reaktorov s vysokým zaťažením (pozri časť 6.3.8).

Papierne, ktoré sa zúčastňujú výroby tissue papiera zo zberového papiera, môžu potrebovať viac vody na účinné premývanie plsti z prevádzky.

Veľmi veľa údajov o spotrebe vody v skutočných zariadeniach nájdete v oddieloch 6.2.2.2, 6.3.7 a 6.3.8.

Potenciálne negatívne dôsledky uzavretia vodovodného systému sa musia regulovať (pozri kapitolu 7.3.2). V opačnom prípade by mohlo dôjsť k nahromadeniu Suspendovaných látok a rozpustených organických a anorganických látok v systéme bielej vody, čo by mohlo mať negatívny vplyv.

Medzizložkové vplyvy

Zvýšenie opakovaného používania úžitkovej vody zvyšuje teplotu úžitkovej vody. Preto je možné znížiť spotrebu pary na ohrev úžitkovej vody. Každý závod musí nájsť optimálnu vodnú bilanciú a opatrenia na zabránenie, zníženie alebo kontrolu možných negatívnych dôsledkov Uzatvorenia vodného systému. Najvyššia úroveň látok v okruhoch môže vyžadovať dodatočné aeróbne biologické čistenie. Použitie anaeróbných metód čistenia odpadových vôd pri výrobe papiera vedie k zníženiu dopytu po fosílnych palivách (pozri časť 6.3.7).

Vytvorenie vodných okruhov zaradením zahusťovadiel, ktoré zabezpečujú Oddelenie úžitkovej vody od vlákien, vedie k výraznej zmene zloženia vody v okruhu papierenského stroja v dôsledku obsahu organických a anorganických látok (napr. aniónové nečistoty). To vedie k zmene efektívnosti prísad na mokrom konci. Je potrebné zohľadniť a regulovať zvýšenie obsahu soli (iónov) v dôsledku obohatenia vodných okruhov o minerálne látky a jeho vplyv na účinnosť retenčných látok, škrobu a iných prísad.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Opis opatrení v oblasti hospodárenia s vodou sa môžu zaviesť v nových aj existujúcich zariadeniach. V niektorých starších zariadeniach, ktoré môžu mať vyššiu spotrebu čerstvej vody, môže zníženie spotreby v závislosti od kvality materiálu spôsobiť problémy s koróziou strojov a potrubí. Potom je potrebný proces výmeny tohto zariadenia. Existujúce čistiarne odpadových vôd sa musia prispôbiť zmenám v prietokoch a znečistení.

Usporiadanie spätného toku vody z podsítov v protiprúde k toku vlákien je možné len v integrovaných závodoch na výrobu celulózy a lepenky. Zariadenia na recykláciu papiera sú až na malé výnimky integrované do závodov na výrobu papiera.

Ekonomika

Minimalizácia spotreby sladkej vody znižuje náklady na Úpravu sladkej vody a odpadových vôd. Použité opatrenia závisia od konkrétnych podmienok v závodoch. Náklady na toto opatrenie závisia od počtu a druhov zmien, ktoré sú potrebné v usporiadaní vodovodných systémov a od druhov dodatočných zariadení, ktoré sú potrebné. Preto nie je možné uviesť konkrétne náklady. Dôležitá je dostatočná kapacita na skladovanie bielej vody z podzemných zásobníkov.

Dôvody implementácie

Hlavným dôvodom recirkulácie technologickej vody je zníženie zaťaženia odpadových vôd z integrovaných zariadení na výrobu zberového papiera (recyklovaných vlákien). Uzavretie vodovodného systému je predpokladom efektívneho čistenia odpadových vôd (nižšie investičné a prevádzkové náklady a vyššia účinnosť znižovania znečistenia). Dôvody na zavedenie opatrení na zníženie spotreby čerstvej vody sú tieto:

- úspora nákladov na sladkú vodu (v prípadoch),
- úspory nákladov na úpravu odpadových vôd,
- úspora nákladov na kanalizáciu,
- lokálnym dôvodom môže byť zníženie čerpania podzemnej vody.

Príklady závodov

Mnohé papierne spracúvajúce zberový papier v Európe zaviedli vyššie opísané opatrenia.

Literatúra

[14, CEPI 1997], [23, Dutch Notes on BAT 1996], [69, IFP 1998], [74, Pöyry 1994], [93, Mönnigmann a kol. 1996], [120, RIZA 1997].

6.3.4. Biologická úprava technologickej vody v oddieli pre uzavreté vodné okruhy

Opis

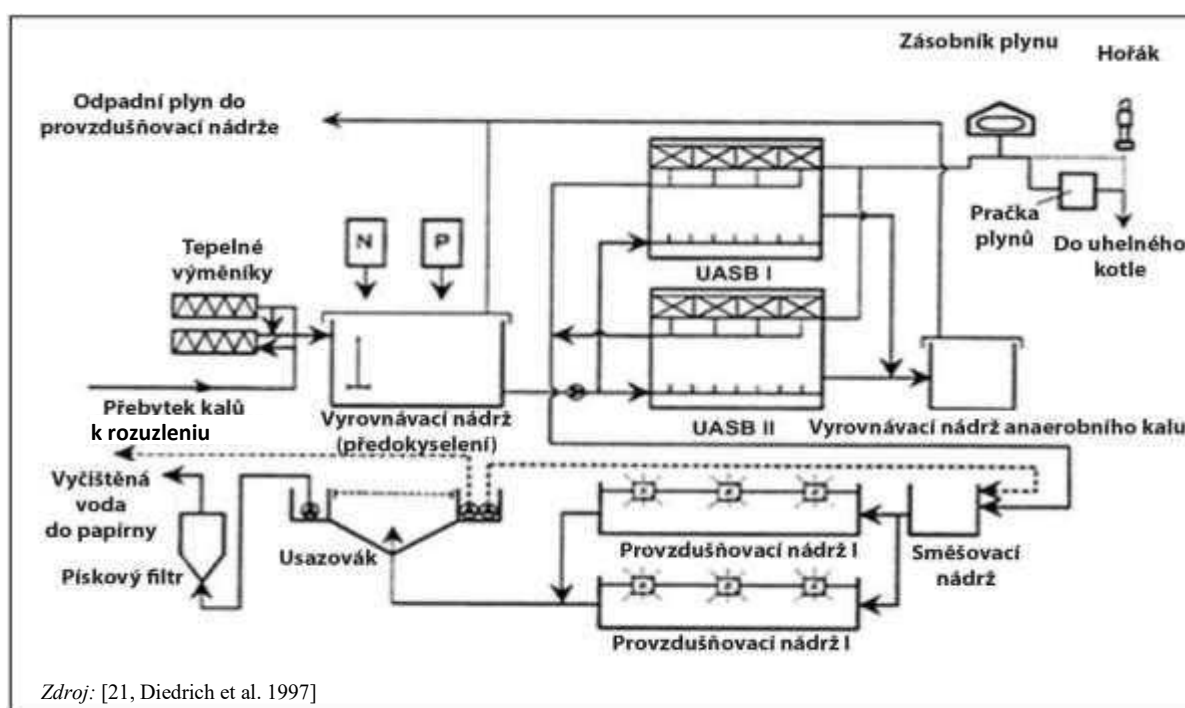
Viacerým európskym a severoamerickým papierňam vyrábajúcim papier Wellenstoff a Testliner sa podarilo úspešne znížiť vypúšťanie odpadových vôd a prevádzkovať "uzavreté vodné systémy". Nevyhnutné hromadenie rozpustených a koloidných organických látok v uzavretých vodných okruhoch spôsobuje vo väčšine prípadov vážne problémy, ako je korózia, nepríjemný zápach z vyrobeného papiera/lepenky a výpary z papierenského stroja. S cieľom znížiť organické znečistenie technologickej vody sa techniky čistenia odpadových vôd bežne používané na konečné čistenie prispôbujú na prevádzku vo výrobnom závode. Časť prietoku prevádzkovej vody (napr. tretina objemu podsitnej vody) sa čistí v biologických čističkách a vyčistená voda sa opätovne používa pri výrobe papiera. Hlavnou výhodou oddielového čistenia je, že na udržanie priamo danej úrovne znečistenia v okruhoch je potrebné znížiť len časť zaťaženia CHSK z úpravy bielej vody. Preto je radová úprava odpadových vôd ekonomicky zaujímavá. V prevádzke sú rôzne technické varianty. Táto časť stručne opisuje jedno technické riešenie.

Príklad: Anaeróbna úprava v kombinácii s úpravou aktívnym kalom a pieskovým filtrom v RCF DE 6

V RCF DE 6 je od roku 1995 v prevádzke líniová čistiareň odpadových vôd bez výraznejších problémov (Herberz 2006). Na dvoch papierenských strojoch sa vykonáva výroba papiera Testliner a Wellenstoff v množstve 400 000 ton ročne. Časť prietoku prevádzkovej vody sa ochladzuje tak, aby teplota vody klesla z 55 na 35 °C.

Zásobná nádrž/reaktor na výrobu výrobkov sa používa na predbežné obohatenie vody živinami pred jej vstupom do reaktora UASB. Následne sa provádza aeróbna Úprava v dvoch paralelných aeračných nádržoch. Po prechode cez usadzovaciu nádrž sa upravená voda vedie cez pieskové filtre, ktoré znižujú úroveň suspendovaných látok. Bioplyn vyrobený v anaeróbných reaktoroch sa čistí, aby sa odstránil H₂S a potom sa používa na výrobu pary.

Na obrázku 6.34 je znázornená zjednodušená schéma Úpravy úžitkovej vody.



Obrázok 6.34: Príklad úpravy vody v potrubí pre uzavreté vodné okruhy, Systém úpravy úžitkovej vody RCF DE 6

In-line čistenie je možné dosiahnuť požadovanú úroveň Chemickej spotreby kyslíka v okruhoch v závislosti od prietoku, ktorý sa má čistiť, a veľkosti zariadenia. Možnosť nulového vypúšťania nevyskytuje vysokú účinnosť zníženia znečistenia, ale použije len prijateľné úrovne koncentrácií v okruhoch pre požadované vlastnosti výrobku. Hospodárením s úrovňou Chemickej spotreby kyslíka v uzavretej slučke na úrovni približne 7 000 - 8 000 mg/l je kvalita technologickej vody porovnateľná so zariadeniami so súčasným priemerným objemom odpadovej vody približne 3 - 4 m³prietok.

Uvedený modelový závod má na starosti výrobu Wellenstoffu a Testlineru v podmienkach úplne bez odpadových vôd (ale bez biologického čistenia v oddieli) od roku 1970. V roku 1995, po spustení biologickej čističky v linke, prevádzka zaznamenala výrazné zlepšenie kvality prevádzkovej vody, kvality papiera a organických emisií v odpadovej vode z papierenského stroja. [145, Správa UBA 1996] (pozri obrázok 6.34).

Podobné riešenie bolo implementované v Papierni Tillmann v Zülpich-Sinzenichu (DE). Hlavný rozdiel spočíva v tom, že v zariadení Tillmann bol medzi anaeróbnymi reaktormi a čistiacim zariadením s aktivovaným kalom zavedený dekarbonizačný oddiel, aby sa zabránilo obohacovaniu vodného systému uhličitami.

vápnika alebo nekontrolované zrážanie vápnika v systéme čistenia odpadových vôd (pozri tiež kapitolu 6.3.5). Na zníženie úrovne vápnika bola stará nádrž čističky odpadových vôd upravená na prevzdušňovanú dekarbonizáciu. Po usadení sa vyzrážané látky odstránia z systému.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Uzavreté vodné okruhy s in-line úpravou vody vedú k nulovým emisiám do vody. Množstvo čerstvej vody na výrobu papiera sa znižuje na približne 1 m³/t vyrobené lepenky. Ide o množstvo vody odparenej v časti sušenia papierenského stroja (bez klčiaceho lisu).

V prípade, že papierenský podnik už pracuje so systémom bezodtokovej technologickej vody, je možné, že čistenie v linke bude účinným opatrením na zníženie kontaminácie vyrábaného papiera a zníženie úrovne zápachajúcich látok v systéme odsávania dymu z prevádzky papierenského stroja.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Vnútročné biologické čistenie znižuje Chemickú spotrebu kyslíka v vode bielej vody a následné problémy so zápachom (tvorba zápachu).

Vo vzorovej papieri (RCF DE 6) sa prevádzka čistiare odpadových vôd začala v septembri 1995. Očakávaná efektívnosť biologickej úpravy sa dosiahla v priebehu niekoľkých týždňov. Odvtedy zariadenie funguje bez rozsiahlych problémov. Je však potrebné riešiť problémy spôsobené zrážaním uhličitanu vápenatého v potrubiach a prevzdušňovacej nádrži. Boli prijaté opatrenia na zníženie zrážania uhličitanu vápenatého (pozri časť 6.3.5).

Hydraulická spoľahlivosť uzavretého okruhu spočíva v nepretržitom prívode iba 50 % prietoku vody, ktorá sa odparí v sušiacей časti prevádzky papierenského stroja ako čerstvá voda (približne 1 m³/prietok). Je potrebné vykonať úpravy vnútorného vodného systému, aby bol kompatibilný so zníženou spotrebou vody.

Medzizložkové vplyvy

Anaeróbne techniky čistenia v oddieli znižujú tvorbu prebytočnej biomasy. Prebytočná biomasa je možné opätovne použiť na výrobu papiera alebo ju je možné spáliť. Energetické požiadavky na prevádzku čistiare (čerpadlá, prevzdušňovanie, miešanie) sú úplne pokryté tepelným využitím vyrobeného bioplynu. V porovnaní s úplne uzavretým vodným systémom bez in-line úpravy je možná úroveň zápachajúcich látok v procesnej vode (napr. kyseliny mravčej, octovej, propiónovej a mliečnej) znížená o 95 %. Výsledkom je výrazné zníženie emisií uvedených organických látok v spalinách prevádzky. Neprijemné zápachy (emisie zápachu) sa tak môžu výrazne znížiť [145, Správa UBA 1996].

Technické kritériá uplatniteľnosti

Táto technika je uplatniteľná len na "hnedej farby majúce papiere" vyrobené z odpadového papiera (napr. druhy, Testliner).

Existuje niekoľko dôvodov, prečo sa táto technika vo všeobecnosti nepovažuje za BAT. Predovšetkým je dôvodom riziko zrážania uhličitanu vápenatého v okruhu prevádzkovej vody a v anaeróbných a aeróbných úpravniach. Regulácia úrovne vápnika v vode bielej je veľmi zložitá a nie je úplne objasnená. Technické riešenia tohto problému sa stále vyvíjajú (pozri časť 6.3.5). Okrem toho, aby sa v existujúcich mlynoch mohlo používať biologické čistenie v linke, musí sa uskutočniť optimalizácia systému prechodu vody na vlákno, čo je možné trvať niekoľko rokov, najmä v starších mlynoch.

Opätovné využívanie čiastkových tokov biologicky čistenej odpadovej vody ako technologickej vody sa však vykonáva v množstve papieri v Európe, ktoré vyrábajú vlnitý papier. V prípadoch, keď je recyklovaná odpadová voda vyčistená, sa podiel tejto vody môže vyskytnúť v rozsahu 50 až 60 %.

Ale aj keď je možné vyriešiť problém inkrustácií (vyzrážaných látok), tvoria sa ďalšie otázky, napr. ako zabezpečiť efektívnu a nepretržitú prevádzku vysokorýchlostných papierenských strojov na balenie papiera s nižšou gramážou ako v predchádzajúcich rokoch.

Ekonomika

Anaeróbne zariadenia si vyžadujú menšie, ale drahšie zariadenia ako aeróbne zariadenia s vyššími prevádzkovými nákladmi a úsporami energie vďaka tvorbe metánu. Pre opísaný modelový závod (RCF DE 6) bola vykázaná investícia vo výške 6 miliónov EUR (v cenách roku 1995; z toho 1 milión EUR predstavovali dotácie). Celkové ročné prevádzkové náklady zahŕňajúce chemikálie, likvidáciu oddelenej síry, mzdy a údržbu dosahujú 165 000 EUR. Táto suma zahŕňa čisté úspory energie vo výške 13 000 EUR ročne. Za predpokladu výroby 360 000 t papiera ročne a množstva upravenej technologickej vody 1 000 000 m³ Ročná priemerná hodnota špecifických prevádzkových nákladov je 0,5 €/t papiera/lepenky a 0,2 €/m³ prevádzkovej vody. Špecifické náklady zahŕňajú kapitálové a prevádzkové náklady v celkovej výške 1,8 €/papier a 0,7 €/m³ prevádzková voda [145, Správa UBA 1996].

Dôvody implementácie

Papierne vyrábajúce Wellenstoff a Testliner sa niekedy nachádzajú v blízkosti riek používaných na zásobovanie pitnou vodou alebo malých prietokov, ktoré sú pri nízkych prietokoch náchylné na neprijateľné úrovne znečistenia. Na zabezpečenie prijateľnej kvality riečnej vody stanovujú miestne orgány prísne normy pre vypúšťanie odpadových vôd na základe cieľov kvality vody definovaných pre priamo dotknuté prietoky. V niektorých prípadoch papierne nedokážu zabezpečiť splnenie týchto noriem pre odpadové vody vypúšťané počas konečného čistenia. Preto sa musí pristúpiť k úplnému zatvoreniu vodného okruhu. Uzatvorenie vodného okruhu má však negatívny vplyv na kvalitu papiera a výpary z papierenských strojov. Aby sa zabránilo zvýšeniu obsahu solí, tvrdosti vody a úrovni prchavých mastných kyselín, môže byť vhodným opatrením biologická úprava prevádzkovej vody v potrubí. Je však potrebný ďalší výskum na vyriešenie problému inkrustácie (vyzrážania) uhličitanu vápenatého a niektorých ďalších vedľajších účinkov.

Príklady závodov

RCF DE 6; VPK Oudegem, BE; Papelera de la Aqueria, ESP.

Literatúra

[145, Správa UBA 1996], [21, Diedrich a kol. 1997].

6.3.5. Znižovanie vápnika z prevádzkovej vody

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Výrazný nárast Použitia uhličitanu vápenatého ako plniva a pigmentu pri výrobe papiera viedol k vysokým koncentráciám rozpustených vápenatých iónov v mlynskej vode. Uplatňuje sa najmä v závodoch spracúvajúcich zberový papier, kde tento trend priamo posilňuje neustále sa zvyšujúce uzatváranie vodných systémov. V závislosti od úrovne uzavretia systému je možná vyššia úroveň vápnika ako 1 500 mg/l. Táto úroveň má v rámci vodovodných systémov za následok zrážanie a tvorbu inkrustácií, najmä uhličitanu vápenatého, napr. vo valcoch, sitách, plenách, sprechových dýzach, systémoch výmenníkov tepla a biologicky spracovávaných čističkách odpadových vôd. Zrážanie a inkrustácia uhličitanu vápenatého môžu byť limitujúce pre opätovné použitie biologicky upravenej vody ako prevádzkovej vody, pretože potenciál zrážania v tomto vodnom toku je veľmi vysoký [152, I.Demel a kol. 2004]. Odstránenie vápnika z procesnej vody umožňuje papierňam spracovávajúcim zberový papier ďalej používať pokročilú fázu uzavretia vodného okruhu.

Zabrániť zrážaniu a tvorbe inkrustácie uhličitanu vápenatého je možné rôznymi opatreniami:

- a) Použitie chemikálií ako inhibítorov zrážania. V papierni v Nemecku, ktorá pracuje s úplne uzavretým vodným systémom, sa používa fosfonátový inhibítor. Inhibítor sa pridáva do prevádzkovej vody upravenej biologickým aeróbnym procesom v koncentrácii 40 ppm. Táto upravená technologická voda sa používa najmä na nahradenie čerstvej vody používanej ako postreková voda v papierenskom stroji. Od začiatku používania inhibítora sa tvorba inkrustácií uhličitanu vápenatého na valcoch, sitách, plsti a sprchových dýzach znižuje na veľmi nízku úroveň. Tým sa výrazne zvýšil čas prevádzkyschopnosti papierenského stroja.
- b) Znižovanie úrovne vápnika riadeným zrážaním uhličitanu vápenatého. V dôsledku rovnováhy uhličitanov a hydrogénuhličitanov je zrážanie uhličitanu vápenatého závislé od hodnoty pH prevádzkovej vody a zodpovedajúcej koncentrácie uhličitanov. Vhodným prúdom vody na riadené zrážanie je odtok z anaeróbného reaktora. Hodnota pH odpadovej vody sa teda pohybuje v rozpätí 6,8-7,2 a je možné ju zvýšiť využitím alkalických roztokov alebo varením CO₂ vznikajúceho pri biologickej biodegradácii.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

V nemeckých závodoch na výrobu zberového papiera sú nainštalované dva systémy na zrážanie uhličitanov – systémy na zrážanie vápenatého vápnika. Prvý systém je prevzdušňovací reaktor. Lisované vzduch sa čerpá do reaktora naplneného procesnou vodou prostredníctvom dvoch rúrok s uzavretým okruhom [150, Bülow et al. 2003], [151, Bülow et al. 2003]. Oddelovanie CO₂ vedie k zvýšeniu pH na 7,8-8,0. V tomto rozpätí pH sa začína tvoriť uhličitan vápenatý, ktorý sa potom usadzuje. Znižovanie úrovne vápnika, meraná ako tvrdosť vody, sa pohybuje len v rozpätí 10-20 %. Ďalšie zvýšenie pH možno dosiahnuť využitím vápenného mlieka. Pri hodnotách pH približne 8,0 - 8,4 je pomer redukcie tvrdosti v rozpätí 50 - 90 %. Tvrdosť neupravenej odpadovej vody z anaeróbného reaktora je približne 60° dH, čo zodpovedá koncentrácii vápnika približne 400 mg/l. Uhličitan vápenatý, ktorý sa priebežne odstraňuje z kónického dna reaktora, sa znovu používa v procese výroby papiera/lepenky. V roku 2001 sa začali používať dva takéto aeračné reaktory, všetky s kapacitou 320 m³ boli nainštalované ako druhá fáza Úpravy po Anaeróbnom IC reaktore v Papierni Julius Schulte Söhne v Düsseldorfe v Nemecku. Objem vody po úprave je približne 850 m³deň. Tento systém zatiaľ nebol nainštalovaný v iných závodoch v Nemecku.

Ďalšou fázou vývoja opísaného aeračného reaktora je zariadenie na zachytávanie vápna. Tento systém je založený na princípe flotácie rozpusteného vzduchu. Hodnota pH odpadovej vody sa upravuje pomocou CO₂ a pridaním hydroxidu sodného. Vyzrážaný uhličitan vápenatý sa flotáciou vynáša na povrch a odstráni sa separátorom kalu v horných násypoch flotačnej jednotky. Tento typ flotácie rozpusteným vzduchom, ktorý je už dobre známy v priemysle papiera/lepenky, sa používa na oddelenie suspendovaných pevných látok od bielej vody v podsedáku.

V papierenskom priemysle v Nemecku bol systém zachytávania vápna doteraz nainštalovaný štyrikrát. Najväčšie zariadenie je inštalované v Papierni, ktorá spracováva papier z skla a vyrába LWC a biely natieraný testliner v množstve približne 600 000 ton ročne. Objem 700 - 800 m³/h anaeróbne čistenej odpadovej vody sa čistí v zariadení na zachytávanie vápna, aby sa zabránilo inkrustácii uhličitanu vápenatého v membránovom aeračnom systéme čistenia aktivovaného kalu.

Hodnota pH odpadovej vody je hodnota CO₂ a prídavkom hydroxidu sodného posunula zo 7,2 - 7,5 na 7,9-8,1. Potrebné množstvo roztoku hydroxidu sodného (50 % hm.) je 0,25 l/m³ až 0,45 l/m³. Tvrdosť vody na vstupe do zariadenia na zachytávanie vápna je približne 40° dH. Na výstupe sa tvrdosť znižuje na 20° dH. Redukčný pomer viac ako 50 % je možné dosiahnuť využitím väčšieho množstva hydroxidu sodného. V opísanom prípade je výsledná tvrdosť 20°dH dostatočne nízka na to, aby zaručila len nepatrnú inkrustáciu uhličitanu vápenatého v potrubí a v následných fázach čistenia. Úprava kameniva je možná.

Medzizložkové vplyvy

Riadené zrážanie uhličitanu vápenatého vo väčšine aplikácií si vyžaduje prídanie určitého množstva hydroxidu sodného na zvýšenie pH prevádzkovej vody. Prebieha vývoj, ktorý znižuje potreby dávkovania NaOH. Fáza dekarbonizácie v mlyne Tillman (pozri časť 6.3.4) sa cieľové zníženie obsahu vápnika dosahuje len vstrekománím vzduchu.

Uhličitan vápenatý, ktorý sa priebežne znižuje v reaktore, sa môže buď znova použiť v procese výroby papiera, alebo dodať iným spotrebiteľom.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Túto techniku možno použiť v nových aj existujúcich zariadeniach. Dizajn reaktora, zariadenie na vstrekovanie vzduchu a možné dávkovanie hydroxidu sodného si vyžadujú určité úpravy na optimalizáciu procesu.

Ekonomika

Možnosť a) Cena aplikácie inhibítora je vyššia ako 0,20 EUR/m³ do 0,30 EUR/m³ v závislosti od kvality inhibítora. Zodpovedá 0,60 EUR na tonu vyrobeného papiera/lepenky a 0,90 EUR na tonu vyrobeného papiera/lepenky. V prípade papiera na balenie potravín by mal byť inhibítor schválený na použitie v papieri určenom na styk s potravinami.

Možnosť b) Investícia potrebná na zariadenie na zachytávanie vápnika v prvom roku po inštalácii je približne 0,13 EUR/m³ Úprava odpadovej vody. V prípade vyššie opísaného papierneho závodu na výrobu zberového papiera, ktorý produkuje približne 600 000 ton LWC a bieleho natieraného papiera Testliner, sú náklady približne 850 000 EUR.

Dôvody implementácie

Vysoká úroveň rozpustených iónov vápnika v vode z mlyna. Zabránenie zrážaniu a tvorbe inkrustácií uhličitanu vápenatého vo vodovodných systémoch, napr. vo valcoch, sitách, obrazovkách, sitách, postrekovačoch, systémoch výmenníkov tepla a biologicky čističkách odpadových vôd. Odstránenie vápnika z prevádzkovej vody umožňuje papierňam spracovávajúcim zberový papier pokračovať v používaní zberového papiera bez opätovného otvorenia systémov pomocou pokročilého stupňa uzatvárania systémov.

Literatúra

[248, Hamm 2007], [150, Bülow et al. 2003], [151, Bülow et al. 2003], [152, I.Demel a kol. 2004].

6.3.6. Inštalácia vyrovnávacej nádrže a primárnej úpravy odpadových vôd

Pozri kapitolu 7.3.10.

6.3.7. Anaeróbne biologické predčistenie odpadových vôd

Opis

Pozri kapitolu 2.9.11.2.2.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Anaeróbne predčistenie znižuje organické znečistenie odpadových vôd, znižuje množstvo produkovaného prebytočného kalu (v porovnaní s oddielom aeróbného čistenia) a využíva energiu obsiahnutú v organickom znečistení (výroba bioplynu).

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

I. Papierne stroje RCF bez zosvetlenia (znižovanie farieb)

Efektívnosť úpravy v anaeróbných reaktoroch sa líši v závislosti od dizajnu zariadenia a prevádzkových podmienok. Typické hodnoty efektívnosti sa pohybujú v rozpätí 60-85 % pri odstránení Chemickej spotreby kyslíka (CHSK) a 85-95 % pri odstránení BOD. Celková účinnosť kombinácie anaeróbných a aeróbných techník je v rozsahu 95-97 % pri odstraňovaní Chemickej spotreby kyslíka a 99,0-99,8 % pri odstraňovaní BOD. Organické znečistenie vo vypúšťaných odpadových vodách sa znižuje na 0,5-1,0 kg Chemickej spotreba kyslíka a 0,02-0,1 kg BOD₅/tonu vyrobené lepenky.

Jeden nemecký závod na výrobu RCF, ktorý spracúva (bez odľahčenia) 100 % recyklovaných vlákien, uviedol zlepšenie účinnosti čistenia použitím kombinácie anaeróbného a aeróbného čistenia v porovnaní s dvojstupňovým aeróbnym čistením (pozri tiež emisie zo závodov na výrobu dosiek z recyklovaných vlákien v tabuľkách 6.21, 6.22 a 6.24 priamo). Boli zaznamenané priemerné ročné hodnoty uvedené v tabuľke 6.20.

Tabuľka 6.20: Priemerné ročné hodnoty vyčistených odpadových vôd vypúšťaných v nemeckej papieri a lepenkarni RCF, ktorá spracováva 100 % recyklované vlákno bez odľahčovania

Parameter	Jednotka	Dvojstupňová aeróbna úprava	Anaeróbna úprava
Úroveň chemickej spotreby kyslíka	mg/l	290	190
Úroveň BOD ₅	mg/l	21	12
Znečistenie chemickej spotreby kyslíka	kg/t	0,93	0,68

V tabuľke 6.21 a na obrázku 6.35 sú uvedené údaje o emisiách do vody z papieri RCF bez odľahčovania po aeróbnej úprave. Zoznam zahŕňa výber pretekov, pre ktoré boli poskytnuté kvalifikačné údaje, a preto nie je úplný. Vybrané závody zaviedli postupy a techniky na dosiahnutie vysokej úrovne ochrany životného prostredia. Všetky zariadenia využívajú anaeróbne čistenie s reaktormi s vysokým zaťažením (napr. reaktory EGSB) ako prvú fázu kombinovaného anaeróbného a aeróbného biologického čistenia.

Tabuľka 6.21: Priemer ročných emisií do vody z papieri RCF bez odľahčovania po anaeróbnej a aeróbnej úprave

Príklady papierní RCF bez odľahčenia	Hlásené emisie dosiahnuté po úprave anaeróbnou a aeróbnou							Výroba (t) 2006 a druhy úpravy
	Chemická spotreba kyslíka	BSK ₅	P _{celk.}	N _{celk.}	AOX	NL	Prieto k [m ³ pri etok]	
Papierne RCF na výrobu skladané lepenky (zdroj vláken: 100 % RCF alebo RCF a 0-10 % mechanických BUNIČÍN)								
Moritz J.Weig Mayen (DE)	127 mg/l	3,0 mg/l	0,49 mg/l	6,4 mg/l	0,077 mg/l	15 mg/l	4,1	535 600 skladačka z lepenky
	0,52 prietok	0,012 prietok	2 g/t	26 g/t	0,3 g/t	0,061 prietok		UASB/IC + jdnostupňová AS, flotácia pieskom
Papierne RCF vyrábajúce základ pre vlnitú lepenku na výrobu krabíc (Testliner, vlnitý materiál): 100% RCF								
RCF NL 1	110 mg/l	4 mg/l	1,2 mg/l	18,6 mg/l	ND	13,5 mg/l	4,3	507 300 Testliner, vlnitá vrstva
	0,47 prietok	0,015 prietok	5 g/t	80 g/t	ND	0,058 prietok		Anaeróbna IC + jdnostupňová AS
Nemecká papierne 1, deň	230 mg/l	16,0 mg/l	1,8 mg/l	8,7 mg/l	0,17 mg/l	17 mg/l	2,6	583 700 vlnitý materiál, lepenka, testliner
	0,62 prietok	0,04 prietok	5 g/t	24 g/t	0,5 g/t	0,040 prietok		UASB/IC + jdnostupňový AS

Príklady papierňach RCF bez odľahčenia	Hlásené úrovne emisií dosiahnuté po aeróbnej úprave							Výroba (t) 2006 a druhy úpravy
	Chemická spotreba kyslíka	BSK ₅	P _{celk.}	N _{celk.}	AOX	NL	Prietok [m ³ prie- tok]	
RCF de 4	188 mg/l	13,6 mg/l	1,1 mg/l	12,1 mg/l	0,12 mg/l	ND	5,1	364 000 vlnitý materiál, skladacia lepenka, Testliner
	1,0 prietok	0,07 prietok	6 g/t	64 g/t	0,6 g/t	ND		UASB/IC + jednostupňový AS/MBBR
RCF de 1	310 mg/l	17 mg/l	1,2 mg/l	3 mg/l	0,4 mg/l	ND	1,3	285 000 Testliner, laminovací papier, knihárska lepenka
	0,4 prietok	0,022 prietok	1,5 g/t	4 g/t	0,5 g/t	ND		Anaeróbna IC + Aeróbna
SCA Packaging Witzenhausen, deň	214 mg/l	21 mg/l	0,5 mg/l	4,5 mg/l	0,138 mg/l	13 mg/l	3,7	320 000 Testliner
	1,1 prietok	0,1 prietok	2 g/t	17 g/t	0,5 g/t	0,05 prietok		UASB + dvojstupňový AS
SCA Packaging Aschaffenburg, deň	147 mg/l	7,9 mg/l	0,73 mg/l	5,6 mg/l	0,2 mg/l	12,7 mg/l	4,4	314 000 vlnitý materiál
	0,65 prietok	0,035 prietok	3 g/t	25 g/t	0,9 g/t	0,06 prietok		IC + jednostupňový AS
Papierfabrik Jass Fulda, deň	174 mg/l	11,7 mg/l	0,59 mg/l	3,1 mg/l	0,20 mg/l	0,19 mg/l	3,3	476 000 Testliner, vlnitý materiál
	0,57 prietok	0,10 prietok	2 g/t	10 g/t	0,7 g/t	0,0006 prietok		IC + dvojstupňový AS
Papierfabrik Jass Schwarza, deň	155 mg/l	10,2 mg/l	1,0 mg/l	7,9 mg/l	0,13 mg/l	ND	5,7	380 000 Testliner, vlnitý materiál
	0,88 prietok	0,06 prietok	6 g/t	45 g/t	0,7 g/t	ND		IC + jednostupňový AS
RCF DE 6	0	0	0	0	0	0	0	400 000 Testliner, vlnitý materiál
	0	0	0	0	0	0		UASB + jednostupňová AS, piesková filtrácia

Poznámka: ND = nemerateľný; UASB = anaeróbny flokulárny mrak s prietokom; IC = anaeróbny reaktor s vysokou mierou znečistenia s vnútornou cirkuláciou; AS = aktivovaný kal; MBBR = biofilmový reaktor s lôžkom biomasy. Pokiaľ ide o hodnotu N_{celk.}, údaje pre nemecké vzorové závody zahŕňajú len anorganické zlúčeniny dusíka (organický N sa nezapočítava).

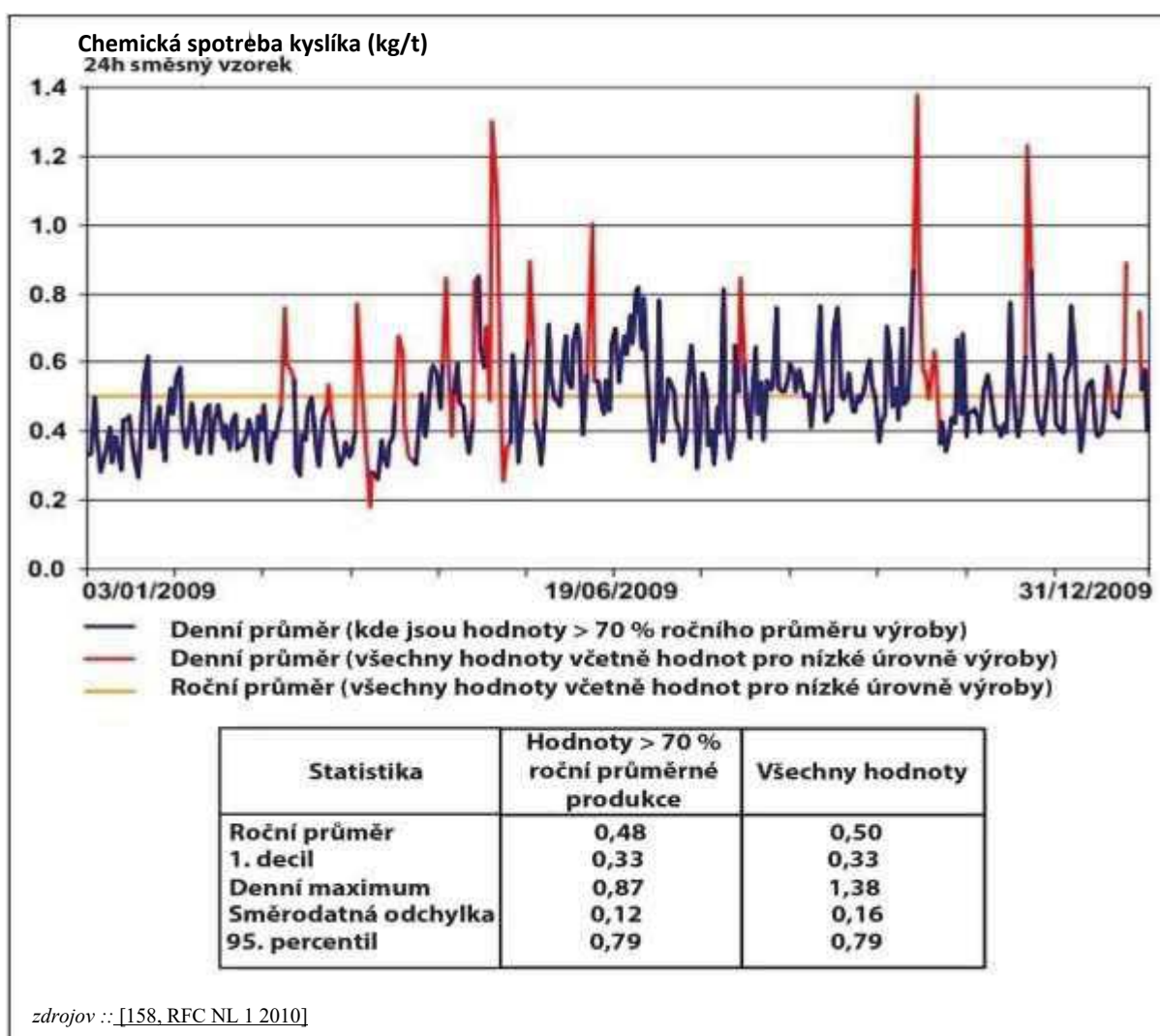
Zdroj: [248, Hamm 2007]

Ďalšie podrobnosti o dosiahnutých emisiách sú uvedené v kapitole 6.2.2.5.

V prípadoch, keď sa odpadová voda po biologickom čistení čiastočne recirkuluje. Približne 15-30 % biologicky vyčistenej odpadovej vody sa vracia späť do výroby. Papierne RCF bez odľahčovania sa veľmi nelíšia, pokiaľ ide o emisie do vody dosiahnuté po biologickom čistení. Organické znečistenie vo vypúšťaných odpadových vodách sa znižuje na 0,5-1,1 kg Chemická spotreba kyslíka a 0,01-0,1 kg BOD₅/tonu vyrobené lepenky.

Papierne, ktoré sa zúčastňujú výroby skladacej lepenky, dosiahnu rovnaké hodnoty z hľadiska organického znečistenia. Špecifický odpad tejto skupiny RCF papiera je mierne vyšší ako v prípade skupiny vlnitého RCF papiera (pozri tabuľku 6.24). Medzi uvedenými druhmi papiera nie je potrebné ďalej rozlišovať.

Na obrázku 6.35 je znázornené organické znečistenie po aeróbnom čistení odpadových vôd (anaeróbne IC reaktory + aktivovaný kal) papierne RCF, ktorá vyrába testliner, knihársku lepenku a vlnitý linerový papier zo 100 % zberového papiera na troch papierenských strojoch. Obrázok sumarizuje priemerné denné emisie Chemickej spotreby kyslíka za celý rok a poskytuje štatistické vyhodnotenie. Údaje o priemerných denných hodnotách boli vyhodnotené pre dva rôzne prípady: a) zohľadnenie všetkých údajov (červená čiara) a b) vynechanie dní, keď bola výroba výrazne nižšia ako ročný priemer (fialová čiara). Výhodou prípadu b) je, že vynechanie dní, ktoré sú z hľadiska produkcie jednoznačne podpriemerné, znižuje matematický efekt delenia podobných emisií Chemickej spotreby kyslíka relatívne nižšími menovateľmi (v prípade zníženej čistej produkcie), čo by bolo zavádzajúce. Týmto spôsobom sa odstránilo niekoľko atypických maximálnych hodnôt. To vedie k rozumnejším záverom o stabilite skutočného výkonu zariadenia. Pre ročné a mesačné priemery nie je tento vplyv dôležitý.



Obrázok 6.35: Ročná priemerná denná CHSK za celý rok (RCF NL 1)

Príkladom je papierňa, ktorá zaviedla do procesu všetky začlenené BAT vzťahujúce sa na odpadové vody a je vybavená dobre dimenzovanou a prevádzkovanou biologickou čističkou odpadových vôd. Priemer vypúšťania v priebehu roku bol 3 m.³/ADt, pričom ročná priemerná úroveň CHSK bola 145 mg CHSK/l (95. percentil dennej priemernej hodnoty: 180 mg CHSK/l).

II. Papierne stroje RCF s odľahčováním (znižovanie atramentu/farby).

V tabuľke 6.22 sa uvádzajú údaje o emisiách do vody z RCF s odľahčením po aeróbnom spracovaní. Táto skupina zahŕňa papierne RCF vyrábajúce grafický papier (papier, superkalandrovaný papier) a tissue papier. Používané druhy zloženia vlákien sa líšia. Zatiaľ čo znečistenie v grafických papierňach obsahuje najmä sekundárne vlákna a v niektorých prípadoch integrované mechanické vlákna, znečistenie v tissue papierňach RCF obsahuje sekundárne vlákna a chemické buničiny. Všetky zariadenia využívajúce anaeróbne čistenie s reaktormi s vysokým zaťažením (napr. IC reaktor) používajú ako prvú fázu kombináciu anaeróbného a aeróbného biologického čistenia. Potrebné zvýšené zatvorenie vodných systémov vedie k koncentrovanejšiemu zloženiu vypúšťaných odpadových vôd (Chemická spotreba kyslíka: 1 000-2 000 mg/l), ktoré tak slúžia na účinnú úpravu novými anaeróbnymi systémami.

Papierne RCF s odľahčováním sa veľmi nelíšia, pokiaľ ide o emisie do vody dosiahnuté po biologickom čistení. Organické znečistenie vo vypúšťaných odpadových vodách sa znižuje na 1,9-2,7 kg Chemická spotreba kyslíka a 0,01-0,2 kg BOD₅, na tonu vyrobené lepenky.

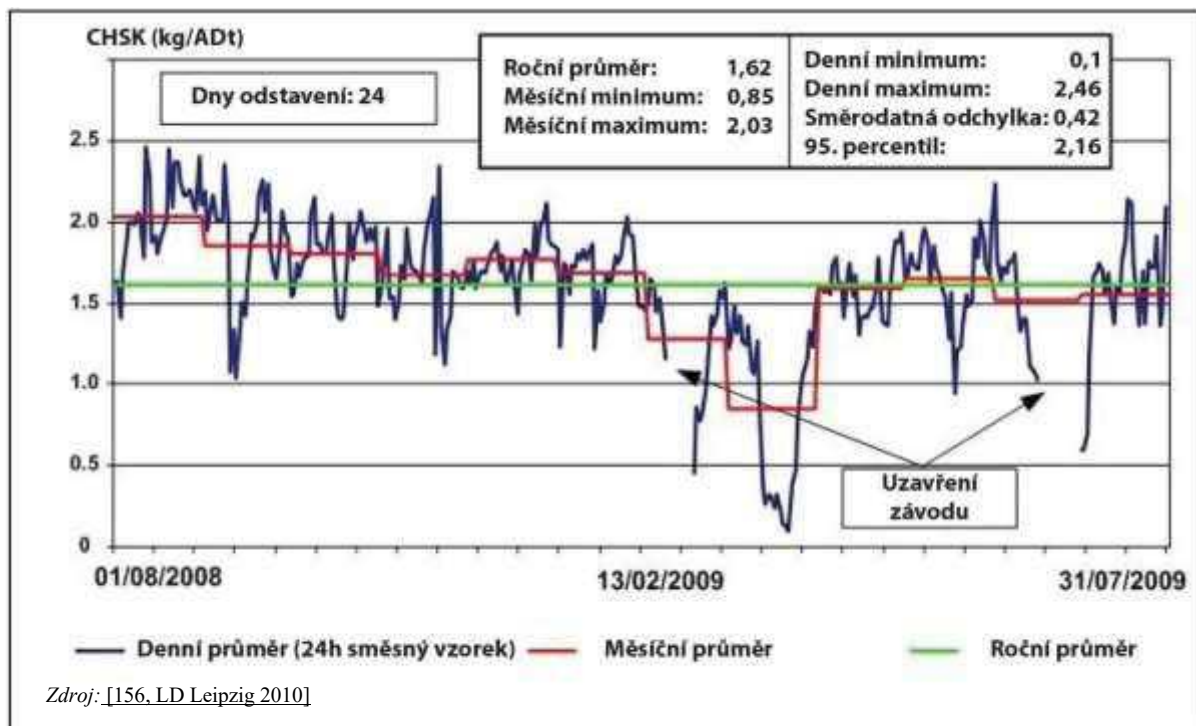
Z hľadiska špecifického objemu odpadových vôd je potrebné rozlišovať medzi papierňami s RCF na výrobu grafického papiera a papierňami s RCF na výrobu tissue papiera. Až na jednu výnimku je špecifické množstvo odpadových vôd pri výrobe tissue papiera mierne vyššie ako pri výrobe grafického papiera zo zberového papiera.

Tabuľka 6.22: Priemer ročných emisií do vody pre papierne RCF s odľahčováním (po anaeróbnej a aeróbnej práci)

Príklady papierní RCF s bleskom	Hlásené úrovne emisií dosiahnuté po aeróbnej úprave							Výroba (t) 2006 a druhy úpravy
	Chemická spotreba kyslíka	BSK ₅	P _{celk.}	N _{celk.}	AOX	NL	Prietok [m ³ /prietok]	
Papierne RCF na výrobu grafického papiera (papier, superkalandrovaný papier)								
UPM-Kymmene Schwedt, deň (100 % RCF)	271 mg/l	6,6 mg/l	0,66 mg/l	2,6 mg/l	0,09 mg/l	33 mg/l	9,4	295 000 papier, superkalandrovaný papier
	2,5 prietok	0,06 prietok	6 g/t	24 g/t	0,8 g/t	0,31 prietok		Anaeróbna IC + dvojstupňová AS
Papierenský závod 2, DE (100 % RCF)	198 mg/l	2 mg/l	0,46 mg/l	0,6 mg/l	0,17 mg/l	10 mg/l	10,4	328 600 novinový papier; 34 200 komerčný DIP
	2,1 prietok	0,02 prietok	5 g/t	5 g/t	2 g/t	0,10 prietok		IC + jednoduchá AS / mikroflotácia
UPM-Kymmene Schongau, deň (85 % RCF, 15 % GW)	349 mg/l	6 mg/l	0,4 mg/l	0,4 mg/l	0,18 mg/l	18 mg/l	7,6	716 600 papier
	2,7 prietok	0,005 prietok	3 g/t	3 g/t	1 g/t	0,14 prietok		IC + dvojstupňový AS/MBR
Papierne RCF v procese výroby tissue papiera (zdroj vlákien: 100 % RCF alebo 75 % RCF a približne 25 % zakúpených CP)								
WEPA Giershagen, deň (75 % RCF))	187 mg/l	10 mg/l	1,17 mg/l	17,4 mg/l	0,25 mg/l	ND	10,0	83 000 tissue papier
	1,9 prietok	0,1 prietok	10 g/t	170 g/t	3 g/t	ND		IC + jednoduchá AS / mikroflotácia
Papierfabriken Wernhausen, deň (75 % RCF)	125 mg/l	16 mg/l	1,05 mg/l	7,2 mg/l	0,12 mg/l	31 mg/l	14,6	96 300 tissue papier
	1,9 prietok	0,2 prietok	20 g/t	110 g/t	1,8 g/t	0,45 prietok		IC + jednoduchý AS
Poznámka: ND = nemerateľný; IC = anaeróbny reaktor s vysokou úrovňou znečistenia s vnútornou cirkuláciou; AS = aktivovaný kal; MBBR = biofilmový reaktor s nosičom biomasy v plaváku; GW = drevná hmota; CP = chemická buničina. Pokiaľ ide o hodnotu N _{celkovej} , údaje pre nemecké modelové prevádzky zahŕňajú len anorganické zlúčeniny dusíka (N _{organické} .. možná zahrnuté).								

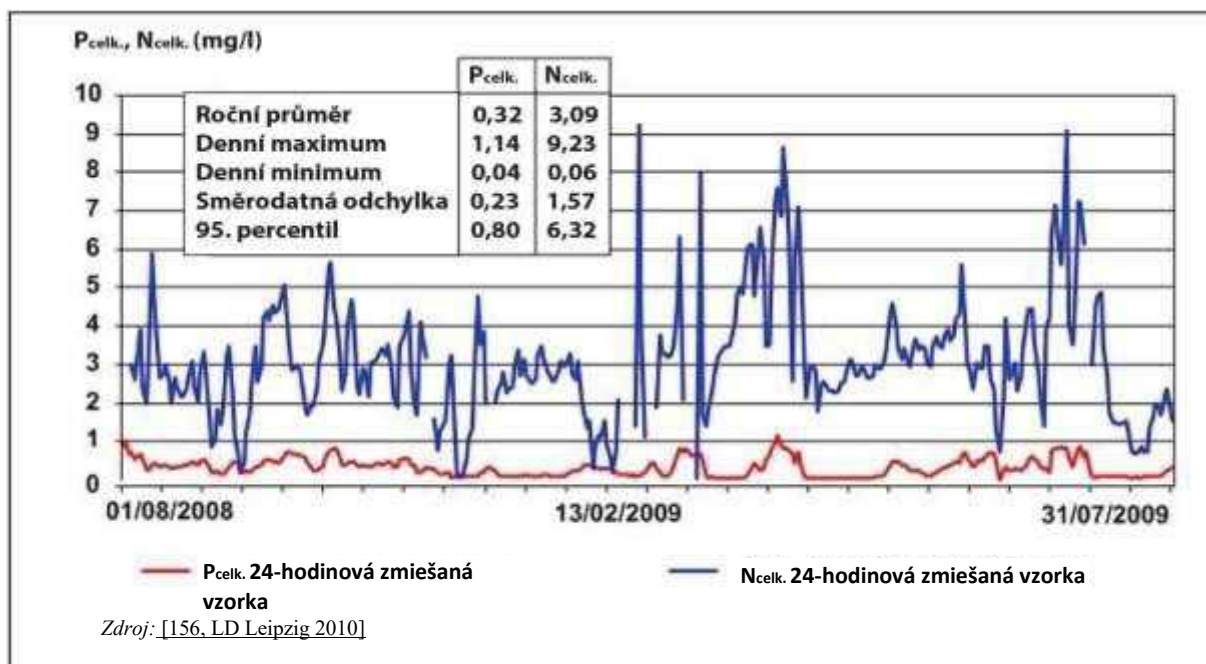
Ďalšie podrobnosti o dosiahnutých emisiách sú uvedené v oddiele 6.2.2.5.

Na obrázku 6.36 je uvedený prehľad emisií z Papírne RCF s odľahčovaním, ktorá sa venuje najmä výrobe papiera. Denné emisie CHSK sa vzťahujú na inštalovanú kapacitu zariadenia, keďže údaje o dennej výrobe neboli k dispozícii za celý rok. V roku 2009 bol skutočný celkový objem výroby v závode mierne nižší ako inštalovaná kapacita. Ak by sa denné hodnoty emisií CHSK neuplatňovali na výrobu (namiesto kapacity), špecifické hodnoty emisií CHSK by boli o niečo vyššie ako hodnoty uvedené na obrázku 6.36 (ročný priemer približne 2 kg CHSK/t). Čistiareň odpadových vôd pozostáva z anaeróbného stupňa, následne sa používajú procesy s nízkym znečistením aktivovaným kalom. Po sekundárnom čistení sa časť vody prevedie do terciárneho čistenia (mikroflotačná jednotka), kde sa pridávajú polyelektrolyty a polyaluminiumchlorid ako flokulanty a vzniknuté vločky sa oddelia flotáciou. Čiastočný prietok sa vždy upravuje v mikroflotačnej jednotke pre možné Použitie, napríklad z dôvodu dočasne najvyššej Chemickej spotreby kyslíka, Suspendovaných látok alebo emisií fosforu.



Obrázok 6.36: Chemická spotreba kyslíka v papírni RCF s odľahčením po anaeróbnej a aeróbnej biologickej práci za rôzne referenčné obdobia

Ako vidieť na obrázku 6.37, dosiahnuté emisie dusíka, fosforu a NL sú relatívne nízke, čo možno čiastočne vysvetliť mikroflotáciou čiastočného toku odpadovej vody. Hodnoty NL sa zvyčajne pohybujú medzi 10 a 20 mg NL/l (dvojhodinová zmesná vzorka). Obsah celkového fosforu je počas celého roka nižší ako 1 mg/l; úroveň anorganického dusíka (v tomto prípade približne 50 % celkového dusíka) je zvyčajne nižšia ako 6 mg N v 24-hodinovej zmiešanej vzorke._{anorg./l}. Prietok sa pohybuje medzi 9 a 10 m³/ADt papiera/lepenky.



Obrázok 6.37: Úroveň Pcelkovej. Na Ncelkovej po aeróbnom/aeróbnom biologickom čistení a čiastočnom terciárnom čistení odpadových vôd z výroby papiera RCF

Medzizložkové vplyvy

Pri určitých druhoch "hnedej" lepenky je možné vyhnúť sa externej likvidácii kalu vrátením prebytočného kalu do výrobného procesu. Podiel kalu v surovine je menej ako 1 %. Vrátenie prebytočného kalu je však uplatniteľné len v určitých prípadoch (napr. nie je možné v papierňach na výrobu tissue papiera alebo grafického papiera).

Technické kritériá uplatniteľnosti

Zatiaľ čo anaeróbna spracovanie je bežné pre papierne spracúvajúce zberový papier a vyrábajúce vlnitý papier, testliner a lepenku, menej prípadov tejto techniky sa stále vyskytuje pri spracovaní odpadových vôd z odľahčených druhov papiera, ako je tissue papier a novinový papier, kde predovšetkým sa chemická spotreba kyslíka pripisuje procesom odstraňovania farby/atramentu (odľahčovanie).

Rozsiahle uzavretie vodných systémov v závodoch RCF spôsobuje vysokú koncentráciu rozpustených organických látok v systémoch prevádzkovej vody. Aby sa anaeróbne techniky ako prvý stupeň biologického čistenia odpadových vôd využívali hospodárne, úroveň Chemickej spotreby kyslíka v procesnej vode by nemala byť menšia ako 1 000 - 2 000 mg/l. Papierne vyrábajúce "hnedej" farby môžu veľmi ľahko dosiahnuť tieto hodnoty pri nízkej spotrebe čerstvej vody. Túto úroveň dosiahnutie dosahujú aj papierne vyrábajúce odľahčené druhy papiera pred akoukoľvek úpravou vody. Použitie anaeróbnej metódy čistenia odpadových vôd na výrobu zosvetleného papiera je čoraz rozsiahlejšie (napr. Stora Enso Eilenburg, UPM-Kymmene Schongau [149, H.Hilbert 2008]). Rozpustené sírany by mohli narušiť anaeróbny proces čistenia, ak úroveň prekročí 1 000 mg/l, pretože anaeróbny proces premieňa sírany na sírových (H_2S), ktorý je pri vysokých úrovniach toxický pre anaeróbne mikroorganizmy. Zvyčajne sa toxické úrovne nevyskytnú.

Ekonomika

Investície potrebné do kombinovaných anaeróbných a aeróbných čistiarní odpadových vôd sa výrazne líšia v závislosti od konkrétneho zaťaženia CHSK a objemu odpadových vôd. Pri predpokladanom zaťažení CHZP 20-35 ton denne, čo zodpovedá ročnej výrobe 200 000-350 000 ton papiera Wellenstoff a Testliner, je potrebná investícia v rozpätí 7-12 miliónov EUR.

Pri zohľadnení čistých úspor energie vďaka výslednému bioplynu, ktorý sa používa ako palivo, sa ročné prevádzkové náklady vrátane chemikálií a prevádzkových materiálov, odstránenie odpadu, miezd a údržby pohybujú v rozmedzí 0,6-1,0 EUR na tonu vyrobeného papiera.

Dôvody implementácie

Najdôležitejším dôvodom inštalácie kombinovaných anaeróbno-aeróbných systémov biologického čistenia technologickej vody je lepšia stabilita z hľadiska kolísania zaťaženia Chemickou spotrebou kyslíka v porovnaní so samostatným aeróbnym čistením. Ďalším stimulom je výroba bioplynu a jeho Použitie ako paliva v kotolniciach. Nakoniec je potrebné zohľadniť aj podstatne menší objem vyprodukovaného odpadového kalu. Využitie kombinácie anaeróbných a aeróbných techník namiesto jednostupňových alebo dvojstupňových aeróbných techník znižuje produkciu kalu o 70 - 80 %. Tento údaj je zaujímavý najmä pre papierne, ktoré nemajú vlastné zariadenia na energetické Použitie odpadových kalov a nerecyklujú kaly do výrobných procesov, a preto musia zabezpečiť ich nákladnú externú likvidáciu.

Príklady závodov

V mnohých európskych závodoch vyrábajúcich testliner, wellenstoff alebo lepenku je anaeróbne spracovanie prvou fázou čistenia odpadových vôd. Pri odľahčených druhoch sa anaeróbna-aeróbna čistenie používa napr. v spoločnostiach Stora Enso Eilenburg (papier), UPM Schongau (papier, superkalandrovaný papier), UPM Schwedt (papier), WEPA Giershagen (tissue papier), SCA Kostheim (tissue papier), Wernhausen Papierfabriken (tissue papier).

Literatúra

[22, Driessen a kol. 2007], [59, Hamm et al. 1991], [69, IFP 1998], [80, báze 1991], [248, Hamm 2007], [149, Hilbert 2008], [156, LD Leipzig 2010].

6.3.8. Aeróbna biologická úprava odpadových vôd

Opis

Pozri kapitolu 2.9.11.2.1.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Znižovanie emisií organických látok (CHSK, BOD, AOX, fosforu, dusíka a chelačných látok do vody).

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

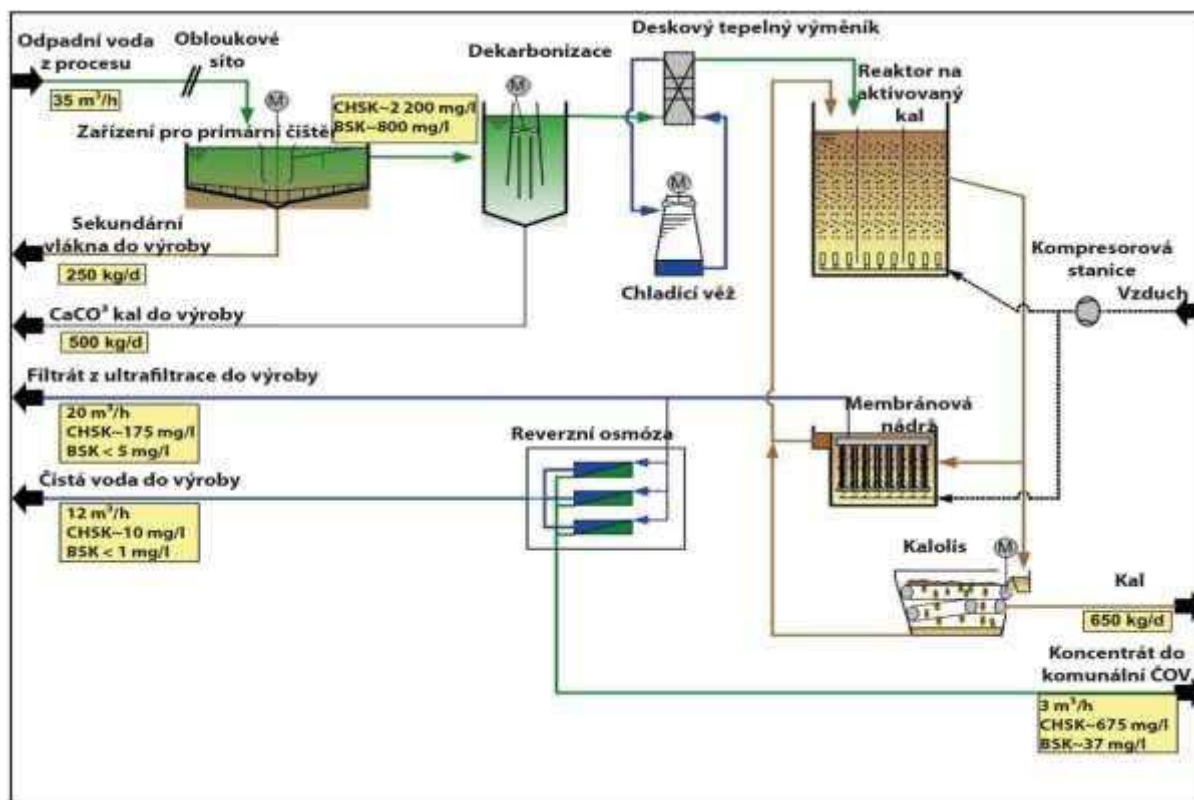
Aeróbne biologické čistenie odpadových vôd vypúšťaných z papierní na výrobu zberového papiera sa používa od roku 1980 na odstránenie organických látok spotrebúvajúcich kyslík a špecifických organických látok. Tieto látky sa v rôznych druhoch biologických čistiacich systémov premieňajú na biomasu, Oxid a vodu. Aeróbne systémy s aktivovaným kalom s nízkym zaťažením sú v tomto sektore veľmi rozšírené. Obsah látok v odpadových vodách je v papierňach spracúvajúcich zberový papier vo všeobecnosti nízky.

Príklad MBR v Köhler Pappen, Gengenbach (DE)

Na troch papierenských strojoch sa ročne vyrobí 35 000 ton zberovej lepenky (sivého kartónu). Vyrába sa tu mnoho rôznych druhov, z ktorých niektoré sú farbené. Pred zavedením MBR sa odpadová voda čistila iba usadzovaním a následne sa vypúšťala do bežnej komunálnej biologickej čistiarne odpadových vôd. Priemer množstva odpadových vôd špecifických pre výrobu je približne 8 m³/t alebo 38 m³deň.

Príslušný orgán sa rozhodol radikálne zhrútiť poplatky za kanalizáciu z 0,35 EUR/m³ ADt₃. Závod musí uplatňovať poplatky za čerstvú vodu ("vodovodné poplatky"). Preto bolo potrebné znížiť spotrebu čerstvej vody a objem odpadovej vody. Závod na výrobu lepenky Kohler Pappen chcel z ekonomických dôvodov využívať teplo z horúcej vody. Toto opatrenie sa považovalo za príležitosť na ochranu výrobného zariadenia.

Napriek vysokej rozmanitosti výrobkov je cieľom koncepcie čistenia odpadových vôd v čo najväčšej miere vrátiť vyčistenú vodu späť do výroby, aby sa dosiahlo dosiahnutie uzavretého vodného okruhu. Na obrázku 6.38 je znázornená schéma úpravy prevádzkovej vody vrátane MBR v Papierni Köhler Pappen.



Obrázok 6.38: Schéma čistenia prevádzkovej vody vrátane MBR v papieriňi Köhler Pappen

Priamo uvedené sú predovšetkým časti koncepcie úpravy vody Köhler Pappen:

- Oblúkové sito na odstraňovanie plastových výplní, penového polystyrénu a iného odpadu.
- Primárna usadzovacia nádrž na regeneráciu vlákien.
- Dekarbonizačný reaktor vrátane zariadenia na úpravu. Kontrolované znižovanie vápnika je nevyhnutné, pretože Použitie zmiešaného odpadového papiera ako suroviny a vysoké uzavreté vodné okruhy zvyšujú riziko usadzovania uhličitanu vápenatého na membránach. Do odpadovej vody bohatej na vápnik sa pridáva sódový popol, vápenné mlieko, chlorid železitý a kyselina, ktoré sa zmiešajú a následne vytvoria mikročastice uhličitanu vápenatého. Použitie flokulačných činidiel a správne miešanie pomáha vytvárať zhluky častíc uhličitanu vápenatého, ktoré možno odstrániť sedimentáciou následne s zberom a odčerpávaním týchto usadenín. Odvodnená suspenzia uhličitanu vápenatého má koncentráciu 50 g/l až 300 g/l a používa sa ako výplň do druhov kartónových papierov. Cieľom je udržať koncentráciu vápnika na úrovni 50 mg/l.
- Kaskáda s aktivovaným kalem (600 m³, úroveň biomasy 10-12 g/l, pomer živín k hmotnosti < 0,2 kg BOD/kg SS×den).
- Tri paralelne pôsobiace ponorné membránové zariadenia s dutými vláknami (priemerná veľkosť pórov: 0,04 mikrometra, čo zodpovedá ultrafiltrácii). Všetky nádrže majú objem 10 m³ a obsahuje tri stojany, z ktorých každý obsahuje 16 membránových modulov. To poskytuje spolu plochu membrány 5 000 m² s vypočítaným prietokom 8 l/m² × h.
- Znižovanie zostávajúcich rozpustených solí vo filtráte MBR je možné dosiahnuť čiastočným prietokom (až do 50 % filtrátu MBR), ktorý sa ďalej čistí dvojfázovou reverznou osmózou (maximálne 15 barov). V čase písania tohto článku (2013) sa RO vykonáva len s nízkou kapacitou ako druh bezpečnostného filtra pre rôzne druhy solí, pretože nedochádza k zrážaniu CaCO₃.

Recirkuláciou filtrátu z MBR a čiastočným prietokom čistej vody z reverznej osmózy možno pôvodný prietok odpadovej vody znížiť o viac ako 90 %. Zvyšný prietok (približne 0,6 m³/t) odpadovej vody (koncentrát z reverznej osmózy) ide do mestskej Čistiareň odpadových vôd v Gengenbachu.

Priemer spotreby elektrickej energie pre Čistiareň (dekarbonizácia, aktívny kal, MBR, reverzná osmóza) je 2,3 kWh/kg Chemická spotreba kyslíka^{odstránenie} alebo 2,0 kWh/kg Chemická spotreba kyslíka. bez reverznej osmózy. Denne vzniká približne 650 kg odvodneného biologického kalu, ktorý sa musí priamo spracovať alebo odstrániť. Chemikálie na flokuláciu sa používajú v dekarbonizačnom zariadení.

Údaje o priemernej kvalite odpadovej vody, ktorá sa vyskytla po primárnom čistení, filtráte MBR, čistej vode RO a koncentráte RO sú uvedené v tabuľke 6.23 (údaje z roku 2010).

Tabuľka 6.23: Dosiahnutá priemerná kvalita odpadových vôd počas rôznych stupňov čistenia v papierni Gengenbach

Parameter	Hodnota	Odtok sedimentov	MBR filtrát	Čistá voda z reverznej osmózy	Koncentrát z reverznej osmózy
ohrev	m ³ /h	28	28	10	3
Úroveň chemickej spotreby kyslíka	mg/l	2 600	165	10	675
Úroveň BOD ₅	mg/l	1 300	< 5	< 1	37
Náklad na dobierku	kg/t	17,5	1,1	0,07	0,49
Zaťaženie BOD ₅	kg/t	8,75	0,03	0,007	0,03
Vodivosť	CMP	2 500	2 400	110	6 700
Úroveň vápnika	mg/l	300	43	10	75
Celkové suspendované látky	mg/l	150	< 2	< 1	< 1
Nový ³ Nový	mg/l	4,1	0,9		
PO ₄ -P	mg/l	1,3	0,2		
teplota	°C	41	35	32	31
Hodnota pH		6,6	8,1	6,5	6,2

Náklady na úpravu prevádzkovej vody v mlyne Köhler sú čiastočne kompenzované regeneračným procesom (menej ohrevu čerstvej vody vďaka tomu, že je možné využiť teplo z recirkulovaného filtrátu). Použitie získaného CaCO₃ ako plniva a skutočnosť, že táto úprava je výrazne lacnejšia ako alternatívna úprava v komunálnej čistiarni odpadových vôd. Ak sa zohľadnia investície, celkové špecifické náklady sú približne 0,50 EUR/m³čo je len o niečo viac ako cena zaplatená obci v roku 2007 pred výstavbou čistiarne. Celkové špecifické náklady 0,50 EUR/m³ sa môžu ďalej znížiť o 30 %, pretože kvalita vody vo filtráte MBR je už vhodná na zásobovanie všetkých častí výroby lepenky bez potreby použitia jednotky reverznej osmózy. Tvrdosť vody sa dostatočne znížila dekarbonizačnou jednotkou, takže nie je potrebné inštalovať zariadenie na reverznú osmózu na odstránenie solí alebo vápnika. Na druhej strane, ak sa vyžaduje dekarbonizácia prevádzkovej vody, približne 0,22 EUR/m³.

Ekonomika

Náklady na systém MBR (investičné a prevádzkové náklady) sú vyššie ako v prípade štandardného aeróbného dvojstupňového systému s reaktorom na sušenie a úpravou aktivovaného kalu s nízkym zaťažením.

V priamo realizovanej prípadovej štúdii sa skúmali prevádzkové a celkové náklady rôznych systémov MBR s použitím realistického modelu na spracovanie čiastočného toku odpadových vôd z Papierní po primárnom spracovaní. Hodnotenie nákladov zahŕňalo bioreaktor s aktivovaným kalom. Údaje boli získané v spolupráci s inžinierskymi spoločnosťami a spoločnosťami v oblasti výroby [118, A.Helble a kol. 2009]. Celkové prevádzkové náklady systému MBR s ponornými membránami a prevzdušňovanými rúrkovými membránami pre protiprúdový prietok boli 0,22 EUR/m³. Tieto náklady zahŕňajú špecifickú spotrebu energie bioreaktora s aktivovaným kalom (0,05 EUR/m³), špecifickú spotrebu energie úrovne membránového stupňa

(0,06 EUR/m³), výmeny membrán a náhradných dielov, živín, odplavovacích a čistiacich prostriedkov a mzdových nákladov. Prevádzkové náklady rôznych systémov MBR na čistenie odpadových vôd z papieri sa pohybujú medzi 0,18 EUR/m³ a 0,28 EUR/m³. Všetky skúmané systémy MBR boli systémy UF, t. j. s veľkosťou pórov < 0,1 μm (predpokladané náklady na energiu 0,06 €/kWh). Konkrétne celkové ročné náklady (kapitálové + prevádzkové náklady) sa pohybujú v rozpätí 0,56-0,59 EUR/m³.

Hoci ceny membrán výrazne klesli a ich životnosť sa predĺžila, MBR systémy sú stále drahšie ako tradičné biologické systémy. Na vyhodnotenie celkových nákladov je však potrebné zohľadniť výhody, ako je recirkulácia vody, rekuperácia energie, spoľahlivosť procesov, kvalita odpadovej vody a zníženie nákladov na spracovanie kalu.

V tabuľke 6.24 sú uvedené dosiahnuté emisie v odpadových vodách RCF s odľahčením a bez odľahčenia po aeróbnej úprave. V tabuľke 6.24 sú uvedené predovšetkým skupiny kvality, výrobky, druhy použitého vlákňového zloženia a druhy použitého čistenia. Referenčný rok je 2006, v prípadoch niektorých pretekov 2008.

Tabuľka 6.24: Priemer ročných emisií do vody z papieri RCF s odľahčením a bez odľahčenia po aeróbnej úprave

Príklady papierní RCF a zloženie BUNIČINY	Hlásené úrovne emisií dosiahnuté po aeróbnej úprave							Výroba (t) 2006 a druhy úpravy
	Chemická spotreba kyslíka	BSK5	Pcelk.	Ncelk.	AOX	NL	Prieto k [m3pri etok]	
Papierne RCF s odľahčovaním na výrobu grafického papiera RCF (papier, LWC, kopírovací papier, superkalandrovaný papier)								
SE Maxau, deň (52 % RCF, 42 % RMP, 6 % CP)	359 mg/l	7 mg/l	0,72 mg/l	1,6 mg/l	0,12 mg/l	13 mg/l	10,5	670 000 papier, superkalandrovaný papier
	2,9 prietok	0,05 prietok	0,008 prietok	0,017 prietok	0,001 prietok	0,14 prietok		Dvojstupňová AS/MBR
Gebr. Lang Ettringen, deň (90% RCF, 8% GW, 2% CP)	226 mg/l	12 mg/l	0,6 mg/l	2,1 mg/l	0,13 mg/l	0,5 mg/l	8,9	555 200 papier, superkalandrovaný papier
	2,0 prietok	0,09 prietok	0,005 prietok	0,02 prietok	0,001 prietok	0,005 prietok		Jednostupňový AS / zrážací filter, ozonizácia / biofilter
Papierne, DE (100 % RCF)	157 mg/l	9 mg/l	0,4 mg/l	2 mg/l	0,1 mg/l	ND	11,5	240 000 LWC kopírovací papier
	1,8 prietok	0,1 prietok	0,004 prietok	0,019 prietok	0,001 prietok	ND		MBBR + jednofázový AS
Papierne, NL (100% RCF)	214	8,9	1,1	7,4	0,3	7,4 mg/l	13,1	230 000 superkalandrovaný papier (ref. rok: 2010)
	2,8	0,12	0,014	0,1	0,003	0,1 prietok		Predvzdušňovanie / jednostupňová AS
Papierne RCF s odľahčením sa zúčastňujú výroby tissue papiera								
SCA Kostheim, DE (100 % RCF)	135 mg/l	12 mg/l	0,8 mg/l	5,6 mg/l	0,29 mg/l	ND	15,8	104 000 tissue papier
	2,1 prietok	0,2 prietok	10 g/t	90 g/t	4 g/t	ND		MBBR + AS
Papierne RCF bez odľahčenia se používajú na výrobu skladačkovej lepenky								
MM Gernsbach, deň (100 % RCF)	183 mg/l	15,0 mg/l	0,60 mg/l	1,6 mg/l	0,18 mg/l	6 mg/l	6,0	200 000 lepenkových skladačiek
	1,1 prietok	0,09 prietok	0,004 prietok	0,010 prietok	0,001 prietok	0,004 prietok		Jednostupňový AS/ MBR
RCF DE 5 (85% RCF, 10% MP, 5% CP)	103 mg/l	7,3 mg/l	0,80 mg/l	2,6 mg/l	0,07 mg/l	8,3 mg/l	10,5	200 000 lepenkových skladačiek
	1,1 prietok	0,08 prietok	0,008 prietok	0,03 prietok	0,0007 prietok	0,009 prietok		Jednostupňový AS/ MBR, biofilter
Poznámka: ND = nemerateľné; AS = aktivovaný kal; MBBR = biofilmový reaktor s vrstvou biomasy; RCF = recyklované vlákna; MP = mechanická buničina; RMP = rafinovaná mechanická buničina; CP = chemická buničina. Pokiaľ ide o hodnotu Ncelkovej., údaje pre nemecké modelové prevádzky zahŕňajú len anorganické zlúčeniny dusíka (Norganické. možná zahrnuté). zdrojov :: [248, Hamm 2007]. [Dotazníky 2007 a 2009]								

Ďalšie podrobnosti o dosiahnutých emisiách sú uvedené v oddieli 6.2.2.5. Dosiahnutie efektívnosti znižovania sa pohybuje v rozpätí 95-99 % pre BOD₅ a 75-90 % pre COD. Účinnosť znižovania pri použití kombinácie anaeróbnej a aeróbnej technológie je zvyčajne o niečo vyššia ako pri samotnom aeróbnom čistení (pozri tabuľku 6.20 v časti 6.3.7).

Hodnoty BOD presahujúce 25 mg O₂/l sú indikátorom narušených biologických procesov. Na obnovenie výkonu čistiarne je potrebné upravenie prevádzkových parametrov alebo analýzy biomasy.

Recirkulácia časti vody po biologickom čistení je možná pri výrobe RCF papiera s odľahčovaním alebo bez neho. Avšak papierne, ktoré vyrábajú ľahký papier, RCF nerekulujú viac ako 10 % vyčistenej odpadovej vody, zatiaľ čo v prípadoch, keď vyrábajú vlnitý materiál, RCF recirkulujú až 30 % vyčistenej vody. Niektoré papierne dokonca prevádzkujú úplne uzavreté vodné okruhy (pozri kapitolu 6.3.4).

Pri aeróbnom čistení odpadových vôd sa tvorí prebytočný kal, ktorý sa musí zahusťovať, podrobiť odvodneniu a priamo podrobiť úprave. Typická hodnota pre zariadenia s aktivovaným kalom je približne 0,6 kg prebytočného kalu/kg redukovaného BOD₅ (ako sušiny), ktoré vznikajú v priebehu Úpravy. V závislosti od kvality zberového papiera a dizajnu procesu možno preto očakávať množstvo prebytočného kalu približne 10 kg na tonu papiera (v suchej hmotnosti).

Kontrolné parametre sa zvyčajne merajú denne alebo aspoň niekoľkokrát týždenne. V niektorých zariadeniach sa používa aj nepretržité meranie (pozri kapitolu 2.2.2.1.2). Na kontrolu systému s aktivovaným kalom sú potrebné aj ďalšie merania, napr. O₂, SVI (index objemu kalu), prietok a niekedy aj analýzy biomasy.

Elektrická energia je potrebná na prevzdušňovanie aktivovanej biomasy (aktivovaného kalu) a pre čerpadlá. Špecifická spotreba energie na znižovanie 1 kg BOD₅ vyskytnúť 0,6-3 kWh/kg zníženia BOD₅. Ak je systém dobre navrhnutý, je možné dosiahnuť hodnotu zníženia spotreby < 1 kWh/kg BOD₅ [91, Möbius 1997].

[118, A.Helble a kol. 2009] u pre čistiaci systém MBR v typickej papierni je spotreba elektrickej energie 0,90 kWh/m³ pre prvú biologickú fázu a 0,5 kWh/m³ pre ponorné membrány, t. j. celkovej špecifickej spotreby elektrickej energie je 1,4 kWh/m³.

Papierne zariadenie RCF má vlastnú ČOV pozostávajúcu z primárneho čistenia, biologického stupňa, sekundárnej sedimentácie a pieskového filtra, s redukciou Chemickej spotreby kyslíka 1-1,2 kWh/kg. Hodnoty zahŕňajú prevzdušňovacie zariadenia, odvodnenie kalu, všetky čerpadlá a iné agregáty (ako sú sítá, stierky atď.).

Medzizložkové vplyvy

Pri aeróbnej biologickej čistení odpadových vôd sa spotrebúva energia (napr. na aerátory a čerpadlá) a produkuje sa kal, ktorý si pred použitím alebo odstránením zvyčajne vyžaduje úpravu.

Najmä v letnom období môžu zariadenia na čistenie odpadových vôd v papiernach RCF spôsobovať nepríjemný zápach. Ak je čistenie odpadových vôd dobre navrhnuté a riadené, je možné zabrániť tvorbe nepríjemného zápachu (zapáchajúcich látok) (pozri kapitolu 2.9.14).

Technické kritériá uplatniteľnosti

Uplatniteľné pre nové a existujúce papierne. Systémy MBR majú zvyčajne vyššie emisie P, N a Chemická spotreba kyslíka zo strát biomasy a produkujú menej kalu ako konvenčné biologické čistenie. Veľmi nízky obsah suspendovaných látok umožňuje opätovné použitie aj v citlivejších výrobných oblastiach. V celulózovo-papierenskom priemysle je však v prevádzke len veľmi málo systémov MBR. Závody vyrábajúce druhy papiera s veľmi uzavretými vodnými okruhmi (napr. odber vody pod 8 m³/t) môžu čeliť zvýšenému riziku vyžrážania zlúčenín vápnika (vodného kameňa) v bioreaktore a je možné, že je potrebné nainštalovať fázu na odstraňovanie vápnika. V niektorých prípadoch je možné k bežnému primárnemu čisteniu pridať jemné triedenie (napr. Použitím bubnového sítá), aby sa membrány chránili pred upchatím. Ďalším problémom spojeným so systémom MBR môže byť biologické zanášanie membrán.

Ekonomika

Údaje o nákladoch sú k dispozícii len pre integrované papierne vyrábajúce papier na báze mechanických vlákien. Systém čistenia odpadových vôd je porovnateľný so systémom, ktorý sa používa na čistenie odpadových vôd pri úprave zberového papiera (recyklovaných vlákien). Na základe uvedených hodnôt možno získať čiastočný prehľad o rozpätí očakávaných nákladov. Investícia potrebná na úplne novú čistiareň odpadových vôd s aktivovaným kalom predstavuje približne 13,0-15,5 milióna EUR pre novú integrovanú mechanickú celulózku a papierňu s výrobnou kapacitou 1 000 ADt/deň. Tieto náklady zahŕňajú aj potrebné primárne čistenie a úpravu kalu. Zodpovedné prevádzkové náklady predstavujú 1,2-1,5 milióna EUR ročne.

Dôvody implementácie

Legislatívne požiadavky.

Príklady závodov

V európskych RCF závodoch na spracovanie recyklovaného papiera je v prevádzke mnoho aeróbných čistiarní odpadových vôd.

Zariadenie MBR: Papeteries du Rhin (Iepenka, MBR s ponornými membránami), FR; Papeterie Lacaux (MBR s vonkajšími ponornými membránami), FR; VHP Veiligheidspapierfabriek Ugchelen BV (MBR, termofilná, s vonkajšími rúrkovými membránami pre prietok), NL; Köhler Pappen Gengenbach (MBR s vonkajšími ponornými membránami), DE; Papierfabrik Louisenenthal in Gmund and Königstein (MBR s vonkajšími ponornými membránami), DE.

Literatúra

[14, CEPI 1997], [91, Möbius 1997], [248, Hamm 2007] [Dotazníky 2007 a 2009]. *Preteky MBR:* [102, I.S.Kim a kol. 2006], [107, H.Schwarz 2010], [118, A.Helble a kol. 2009].

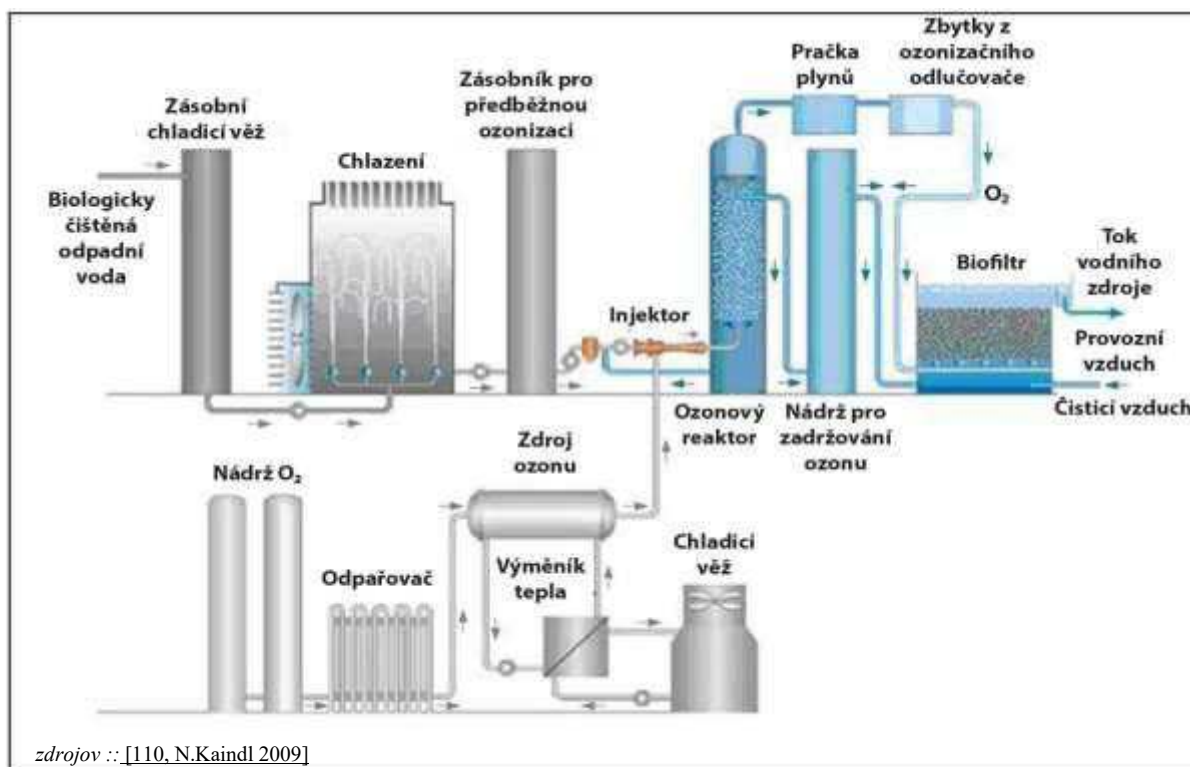
6.3.9. Kombinácia ozonizácie a biofiltrácie

Túto techniku možno použiť aj na čistenie odpadových vôd z výroby iných druhov papiera, ktoré obsahujú ťažko biologicky rozložiteľné zvyšky Chemickej spotreby kyslíka, napr. z výroby drevných druhov papiera (pozri kapitolu 5). Ďalší pokročilý proces čistenia odpadových vôd (terciárne čistenie) je opísaný v oddieli 7.3.12 (chemické zrážanie).

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Biologické čistenie odpadových vôd z papierne je štandardnou metódou čistenia vo väčšine papierní v Európe, čím sa výrazne znižujú emisie do vody (pozri časti 6.3.7 a 6.3.8). V niektorých prípadoch ani najúčinnější biologická redukcia organických látok nestačí na ochranu vodného zdroja. Potom je potrebné ďalšie pokročilé spracovanie na odstránenie znečisťujúcich látok, ktoré zostali po biologickom spracovaní, ktorého cieľom je ďalšie zníženie Chemickej spotreby kyslíka, AOX, zmeny farby a NL.

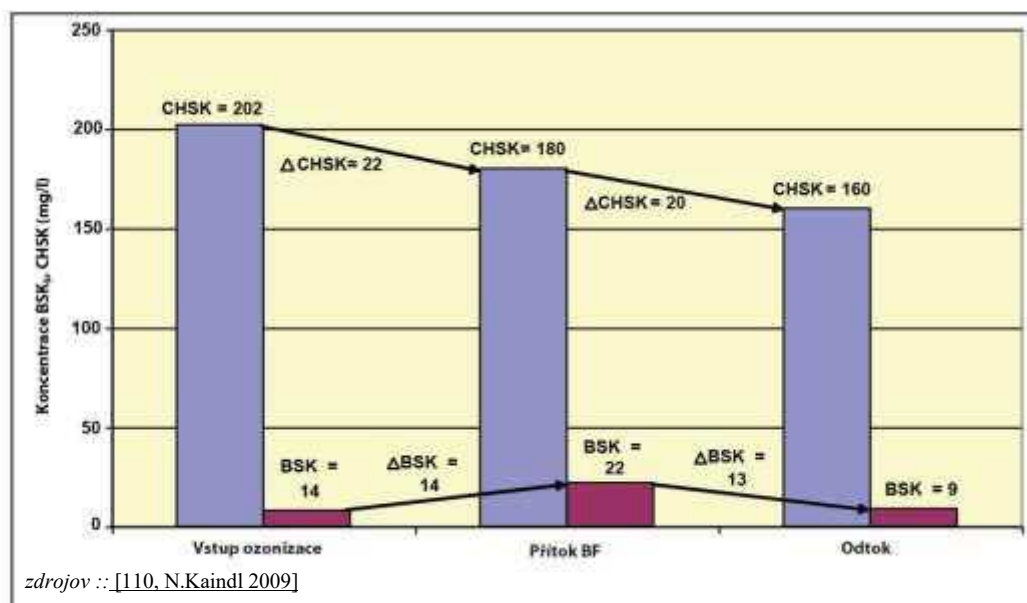
Čistenie ozónom - pokiaľ nie je možné úspešne predčistiť prietoky - sa zvyčajne najefektívnejšie a najekonomickejšie využíva so zaradením biologickej úpravy. Kombinácia ozonizácie s biofilmovými reaktormi s pevným lôžkom znižuje Chemickú spotrebu kyslíka, odfarbenie a AOX, ťažko rozložiteľné optické zjasňovače, chelačné látky a baktérie v závislosti od množstva použitého ozónu. Na obrázku 6.39 je znázornené usporiadanie ozonizačného zariadenia v spoločnosti SCA Laakirchen, AT.



Obrázok 6.39: Usporiadanie úrovne ozonizácie s následným biofilterom

Toto usporiadanie procesu zabraňuje úplnej oxidácii organických látok ozonizáciou, čím sa znižuje množstvo potrebného ozónu a dosahuje sa optimalizácia prevádzkových nákladov. Cieľom tohto usporiadania je, aby sa ozón nepoužil na ľahko biologicky rozložiteľný materiál, ale len na Oxid perzistentného organického materiálu.

Ozonizácia sa v Európe používa v dvoch kompletných prevádzkach (Rakúsko, Nemecko) na dosiahnutie úplne biologicky rozložiteľnej odpadovej vody, t. j. s nízkymi hodnotami BOD. Perzistentné organické zlúčeniny sú však v uvedených prípadoch stále prítomné v množstvách, ktoré sú pre vodné zdroje príliš vysoké. Zvolený prevádzkový systém umožňuje, aby sa všetky perzistentné organické zlúčeniny (zvyšky Chemickej spotreby kyslíka, AOX a látok) premenili na biologicky rozložiteľné frakcie. Technik ozonizácie a následnej biofiltrácie využíva využitie čiastočného oxidačného účinku obmedzeným využitím drahých chemikálií na oxidačné účely (O_3) v množstvách potrebných na dosiahnutie cieľových hodnôt. Čiastočne oxidované zložky, ktoré sú teraz biologicky odbúrateľné, sa následne znižujú v dodatočne vybavenom bioreaktore. Obrázok 6.40 ukazuje tento efekt. Tri páry stĺpcov znázorňujú gradient Chemická spotreba kyslíka a BOD_5 počas ozonizácie, biofiltrácie a priameho vypúšťania pre denné vzorky pri špecifickom príkone ozónu $0,15 \text{ kg } O_3/\text{kg}$ Chemická spotreba kyslíka_{přítok}.



Obrázok 6.40: Vývoj hodnôt CHSKa BOD₅ priebehu ozonizácie a biofiltrácie

Vzhľadom na relatívne nízku úroveň biologicky rozložiteľných zložiek po čiastočnej oxidácii ($BOD_5 < 50 \text{ mg/l}$) sa následne používajú len biofilmové reaktory, ktoré poskytujú dobré výsledky.

Tento typ pokročilého čistenia znižuje Chemickú spotrebu kyslíka o 60 % (jednostupňové) až 85 % (dvojstupňové) v porovnaní s hodnotou po biologickom čistení, pričom špecifická spotreba ozónu je 0,4-1,0 kg/kg Chemickej spotreby kyslíka odstránenie. Prevádzkové náklady takéhoto zariadenia sú 0,3-0,4 EUR/m³ vyčistenej odpadovej vody (údaje z roku 2009 z Papierne Lang Ettringen, DE) v závislosti od druhov odpadovej vody, veľkosti a technických noriem zariadenia.

Okrem lepšieho znižovania Chemickej spotreby kyslíka, ktoré závisí od predchádzajúcej Úpravy a O₃, ozonizácia môže tiež znížiť zafarbenie odpadovej vody, obsah adsorbovateľných organických látok (AOX), obsah ťažko biologicky odbúrateľných chelačných látok, ako sú DTPA a EDTA, a toxicitu odpadovej vody (ak je stále prítomná). Ozonizácia má možnosť využitia aj na dezinfekciu odpadových vôd [117, Kaindl 2009].

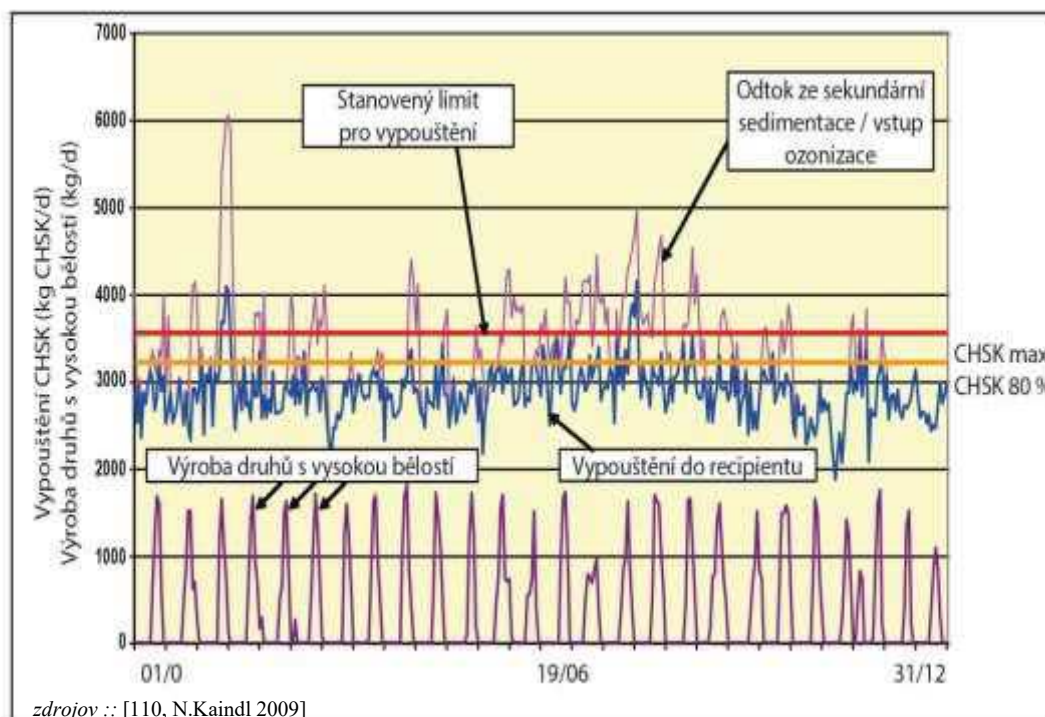
Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

V papiernom oddelení SCA Laakirchen, AT, technika ozonizácie a následnej biofiltrácie je použité na dosiahnutie týchto cieľov:

- zvýšené zníženie Chemickej spotreby kyslíka, ktoré nie je možné dosiahnuť použitím konvenčného mechanického a biologického čistenia;
- kontrolovateľnosť dodatočného zníženia Chemickej spotreby kyslíka a znižovanie zvýšených hodnôt Chemickej spotreby kyslíka v prevádzke (druhy s veľmi vysokou svetlosťou);
- zníženie prevádzkových nákladov vďaka presne prispôbenému dávkovaniu ozónu podľa maximálneho zaťaženia Chemickej spotreby kyslíka biologicky čistenej odpadovej vody a technik ozonizácie a následnej biofiltrácie;
- zmena farby odpadovej vody.

Vyššie hodnoty Chemickej spotreby kyslíka (až o 40 % vyššie) sa zvyčajne vyskytujú pri výrobe vysokých stupňov svetlosti (intenzívnejšie bielenie drevnej hmoty spojené s menej biologicky odbúrateľnými chemickými prísadami, väčším množstvom NaOH, peroxidu, chelačných činidiel a horšie redukovanou Chemickou spotrebou kyslíka). Ozonizácia s biofiltráciou umožňuje použiť Úpravu na zníženie (kompenzáciu) predvídateľného nárastu a splnenie cieľových hodnôt Chemickej spotreby kyslíka. Týmto spôsobom sa znižujú dodatočné náklady. Na obrázku 6.41 sú uvedené typické údaje o výrobe a emisiách za celý rok (2008)

pred a po ozonizácii a biofiltrácii. Zdá sa, že bez ozonizácie by sa prípustné limitné hodnoty nedodrжали priebehu väčšiny dní v roku. Fialová čiara v spodnej časti obrázku znázorňuje časové intervaly výroby so zvýšeným podielom druhov s vysokou svetlosťou (intenzívnejšie buničiny po procesi sušenia). Výroba druhov s vyššou svetlosťou (73-80 % ISO namiesto 67-68 % ISO pre štandardné druhy) je súvisiaca s vyšším počiatočným zaťažením Chemickou spotrebou kyslíka (približne 50 kg Chemická spotreba kyslíka/t intenzívne bieleného VVP namiesto 35 kg Chemická spotreba kyslíka/t štandardne bieleného VVP). Vyššie uvedená ružová krivka znázorňuje denné zaťaženie Chemickej spotreby kyslíka pred vstupom do úrovne ozonizácie. Tvar tejto krivky v podstate kopíruje fialovú krivku. Modrá krivka znázorňuje denné zaťaženie Chemickou spotrebou kyslíka po ozonizácii a biofiltrácii. Ukazuje sa, že úprava systému čistenia umožňuje efektívne splniť ciele emisií Chemickej spotreby kyslíka (označené ako maximálna prípustná hodnota Chemickej spotreby kyslíka a 80. percentil, pozri červenú a oranžovú vodorovnú čiaru).



Obrázok 6.41: Typické údaje o výrobe a emisiách pred a po ozonizácii a biofiltrácii

V papieri v nemeckom Gmunde sa ozonizácia používa ako vnútorná Úprava. Biela voda z výroby širokej škály farebných odtieňov sa podieľa na regeneračnom procese a suspendované pevné látky sa znižujú pomocou tlakového diskového filtra. Zafarbená voda z bielej vody potom vstupuje do úrovne ozonizácie, kde sa odfarbuje a následne vypúšťa do nádrže. Odtiaľ sa distribuuje späť do prevádzkovej fázy a používa sa na rôzne účely. Spotreba vody sa tak znížila o 50 %.

Medzisúložkové vplyvy

S výnimkou malého množstva biologického zvyškového kalu z biofiltra sa znečisťujúce látky skutočne nielen oddeľujú, ale aj znižujú. Preto pri tejto úprave nevzniká koncentrát, ktorý si vyžaduje ďalšie čistenie, ako je to v prípade použitia membrán alebo Odparovania.

Negatívnymi medzisúložkovými vplyvmi sú spotreba energie pre generátor ozónu, ktorá sa pohybuje v rozpätí 10-13 kWh/kg ozónu, a nižšia spotreba energie na výrobu čistého kyslíka. Elektrická energia je potrebná priamo pre prevzdušňovacie čerpadlá biofiltra a pre spätné preplachovanie.

Na základe údajov z roku 2005 o výrobe (30 % druhov s vysokou svetlosťou) a nákladoch (energia a kyslík) sa uvádza príklad priemernej ročnej spotreby energie pri tejto modernej metóde čistenia [117, Kaindl 2009].

Spotreba energie na základe Chemické spotreby kyslíka^{odstránenie}

Biologická Úprava:	1,5 kWh/kg Chemická spotreba kyslíka ^{eliminácia}
Úprava ozónom:	20,8 kWh/kg Chemická spotreba kyslíka ^{eliminácia}
Spotreba kyslíka na ozonizáciu:	7,9 kg O ₂ /kg Chemická spotreba kyslíka ^{eliminácia}

Spotreba energie na základe celkovej výroby papiera:

Biologická úprava:	18,9 kWh/t papiera/lepenky (celkovo)
Úprava ozónom:	7,5 kWh/t papiera/lepenky (celkovo)
Spotreba kyslíka na ozonizáciu:	2,8 kg O ₂ /t papiera (celková).

Technické kritériá uplatniteľnosti

V zásade je táto úprava uplatniteľná pre všetky odpadové vody, v ktorých sú zvyškové hodnoty CHSK stále príliš vysoké na vypúšťanie (pozri obrázok 6.41). Vodu po ozonizácii možno buď vypustiť, alebo znovu použiť v výrobnom procese. V papiernom závode Lang, DE, sa používa podobná koncepcia ako v papierni Laakirchen.

Zníženie farby ozonizovanej odpadovej vody vedie k lepšiemu Použitie vyčistenej odpadovej vody v papierni. Ak chcete použiť krok ozonizácie na odfarbenie a čiastočnú recirkuláciu odfarbenej prevádzkovej vody, je nevyhnutné, aby bola regenerácia vlákien pred ozonizáciou takmer úplná a stabilná. Toto využitie je súvisiace s čiastočnými zmenami v usporiadaní vodného systému závodu.

Ekonomika

V porovnaní s inými modernými technikami čistenia odpadových vôd, ako je napríklad flokulácia/zrážanie, umožňuje čistenie ozónom za určitých podmienok ekonomicky výhodnú alternatívu. Čistením ozónom je možné tiež dosiahnuť viac-menej úplné odstránenie zafarbenia za primeranú cenu.

Investičné náklady na modernú úpravu, uvedené na obrázku 6.41, v roku 2004 predstavovali 7,6 mil.

(Zdroj: Informationsfolder zur Kläranlage SCA-Laakirchen, "High tech für eine saubere Traun").

Prevádzkové náklady závisia do veľkej miery od cieľa zníženia chemickej spotreby kyslíka. Menej výpovedné je Určenie špecifických nákladov na m³ vyčistenej odpadovej vody, keďže spotreba ozónu závisí výlučne od organických látok, ktoré sa majú oxidovať (napr. zaťaženie CHSK). Preto je jasnejšie uviesť prevádzkové náklady vo vzťahu k množstvu zníženého zaťaženia CHSK (CHSK). Na základe údajov o výrobe (30 % druhov s vysokou svetlosťou) a nákladoch (energia a kyslík) z roku 2005 a zníženia CHSK opísanej v oddieli "Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje" sa uvádzajú tieto údaje o prevádzkových nákladoch [110, N.Kaindl 2009] Prehľad rádoých nákladov:

- biologické zníženie Chemické spotreby kyslíka: 0,27 EUR/kg Chemická spotreba kyslíka^{eliminácia}
- Chemická spotreba kyslíka znižuje O₃ + biofilter: 1,33 EUR/kg Chemická spotreba kyslíka^{eliminácia}
- biologické čistenie odpadových vôd: približne 3,7 EUR/t papiera/lepenky,
- ozonizácia + biofiltrácia: 0,53 EUR/t papiera/lepenky.

Hoci náklady na zníženie Chemickej spotreby kyslíka pomocou pokročilých metód čistenia (ozonizácia a následná biofiltrácia) sú podstatne vyššie ako náklady na samotné konvenčné biologické čistenie, je potrebné vziať do úvahy, že dodatočné náklady na tonu papiera sú menej významné, pretože ľahko biologicky rozložiteľné organické látky sú znížené na minimum už pred ozonizáciou. To umožňuje zachovať vyššiu spotrebu dávkovania ozónu a prevádzkové náklady na hospodárenie. Ozón sa preto účinne používa na ťažko biologicky rozložiteľné organické látky.

Dôvody implementácie

Ak redukcia organických látok po dvojstupňovej biologickej úprave nie je dimenzovaná, stabilnou a spoľahlivou možnosťou je ozonizácia a následná biofiltrácia. Pokročilé metódy čistenia odtoku odpadových vôd sa bežne používajú v zariadeniach nachádzajúcich sa v blízkosti citlivých alebo veľmi malých vodných zdrojov. Používajú sa aj v prevádzkach, ktoré výrazne zvyšujú svoju kapacitu a nemajú povolenia na zodpovedajúce zvýšenie znečistenia odpadových vôd vypúšťaných do prietokov. Pokročilé metódy čistenia odpadových vôd umožňujú kompenzovať najvyššie organické znečistenie spôsobené výrobou druhov s vyššou svetlosťou.

Príklady závodov

SCA Laakirchen (ozonizácia na zníženie maximálnych emisií Chemická spotreba kyslíka), AT; Myllykoski Lang Papier Ettringen (ozonizácia na zníženie zaťaženia Chemickou spotrebou kyslíka), DE; Papierfabrik Gmund (odfarbovanie prevádzkových vôd pred vypúšťaním a čiastočný návrat do obehu), DE.

Literatúra

[110, N.Kaindl 2009], [111, Möbius 2009], [112, Kaindl 2006], [115, C.H.Möbius et al. 2004], [117, Kaindl 2009].

6.3.10. Príklady techník úspory energie

V závodoch RCF existuje niekoľko rôznych opatrení na úsporu energie. V tejto kapitole sú opísané tri príklady techník úspory energie. Všeobecné opatrenia na zníženie spotreby tepla a elektrickej energie, ktoré sú uplatniteľné nielen pre papierne RCF, ale pre (takmer) všetky druhy papiera, sú uvedené v kapitolách 2.9.5 a 2.9.6. Čitateľa odkazujeme na kapitolu 7.3.15, kde sú uvedené techniky predovšetkým týkajúce sa výroby papiera/lepenky. Približnú spotrebu energie papierní RCF možno nájsť v tabuľke 6.25.

Tabuľka 6.25: Približná spotreba energie na teplo a elektrickú energiu v rôznych závodoch RCF spracúvajúcich zberový papier

Papierne RCF	Približná spotreba energie na prevádzkové teplo (kWh/t)	Približná spotreba energie na elektrinu (kWh/t)
Papierne RCF bez odľahčenia (baliaci papier, napr. papier na pot'ah alebo vlnitú vrstvu vlnitej lepenky)	1 100-1 500	350-450
Papierne RCF bez odľahčenia (kartón alebo lepenka ⁽¹⁾ , natierané a nenatierané)	1 200-1 600	400-500
Papierne RCF s odľahčením (grafický papier, napr. novinový papier ⁽¹⁾)	1 000-1 800	900-1 300
Papierne RCF s osvetlením (lepenka) ⁽¹⁾	1 000-1 100	450-550

(1) Uvedené hodnoty sa vzťahujú na závody, ktoré nevyrábajú mechanickú vlákninu na mieste. Výroba mechanických vlákien si vyžaduje veľmi veľa elektrickej energie pri úprave zberového papiera. Pre celulózy RCF, ktoré spracúvajú značné množstvo mechanickej buničiny vyrobenej na mieste na formuláciu vlákien, možno odhadnúť orientačnú spotrebu energie pre rôzne prípady po zvážení použitých procesov rozvlákňovania a ich pomerov.

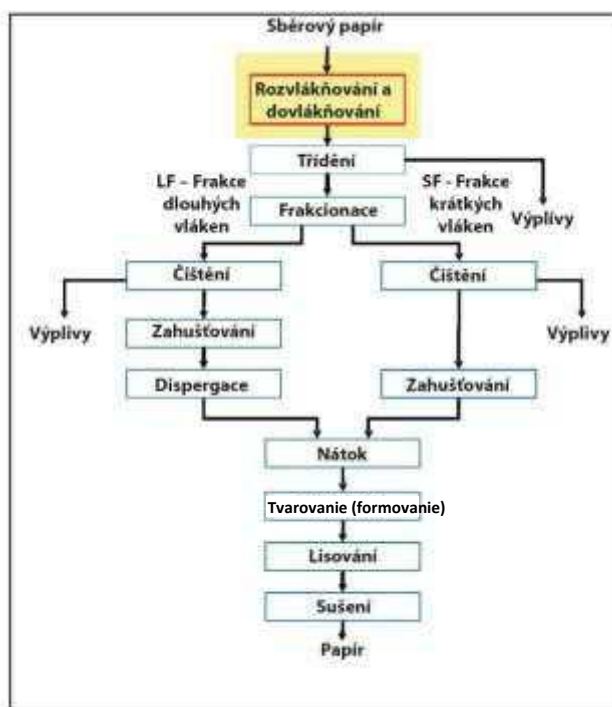
Pri orientačných úrovniach spotreby energie uvedených v tabuľke 6.25 sa zohľadnili tieto systémové limity:

- (1) Spotreba energie sa vzťahuje na celú čistú výrobu Papierne a zahŕňa čerpadlá, miešadlá a stlačený vzduch. Zahŕňajú aj spotrebu periférnych subsystémov na úpravu surovej a odpadovej vody, kalu a odpadovej vody, napr. flotáciu rozpusteným vzduchom, závitkové lisy na úpravu odpadovej vody alebo kalu a odpadovej vody.
- (2) Rozpätia hodnôt zahŕňajú všetky procesné jednotky súvisiace so spracovaním zberového papiera a výrobou papiera od dopravníka surovín po poslednú rezačku kotúčov, t. j. pred úpravou na hotové výrobky.
- (3) Údaje o spotrebe energie nezohľadňujú primárnu energiu spotrebovanú na výrobu energie z palív, ale predstavujú teplo a energiu spotrebovanú v procese. Elektrické infračervené (IR) sušičky sú časťou spotreby elektrickej energie.
- (4) V prípade tepla sa hodnoty spotreby neuplatňujú pre tepelnú kapacitu použitej pary a pre výhrevnosť plynu v prípade IR alebo sušičov vzduchu. Plynové infračervené sušičky sú zahrnuté v spotrebe tepla.

6.3.10.1. Vysokokonzistenčné rozvlákňovanie pre dezintegráciu odpadového papiera na oddelené vlákna

Opis

Vysoká konzistencia (napr. riedenie rozvlákňovače (HC rozvlákňovače) šnekové miešačky). Vo väčších majú špeciálne navrhnuté miešačky sú častí Použitie bubnové rozvlákňovacie stroje. Konzistencie pri rozvlákňovaní sa pri druhoch RCF zvyčajne pohybuje medzi 5 % a 7 %. Zvýšenie konzistencie až o 20 % znižuje výkon potrebný na rozvlákňovanie [Münster H., PTS Symposium Energy Management, Mníchov 2007]. Táto technika je tu vysvetlená na príklade, ktorý poskytuje aj údaje o špecifickej spotrebe energie na výrobu v Papierni RCF bez odľahčovania. Modelový závod opísaný na obrázku 6.42 sa nachádza v južnej Európe a je zodpovedný za výrobu vlnitého papiera na jednom papierenskom stroji.



Obrázok 6.42: Procesné kroky (subsystémy) v demonštračnej papierni RCF bez odľahčovania

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Úspora elektrickej energie vďaka vyššiemu obsahu vody v rozvlákňovači a znižovaniu rýchlosti miešania. Skutočná výška úspor závisí od kvality použitých surovín a požiadaviek na buničinu. Dosiahnuté úspory sa pohybujú od 2 do 10 kWh/t mletého vlákna.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Celková prevádzková spotreba energie (tepla a elektriny) pre modelovú papierňu je 1 600 kWh/t vyrobeného papiera. Údaje o spotrebe energie jednotlivých subsystémov pre priamo danú výrobu sú uvedené v tabuľke 6.26. Hodnoty zahŕňajú súhrnné údaje na základe kontroly procesov a odhadov [249, Blum et al. 2007].

Tabuľka 6.26: Spotreba energie papierne RCF bez odľahčenia

Energie náročné postupy	Čistá výroba na predaj		Súvisiace so subsystémom		Špecifický základ hodnotový subsystému
	Teplo (kWh/t)	Výkon (kWh/t)	Teplo (kWh/t)	Výkon (kWh/t)	
Rozvázovanie, opätovné rozvázovanie		20		20	Príjem buničiny
triedenia		30		30	Príjem buničiny
Úprava		10		10	Príjem buničiny
Zahusťovanie		10		10	Hrubá výroba
Rozptyl	200	40	150	40	Hrubá výroba
Papierenský stroj					
Vstup		50		50	Hrubá výroba
Tvarovanie (formovanie) a odvodnenie papierového pásu (vrátane nízkeho vákuu)		50		45	Hrubá výroba
Lisovanie (vrátane vysokého vákuu)		70		70	Hrubá výroba
Sušenie papiera (vrátane vetrania haly)	1 000	50	900	50	Hrubá výroba
Všeobecné služby pre závody (ČOV, stlačený vzduch)		20		20	Čistá výroba
celkovej	1 200	400			
	1 600				

Účinky medzi zložkami

Žiadne rozsiahle účinky.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Uplatniteľné pre druhy RCF s osvetlením alebo bez neho. Táto technika si vyžaduje komplexnú prestavbu systému a často sa zavádza v súvislosti so zvyšovaním kapacity závodu.

Ekonomika

Žiadne údaje.

Dôvody implementácie

Zníženie nákladov vďaka úspore energie. Je možné zvýšiť kapacitu výroby.

Príklady závodov

V Európe je niekoľko závodov (vrátane najmenej dvoch v Nemecku).

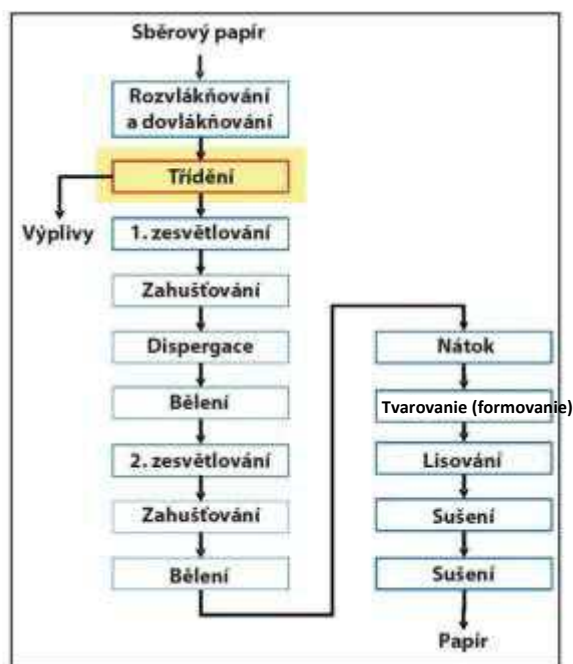
Literatúra

[249, Blum a kol. 2007], [Münster H., Sympóziu PTS Energetický manažment, Mníchov 2007].

6.3.10.3. Energeticky úsporné techniky triedenia

Opis

Využitím sít sa z odpadového papiera odstráni nečistoty a prímеси. V závodoch RCF sa používajú rôzne koncepcie triedenia. S energeticky úspornými sitami sa dá ušetriť energia vďaka vyššej konzistencii práce a používaniu účinnejších sitových košov. Tieto techniky sú tu vysvetlené na príklade, ktorý poskytuje aj údaje o špecifickej spotrebe energie na výrobu tohto druhu papiera. Vzorkovnica/zariadenie na výrobu papiera využíva triedenie na dierovanej mriežke, následne sa vykonáva viacstupňové jemné triedenie. Konzistenciu je možné zhustiť približne od 1,5 % do 2,5 %. Použité sitá majú vyššiu separačnú efektívnosť. Preto je možné znížiť rýchlosť otáčania pri zachovaní rovnakej výrobnéj rýchlosti. Závod/papierňa sa nachádza v strednej Európe a vykonáva výrobu novinového papiera na jednom stroji. Kroky procesu (podsystemy) vo vzorke Papierne spracúvajúcej zberový papier s odľahčovaním sú znázornené na Obrázok 6.43.



Obrázok 6.43: Procesné kroky (subsystémy) vo vzorovej papierni RCF s odľahčením

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Vďaka nižšiemu obsahu vody v systéme vlákien a znižovaniu počtu procesných krokov dochádza k značným úsporám elektrickej energie. Skutočná výška úspor je závislá na kvalite použitých surovín a požiadavkách na buničinu. Dosiahnutie úspory elektrickej energie v modelovej papierni bolo 18 kWh/t vlákniny.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Celková prevádzková spotreba energie (tepla a elektriny) v modelovej papierni je 2 200 kWh/t vyrobeného papiera. Údaje o spotrebe energie jednotlivých subsystémov pre priamo danú výrobu sú uvedené v tabuľke 6.27. Hodnoty zahŕňajú súhrnné údaje na základe kontroly procesov a odhadov [249, Blum et al. 2007].

Tabuľka 6.27: Spotreba energie v prípade papiera s vzorom RCF s odľahčením

Energeticky náročné postupy	Čistá výroba na predaj		Súvisiace so subsystémom		Špecifický základ hodnotový subsystému
	Tepla (prietok)	Výkon (kWh/t)	Teplo (kWh/t)	Výkon (kWh/t)	
Rozvázovanie, opätovné rozvázovanie		50		40	Zber odpadového papiera
triedenia		70		50	Zber odpadového papiera
Úprava		30		20	Zber odpadového papiera
1. odľahčenie		70		50	Zber odpadového papiera
Zahusťovanie		10		10	Zber odpadového papiera
Rozptyl	200	50	150	40	Zber odpadového papiera
Prvé bielenie		40		30	Zber odpadového papiera
2. odľahčenie		70		50	Zber odpadového papiera
Zahusťovanie		10		10	Zber odpadového papiera
Druhé bielenie		40		30	Zber odpadového papiera
Papierenský stroj					
Vstup		100		90	Hrubá výroba
Tvarovanie (formovanie) a odvodnenie papierového pásu (vrátane nízkeho vákuu)		60		50	Hrubá výroba
Lisovanie (vrátane vysokého vákuu)		150		130	Hrubá výroba
Sušenie papiera (vrátane vetrania haly)	1 100	60	1 000	50	Hrubá výroba
Všeobecné služby pre závody (ČOV, stlačený vzduch)		50		50	Čistá výroba
celkovej	1 300	900			
	2 200				

Medzizložkové vplyvy

Zlepšenie kvality buničiny/vlákná možno dosiahnuť najvyššou kapacitou na odstraňovanie lepkavých nečistôt.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Uplatniteľné pre druhy papiera RCF s odľahčením alebo bez neho.

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Zníženie nákladov vďaka úspore energie a zvýšenie výrobnnej kapacity.

Príklady pretekov

Niektoré prevádzky v Európe (vrátane najmenej troch v Nemecku).

Literatúra

[249, Blum a kol. 2007].

6.3.10.3. Modernizácia liniek na prípravu látky na zníženie spotrby elektriny a emisií

Týchto opis sa uplatňuje najmä na papierne, ktoré spracúvajú zberový papier bez znižovania (deinking), napr. papierne vyrábajúce obalový materiál (Testliner, Wellenstoff). Základné zásady uplatňujú sa pre všetky prevádzky na spracovanie zberového papiera. Prevádzky vykonávajúce osvetľovanie môžu mať ďalšie možnosti v prevádzkových zariadeniach na osvetľovanie.

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Modernizácia koncepcie prípravy slúži na dosiahnutie rôznych cieľov. Tieto ciele sú závislé od priorít, ktoré si stanovil príslušný papierenský podnik a ktoré zahŕňajú lepšie znižovanie drobných nečistôt a prímies s cieľom zlepšiť kvalitu výroby a účinnosť papierní, lepšiu recykláciu vlákien z výplní, čo vedie k zníženiu strát vlákien a úsporám energie. Ďalším možným cieľom môže byť zjednodušenie systému prípravy látok, čo povedie k nižšej spotrebe energie, nižším stratám materiálu a menším priestorovým nárokom. S cieľom zjednodušiť prípravu látok, najmä pri výrobe "hnedej" skupiny druhov, sa v tejto kapitole uvádzajú možnosti odstránenia energeticky náročných disperzných a tradičných krokov čistenia. Na druhej strane, na výrobu papiera na špeciálne účely alebo na splnenie požiadaviek zákazníka (výrobky vysokej kvality) je možné použiť koncepciu s najvyšším počtom procesných krokov.

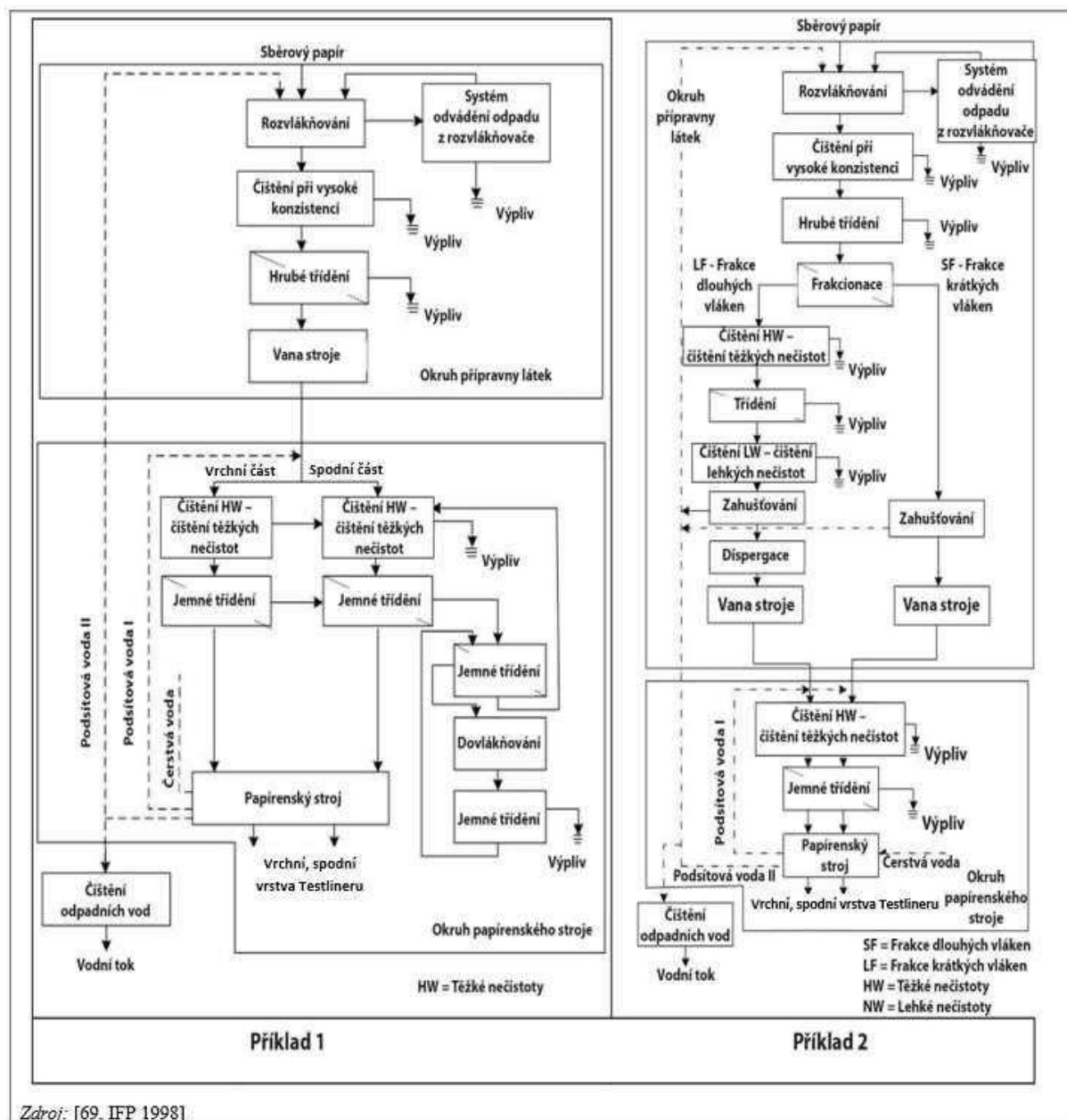
Úprava zberového papiera je zameraná predovšetkým na odstránenie nevláknitých zložiek (napr. plastov, kovov, dreva, piesku) a zníženie obsahu škodlivých látok, ako sú lepkavé látky, vosky alebo kúsky neintegrovaneho papiera (vločky) alebo papier s mokrou pevnosťou. Druhým cieľom úpravy buničiny je úprava samotných vlákien s cieľom kontrolovať kvalitu vyrábaného papiera. Na dosiahnutie tohto účelu sa vlákna môžu rozdeliť na dlhé a krátke frakcie a potom ďalej spracovať. Napríklad rafinácia s nízkou intenzitou zlepšuje väzobnú kapacitu recyklovaných vlákien, čo vedie k zvýšeniu pevnosti vyrobeného papiera, a dispergácia zlepšuje optickú rovnomernosť papiera.

Na každé konkrétne Upravenie recyklovaných vlákien sa používajú špeciálne stroje. Procesy triedenia a čistenia sa preto musia prevádzkovať v dvoch až štyroch fázach, aby sa znížili straty vlákien na konci každého procesu. Použitie dodatočné čistenie a síta v systéme znečistenia je tiež nevyhnutné na dosiahnutie prevádzky, ktorá zodpovedá primeranej prevádzkyschopnosti papierenského stroja. Tým sa zabráni uvoľňovaniu inkrustácií (vyzrážaných látok) zo stien rúr alebo rúrok prevádzky (prítok látok). Tieto skladovacie inkrustácie by viedli k pretrhnutiu remeňa a potrebe odstaviť stroj.

Je potrebné nájsť rovnováhu medzi čistotou látok, stratou vlákien, energetickými požiadavkami a nákladmi, ktoré do určitej miery závisia od kvality vyrábaného papiera/lepenky.

Nižšie sú uvedené niektoré z rôznych technických možností koncepcií prípravy látok vrátane ich predovšetkým výhod a nevýhod. Uvádzajú sa dôsledky pre energetickú náročnosť.

Na obrázku 6.44 sú znázornené dve koncepcie zariadenia na prípravu látky na úpravu zberového papiera pre dvojvrstvový testliner (v odkaze sú uvedené štyri príklady). Tento druh papiera sa používa ako príklad z dôvodu dôležitosti objemu jeho výroby v európskych papierniach a lepenkových závodoch a z dôvodu ľahkej dostupnosti údajov. V tabuľke 6.28 je uvedený súhrn základných charakteristík týchto dvoch možností. Sú v nej zhrnuté požiadavky na elektrickú inštaláciu a sú v nej uvedené niektoré vysvetlenia týkajúce sa usporiadania miestnosti na prípravu látok. Hodnoty spotreby energie pre dva rôzne systémy sú výsledkom hodnôt špecifickej spotreby energie pre jednotlivé prevádzkové jednotky, ktoré sú zhrnuté v tabuľke 6.28. Tieto hodnoty by sa mali považovať za realistický odhad. Skutočné zariadenia môžu mať o niečo nižšie alebo vyššie hodnoty.



Obrázok 6.44: Dva príklady koncepcie zariadenia na prípravu látok na úprave zberového papiera na dvojvrstvový papier Testliner

Tabuľka 6.28: Hlavné charakteristiky a potreby energie pre dva príklady koncepcie zariadenia na prípravu látky na úpravu zberového papiera a dvojvrstvého papiera na pot'ahovanie vlnitej lepenky

	Predovšetkým vlastností rôznych koncepcií prípravne	Potreby elektrického rozsahu (Priemer)	Vysvetlivky
Príklad 1	Minimalizácia čistenia a triedenia v oddieli na úpravu látok bez frakcionácie a bez ďalšieho upravenia vlákien, ako je dispergácia a ďalšie čistenie a triedenie. Systém prítoku látok (substance influx) je rozšírený z hľadiska triedenia a Úprava s cieľom získať dostatočne čistú buničinu.	45-95 (70) prietok	Buničina sa separuje bez frakcionácie a privádza sa do dvoch samostatných liniek na oddelenú úpravu a triedenie s rôznymi šírkami štrbín v oboch linkách. Nedorobky z linky pre papier na vrchnú vrstvu (Topliner) sú vedené do linky pre papier na spodnú vrstvu (Backliner) na ďalšiu úpravu. Na linke pre spodnú vrstvu sa vykonáva dovlákňovanie, aby sa vločky buničiny rozdelili na jednotlivé vlákna s cieľom zvýšiť efektívnosť konečného triedenia a znížiť množstvo plniva.
Príklad 2	Zahŕňa frakcionáciu a disperziu. Po frakcionácii prebieha triedenie a Úprava frakcie dlhých vlákien s vysokou a nízkou konzistenciou.	75-175 (120) prietok	Frakcionácia prebieha s dôvodom ušetriť energiu pri energeticky náročnom procese dispergovania tým, že sa použije len časť sekundárnych vlákien (frakcia dlhých vlákien). Dispergátory musia byť naplnené buničinou s vysokou konzistenciou (22-32 % sušiny). Predtým prebieha odvodnenie (zahustenie) napríklad použitím diskového filtra, pásového lisu alebo skrutkového lisu.

Zdroj: [69, IFP 1998].

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Zlepšená recyklácia vlákien z výplní, ktorá znižuje straty vlákien. Úspora energie.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Energetické požiadavky na zariadenie na prípravu látok a konštantnú časť papierenského stroja predstavujú 20 % až 40 % celkových energetických požiadaviek na papierne spracúvajúce zberový papier bez odľahčovania. Preto je dôležité zvážiť optimalizáciu zariadenia na prípravu látok s ohľadom na úspory elektrickej energie. Zníženie spotreby energie vedie k zníženiu emisií do ovzdušia, ktoré je priamo závislé od druhov používaných fosílnych palív.

Prínosy príkladu 1 pre životné prostredie súvisia s úsporami elektrickej energie pre zariadenie na prípravu látok a Systém na dodávanie látok. Systém inštalovaný v nemeckej papierni pracuje so spotrebou elektrickej energie 60 kWh/t vyrobeného papiera. Na porovnanie, priemerná spotreba elektrickej energie pre hodnoty uvedené v tabuľke 6.29 priamo dáva výsledok medzi 45 kWh/t a 95 kWh/t (priemer 70 kWh/t papiera/lepenky pre systém uvedený v príklade 1).

V porovnaní s koncepciou, pri ktorej sa použije triedenie a Úprava dlhej frakcie vlákien s nízkou a vysokou konzistenciou po frakcionácii (Príklad 2: 75-175 kWh/t) sa spotreba energie v príklade 1 výrazne zníži.

V závodoch na výrobu papiera spoločnosti Testliner boli realizované aj iné "väčšie" koncepcie zariadení na prípravu látok, ako sú koncepcie opísané v príklade 2. Ich predovšetkým pozitívny vplyv na životné prostredie súvisí s vysokou účinnosťou prevádzky, ktorá je dôvodom vysokej čistoty buničiny s lepšími pevnostnými vlastnosťami.

Hodnoty spotreby elektrickej energie uvedené v tabuľke 6.28 sú výsledkom výpočtov podľa hodnôt mernej spotreby prevádzkových jednotiek uvedených v tabuľke 6.29. Ako vidno, medzi diskutovanými možnosťami sú rozsiahle rozdiely v spotrebe elektrickej energie: Príklad 2 vyžaduje 75 kWh/t až 175 kWh/t v porovnaní s 45 kWh/t až 95 kWh/t v prípade príkladu 1.

Je však potrebné vziať do úvahy, že zlepšenie účinnosti papierenského stroja, ktoré je dosiahnuté čistejším vláknom, má za následok vyššiu špecifickú spotrebu elektrickej energie a pary na výrobu papiera, keďže papierenský stroj spotrebúva elektrickú energiu a paru aj v priebehu odstávok. Na druhej strane techniky, ktoré súvisiace s častejším čistením (vypínaním) systému znižujú energetickú účinnosť a zvyšujú emisie.

Tabuľka 6.29: Špecifická spotreba energie a prevádzková konzistencia pri výrobe papiera druh a Testliner

Prevádzková jednotka	Špecifická spotreba energie (kWh/t)	Prevádzková konzistentnosť (%)
Rozpletenie	10-20	3-6
Modernizácia	20-60	3-6
triedenia	5-20	0,5-4,0
Koniec triedenia	20-40	1-4
Odstredivá úprava	4-8	< 0,5 4,5 (< 6,0)
Frakcionácia	5-20	3-4
Zahusťovanie	1-10	0,5 5 (10)
Odvodnenie (skrútkový lis)	10-15	2-5 15-50
Odvodnenie (dvojitý sitový lis)	2-4	2-5 15-50
Rozptyl	30-80	22-32
Raфинácia pri nízkej konzistencii	5-25 (na jednotku SR (1))	3,0-5,5
Raфинácia s konzistentnou konzistenciou	10-60 (na jednotku SR (1))	25-35
premývanie	5-20	0,7-1,4 5-12
Flotácia rozpusteného vzduchu (DAF)	10-20	< 0,3 0,01
Úložisko	0,02-0,1	3,0-5,5 (12)
Miešanie	0,2-0,5	3,5-4,5

Poznámka: "" zmena konzistencie; označuje rozpätie medzi vstupom a výstupom zariadenia. (1) SR = Schopper-Rieglerova fáza.

zdrojov :: [69, IFP 1998], údaje dodávateľa stroja, referenčný rok: 1998; údaje sa vzťahujú na 100 % efektívnosť

Príklad 1, ako je znázornený na obrázku 6.44, je možné považovať za koncepciu závodu na prípravu látok s minimalizáciou. Prevádzkuje sa v jednom závode na výrobu testlineru a wellenstoffu (RCF DE 6). Vzhľadom na dosiahnuteľnú efektívnosť prevádzky papierenského stroja a miestne obmedzenia by sa táto koncepcia závodu na prípravu látok mala považovať za experimentálnu. V dôsledku obmedzených skúseností zatiaľ nie je možné posudzovať úspešnosť tejto koncepcie úspory energie. Zdá sa, že systém vedie k miernemu zvýšeniu strát vo vláknach.

Triedenie v konvenčnom prírodnom systéme chráni pred náhodnou kontamináciou a má nízke nároky na údržbu. Údržba potrebná v tradičnom závode na prípravu látky si vzhľadom na dostupnú kapacitu skladovacích nádrží nevyžaduje vždy odstávku prevádzky papierenského stroja. Na druhej strane, ak sa na dosiahnutie dostatočnej čistoty sekundárnej buničiny (ako v príklade 1) použijú v systéme podávania jemné štrbinové sitá (so šírkou štrbiny 0,15 mm), tieto sitá si vyžadujú rozsiahlejšie zásahy údržby pre dôvod čistenia. To si vyžaduje prestoj prevádzky papierenského stroja a spôsobuje straty v výrobe. Preto je efektívnosť prevádzky pri koncepcii minimalizácie prípravy látok zvyčajne horšia ako možná efektívnosť v dobre vybavenom "štandardnom" závode na prípravu látok.

Na svete existuje celkovo niekoľko výrobných závodov Testliner s frakcionáciou a disperziou vlákien. Niekedy je zahrnutá aj raфинácia pri príprave látok.

Medzizložkové vplyvy

Závody pracujúce so zvýšenou efektívnosťou majú vyššiu spotrebu elektrickej energie a pary na tonu papiera. Zvýšená kvalita recyklovaného vlákna vedie k vyššej kvalite papiera.

Odpadové vody z rôznych fáz procesu sa môžu zbierať oddelene a využívať na rôzne účely. Napríklad výplne obsahujúce veľké množstvo plastov možno spaľovať s možnosťou významnej rekuperácie energie vďaka ich vysokej výhrevnosti (pozri kapitolu 6.3.14). Výplne s vysokým obsahom organickej vlákniny sa môžu použiť na kompostovanie. Odpad z konzistentného čistenia, ako aj zo systému na odstraňovanie odpadu z rozvlákňovačov sa zvyčajne odstráni skládkovaním, pretože obsahuje vysoký podiel anorganického materiálu (napr. kamene, piesok, sponky).

Technické kritériá uplatniteľnosti

Prestavbu zariadenia na prípravu látok a systému podávania možno zvyčajne vykonať v existujúcich závodoch.

V "štandardnom" závode na prípravu látok sa zvyčajne používa viac strojov, než je potrebné v koncepcii s minimalizáciou závodu na prípravu látok, pričom je potrebné odstaviť len časť zariadenia a na pripojenie nádrží strojov bude pravdepodobne potrebné nové potrubia a čerpadlá. Systém prívodu látok sa musí rozšíriť. Existujúce sítá zo systému prívodu látok alebo zo zariadenia na prípravu látok zvyčajne nepostačujú z dôvodu obmedzenej kapacity, ak sú nainštalované sitové koše s úzkymi štrbinami so šírkou 0,15 mm. Preto bude nevyhnutné investovať do moderných tlakových sít pre prívodný systém.

Ekonomika

Investičné a prevádzkové náklady v príklade 2 sú vyššie v porovnaní s hodnotami v príklade 1 zobrazenými na obrázku 6.44. Zvýšenie nákladov na prevádzku zariadenia na prípravu látky sa musí vždy posudzovať v súvislosti so zvýšenou účinnosťou papierenského stroja. Ďalšími dôležitými faktormi sú menšie prestoje a prerušenia pásu, ako aj vyššia kvalita papiera.

Okrem vyšších investícií do zariadení koncepcií zariadení na prípravu látok s vyšším počtom procesných krokov sa očakáva aj zvýšenie prevádzkových nákladov na spotrebu elektrickej energie v zariadení na prípravu látok.

Koncepcia zariadenia na prípravu látky s minimalizáciou (ako v príklade 1) si vyžaduje relatívne nízke investície. Nízka spotreba elektrickej energie tiež znižuje prevádzkové náklady.

Dôvody implementácie

Hlavným dôvodom zavedenia koncepcie závodu na prípravu látok s najvyšším počtom technologických krokov sú vysoké požiadavky na kvalitu papiera, ktorý musí byť schopný konkurovať papieru vyrobenému z primárnych vlákien. Ďalším dôvodom je zlepšenie prevádzkyschopnosti papierenského stroja. Dôvodom zavedenia koncepcie závodu na prípravu látok s minimalizáciou procesných krokov sú nižšie investičné a prevádzkové náklady, najmä úspory elektrickej energie v dôsledku malého počtu potrebných strojov.

Príklady závodov

Niekoľko závodov v Európe je vybavených systémom prípravy látok podobným príkladu 2 vrátane frakcionácie a dispergovania. Inštalované zariadenia a počet fáz procesu sa však líšia a zdá sa, že neexistujú úplne rovnaké systémy. Niektoré závody zaviedli na úpravu technologickej vody aj flotáciu rozpusteným vzduchom.

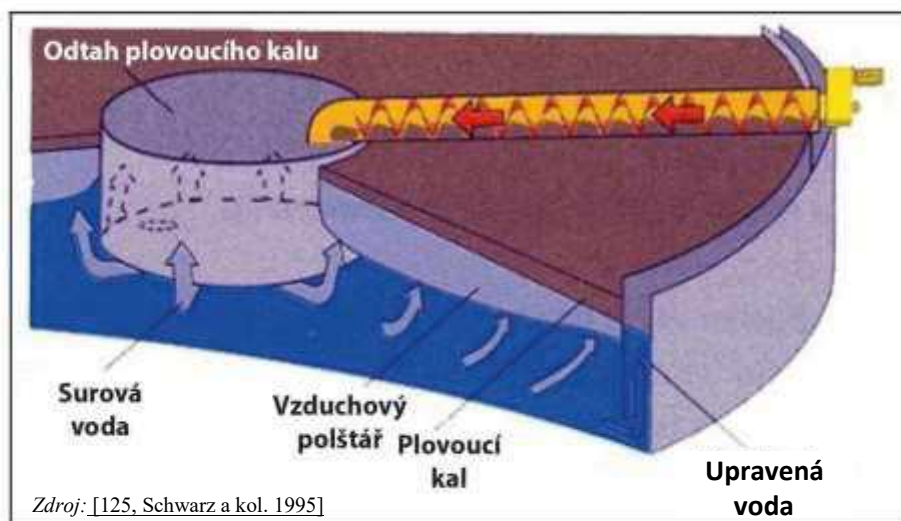
Literatúra

[69, IFP 1998]: Táto správa obsahuje mnoho ďalších odkazov.

6.3.11. Úprava podsitovej vody

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Recirkulácia veľkého množstva bielej vody z podsítia v závodoch na úprave zberového papiera s odľahčovaním je možná len vtedy, ak sú závody vybavené systémom na úpravu vody z podsítia. Systémy úpravy vody používané takmer výlučne v závodoch na výrobu papiera sú založené na sedimentácii, filtrácii (diskové filtre) a flotácii. Najlepšou dostupnou technikou v čase písania tohto dokumentu (2013) je flotácia rozpusteným vzduchom. Aniónové odpadové látky a jemné časti sa použitím prísad agregujú do fyzikálne spracovateľných vločiek. Vode sa používajú vo forme flokulantov vo vode rozpustné polyméry alebo anorganické elektrolyty. Vytvorené zhluky (vločky) sa potom vyplavia na povrch v odlučovacej nádrži. Pri flotácii rozpusteným vzduchom (DAF) sa častice rozptýleného pevného materiálu prichytia na vzduchové bubliny. Tieto bublinky vynášajú materiál na povrch kruhovej alebo obdĺžnikovej nádrže, kde sa zhromažďuje a vracia späť do zariadenia na úpravu látok. Upravená voda z bielej vody sa odoberá z dna (pozri obrázok 6.45).



Obrázok 6.45: Princíp flotácie rozpusteným vzduchom (DAF)

Vo flotácii s kruhovou nádržou sa vzduchové bubliny vytvárajú miešaním vzduchu do cirkulujúcej vody pod vysokým tlakom. Pri poklese tlaku na vstupe do nádrže sa tvoria mikroskopické bublinky. Veľkosť bublín je rozhodujúca. Flokulačné činidlá sa zvyčajne pridávajú do vody v bielej vode pred flotáciou, aby sa lepšie oddelili.

Výhodou flotácie je, že okrem odstránenia suspendovaného materiálu môže odstrániť aj koloidný materiál malých rozmerov použitím vhodných chemikálií DAF. To je veľmi výhodné pre závody spracúvajúce zberový papier s odľahčovaním, kde je veľká časť suspendovaného materiálu v procesnej vode v koloidnej forme. V systémoch s odstraňovaním atramentu/farby (odľahčovanie) je flotácia v čase písania tohto článku (2013) jediným spôsobom úpravy procesnej vody na recirkuláciu. V odľahčovacích závodoch sa materiál odčerpáva na odvodnenie kalu namiesto recirkulácie do procesov, ako v závodoch na výrobu primárnych vlákien.

Flotáciové systémy všeobecne poskytujú veľmi čistú vodu, ale ich účinnosť závisí od viacerých faktorov, ktoré sa musia monitorovať a kontrolovať, napríklad pH, objemový prietok, veľkosť bublín a stabilita prietoku. Za optimálnych podmienok je však efektívnosť veľmi vysoká. Ďalšou výhodou flotácie je, že nasýtenie technologickej vody vzduchom (kyslíkom) vytvára menej priaznivé podmienky pre rast anaeróbných baktérií.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Použitím DAF na vhodných miestach vo vodných okruhoch možno stupeň uzavretia vodného okruhu priebežne upravovať tak, aby spĺňal požiadavky na kvalitu prevádzkovej vody v závislosti od koncentrácie aniónového odpadu, spotreby aditív a požiadaviek na kvalitu produktu.

Medzizložkové vplyvy

Chemikálie používané ako flokulanty sú nevyhnutné. Elektrická energia je potrebná najmä na čerpanie, aby sa časť neupravenej vody alebo zodpovedajúce množstvo upravenej vody nasýtilo vzduchom po zvýšení tlaku na 7 barov. Tvorba plávajúceho kalu, ktorý sa musí odvieť. Kalorimetrická hodnota odvodneného alebo vysušeného kalu sa môže využiť na výrobu pary v spaľovniach.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Opatrenie je možné uplatňovať v nových a existujúcich závodoch na spracovanie recyklovaných vlákien/papierňach. Modernizácia systému úpravy vody sa často spája s kombináciou zmien v usporiadaní systémov vodných okruhov. Všetky komponenty sa dajú modulárne kombinovať na dosiahnutie optimálnych výsledkov v rôznych aplikáciách.

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne súvisiace údaje.

Dôvody implementácie

Dôvodom zdokonalenia systémov na čistenie vody flotáciou rozpusteného vzduchu v odľahčovacích zariadeniach je to, že umožňujú optimálne riadenie a reguláciu uzatvárania vodného okruhu podľa potreby (pozri obrázky 6.3 a 6.4).

Príklady závodov

Početné zariadenia v Európe.

Literatúra

[14, CEPI 1997], [74, Pöyry 1994], [125, Schwarz et al. 1995].

6.3.12. Prevencia a znižovanie biofilmov využitím metód, ktoré zabezpečujú minimalizáciu emisií biocídov

Opis

Nepretržitý prísun mikroorganizmov do vody, vlákien, vzduchu a papiera vedie k špecifickej mikrobiologickej rovnováhe v každej papierni. Jedným z predovšetkým problémov je tvorba biologických usadenín, nazývaných aj biofilmy. V závodoch sa používajú rôzne chemické prísady na zabránenie rozsiahlemu rastu mikroorganizmov: biodispergátory, oxidačné a neoxidačné biocídy. V posledných rokoch sa v závodoch na výrobu papiera zaviedla technika, ktorá znižuje biofilmy a voľné mikroorganizmy v procesnej vode a celulózovej kaši. Zložkami tejto technológie sú:

- katalyzátor, čo je kovový katalyzátor vo forme opleteného drôtu so špeciálnym povrchom;
- 30 % roztok stabilizovaného peroxidu vodíka;
- výdajné stanice.

V prevádzkovej vode alebo suspenzii sa roztok peroxidu vodíka adsorbuje a aktivuje na povrchu katalyzátora prenosom elektrónov z katalyzátora na peroxid vodíka. Katalyzátor tak získa kladný náboj. Voľné mikroorganizmy majú záporný náboj. Preto sú voľné mikroorganizmy priťahované ku katalyzátoru. Mikroorganizmy na povrchu katalyzátora reagujú s adsorbovaným peroxidom vodíka v procese vzniku biotenzidov a vody. Adsorbované mikroorganizmy následne vrátia elektróny katalyzátoru, čím sa znižuje. Vzniknuté biotenzidy zabezpečujú odstránenie biologických filmov z povrchu. Odstránené biologické vrstvy sú biologicky inertné. Peroxid vodíka sa niekedy dávkuje denne a niekedy týždenne. Úroveň H_2O_2 po dávkovaní je medzi 10 g/m³ až 100 g/m³ vody alebo suspenzie.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

- Použitý 30 % stabilizovaný roztok peroxidu vodíka je z hľadiska prepravy, skladovania a používania podstatne menej nebezpečný ako iné biocídy.
- Nevznikajú žiadne toxické látky.
- Peroxid vodíka reaguje vzniku vody a biotenzidov. Biotenzidy nemajú žiadne nepriaznivé účinky na ľudské zdravie ani na prostredie.
- V dôsledku zníženia biofilmu sa zabraňuje tvorbe sírových kyselín a organických kyselín, ako aj mikroorganizmov spôsobujúcich koróziu.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Táto technológia má pozitívny vplyv na prevenciu znečistenia všetkých médií. Roztok (30 %) stabilizovaného peroxidu vodíka reaguje vzniku vody a biotenzidov bez ďalších sekundárnych zložiek. Biotenzidy sa adsorbujú v odstránených biologických filmoch. Katalyzátor neumožňuje do vody žiadne kationy kovov. Jeho životnosť je najmenej päť rokov. Voda upravená touto technológiou nie je nebezpečná pre biologické systémy, ako sú čističky odpadových vôd alebo vodovodné systémy.

Skúsenosti troch nemeckých papierní, ktoré používajú katalyzátor na pevnej báze s peroxidom vodíka na znižovanie biofilmu, sú uvedené v tabuľke 6.30. Tieto tri závody používajú zberový papier (triedený zmiešaný papier a lepenku) a majú úplne uzavreté vodné systémy. Katalyzátory sú nainštalované v okruhu bielej vody. Peroxid vodíka sa musí dávkovať blízko povrchu katalyzátora. Je potrebná kontrola koncentrácie peroxidu vodíka v zbernej nádrži.

Tabuľka 6.30: Využitie katalytickej dezinfekcie s peroxidom vodíka v závodoch na výrobu papiera

Papierne	RCF de 6	Vreden GmbH	RCF DE 7
Kvalita papiera	Kartón	Surový papier pre vrstvu vlnitej lepenky	Surový papier pre vrstvu vlnitej lepenky
Výstup papiera/lepenky	12 500 prietok	75 000 t/prietok	60 000 prietok
Objem vody (m ³)	700	1 000	možná
Chemická spotreba kyslíka vo vodných okruhoch (mg/l)	25 000	40 000	25 000
Spotreba čistej vody (m ³ /h)	3-4	12,5	možná
odpadovej	Žiadny odtok odpadových vôd	Žiadny odtok odpadových vôd	Žiadny odtok odpadových vôd
Katalyzátor	4 kusy kovového katalyzátora vo forme pleteného drôtu	10 kusov kovového katalyzátora vo forme pleteného drôtu	3 kusy kovového katalyzátora vo forme pleteného drôtu
Dávkovacia stanica	Áno	Áno	Áno
Roztok H ₂ O ₂ (30 %) priebehu prvých šiestich mesiacov	140 l/týždeň	140 l/týždeň	140 l/týždeň
Roztok H ₂ O ₂ (30%) po prvých šiestich mesiacoch	28 l/týždeň	21 l/týždeň	-

Medzizložkové vplyvy

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Táto technika je uplatniteľná na čistenie (úpravu) sladkej vody, chladiacej vody a úžitkovej vody v nových alebo existujúcich závodoch na výrobu papiera.

Ekonomika

Pri výrobe 10 000 t papiera/lepenky ročne sú ročné náklady (odpisy a prevádzka) na Použitie kompletnej katalytickej dezinfekcie s peroxidom vodíka 5 000 až 10 000 EUR ročne. Pri použití tejto technológie v existujúcej papierni je spotreba peroxidu vodíka v prvom roku prevádzky najvyššia v porovnaní s nasledujúcimi rokmi.

Dôvody implementácie

Pri zavedení tejto techniky nie je potrebné používať iné tradičné biocídy. V tomto prípade je možné znížiť spotrebu retenčných prostriedkov a flokulantov. Zabraňuje sa tvorbe toxických plynov, najmä sírových.

Príklady závodov

Katalytickú dezinfekciu s peroxidom vodíka používa približne 10 závodov v Nemecku, Holandsku a Rakúsku, pričom nahrádza iné tradičné biocídy.

Literatúra

[187, Bussmann et al. 2008]

6.3.13. Úprava a spracovanie (odvodnenie) výluhov a kalov na mieste

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Pri úprave zberového papiera je jedným z najdôležitejších krokov procesu odstránenie nečistôt (najmä nepapierových zložiek) z vláknej suspenzie. Nečistoty sa odstraňujú viacstupňovou úpravou a triedením na rôznych úrovniach zariadenia na prípravu látok. Získané náplne možno rozdeliť na ťažké, hrubé náplne a ľahké, jemné náplne. Tvorba tiež (vláknitý a biologický) kalu, ktorý sa musí následne podrobiť úprave.

Tieto odpadové vody a kaly sa zvyčajne nedajú podrobiť recyklácii a podliehajú páleniu na rekuperáciu energie alebo na odstránenie, ktoré sa vykonáva skládkovaním. V mnohých krajinách je od roku 2005 zakázané skládkovanie výluhov a zvyškov s obsahom organických látok vyšším ako 5 %. Výsledkom je, že úniky, kaly a Zvyšky čoraz rozsiahlejšie končia v spaľovniach na mieste aj mimo neho.

Bez ohľadu na to, či sa znova použijú alebo odstránia, odvodnenie výplní je základnou fázou úpravy odpadu. Všetky bežne používané metódy rekuperácie a odstránenia energie sú založené na vysokom obsahu sušiny v náplni. V súčasnosti sa zmesy a úniky zo systému na znižovanie rozvlákňovačov zvyčajne nepodrobujú žiadnemu špeciálnemu odvodneniu. Vzhľadom na ich materiálové zloženie sa pri odvodnení dosahuje obsah sušiny 60 - 80 %. Sitové šnekové dopravníky, vibračné sítá a šnekové a hrabľové triediče sa používajú na odvodnenie ťažkých a hrubých náplní, ktoré vznikajú pri čistení a predbežnom triedení s Vysokou hustotou. Obsah sušiny je možné dosiahnuť na úrovni 60 - 80 %. Po odvodnení ľahkého a jemného kameniva z ďalšej Úpravy a jemného triedenia pomocou triedičov, nekonečných drôtených alebo vibračných sít zvyčajne následne nastáva ďalšie odvodnenie pomocou skrutkových lisov. Dosiahnuteľný obsah sušiny sa pohybuje v rozpätí 50-65 %.

Tvorba prebytočného kalu, ktorá sa vyskytuje v zariadeniach na biologické spracovanie, sa opätovne používa pri výrobe papiera vo väčšine papierní vyrábajúcich Wellenstoff a Testliner. Keďže tento kal má len malý objem, je možné ho použiť ako surovinu na výrobu papiera bez toho, aby ovplyvnil prevádzku papierenského stroja a vlastnosti papiera. V tomto prípade nie sú potrebné zariadenia na odvodnenie. Ostatné papiere, ktoré spracúvajú zberový papier na výrobu potravinárskeho baliaceho papiera, nevracajú prebytočný kal do výrobného procesu (rozvlákňovače alebo zmiešavacia nádrž). V tomto prípade sa musí tento kal tiež podrobiť úprave a odvodneniu.

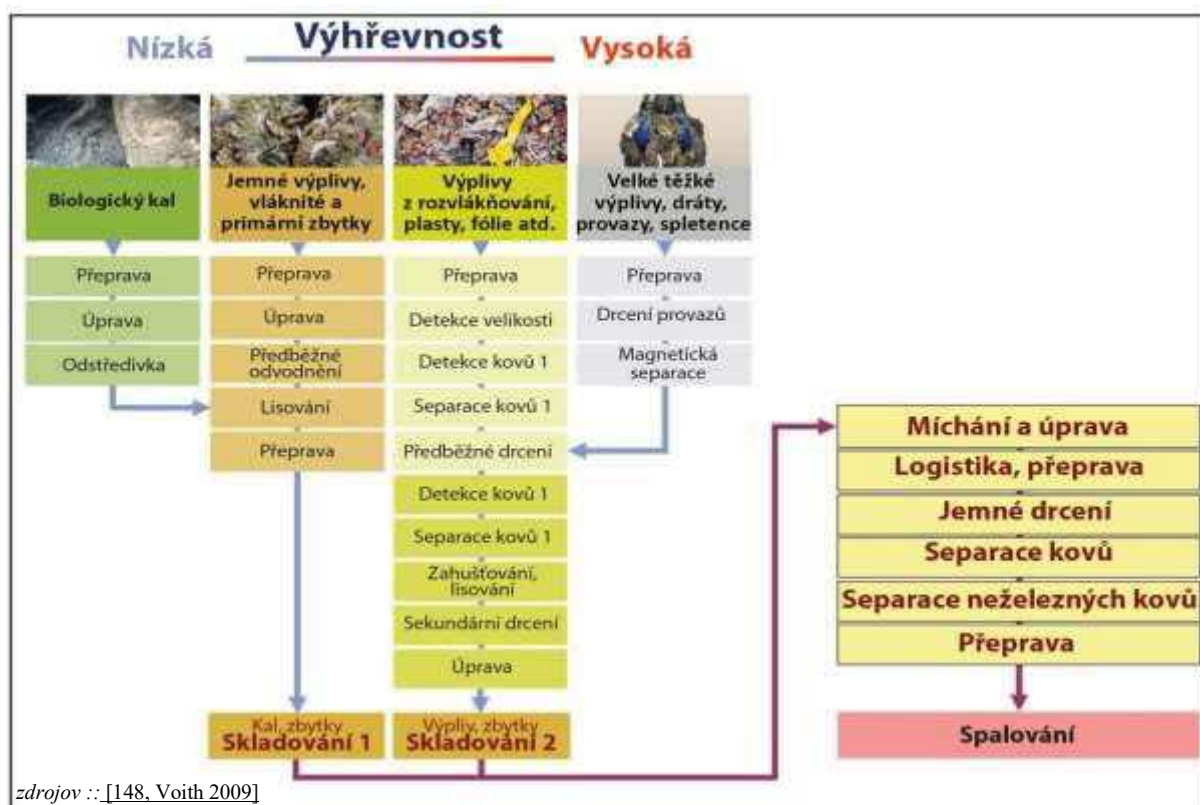
Papierne spracúvajúce zberový papier s vyľahčovaním musia vždy zabezpečiť odvodnenie výplní a kalu (vláknitý kal, vyľahčovací kal, biologický kal).

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Na dosiahnutie vysokej účinnosti odvodnenia sa čoraz rozsiahlejšie používajú skrutkové lisy.

Ak sa v zariadení využíva koncepcia "odpad na energiu", príprava výluhov a kalu na výrobu paliva (separácia kovov, separácia Zvyškov podľa výhrevnosti, drvenie, lisovanie) je výhodná a často je predpokladom účinnosti procesov a získania spáliteľného materiálu s vysokou výhrevnosťou a nízkym obsahom nežiaducich alebo znečisťujúcich látok. Preto sa výplne a iné zvyšky z výroby používajú ako alternatívne palivo a slúžia na pálenie v špeciálnych peciach na výrobu energie.

Príklad všeobecných krokov procesu triedenia a prípravy výplne a kalu do dvoch hlavných skupín zloženia pre "hnedej" farby papiera/lepenky je znázornený na obrázku 6.46. Podobný systém bol priamo vybudovaný v dvoch veľkých nemeckých závodoch na výrobu zberového papiera, ktoré vyrábajú papier na obaly a vlnitú lepenku. [147, J.Sommer a kol. 2009]. Návrh každého systému na manipuláciu a úpravu odpadových vôd a kalov, počet procesných krokov a ich kombinácie sa musia navrhovať konkrétne pre danú prevádzku. Menšie prevádzky môžu použiť oveľa jednoduchší prístup.



Obrázok 6.46: Příklad všeobecných technologických kroků koncepce úpravy plniva a kalu vo fabrike na spracovanie zberového papiera na výrobu "hnedého papiera"

Obrázok 6.46 uvádza, že výlisky z rozvlákňovania (plasty atď.) majú vyššiu výhrevnosť a jemné výlisky/kal majú jednoznačne vyššiu výhrevnosť. Rozdelenie do dvoch skupín podľa zloženia môže byť výhodné, pretože spracovanie jemných výplní/kalu je jednoduché, ale príprava výplní z rozvláknenia si vyžaduje viac krokov a špeciálne techniky na použitie výplní ako alternatívneho paliva. Najnovšie BAT umožňujú pripraviť na pálenie aj rozdrvené vlákna z rozvlákňovača.

Po úprave odpadovej vody a kalu a ich rozdelení podľa zloženia do dvoch skupín sa tieto frakcie môžu skladovať oddelene. Systém skladovania a nakladania so zvyškami je dôležitejší, ak sa majú spolupecť iné zvyšky alebo paliva z iných miest. Kotel môže byť naplnený špecifickou zmesou palív rôzneho zloženia, aby bolo možné plynulo regulovať a upravovať výhrevnosť materiálu dodávaného do spaľovacieho procesu.

V prípade výroby DIP sa líši aj kvalita použitého zberového papiera, procesy a usporiadanie vodných okruhových, odstraňovanie popola a iných nečistôt (napr. mikroskopických lepkavých nečistôt), a teda aj systém úpravy náplní na prípravu a úpravu náplní a zvyškov na zhodnotenie, regeneráciu alebo likvidáciu. Systémy na úpravu kalu a odpadových vôd však zahŕňajú podobné konštrukčné jednotky ako tie, ktoré sú opísané na obrázku 6.46.

Medzizložkové vplyvy

Odvodnenie výluhu a kalu vedie k zvýšeniu objemu vody, ktorá sa musí upraviť. Voda takto získaná pri odvodnení sa zvyčajne vypúšťa do čistiarne odpadových vôd. Odvodnenie prebieha zvyčajne len mechanickými silami. Znečistenie takto získanej vody je rovnaké ako znečistenie vody, ktorá sa usadzuje v odpadovej vode a v kale. Pri použití skrutkových lisov je možné náplne ohrievať vstrekaním pary, čo ovplyvňuje znečistenie takto získanej vody. To by sa malo zohľadniť najmä v prípadoch, keď sa čistiare odpadových vôd blíži k svojej maximálnej kapacite. Vstrekovanie pary si vyžaduje tepelnú energiu.

Ak odpadová voda a kal sa pália v kotolniciach alebo cementárenských peciach, spotreba energie na Odparovanie vody z odpadovej vody a kalu sa znižuje pri dosiahnutí vyššieho obsahu sušiny mechanickým odvodňovaním. To prispieva k vyššej energetickej návratnosti.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Odvodňovacie zariadenia na odvodnenie odpadových vôd a kalu sú bežné v nových aj existujúcich závodoch na výrobu papiera. Je možná modernizácia systémov na odvodnenie s cieľom zlepšiť ich prevádzku.

Integrovaná koncepcia manipulácie s odpadovými vodami, kalmi a zvyškami a ich upravenia zahŕňa Určenie skutočného množstva a kvality odpadových vôd a výstupných miest. Hodnotia sa alternatívne spôsoby recyklácie, rekuperácie a odstránenia vrátane koncepcií strojov, logistiky, nákladov a možností pálenia.

Denná produkcia a zodpovedajúce množstvo odpadových vôd a kalu určujú najvhodnejší spôsob odstránenia. Pri menších množstvách, ktoré sa majú odstrániť (napr. do 15 t/deň), môže byť výhodnou alternatívou lisovanie alebo zahusťovanie s maximálnym možným obsahom sušiny. Použitím najmodernejších techník zahusťovania je možné dosiahnuť obsah sušiny 65-70 %.

Pri odoberateľných množstvách do 40 t/deň je možné zvážiť možnosť zaradenia ďalšieho procesu sušenia po zahutnení (pozri kapitolu 2.9.6.1.4). Pri procese sušenia je potrebné vykonať vhodnú Úpravu: separáciu kovov, zahusťovanie a viacstupňové drvenie. Použitím prebytočného tepla z prevádzky papierenského stroja alebo iných zvyškových zdrojov tepla nie je na sušenie potrebná žiadna ďalšia vstupná energia. Vďaka prebytočnému teplu z prevádzky možno dosiahnuť konečné hodnoty obsahu sušiny až do 90 %. Obsah sušiny 90 % umožňuje dlhšie dočasné skladovanie zvyškov bez problémov so zápachom a je výhodný aj z logistického hľadiska.

Pri veľkom množstve odpadových vôd a kalov, nad 60 t/deň, môže byť vhodnou možnosťou aj pálenie v zariadení, napr. použitím vhodných fluidných kotlov, ktoré vyrábajú paru a elektrinu.

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Dôvodom zavedenia efektívnych procesov odvodnenia a spracovania výluhov a kalov je zníženie objemu odpadu, s ktorým sa musí nakladať. Keďže kombinácia na rekuperáciu energie sa stáva životaschopnou a často uprednostňovanou možnosťou, kľúčom k energetickej účinnosti je účinné odvodnenie a príprava alternatívnych palív. To platí aj pre externé pálenie, napr. v cementárňach.

Príklady závodov

Početné zariadenia v Európe. Len veľmi málo zariadení používa sušičky na sušenie kalu a odpadových vôd pred ďalšou úpravou.

Literatúra

[8, Borschke a kol. 1997], [69, IFP 1998], [81, Krieger 1998], [147, J.Sommer et al. 2009], [148, Voith 2009].

6.3.14. Ekologické použitie a odstránenie odpadu

Opis

Všeobecné aspekty riadenia odpadov a možnosti recyklácie materiálov a rekuperácie energie v závodoch na výrobu papiera nájdete aj v oddieli 2.9.8.

V papierňach, ktoré spracúvajú zberový papier bez odľahčovania (napr. pre Testliner, Wellenstoff, kartón alebo lepenky), sú predovšetkým hrubé nečistoty zo systému rozvlákňovania, odpadové vody z rôznych stupňov triedenia a čistenia v závode na prípravu látok a kal z čistenia odpadových vôd. Množstvo vyprodukovaných odpadových vôd predstavuje približne 4 % až 10 % alebo veľmi veľa vstupnej suroviny v závislosti od zdroja a kvality vstupnej suroviny. Výplne zo závodu na prípravu látok na výrobu "hnedej" baliacej fólie bez zosvetlenia majú malé Použitie na recykláciu, pretože obsahujú neurčité zmesi nepapierových zložiek, ktoré sa zo zberového papiera odstraňujú.

Na recykláciu materiálu sa používajú len výplne z konečných fáz čistenia a triedenia v okruhu papierenského stroja, ktoré majú nízky obsah plastov a iných nečistôt. V niektorých zariadeniach sa preto táto zložka odpadu zbiera a podstupuje individuálne odvodnenie a používa sa ako zložka substrátu na kompostovanie. Použitie kompostovania sa v jednotlivých členských štátoch rozsiahle líši. Zatiaľ čo niektoré krajiny podporujú kompostovanie kalu z papierni spracúvajúcich zberový papier, iné (napr. Nemecko) kompostovanie odpadu z výroby papiera neodporúčajú alebo ho zakazujú.

Okrem toho papierne, ktoré spracúvajú zberový papier vyľahčovaním, produkujú vysoké množstvá kalu z vyľahčovania a z úpravy prevádzkovej vody. Časti odpadových vod a kalov predstavujú 15-40 % vstupnej suroviny. V zariadeniach na výrobu DIP je hlavnou zložkou odpadu kal z procesu vitrifikácie, ktorý obsahuje najmä krátke vlákna, farby, plnivá a častice farieb. Možné využitie zahŕňa pálenie, rekultiváciu pôdy, podstielku pre zvieratá, úprave v cementárňach a tehelních a výrobu ďalších produktov. V niektorých krajinách sa používa aplikácia do pôdy alebo iné metódy kompostovania, zatiaľ čo v iných krajinách sa táto možnosť neodporúča alebo je zakázaná. Vo väčších zariadeniach DIP je možné, aby kal z odľahčovacieho procesu bol spálený spolu s kalom z čistenia odpadových vôd. Existujú rôzne možnosti rekuperácie energie z rôznych odpadových vôd a kalov, ktoré sú uvedené priamo nižšie.

- Pálenie v spaľovni plnidiel v závode (pozri príklady 1 a 3, pričom príklad 1 sa vzťahuje na papier Testliner a Wellenstoff, ale príklad 3 opisuje pálenie plnidiel a odľahčovacích kalov zo závodov DIP).
- Spoluspaľovanie v tepelnej kotolni na uhlie na papierni (pozri príklad 2).
- Spoluspaľovanie v cementárňach alebo tehelních. Kamenivo slúži na náhradu fosílnych palív pri výrobe cementu. Užitočné informácie nájdete v referenčnom dokumente o najlepších dostupných technikách v priemysle cementu, vápna a oxidu horečnatého [272, COM 2013]. Keďže spaľovaním odpadu sa tento dokument vo všeobecnosti nezaobrá, užitočné informácie o spaľovaní odpadu možno nájsť v referenčnom dokumente o najlepších dostupných technikách spaľovania odpadu [273, COM 2006]. Okrem toho sa musia zohľadniť požiadavky existujúcich európskych a vnútroštátnych predpisov, napr. pri kombinácii pálenia sa musí dodržiavať smernica o pálení odpadu (WID). [203, smernica ESP 2000].

Na dosiahnutie veľkej plochy a odporúčaných opatrení na pálenie je potrebná predbežná Úprava výplní. Zahŕňajú najmä primárne drvenie, triedenie a sekundárne drvenie. Drvenie a triedenie možno realizovať v kombinácii, napr. s magnetickou a vzduchovou separáciou na odstránenie železných kovov a nečistôt, ktoré by mohli po drvení poškodiť kamenivo. V menších zariadeniach prebieha Úprava odpadovej vody a kalu, najmä pri odvodnení. Vo väčších zariadeniach sa často používa komplexnejšia Úprava a manipulácia (pozri kapitolu 6.3.13).

Techniky používania plnív sa v rôznych papierňach líšia, väčšinou v závislosti od miestnych podmienok. Zákaz skládkovania neupraveného odpadu s obsahom organickej sušiny najvyššou hodnotou 5 % v mnohých členských štátoch EÚ inicioval vývoj a prevádzku niektorých spaľovní. Po vhodnej predbežnej úprave je možné, aby väčšina zložiek odpadu zo zberných surovín z papierní spĺňala požiadavky na ekologické energetické zhodnocovanie materiálu cez pálenie. Operácie využívajúce rekuperáciu sa považujú za uprednostňovanú možnosť úpravy odpadu. Mali by sa identifikovať možnosti redukcie množstva odpadu ukladaného na skládky, a ak je to možné, mali by sa realizovať.

Kombinácia pálenia s výrobou elektriny a pary sa považuje za ekologicky výhodné riešenie. V európskych papierňach boli zavedené rôzne technické možnosti (Úprava, kotly, techniky na zníženie objemu) pri pálení zvyškov na rekuperáciu energie. Štyri z nich sú opísané priamo.

Medzi príklady patrí: pálenie odpadových vôd z papierní bez odľahčovania priameho na mieste v roštovom zariadení so systémom čistenia spalín (príklad 1). Ďalšou možnosťou je kombinované pálenie výplní v dodatočne vybavenej peci na uhlie s pohyblivým roštom s čistením odpadových plynov (príklad 2). Podobne ako v prípade príkladu 1 je tento roštový kotol skôr príkladom doplnkového zariadenia k existujúcim kotlom na mieste. Takmer všetky novšie spaľovne boli postavené výlučne pre kotly s prevzdušňovanou fluidnou vrstvou. Príklad 3, pálenie odpadových vôd a kalu z DIP zariadení vo fluidných kotloch, sa v európskych závodoch na výrobu papiera používa častejšie. Uvedená je aj možnosť pre menšie preteky (príklad 4).

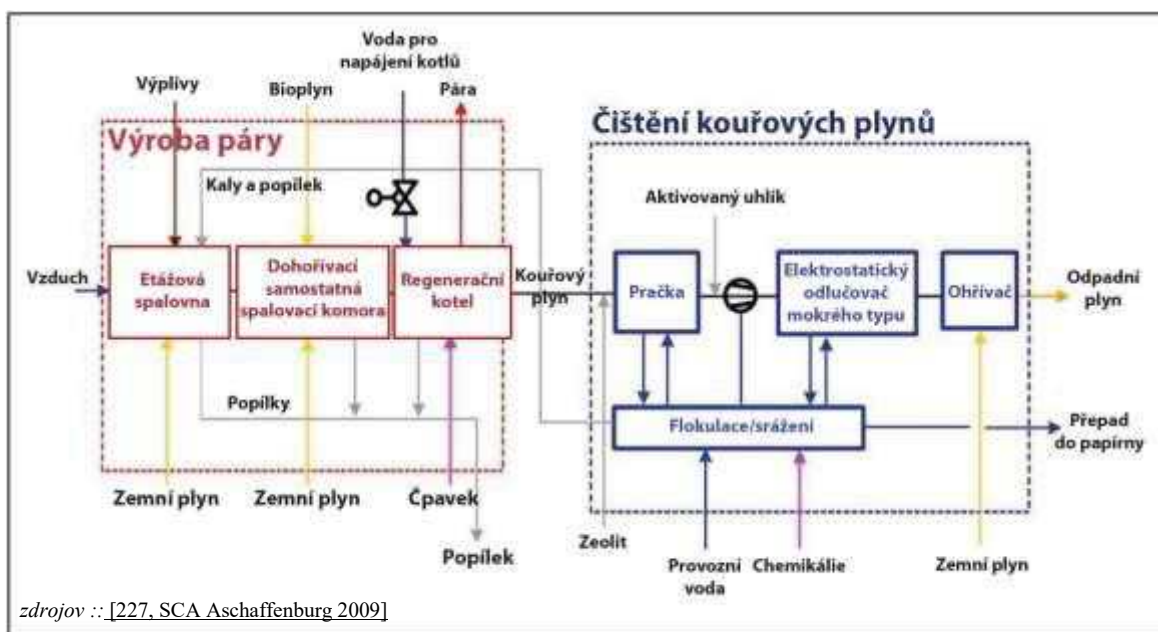
Príklad 1: Použitie celulózy z mlyna RCF bez odl'ahčovania v spaľovniach celulózy

Opis tejto techniky obsahuje "hnedej farby baliaci papier" vyrobený z odpadového papiera. Podobné systémy sú uplatniteľné aj v iných výrobních zberového papiera (pozri príklad 3).

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Predtým, ako vstúpili do platnosti súčasné právne predpisy o skládkovaní, ktoré stanovujú ciele a limity množstva biologicky rozložiteľného odpadu, ktorý možno skládkovať, sa zberový papier zo závodov na výrobu vlnitej a linerovej lepenky zneškodňoval skládkovaním. Za predpokladu, že zberový papier tvorí 5 - 10 % vstupného zberového papiera (v závislosti od kvality použitého zberového papiera), v mnohých závodoch objem zberového papiera nie je dimenzovaný na ekonomickú prevádzku spaľovne. K dispozícii sú aj upravené spaľovacie jednotky vhodné pre menšie zariadenia (pozri príklad 4). Veľké papierne s väčšími výrobnými kapacitami veľmi častejšie využívajú samostatné spaľovne na zvyšky zo spracovania zberového papiera. Nemecká papierne (370 000 t/rok), SCA Aschaffenburg, je v prevádzke spaľovňa s dobrými parametrami pre prostredie od začiatku 90. rokov 20. storočia. Následne nasledovali ďalšie papierne (SCA Witzenhausen, Klingele Papierwerke, Palm Wörth, Laipa Schwedt, Jass Schwarza). Novšie spaľovne boli konštruované výlučne pre kotly s prevzdušňovanou fluidnou vrstvou.

Spaľovňa využíva spaľovanie viacerých palív a je integrovaná v kotolni výrobného závodu. Je navrhnutý na vypúšťanie 28 000 ton ročne. Obsah vody v odpadovej vode sa pohybuje v rozpätí 45-50 %. Po rozdrvení a magnetickej separácii železného materiálu sa výplne privádzajú do hornej pece, kde sa podávajú spalinami s vedením nahor na sušenie. Presun náplní na nové ohrievacie miesto prebieha Použitím miešačov. Tieto miešadlá posúvajú odpadovú vodu smerom nadol cez všetky spaľovacie zóny. Plyny z hornej časti pece sa odvádzajú späť do pecí, kde sa opäť spaľujú. Pri teplote 800-900 °C sa zapáchajúce plyny z pecí úplne spália. Preto je možná samostatná komora a výplne sa spaľujú úsporne. Samostatná spaľovacia komora predlžuje čas zotrvania spalín v teplotnej zóne > 850 °C. Komora je vybavená horákom, ktorý sa automaticky aktivuje, ak teplota klesne pod Určené minimum. Na obrázku 6.47 je znázornená zjednodušená schéma pálenia odpadových vôd v tejto spaľovni.



Obrázok 6.47: Zjednodušená schéma pálenia odpadových látok vo viacpecnej spaľovni

Jednotka čistenia plynov je vybavená dvojstupňovým mokrým skruberom (NaOH) na odstraňovanie kyslých látok, najmä oxidu siričitého a chlorovodíka. Kvapalina z mokrého procesu premývania sa neutralizuje a upravuje pomocou stripovacích a flokulačných činidiel na odstránenie ťažkých kovov. Kal sa zmiešava a podieľa sa na pálení spolu s odpadovou vodou. Popol, ktorý vzniká v spaľovni s viacerými pecami, sa likviduje skládkovaním. Na minimalizáciu emisií dioxínov sa do recyklovaného prúdu spalín vstrekuje aktívne uhlie (približne 17 t/rok) a zeolit (približne 30 t/rok). Použité adsorbenty sa tiež vracajú do zariadenia. Znižuje NO_x dosiahnutie redukcie sa dosahuje použitím SNCR s použitím amoniaku, ktorý sa vstrekuje do spaľovacej komory. Dávka amoniaku sa upraví tak, aby sa hodnota 160 mg NO_x/Nm³ (limitná hodnota je 200 mg NO_x/Nm³). Emisie pevných častíc sa znižujú pomocou mokrého elektrostatického skrubera. Po úprave spalín sa nainštaluje ďalší horák na hospodárenie s teplotou v komíne.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Údaje o emisiách zo spaľovania odpadových vôd sú zhrnuté v tabuľke 6.31. Údaje uvedené pre parametre prachu, SO₂, NO_x a CO sú priemerné hodnoty zistené v roku 2008 pri nepretržitých meraniach, výsledky pre ostatné parametre vychádzajú z jednotlivých analýz vzoriek, ktoré prebiehajú raz ročne.

Tabuľka 6.31: Údaje o emisiách zo spaľovania odpadových vôd v spaľovni s viacerými horákmi v porovnaní s nemeckými právnymi normami

Parameter	Jednotka	Namerané priemerné ročné hodnoty (vypočítané z denných priemerov)	Namerané priemerné denné hodnoty (min.-max.)	Limitné hodnoty (podľa nemeckých noriem)*
Pevné časti (prach)	mg/Nm ³	1,2	0-10,8	10,0
SO ₂	mg/Nm ³	4,4	0-20,7	50,0
NO _x	mg/Nm ³	150,7	62,0-177,3	200
CO	mg/Nm ³	9,2	6,3-14,1	50,0
HCl	mg/Nm ³	< 0,4(1)	< 0,4	10,0
HF	mg/Nm ³	-	-	1,0
Ceľkovej.	mg/Nm ³	5,4 (2)	2,0-6,1	10,0
Cd, TI	µg/Nm ³	5 (2)	2-7	50,0
Hg	µg/Nm ³	< 1 (2)	< 1	50,0
Suma Sb, Cr, CN, F, Mn, V, Sn	µg/Nm ³	64 (2)	14-75	500
Suma As, Cd, Co, benzopyrénu, Cr	µg/Nm ³	8 (2)	5-10	50
Dioxíny/furány	ng prietok ³	0,037 (2)	0,026-0,085	0,1

Poznámka:
 (1) V súlade s vyhláškou č. 17 o vykonávaní spolkového zákona o kontrole emisií (vyhláška o spaľovniach odpadov a podobných horľavých materiálov) zo 14. novembra 2003 sa hodnoty neuplatňujú na štandardnú teplotu a tlak (0 °C, 1 bar, suchý) a obsah kyslíka 11 % obj.
 (2) Pravidelne merané parametre (raz ročne). Hodnoty meraní z marca 2009.

Zdroj: [227, SCA Aschaffenburg 2009]

Prevádzková efektívnosť spaľovne je dostatočná. Údržba a kontrola neprekročili očakávaný časový harmonogram.

Medzizložkové vplyvy

Pálenie výluhov šetrí kapacitu skládok. Výsledný popolček (3,13 kg popolčka/ADt čistej produkcie alebo približne 1 000 t popolčka v roku 2008) je vhodný na ďalšie použitie, napr. na výstavbu ciest. Fosilne palivá možno nahradiť výrobou energie, v tomto prípade približne 66 000 MWh. Parný generátor s regeneračným teplom v zariadení na plnenie má projektovanú kapacitu 8,4 MW_{prietok} vrátane pridania bioplynu a zemných plynov (pozri obrázok 6.47).

Pri pálení vznikajú emisie do ovzdušia, ktoré sa musia spracovať. Dosiahnutie požadovaných hodnôt emisií je uvedené v tabuľke 6.31. Napriek tomu sa potenciálne emisie skládkových plynov znižujú. Tvorba odpadovej vody je spojená s použitím mokrých skrubero v na čistenie odpadových plynov. Voda sa upravuje, kal sa vracia do zariadenia na spaľovanie a prepadová voda sa používa v Papiernom.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Použitie pálenia odpadových vôd v samostatných spaľovniach sa používa len v niekoľkých veľkých, priamo vybudovaných alebo rozšírených zariadeniach. V mnohých európskych závodoch na výrobu papiera nemožno objem odpadových vôd, ktoré vznikajú v závode, dimenzovať tak, aby umožňoval ekonomickú prevádzku spaľovne odpadu. Tento druh oddelenej spaľovne je preto možný len vo väčších prevádzkach.

Modernizácia v starších závodoch je možná, ale nie je isté, či je možné spaľovacie zariadenie vrátane potrebného čistenia odpadových plynov prevádzkovať ekonomickým spôsobom. Vzhľadom na potrebné investície vo výške približne 20 miliónov EUR na zariadenie na pálenie s kapacitou 15 000 ton/rok a skutočnosť, že špecifické náklady na menšie zariadenia sa zvyšujú, je možnosť ekonomickej prevádzky v prípade malých papierní neistá. V prípade týchto mlynov je možné využiť techniku opísanú v príklade 4.

Z tohto dôvodu sa napríklad v holandskej provincii Gelderland v skupine zariadení, ktoré fungujú relatívne blízko seba, používajú na pálenie zvyškov spoločná spaľovňa s fluidným kotlom. Zloženie popolčeka je prísne kontrolované a popolček sa využíva v stavebníctve.

Ekonomika

V roku 1989 predstavovali celkové investície približne 20 miliónov EUR. Konkrétne prevádzkové náklady nie sú k dispozícii. Celkové náklady na pálenie 1 tony zvyškov (50-60 % sušiny) boli približne 100 EUR. Tieto náklady zahŕňajú kapitálové a prevádzkové náklady a zohľadňujú úspory zemného plynu používaného ako zdroj energie v príslušnom zariadení. Investičné náklady v roku 2010 nie sú známe.

Dôvody implementácie

V prípade tohto modelového zariadenia došlo k zníženiu kapacity skládky v blízkosti Papierne, čo viedlo k zvýšeniu nákladov na skládku.

Príklady závodov

SCA Packaging Industrierpapier GmbH. Aschaffenburg/Nemecko.

Literatúra

[227, SCA Aschaffenburg 2009].

Príklad 2: Kombinované pálenie odpadových vôd zo závodu RCF/Papierne bez odľahčovania v kotloch na uhlie vrátane čistenia spalín

Táto technika sa doslova používa len na papierňach RCF, ktoré vyrábajú papier na vrstve vlnitej lepenky. Bolo by však možné preskúmať rôzne prípady, aby sa zistilo, či by podobný systém mohol byť uplatniteľný aj v iných Papierňach spracúvajúcich zberový papier.

Opis a dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Odpadové vody zo zariadení RCF bez odľahčovania sa kvôli ich nehomogénemu zloženiu predtým zneškodňovali na skládkach. Vzhľadom na ich vysokú výhrevnosť v rozpätí 22-24 MJ/kg sušiny, spôsobenú vysokým podielom plastov, sú však vhodné na rekuperáciu energie, ktorá nahradí fosílnu palivú (pozri tiež príklad 1).

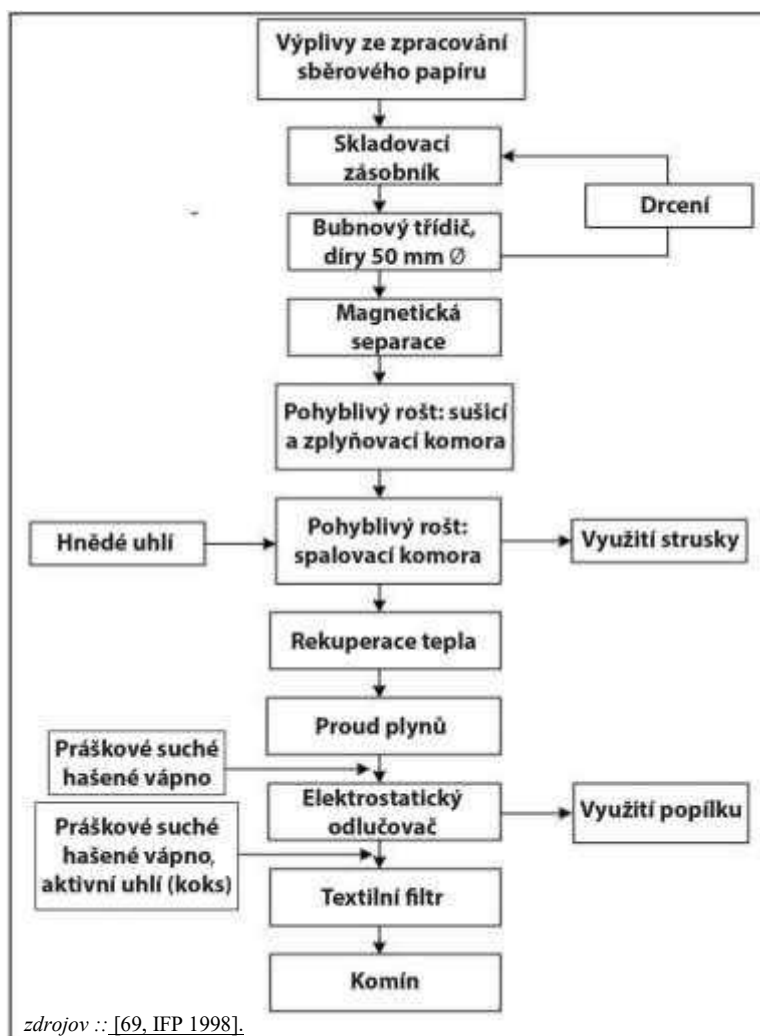
V tabuľke 6.32 je uvedené zloženie náplní vo forme priemerov z 18 analýz, ktoré prebiehali v rôznych nemeckých závodoch na výrobu Wellenstoffu a Testlineru.

Tabuľka 6.32: Zloženie náplní z výroby papiera Testliner a Wellenstoff

zložiek	Jednotka	Hodnota
Plasty	% hm.	26,0
vlákna	% hm.	27,0
Sklo a kamene	% hm.	0,1
Kovy	% hm.	0,9
Ostatné organické materiály	% hm.	1,0
voda	% hm.	45,0
Výhrevnosť (100 % sušiny)	MJ/kg	23,8
Výhrevnosť (55 % sušiny)	MJ/kg	12,0
Obsah chlóru v plastovej zložke	% hm.	5,5
Obsah chlóru vo výlevkách	% hm.	1,4
Zdroj: [69, IFP 1998].		

V závodoch, ktoré vo svojich kotolniach spaľujú hnedejoughlové uhlie alebo antracit, je možné zaviesť kombinované pálenie plnidiel. Je dôležité nainštalovať komoru na sušenie a splyňovanie spojenú so spaľovacou komorou kotla. V komore na sušenie a splyňovanie sa náplne splyňujú oxidáciou uhlíkatého materiálu vzduchom. Plyny vznikajúce pri splyňovaní sa následne spaľujú v spaľovacej komore kotla. Musia sa zabezpečiť vhodné podmienky spaľovania ($> 850\text{ }^{\circ}\text{C}$ a obsah kyslíka $> 6\%$), aby sa predišlo problémom s prchavými organickými zlúčeninami a sadzami. CO ($< 50\text{ mg/Nm}$) je možné monitorovať ako kontrolný parameter.³⁾

Pred sušením a splyňovaním si náplne vyžadujú tieto upravenia: v prvom kroku prebieha triedenie v bubnovom triediči. Kamenivo väčšie ako 50 mm sa drví. Železný materiál sa potom odstráni magnetickou separáciou. Pohyblivý rošt používa na dopravu náplne do komory na sušenie a splyňovanie. Zjednodušená schéma BAT je znázornená na Obrázok 6.48.



Obrázok 6.48 Zjednodušená schéma spoločného spaľovania nedorobkov a hnedého uhlia v kotolni

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Pálenie spalín v existujúcich kotolniciach si vyžaduje dodatočné opatrenia na čistenie spalín. Toto čistenie spalín musí vždy spĺňať prísne požiadavky. Na odstránenie HCl, ktorá je prítomná v spalínach v dôsledku vysokého obsahu chlóru v odpadových plynach, sa do prúdu spalín vstrekuje suché hasené vápno (hydroxid vápenatý). Rozprašovaním suchého vápna v správnej teplotnej zóne sa HCl, HF a SO₂. Všeobecne dosiahnuteľné úrovne emisií sú HCl < 30 mg/Nm³, HF < 5 mg/Nm³ SO₂ < 200 mg/Nm³. Nižšie hodnoty sú možné v závislosti od dávkovania adsorbentu. Odpadové plyny sa následne čistia v elektrostatickom odlučovači a prechádzajú cez tkaninový filter. Úroveň pevných znečisťujúcich látok v upravenej spalinovej plničke nesmie prekročiť 10 mg/m³. Úroveň HCl, častíc a O₂ v upravených spalínach sa vykonávajú nepretržité merania.

Znižovanie dioxínov zo spalín prebieha Použitím aktívneho uhlia alebo koksu. Všeobecne dosiahnuteľné úrovne emisií dioxínov/furánov sú < 0,1 ng I-TEQ/Nm³. V závislosti od dávkovania aktívneho uhlia sú možné aj nižšie hodnoty. Odpadový plyn sa následne spracuje vo vyššie uvedenom zariadení na odstraňovanie prachu.

Medzizložkové vplyvy

Je všeobecne známe, že kombinované pálenie zvyškov má v porovnaní so skládkovaním pozitívnu bilanciu vplyvu na životné prostredie. Použitie fosílnych palív na výrobu energie je možné nahradiť fosílnymi palivami. Jedna tona výplne s obsahom vody približne 45 % nahradí približne 0,7 tony hnedého uhlia. Keďže podiel vlákien s neutrálnym obsahom CO₂ v odpadových vodách je v rozpätí 50 % v pomere k látkam, výsledný obsah CO₂ z fosílnych palív sa znížia. Kombinované pálenie výplní je účinnou metódou minimalizácie množstva odpadu, ktorý sa bežne skládkuje. V tomto prípade je výsledný popol vhodný na opätovné použitie, napr. pri rekultivácii hnedouhoľných baní. V ostatných prípadoch je potrebné odstrániť a zlikvidovať prach, častice s naviazanými ťažkými kovmi a adsorbenty.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Pravdepodobne všetky existujúce kotolne na tuhé paliva (hnedej, antracit) by mali byť vhodné na kombinované pálenie odpadových vôd. Väčšina európskych druhov papierní výroby Wellenstoff a Testliner však používa zemný plyn ako palivo na výrobu elektrickej energie. Tento druh kombinácie spaľovania je preto obmedzený na malé a často staršie zariadenia.

Ekonomika

Investícia potrebná na vybudovanie kombinovaného zariadenia na pálenie odpadových vôd vrátane zariadenia na predúpravu a komôr na sušenie a splyňovanie pre maximálne množstvo odpadových vôd 3 t/h predstavuje približne 2,5 milióna EUR. Pri predpokladaných nákladoch na skládkovanie vo výške 50 EUR/t je ročná úspora 0,6 milióna EUR. Nahradením hnedej uhlia sa ušetrí 0,3 milióna EUR ročne. Náklady na údržbu nebyly špecifikované. Odpisy a úrokové náklady nie sú zahrnuté, pretože nie sú k dispozícii.

Dôvody implementácie

Keďže Nemecko od roku 2005 nepovoľuje skládkovanie odpadu s najvyšším obsahom organických látok, bol to dôvod na zavedenie tejto techniky. Vysoké náklady na likvidáciu kalov a odpadových vôd viedli v súčasnosti k tomu, že viaceré závody majú záujem o obstaranie vlastných spaľovní. Dôvodom realizácie sú aj úspory nákladov na primárnu energiu a nezávislosť od externých spoločností nakladajúcich s odpadom..

Príklady závodov

RCF de 6; Schöllershammer Industriepapier. Düren. Nemecko; Oudegem Papier. Belgicko.

Literatúra

[69, IFP 1998].

Príklad 3: Pálenie odpadu (odpadových vôd a kalov) zo zariadení na spracovanie odpadov v kombinácii s výrobou elektrickej energie a pary

Na rozdiel od príkladov 1 a 2 sa tento príklad týka závodov na výrobu buničiny z odlahčeného zberového papiera (DIP) alebo závodov kombinujúcich výrobu buničiny z DIP a mechanickú výrobu buničiny.

Opis

Pálenie rôznych druhov kalov a kalových plnív sa široko používa v celulóзовom a papierenskom priemysle na plnivá, odlahčovanie kalov, kalov z čistenia odpadových vôd atď. Priamo sú uvedené dve možnosti pálenia vyhnívacích kalov a kalov.

- Kombinované pálenie s kôrou v kotloch na pálenie kôry (len pre celulóзky, ktoré používajú zmes surovín, napr. zmes buničiny z vylahčeného zberového papiera a mechanickej buničiny, kde sa používa odkorňovanie): fluidné kotly sa najčastejšie používajú na kombinované pálenie, najmä kalu s nižším obsahom sušiny, v nových alebo novších zariadeniach.
- Oddelené pálenie kalu od odlahčovania. Tieto spaľovacie zariadenia sú zvyčajne fluidné aeračné kotly a môžu byť prevádzkované so 100 % kalom, hoci sa bežne používa aj podporné palivo, ako je zemný plyn, uhlie alebo vykurovací olej. Požiadavky na pomocné palivo závisia od obsahu sušiny a popola v kale. Všeobecne sa na sebaistočné pálenie vyžaduje minimálne 35 - 40 % sušiny (pozri obrázok 2.29).

Aby kal z úpravy zberového papiera bol vhodný na pálenie v kotle, musí sa najprv, ak je to ekonomicky možné, odvodniť a vysušiť prebytočným teplom z papierenského stroja (pozri kapitolu 6.3.13). Filtrát z odvodnenia je možné spracovať v čistiarni odpadových vôd v závode. V niektorých prevádzkach sa filtrát z odvodnenia po mikroflotácii opätovne používa v procese rozvlákňovania.

Po odvodnení je možné, aby kal z jednotiek flotácie bol pálený bez predbežnej úpravy. Odvodnený prebytočný kal z biologického čistenia odpadových vôd je možné pridávať, ale tvorí len malú časť celkového objemu kalu (približne 5 %). Na zabezpečenie vysokých teplôt (> 800-850 °C) sa plyn alebo kôra zvyčajne pália v kotli na pevná paliva (fluidný kotol). Existujú zariadenia, ktoré spaľujú len kaly, a iné, ktoré spaľujú všetky Zvyšky vrátane odpadových vôd alebo kôry.

V prípadoch, keď sa pália aj náplne DIP, musia sa najprv upraviť, aby boli vhodné na spaľovanie vo fluidnom kotle (pozri tiež príklad 2, obrázok 6.48). Hlavným účelom Úpravy odlahčovacej náplne je oddelenie nehorľavých zložiek a rozdrviť častice paliva na vhodnú veľkosť, aby sa dosiahol vysoký povrch a správne nastavenie počas spaľovania. Po primárnom drvení a triedení sa látky môžu viesť do nádrže na palivá kotla. Ostatné výplne možno rozdeliť na železné výplne a ostatné nehorľavé výplne.

Úprava týchto výplní môže pozostávať z týchto fáz:

1. predbežná klasifikácia 1 na Oddelenie výrobkov z železa;
2. Primárne drvenie, ktoré redukuje veľkosť častíc, aby boli vhodné na následné triedenie;
3. predbežná klasifikácia 2, pri ktorej sa odstránia zvyšné látky železných kovov;
4. triedenie na Oddelenie nehorľavých materiálov (kovy, kamene, sklo atď.);
5. Sekundárna drvenie, ktoré drví plastové pásy, pásy a struny, ktoré slúžia na prechod cez primárne drvenie.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Hlavným dosiahnutým prínosom je zníženie množstva materiálu, ktorý sa musí skládkovať, o 80-90 %. V závislosti od dosiahnutej kvality popolčeka existujú rôzne možnosti jeho konečného odstránenia alebo použitia. V niektorých prípadoch sa popol skládkuje, v iných je možné jeho využitie v stavebníctve alebo v iných produktoch s pridanou hodnotou.

Údaje o emisiách pri pálení odľahčovacích kalov, výluhov a kalov z biologického čistenia odpadových vôd sú zhrnuté v tabuľke 6.33. Ako pomocné palivo sa používa zemný plyn a palivo z komunálnych odpadov. Uvedené hodnoty sú ročné priemery z roku 2008.

Tabuľka 6.33: Údaje o emisiách z fluidného kotla pri pálení čistiacich kalov, odpadových vôd, biologicky zriadených kalov, zemných plynov a palív z komunálneho odpadu

Parameter	Špecifické hodnoty v roku 2008 (1) (mg/Nm ³)	Limitné hodnoty denný priemer (1) (mg/Nm ³)	Inštalované BAT
Prach	5	10,0	Rukávové filtry (teflónové)
SO ₂	1	50,0	Obsah S v kale je veľmi nízky
NO _x	190	200	SNCR (vstrekovanie amoniaku)
NH ₃	Nemerateľné	20	Žiadny významný únik amoniaku
CO	2	50,0	Tekutý lôžko zabezpečuje správne spaľovanie
HCl	3	10,0	Vstrekovanie adsorbentu (zmes vápnika a aktívneho uhlia) pred rukávovými filtermi
Celkovej	1	10,0	

Poznámka: Ťažké kovy a dioxíny sú výrazne pod limitnými hodnotami. Merajú sa pravidelne, napr. Hg < 0,01 mg/m³; PCDD/F: maximálna hodnota: < 0,004 ng/m³.
(1) Namerané hodnoty a emisné limity sú založené na obsahu kyslíka 11 % objemu a sú vypočítané ako ročné priemery.
Zdroj: [Landesdirektion Leipzig, Abt. Umwelt, Stora Enso Sachsen: Kontinuálne Monitorovanie emisií. Výročná správa o emisiách za rok 2008]

Ďalším dôvodom na použitie tejto techniky môže byť rekuperácia energie. Po odvodnení vzniká mierne pozitívna energetická bilancia v rozpätí 4 - 5 MJ/t z pálenia odvodneného kalu (pri 58 % sušiny). V prípade niektorých papierní, ktoré používajú techniku odľahčovania práním (napr. papierne spracúvajúce zberový papier na výrobu tissue papiera), je aj pri pálení kalu spotreba energie najvyššia oproti rekuperácii. Je to zvyčajne spôsobené vysokým obsahom popola, a teda vyššou energetickou hodnotou kalu.

Chlór uvoľňovaný počas fluidného pálenia sa okrem HCl vyskytuje aj ako chlorid draselný (KCl) a chlorid sodný (NaCl). Je známe, že tieto látky kondenzujú na povrchu potrubia a zvyšujú pravdepodobnosť vzniku korózie v prehrievачoch. Tento druh korózie je možné pozorovať v ohrevoch pri teplotách pary nad 500 °C.

Medzizložkové vplyvy

Pri pálení vznikajú emisie do ovzdušia, ktoré sa musia čistiť. Dosiahnutie dosiahnutých hodnôt emisií je uvedené v tabuľke 6.33 priamo. Napriek tomu, potenciálne emisie skládkových plynov sa znižujú. Pri čistení plynov zvyčajne vzniká určité množstvo odpadu (zachytený prach z rukávových (textilných) filtrov; popol zo spaľovacej komory), ktorý sa musí odstrániť alebo recyklovať. V prípade mokrej FGD vzniká odpadová voda.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Pálenie odľahčovacích kalov a iných kalov v kombinácii s výrobou elektrickej energie a pary sa používa vo väčšine moderných zariadení, najmä vo väčších. Pálenie odpadových vôd je však oveľa náročnejšie a zahŕňa potenciálne problémy s emisiami a koróziou. Praktická uplatniteľnosť závisí od kapacity a druhu kotla. Túto techniku je možné v obmedzenom rozsahu použiť v menších závodoch (pozri príklad 4).

Pálenie zvyškov (odpadových vôd a kalu) v kombinácii s výrobou elektrickej energie a pary je možné použiť vo väčšine nových a existujúcich zariadení. Použiteľnosť však závisí od druhu a kapacity kotla. Napríklad malé preteky slúžia na to, aby túto techniku nepoužili. Často majú len veľmi jednoduché olejové alebo plynové kotly s obmedzenou kapacitou alebo technickými možnosťami na pálenie pevných materiálov. Vyšší obsah chlóru v odpadových vodách si vyžaduje osobitnú pozornosť (korózia, čistenie odpadových plynov).

Ak sa používajú fluidné kotly, sú všeobecne vhodnejšie a možno ich modernizovať s nižšími nákladmi ako roštové kotly (pozri príklady 1 a 2). Z prevádzkovej stránky majú fluidné kotly mnoho výhod, okrem iného menšiu citlivosť na výkyvy v kvalite alebo množstve paliva a v väčšine prípadov vyššie emisie v porovnaní s roštovými kotlami (pozri časť 2.6.1.2.3 o fluidných kotloch).

Ekonomika

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dôvody implementácie

Legislatívne požiadavky. Znižovanie prepravy kalov a výluhov; znižovanie skládkovania; Použitie energetického obsahu zložiek odpadu.

Príklady závodov

Niektoré európske papierne DIP nainštalovali fluidné spaľovacie systémy na výrobu novínového a tissue papiera, napr. Stora Enso Eilenburg, novínový papier (DE), Tela Papierfabrik AG, tissue papier (CH), UPM Schwedt, novínový papier (DE), WEPA Giershagen, tissue papier (DE).

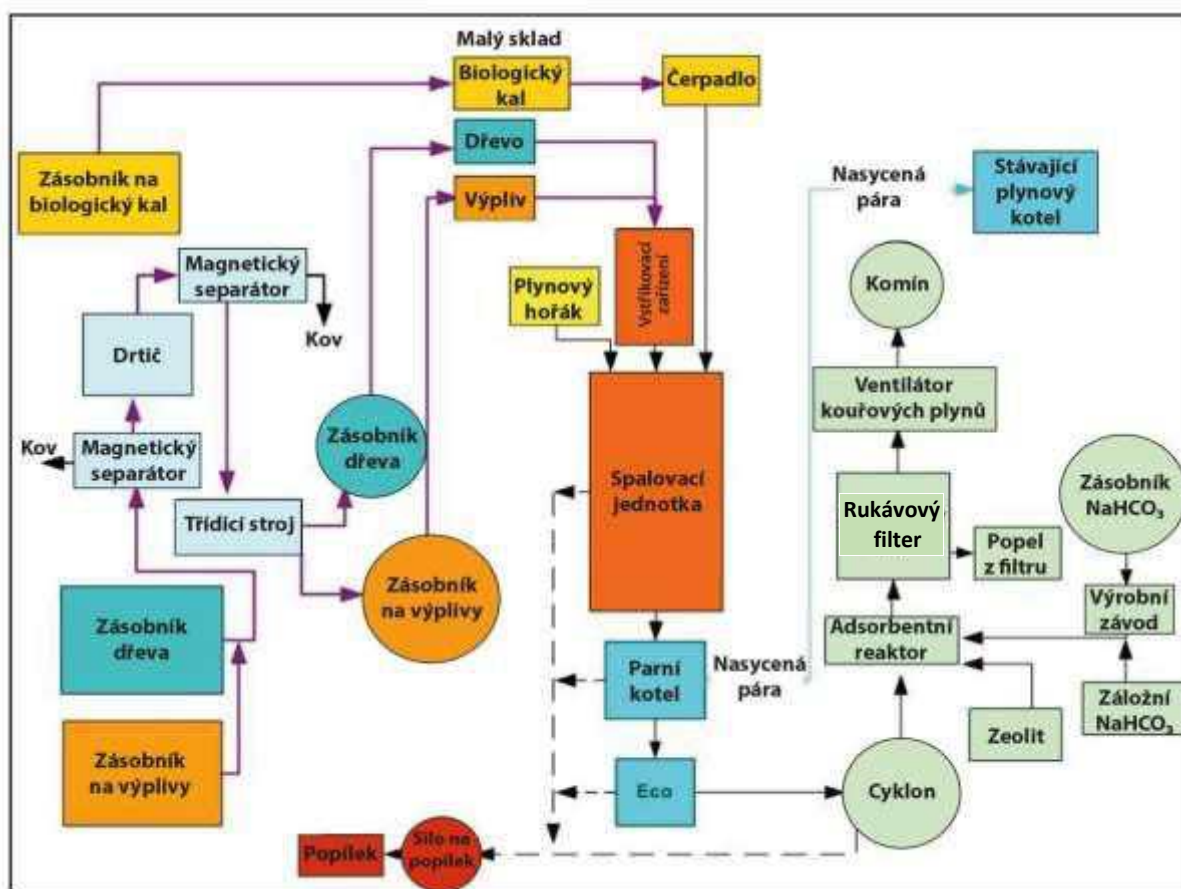
Literatúra

[1, Finnish BAT Report 1997], [16, CEPI 1998], [Landesdirektion Leipzig, Abt. Umwelt, Stora Enso Sachsen: Continuous emission monitoring. Yearly report 2008; v BATIS einfügen]

Príklad 4: Použitie energie na zhodnocovanie odpadových vôd a kalov z odpadových vôd z malých papierní RCF pri pálení (pre menšie zariadenia a menšie množstvá zvyškov)

Opis

Zariadenie spaľovne pozostáva z týchto subsystémov: sklad paliva, ktorý je oddelený pre odpadovú vodu, drevo a kal z vypúšťaných odpadových vôd; príprava paliva (drvič) s následným triediacim strojom; zásobníky na pripravené palivo; dávkovanie a plnenie paliva; pálenie so systémom odstraňovania popola; parný generátor na rekuperáciu tepla; zariadenie na čistenie spalín a systém merania (monitorovania) spalín. Na obrázku 6.49 sú znázornené predovšetkým stavebné prvky spaľovne.



Obrázok 6.49: Technologická schéma systému "energetického zhodnocovania odpadových vôd" v závode

Na pálenie možno súčasne použiť tri druhy paliva v rôznych pomeroch: recyklované papierové výplne, drevo a odpadové kaly. V tabuľke 6.34 je uvedené ich typické zloženie a zmes palív, ktoré sa bežne spaľujú.

Tabuľka 6.34: Zloženie mokrého paliva

Charakteristika paliva	Jednotka	paliva/palivo			
		Výplne	drevom	odpadovej	Zmes
Pomer paliva	-	7,50	5,00	2,50	15
Zložky					
C	% hm.	21,19	48,36	6,43	27,78
H	% hm.	2,98	4,09	0,98	3,02
O	% hm.	15,80	29,51	3,44	18,31
N ₂ +Ar	% hm.	0,05	0,12	0,80	0,20
S	% hm.	0,02	0,00	0,06	0,02
Popol	% hm.	5,07	2,92	3,29	4,05
H ₂ O	% hm.	54,90	15,00	85,00	46,62
Cl	% hm.	0,26	0,00	0,01	0,13
Spolu (bez Cl)	hm. %	100,00	100,00	100,00	100,00
Výhrevnosť	kJ/kg	5 898	15 700	340	8 239
Obsah sušiny (DS)	%	45	85	15	53

Zdroj: Údaje zo zariadenia na odber vzoriek [231, Schwarz 2009].

Na plnenie spaľovacej jednotky sa používa rotačný systém podávacieho kolesa. Pevné palivo sa preto musí spracovať použitím drviča. Drevo a drevené výplne sa postupne štiepajú, triedia a potom skladujú v samostatných skladoch paliva (zásobníkoch). Okrem toho sa pred a za drvičom inštalujú jednotky na oddelovanie kovov. Sekaním sa palivá zmiešajú a homogenizujú. Všetky druhy palivových zložiek sú uložené samostatne, čo je možné využiť na vopred zvoliť pomer paliva podľa ich dostupnosti. Odpadový kal sa prečerpáva kalovým čerpadlom do spaľovne bez Úpravy. Výkon je regulovaný priameho množstvom vstrekovania paliva, čo vedie k väčšej flexibilita spaľovacej jednotky. Vďaka rozdeľovaniu paliva pomocou rotačného podávacieho kolesa nie je potrebná zóna na ohrev, ktorá sa zvyčajne vyžaduje pri pálení na rošte. Proces spaľovania prebieha na celom povrchu spaľovacieho lôžka. Po spaľovacej zóne následne nasleduje dohorievacia zóna, kde plyny zostávajú dve sekundy pri teplote vyššej ako 850 °C. V tejto fáze sa do koncovej zóny zariadenia na spaľovanie vstrekuje zmes močoviny a vody, ktorá znižuje emisie NO_x. Pre pálenie sa odvádzajú pary do vertikálneho vodného kotla. V prvých dvoch priechodoch sa plyny ochladia na 600 °C v sálavej zóne, následne nasledujú kontaktné plochy (odparovač a ekonomizér). Vyhrievané povrchy je možné priebežne upravovať od sadzí parnými dúchadlami. Vysokotlaková para (83 bar(g)), ktorá vzniká pri pálení odpadu, sa mieša s nasýtenou parou z plynového kotla, ktorý je inštalovaný hneď za parným bubnom plynového kotla. Zmes sa potom zahreje na požadovanú teplotu v prehrievači plynového kotla.

Na úpravu spalín bol zvolený suchý systém. Do spalín sa pridáva NaHCO₃ a zmes koksovateľného uhlia a zeolitu na adsorpciu kyslých zložiek plynov a dioxínov a furánov, ak sú prítomné. Adsorbenty sa spolu so zvyšnými časticami popola odstraňujú zo spalín v rukávovom filtri. Zavedenie opatrení na zníženie emisií NO_x spočíva v recirkulácii spalín a vstrekaní zmesi močoviny a vody do zóny dohorievania.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Pálenie môže čiastočne nahradiť výrobu energie z fosílnych palív (na prevádzku je stále potrebné pomocné palivo). Pálenie digestátu je účinnou metódou minimalizácie objemu odpadu a regenerácie výhrevnosti organických zložiek. Odpad nie je potrebné prepravovať, pretože výplne sa používajú na mieste. Skutočné dosiahnuté hodnoty emisií plynov sú výrazne vyššie ako určené limitné hodnoty (pozri tabuľku 6.35).

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Dosiahnuté emisie zápachajúcich plynov sú uvedené v tabuľke 6.35.

Tabuľka 6.35: Údaje o emisiách z MM Hirschwang, Rakúsko

Parameter	Jednotka	Priemerné denné hodnoty, 2006 (rozpätie v %) (1)	Priemerné ročné hodnoty, 2008	merania	Limitné hodnoty ako denný priemer (2)
Prach	mg/Nm ³	0,2 (± 50 %)	0,1	nepretržite	10
SO ₂	mg/Nm ³	2,7 (± 50 %)	3,9	nepretržite	50
NO _x	mg/Nm ³	170,0 (± 15 %)	171,3	nepretržite	200
CO	mg/Nm ³	4,6 (± 65 %)	2,3	nepretržite	50
TOC	mg/Nm ³	0,8 (± 55 %)	1,8	nepretržite	10
HCl	mg/Nm ³	4,9 (± 40 %)	5,3	nepretržite	10
Dioxín a furány	ng/Nm ³	-	0,0054 (3)	Všetkých 6 mesiacov	0,1 (3)
Hg	mg/Nm ³	-	0,0085	Všetkých 6 mesiacov	0,05
Cd a Ti	mg/Nm ³	-	0,002 (4)	Všetkých 6 mesiacov	0,05 (4)

(1) Údaje zo správ o meraniach (normálne hodnoty z roku 2006).

(2) V súlade s nemeckou vyhláškou č. 17 o prebiehajúcom vykonávaní spolkového zákona o kontrole emisií (vyhláška o spaľovniach odpadov a podobných horľavých materiálov). Hodnoty neuplatňujú štandardnú teplotu a tlak (0 °C, 1 bar, suchý plyn) a obsah kyslíka 11 % objemu.

(3) Priemer z meraní v dlhšom priebehu 6-8 hodín. (4) Priemer z meraní v dlhšom priebehu 0,5-8 hodiny.

Zdroj: [231, Schwarz 2009]

Zariadenie je možné použiť na úpravu rôznych druhov paliva s rôznym obsahom vlhkosti a môže automaticky monitorovať tieto meniace sa podmienky. Mokrý náplne majú počas prepravy a skladovania tendenciu tvrdnúť, a preto je potrebné posilniť systém vyprázdňovania nádoby. Priamo sa musí realizovať optimalizácia systému dopravníka popola; vertikálny šnekový dopravník sa nahradí košovým dopravníkom. Počas niekoľkých ručných čistení kotla, ktoré prebiehali dvakrát ročne, sa nezistili žiadne známky korózie, čo potvrdzuje správne Použitie materiálov a správny odhad teplotných profilov v kotle.

Medzizložkové vplyvy

Popol zo spaľovne, regeneračného kotla a cyklónu sa zhromažďuje a odváža do zásobníka popola (1,6-2,1 t/deň, najmä roštový popol). Popolček z rukávových filtrov pozostáva z reagujúcich prísad a prachu (približne 0,3 tony/deň reagujúcich prísad a 0,06 tony/deň prachu). Popol z filtra sa ukladá do veľkých vriec a pred uložením na skládku sa priamo spracováva. V Rakúsku prebieha miešanie s vodou a cementom, aby sa spevnil a na skládke sa neuvoľňoval výluh.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Túto koncepciu možno uplatniť aj na menšie zariadenia s tepelnou spaľovacou kapacitou 5 MW a viac_{prietok}. Rotačný systém dávkovacieho kolieska možno použiť pre rôzne druhy palív. V tomto prípade sa môžu súčasne používať tri rôzne druhy palív v rôznych pomeroch. Systém merania paliva pre spaľovňu určuje palivo s maximálnymi rozmermi 11 cm v súčte dĺžka + šírka + výška, pričom maximálna dĺžka jednej strany by nemala presiahnuť 5 cm. Palivo nesmie byť lepkavé a obsah vlhkosti by mal byť nižší ako 50 %. Spaľovacie jednotky sa dodávajú s tepelnou spaľovacou kapacitou od 5 MW_{prietok} až 30 MW_{prietok}.

Ekonomika

Investícia potrebná pre modelové zariadenie, ktoré spaľuje približne 15 000 ton zmiešaného paliva ročne (53 % obsahu sušiny), je približne 5 - 6 miliónov EUR a prevádzkové náklady sú približne 0,5 - 0,6 milióna EUR ročne. Očakávané úspory predstavujú približne 1,3 milióna EUR (vylúčené sú náklady na odstránenie a fosílna paliva). Tepelná kapacita pálenia je 4,8 MW_{prietok}.

Dôvody implementácie

Papierenský podnik vyrábajúci lepenky zo zberového papiera musel nájsť riešenie nakladania s výplňami, ktoré vznikajú pri úprave zberového papiera (výplne a odpadový kal z biologickej čističky). Do konca roka 2003 sa výplne ukladali na vlastnú skládku a odpadový kal sa odvážal do kompostárne. Vzhľadom na nové nariadenie o skládkach v Rakúsku, ktoré vstúpilo do platnosti začiatkom roka 2004 a ktoré nepovoľuje skládkovanie odpadu s obsahom uhlíka vyšším ako 5 %, sa hľadalo alternatívne riešenie nakladania s odpadom. Riešenie sa našlo v podobe spaľovne odpadu.

Príklady závodov

Papierna továreň Mayr-Melnhof v Hirschwangu (Rakúsko); spaľovňa zvyškového odpadu v Böblingene (Nemecko).

Literatúra

[231, Schwarz 2009], [232, Sympóziu Slovinci 2007], [234, Schwarz 2007], [235, Schwarz 2007].

6.4 Nové BAT

Neboli hlásené žiadne nové BAT.

7. VÝROBA PAPIERA A SÚVISIACE POSTUPY

Táto kapitola opisuje výrobu predovšetkým hlavných druhov papiera a lepenky vyrábaných v európskych závodoch.

V prípade integrovaných papierní sa čitateľ odkazuje aj na uplatniteľné informácie o procesoch výroby buničiny, vlákny alebo zberového papiera (kapitoly 3 až 6 tohto dokumentu). Okrem kapitol venovaných konkrétnym procesom je možné použiť aj kapitolu 2 o všeobecných procesoch a technikách.

V priebehu výroby rôznych druhov papiera sa predovšetkým používajú pôvodné vlákna (chemická buničina alebo mechanické vlákna), alebo recyklované vlákna. V Európe je tiež veľký počet papierní, ktoré vyrábajú papier zo zmesi vláknitých materiálov. V čase písania tohto článku (2013) bolo zloženie surovín používaných pri výrobe papiera viac ako kedykoľvek predtým ovplyvnené cenami jednotlivých zložiek. Zloženie surovín používaných na výrobu papiera (napr. vláknitý materiál, minerálne plniva, farby) má významný vplyv na celkové výrobné náklady, kvalitu výrobku a vplyv procesov na životné prostredie. Výroba vlákien používaných na výrobu papiera je opísaná v kapitolách 3 až 6. V tejto kapitole je výroba papiera a lepenky opísaná bez závislosti od výroby buničiny a vlákny. Tento prístup považujeme za primeraný, pretože v každej papierni sa na papierenských a lepenkových strojoch vyžadujú rovnaké jednotlivé postupy. Opis výroby papiera ako časti integrovaných celulózok by zhuštil technický opis. Napokon, väčšina papierní v Európe nie je integrovaná.

Hoci existuje veľké množstvo druhov výrobkov z papiera a rôzne usporiadanie procesov v závodoch, takmer všetky druhy procesov výroby papiera a lepenky majú tieto základné jednotky:

- závod na prípravu látok;
- prírodný systém;
- stroj na výrobu papiera a lepenky pozostávajúci z:
 - prírodného boxu, ktorý privádza buničinu na sito a vytvára homogénny rozptyl vlákien po celej šírke sita,
 - sitovej časti, ktorá sa podieľa na odvodnení papierového pásu a odvádza približne 12-20 % sušiny,
 - lisovacia časť, ktorá odstraňuje dodatočnú vodu z pásu lisovaním na vlhkosť približne 50 %,
 - sušiacia časť, ktorá sa zaoberá odstránením zvyšnej vlhkosti zahrievaním pásu na sušiacich valcoch,
 - navíjaciu časť, ktorá navíja papierový pás do rolky;
- on-line agregáty (napr. kalandre, čistiace zariadenia, zariadenia na nanášanie farieb);
- v závislosti od druhov papiera a lepenky sa používajú ďalšie technologické jednotky (voliteľné), napr. kalandre, zariadenia na úpravu veľkosti, náterové stroje, zariadenia na výrobu náterových hmôt, navíjacie zariadenia, zariadenia na prevíjanie, zariadenia na valcovanie papierových pásov a baliace linky na papierové rolky.

V nasledujúcej kapitole je opísané množstvo základných jednotiek výroby papiera. Opisy zahŕňajú predovšetkým prísady a chemikálie na výrobu papiera. Keďže výroba papiera je odvetvie náročné na spotrebu vody, je tu zahrnutá kapitola o vodných okruhoch. Vysvetlené sú aj postupy povrchovej úpravy a dôležité dokončovacie postupy.

7.1. Použité postupy a techniky

7.1.1. Príprava látok

Príprava látky je proces, pri ktorom sa surovina mení na hotovú látku (výplň) na výrobu výrobkov. Malta sa pripravuje pre papierenský stroj zmiešaním rôznych druhov buničiny a vlákien, zriedením a pridaním chemikálií. Použitie rôznych druhov chemickej buničiny a mechanických vlákien, zberového papiera a ich zmesí. Kvalita výslednej látky zásadne určuje vlastnosti vyrobeného papiera/lepenky. Surovina je k dispozícii vo forme balíkov, voľného materiálu alebo v prípade integrovaných zariadení vo forme suspenzie.

Príprava látky pozostáva z niekoľkých navzájom prispôbených technologických krokov, ktoré zahŕňajú rozvlákňovanie, Úpravu, upravenie vlákien, skladovanie a miešanie. Tieto systémy sa značne líšia v závislosti od použitej suroviny a požadovanej kvality znečistenia. Napríklad v prípade buničiny čerpanej priamo z celulózky sa vynechávajú fázy rozvlákňovania a opätovného rozvlákňovania.

Prípravou látok sa vykoná odstránenie nečistôt a vzduchu a upravia sa pevnostné vlastnosti vlákien (zušľachtenie). Do procesu sa pridávajú chemikálie, ktoré ovplyvňujú konečnú kvalitu papierového pásu (živice, látky na zvýšenie pevnosti za mokra, farby, plnivá). V neintegrovaných závodoch sa zvyčajne prijímajú vlákna s obsahom vlhkosti približne 10 %. V rozvlákňovači sa z neho vytvorí suspenzia, ktorá sa môže čerpať. Suspendované nečistoty sa odstraňujú triedením (sitá) a Úpravou (odstredivé triediče). Cieľom triedenia je odstránenie rušivých látok z vlákien. Prijateľná buničinová suspenzia prechádza cez sito so štrbinovými alebo okrúhlymi otvormi, zatiaľ čo nečistoty sa oddeľujú a triedia pomocou triediča. Priamo sa vláknitá suspenzia čistí vo vírovom separátore (hydrocyklóny). V závislosti od účelov triedenia rozlišujeme čistiareň na ťažké a ľahké častice. Väčšina čistiareň je viacstupňový systém (až päťfázový).

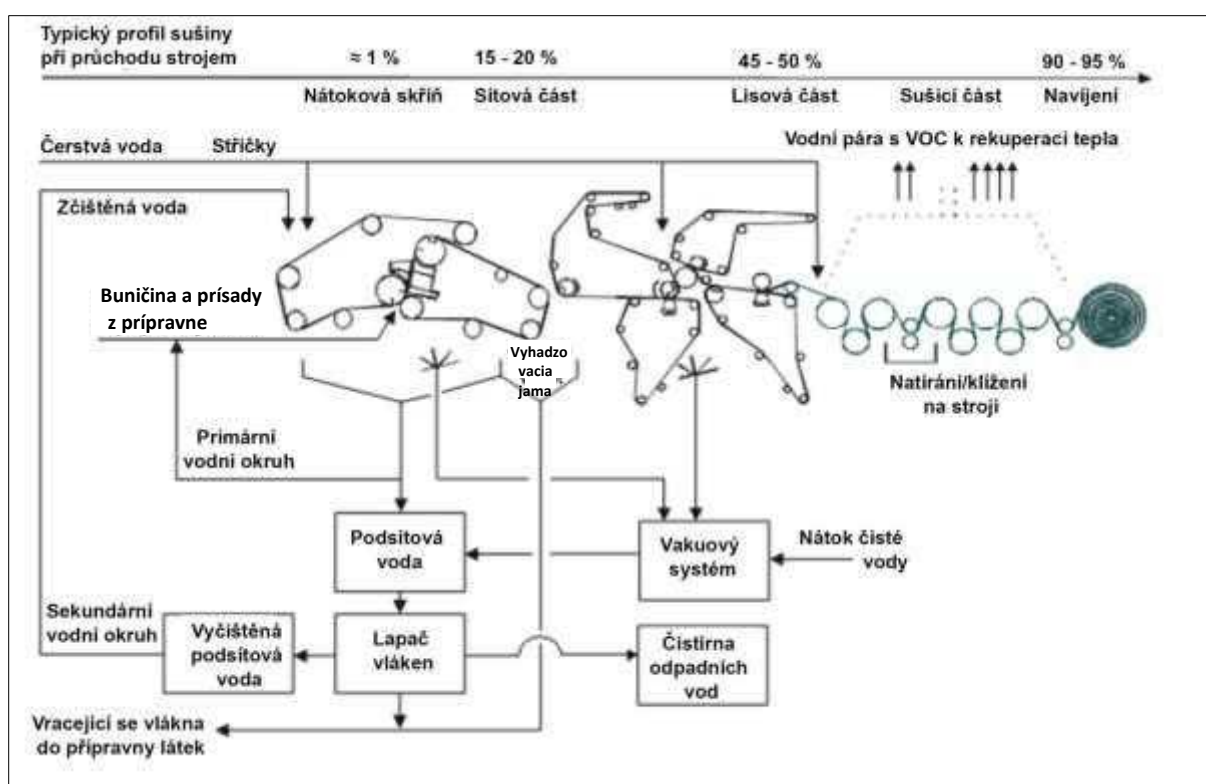
Zušľachtovanie prebieha zvyčajne na zlepšenie spojenia jednotlivých vlákien s cieľom posilniť papier. Upravenie vlákien a dosiahnutie požadovaných vlastností konečného výrobku prebieha aj cez zušľachtovanie. Rafinácia prebieha v rafinátoroch vybavených napríklad rotujúcimi diskami (alebo rotujúcimi diskami v kombinácii so stacionárnymi diskami), medzi ktorými sa látky spracovávajú. Priestor medzi kotúčmi je možné nastaviť v závislosti od požadovanej úrovne zjemnenia a na kontrolu vlastností vlákien. Spotreba elektrickej energie pri rafinácii ako súčasť procesu výroby papiera/lepenky sa pri väčšine papierov zvyčajne pohybuje v rozmedzí od 10 kWh/t do 500 kWh/t, ale pri špeciálnych papieroch môže vyskytnúť až 3 000 kWh/t. V prípade neintegrovanej papierne, ktorá používa chemickú buničinu, preto rafinácia predstavuje najväčšiu časť spotrebovanej elektrickej energie (pričom sušenie spotrebuje najväčšie množstvo tepla). Prakticky všetka energia vložená do tohto procesu rafinácie sa premieňa na teplo (ohrev technologickej vody) a neexistuje možnosť rekuperácie energie, hoci toto vyrobené teplo prispieva k zvyšovaniu teploty procesu.

Kompletná príprava látky pre papierenský stroj sa zvyčajne skladá z niekoľkých liniek, na ktorých sa pripravujú rôzne suroviny. Tento proces zahŕňa aj úpravu odpadu z papierenského stroja (pozri kapitolu 7.1.4). Nakoniec sa buničina prečerpá do skladovacích alebo miešacích nádrží. Tieto nádrže slúžia ako nádrže na vyrovnávanie medzi prípravou látky a samotným papierenským strojom a pomáhajú zabezpečiť kontinuitu procesu. V zmiešavacích nádržiach sa pripravené látky zmiešajú v pomere pre konkrétny druh vyrábaného papiera/lepenky, pridávajú sa potrebné prísady a kontroluje sa požadovaná konzistencia vlákien. Skladovacie alebo zmiešavacie nádrže možno nahradiť pokročilým riadením skladovacej veže a násypmi.

7.1.2. Papierenský stroj

V záводе na výrobu papiera sa vytvára pás papiera (hárok), ktorý určuje väčšinu vlastností papiera. Papierenský stroj je v podstate veľké zariadenie na odvodnenie, ktoré sa skladá z podávacej časti, sitovej časti, časti na lisovanie a časti na sušenie. Pri väčšine bežných súčasných dizajnov strojov sa používa Fourdrinierov proces tvarovania (formovania), pri ktorom sa pás formuje (formuje) na nekonečnom horizontálnom sitovom alebo tkaninovom zariadení, do ktorého sa vlákna privádzajú z podávacieho boxu. Na tvarovanie papierového pásu sa používajú aj tvarovacie (formovacie) zariadenia s dvoma sitami. V dvojsitoch zariadeniach na sušenie sa vlákniťá suspenzia vedie medzi dve sitá pracujúce rovnakou rýchlosťou, pričom voda sa vypúšťa v dvoch smeroch. Existujú rôzne druhy zariadení na tvarovanie (lisovanie) s dvojitém sitom (napr. zariadenia na tvarovanie/lisovanie so štrbinami). V zariadeniach na tvarovanie drážok (formovanie) sa zriedená látka vstrekuje priamo do medzery medzi dvoma sitami. Treťou možnosťou je kombinácia Fourdrinierovho procesu a horného sita. Toto zariadenie sa nazýva hybridné tvarovacie (lisovacie) zariadenie.

Na obrázku 7.1 sú znázornené základné časti papierenského stroja s dvoma sitami.

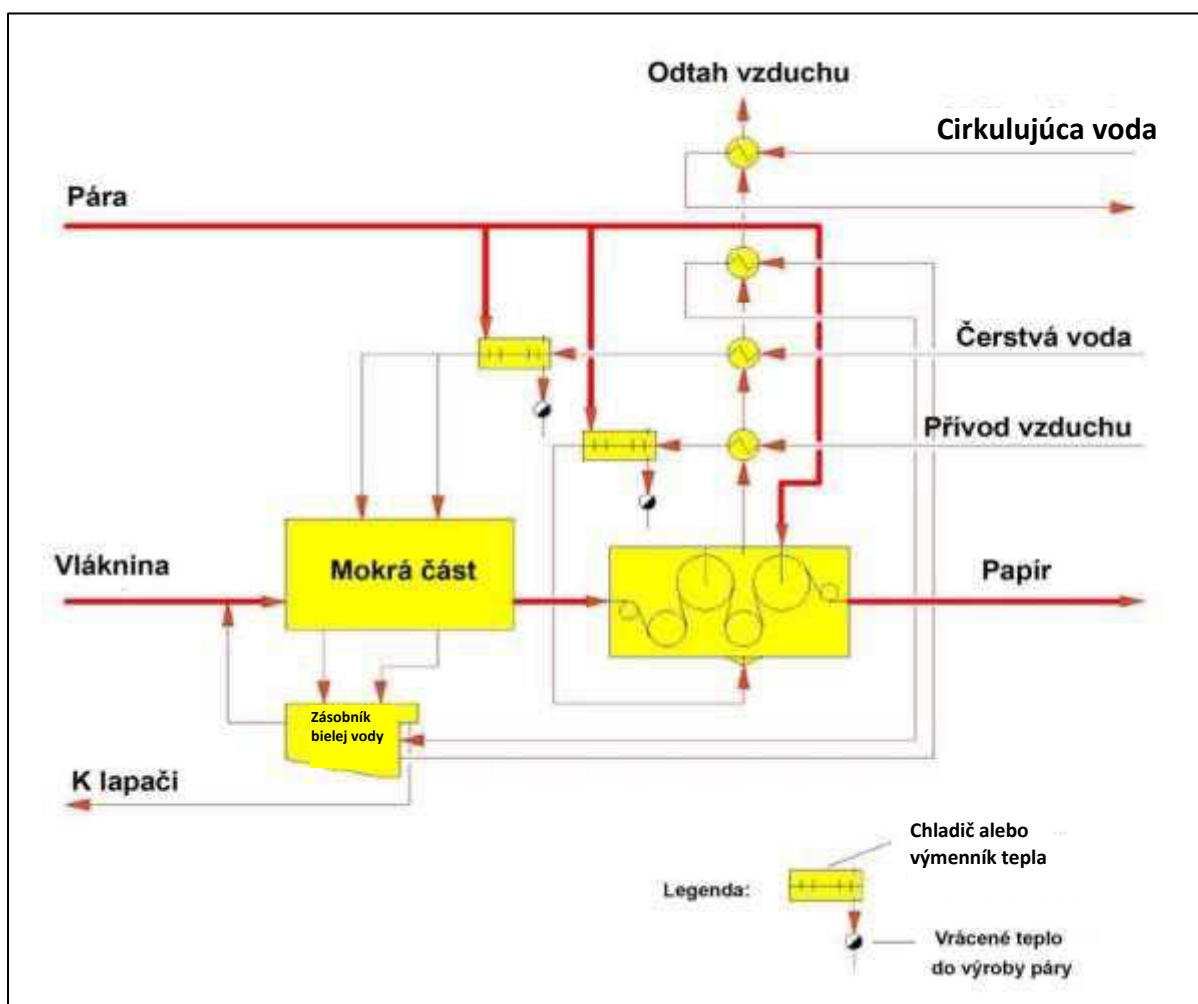


Obrázok 7.1: Hlavné časti prevádzky s dvoma sitami

Papier sa vyrába privádzaním zriedenej suspenzie vlákien, výplní (voliteľne), farbív a iných chemikálií na jemné sito, cez ktoré preteká voda, pričom na sitách zostáva pás vlákien, jemných častíc a výplní. Vlákniťá suspenzia, ktorá v mokrej časti papierenského stroja zvyčajne má konzistentnosť od 0,2 % do 1,5 %, sa čerpá do sitovej časti cez privodný box. Účelom boxu na vlákna je vytvoriť homogénnu suspenziu vlákien po celej šírke papierenského sita, aby sa dosiahlo dosiahnutie rovnomernej tvorby hárkov a rozloženie hmotnosti (hmotnosť v g/m²). Voda preteká cez sito s podporou prvkov na odvodnenie. Príkladom sú valčeky, koľajnice na odvodnenie a vákuové boxy pod sitom. Zvyčajne sa po 10 m vytvorí pás papiera. V dvojsietovom tvarovacom (formovacom) zariadení sa dodatočný tlak na odvodnenie vytvára použitím tkaniny natiahnutej na zakrivený povrch stieračov alebo valcov. Papierový pás sa na sitách časom vysuší na približne 10 - 20 % sušiny; pás je samonosný a môže sa prenášať zo sita do následných častí lisovania a sušenia. Rýchlosti strojov sa značne líšia, pričom pás na najrýchlejších strojoch, zvyčajne určených na výrobu papiera/lepenky, sa pohybuje rýchlosťou až 2 000 m/min pri šírke pásu 11 m. V strojoch na výrobu tissue papiera sa pásu poskytuje rýchlosť viac ako 2 500 m/min, hoci má všeobecne menšiu šírku. Niektoré stroje pracujú s viacerými tvarovacími (lisovacími) časťami na výrobu viacvrstvových papierov alebo lepeniek.

Papierový pás vstupuje do lisovacej časti na plsti medzi valcami, pokračuje priamo cez vákuové časti, kde sa odstráni ďalšia voda (konečné sušenie na vlhkosť približne 50 %), a potom prechádza cez sušiacu časť. Sušenie prebieha zvyčajne Použitím valcov vyhrievaných parou, ktoré sú uzavreté krytom na sušenie. V sušiacej časti sa papier vysuší na konečný obsah sušiny 90-95 %. Prakticky všetko teplo použité na sušenie končí v sušiacej komore ako odpadový vzduch. Teplota odsávaného vzduchu je zvyčajne 80-85 °C a vlhkosť 140-160 g H₂O/kg Suchého vzduchu. Časť vlhkosti (cca 1-1,5 m³/t papiera/lepenky) sa odvádza do ovzdušia. Z ekonomických dôvodov majú všetky papierne nainštalované systémy na rekuperáciu tepla. Na obrázku 7.2 je schematický príklad časti pre sušenie a rekuperáciu tepla v prevádzke na výrobu papiera.

V prvom výmenníku tepla systému rekuperácie tepla sa získava teplo na ohrev privádzaného čerstvého vzduchu. Ďalší výmenník tepla sa používa na ohrev privádzanej čerstvej vody. V niektorých prípadoch sa teplo spätne získava aj do nádrže bielej vody, aby sa kompenzovali tepelné straty v mokrej časti. Posledný výmenník tepla je určený na cirkuláciu (obeh) vody. Na ohrev privádzaného vzduchu sa používa cirkulujúca voda. Vzduch a voda privádzané do postrekovačov sa ohrievajú na konečnú teplotu (90 - 95 °C a 45 - 60 °C) využitím pary.



Obrázok 7.2: Systém rekuperácie tepla z prevádzky papierenského stroja

V tabuľke 7.1 je uvedený príklad tepelného toku v bežnom veľkom modernom papierenskom stroji. Výrobná kapacita stroja je 240 120 t/rok (667 t/deň). Obsah sušiny v papierovom páse pri vstupe do sušiacej časti je 44,5 % a pri výstupe 91 %. Teplota odsávaného vzduchu je 82 °C a vlhkosť 160 g H₂O/kg suchého vzduchu. Hodnoty uplatňujú sa pre škandinávске zimné podmienky. V krajinách s teplejším podnebím nie je potrebné ohrievať cirkulujúcu vodu, ktorá sa používa na vykurovanie strojovne. Rekuperácia tepla do cirkulujúcej (obehovej) vody sa znižuje alebo zaniká a úmerne tomu sa zvyšuje objem odvádzaného plynu do vzdušia.

Tabuľka 7.1: Príklad rekuperácie tepla a tepelných strát papierenského stroja s výrobou 667 t/deň

Umiestnenie rekuperácie tepla	Určenie tepelného prietoku zo sušičky	Distribúcia tepla (%)
Prívod vzduchu	1,8 MW _{prietok} alebo 233 prietok/t	6
Zásobník bielej vody	3,6 MW _{prietok} alebo 466 prietok/t	11
Sladká voda	5,5 MW _{prietok} alebo 712 prietok/t	19
Cirkulujúca voda	8,0 MW _{prietok} alebo 1 036 prietok/t	27
Priame vypúšťanie do ovzdušia	10,8 MW _{prietok} alebo 1 399 prietok	37
Celková (extrakcia zo sušenia)	29,7 MW _{prietok} alebo 3 847 prietok/t	100

Zdroj: Valmet, 1998.

Jednou z možností sušenia papiera pri výrobe ľahkého strojovo glazovaného papiera alebo bežného tissue papiera je použitie vyhrievaného Yankeeho valca s veľkým Priemerom. Sušenie pásu papiera prebieha počas jednej otáčky valca.

Pri jednoduchej výrobe papiera/lepenky je možné papier zrolovať a odviezť na rezanie a Upravenie. V zložitejších prípadoch je do stroja zabudovaných niekoľko rôznych stupňov, napr. lisy, v ktorých sa škrob a iné chemikálie nanášajú na povrch papiera ponorením alebo postrekom a odstránenie zvyškových kvapôčok vody sa uskutočňuje v nasledujúcej (koncovej) časti po vysušení.

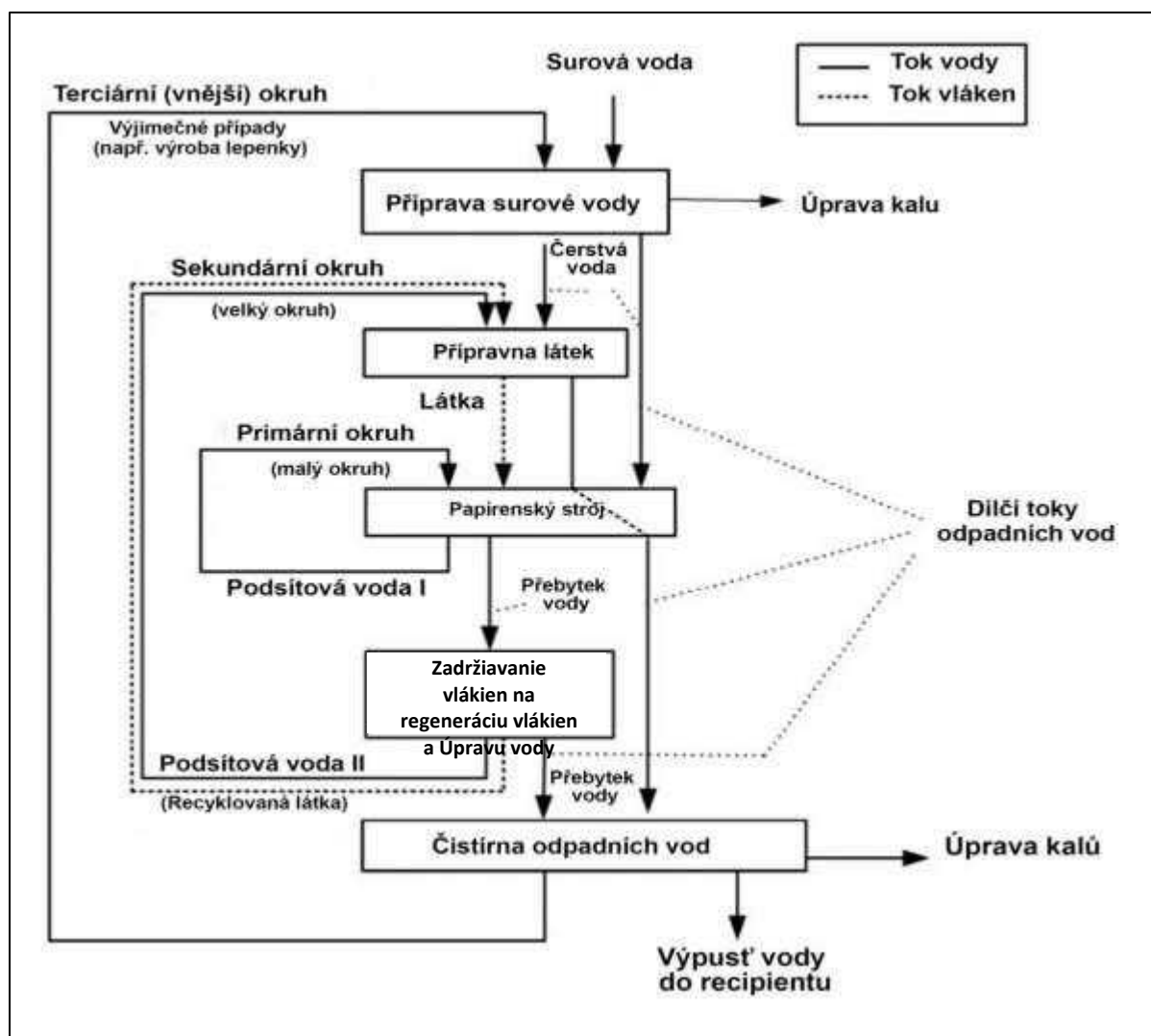
Vo väčšine zostáv sa okraje papierového pásu nepretržite orezávajú vodnými tryskami, keď opúšťajú sito, pričom orez padá do odpadovej nádoby na gauč. Keď sa pás pretrhne (čo je možné niekoľkokrát za deň), dochádza k rozsiahlej strate papiera. K podobným stratám vzniká aj počas pravidelného nábehu. Všetok tento papier, známy ako "odpad", sa opätovne zošliapne a vráti sa do skladovacích nádrží v závode na úpravu látok. Pro suchý odpad je možné ho ihneď znovu vločkovať alebo uskladniť na neskoršie použitie späť do systému. Farebný alebo lakovaný odpad sa recykluje, ak je to možné, ale niekedy sa musí najprv vybieliť alebo chemicky vyčistiť (pozri kapitolu 7.1.4).

Je nevyhnutné, aby sa na rýchlo sa pohybujúcich sitách, plsti alebo valcoch vždy vyhýbali nálepkám, pretože to rýchlo vedie k roztrhnutiu papierového pásu. Ihlové alebo ventilátorové postrekovače na tento účel sú najdôležitejšími spotrebučmi čerstvej alebo čistenej vody v systéme. Vákuové systémy slúžia aj na spotrebu rozsiahleho množstva čerstvej vody. K dispozícii sú však aj vákuové systémy, ktoré nepoužívajú vodu (pozri kapitolu 2.9.6.2.1).

Dôležité je zadržiavanie nerozpustných látok (vlákien, jemných častíc a plnidiel) a rozpustných látok (pridaných chemikálií, organických látok v buničine atď.) v páse papiera tak, aby nemohli prejsť sitom a zostať vo vodnom okruhu. Prietok každej látky ovplyvňuje pravdepodobné smerovanie - buď do výroby, alebo do odpadových vôd. Kontrola konzistencie linky (Monitorovanie) sa často používa na stabilizáciu retencie. Zadržiavanie tuhých látok na sitách je možné zvýšiť pridaním retenčných činidiel (chemikálií zvyšujúcich zadržiavanie), čo je bežná prax pre väčšinu druhov papiera/lepenky. Pri niektorých druhoch je to však z kvalitatívnych dôvodov obmedzené.

7.1.3. Vodné okruhy a recyklácia vlákien

Vodný systém papiera môže pozostávať z troch vodných okruhov: primárneho, sekundárneho a v niektorých prípadoch (napr. v papierňach RCF) terciárneho. Schéma systémov vodných okruhov v Papierni je znázornená v Obrázok 7.3.



Obrázok 7.3: Zjednodušený diagram prietokov vody a látok v papierni

V primárnom okruhu (malom okruhu) sa voda bohatá na vlákna, jemné častice a výplne, získaná v zóne formovania papierového pásu v sitovej časti (biela voda I), vracia späť na zriedenie látok v systéme prívodu látok. Primárny okruh je čo najviac uzavretý.

Prebytočná voda zo zóny formovania papierového pásu, odsávaná voda a voda z časti s lisy, ako aj čistiaci voda sa súhrnne nazývajú bielej vody a cirkulujú v sekundárnom okruhu (veľký okruh). Biela voda vypúšťaná zo sita sa zvyčajne upravuje pomocou "lapača vlákien", ktorým môže byť usadzovacie zariadenie, flotačné zariadenie alebo filtračná jednotka (bubnový alebo diskový filter). Táto voda sa nazýva upravená voda.

Diskový filter potiahnutý surovou buničinou/celulózou vytvára látku s najvyššou konzistenciou (10-30 %) a prebieha na ňom trojcestné (alebo štvorcestné) oddeľovanie vlákien od bielej vody z podsypu. Prvou extrakciou je zakalený filtrát, následne čistý a superčistý filtrát. Kalový filtrát sa zvyčajne recykluje späť do filtra ako riediaci voda, ale je možné ho použiť na nahradenie čerstvej vody v procese alebo na riedenie látok. Vyššia miera recyklácie zakaleného filtrátu späť do diskového filtra vedie k čistejšiemu filtrátu. Úroveň pevných látok v čistom filtráte (jemné častice a plnivá) je zvyčajne približne 10-150 mg/l v prípade pôvodnej buničiny alebo 100-400 mg/l v prípade recyklovanej buničiny.

Na premývanie vlákien sa používajú aj flotačné systémy. Za optimálnych podmienok je účinnosť flotácie pri znižovaní koncentrácie nerozpustných látok až 90 %, pričom koncentrácia nerozpustných látok je 10 - 50 mg/l (pre primárnu buničinu). Konzistencia vylúhovaného kalu sa pohybuje medzi 3 a 10 %. Flotačné zariadenia pozostávajú z usadzovacej nádrže s odstraňovaním kalu, prevzdušňovacieho

zariadenia na čiastočný prietok upravenej vody a dávkovacieho zariadenia pre chemikálie pre flotáciu. Výhodou flotácie je, že umožňuje aj znižovanie koncentrácie malých koloidných častí (s vhodnou koaguláciou pred flotáciou). To je veľká výhoda v papierňach, ktoré spracúvajú zberový papier (pozri časť 6.3.11) s odľahčovaním, kde je veľká časť nerozpustných látok v procesnej vode koloidná; v odľahčovacom zariadení sa výluh čerpá na odvodnenie kalu namiesto toho, aby sa recykloval do výroby.

Usadzovacie zariadenia sú vhodné na čistenie odpadových vôd znečistených výplňami, ale vyžadujú si veľké objemy, a teda aj veľký priestor.

Zachytené vlákna sa vracajú do nádrží na tkaninu a voda rôznej kvality sa vracia na rôzne účely a v závislosti od kvality slúži na nahradenie čerstvej vody.

Terciárny okruh obsahuje prebytočnú vodu zo sekundárneho okruhu a všetky ostatné odpadové vody z výroby, ktoré nie sú alebo nie sú priamej uplatniteľnosti vzhľadom na stupeň znečistenia. Je podrobeno úprave v čistiarni odpadových vôd založenej na chemikáliách alebo biologicky. Opätovné použitie vyčistených odpadových vôd nie je možné pri všetkých druhoch výroby papiera, ale hlavne pri niektorých papierňach vyrábajúcich obalový papier na báze RCF a v ojedinelých prípadoch pri papierňach vyrábajúcich novinový papier na báze RCF (len jeden príklad papierne). V týchto prípadoch sa vyčistená/upravená voda čiastočne vracia do výrobného procesu (5-30 %). Uzavreté vodné okruhy sa používajú len u niekoľkých papierní, ktoré vyrábajú vlnitý materiál pre vlnitú vrstvu na báze RCF (pozri časť 6.3.4) alebo lepenky.

Z tohto opisu vyplýva, že mokrá časť prevádzky obsahuje veľmi veľké množstvo vody a že v rôznych vodných okruhoch je zvyčajne vysoký stupeň recirkulácie vody. Zvyčajne sa vyparuje 1-2 m³ prevádzkovej vody na tonu papiera v oddieli sušenia stroja a opúšťa výrobný proces. "Suchý" papier v rovnováhe s bežným vzduším obsahuje približne 6-10 % vody.

7.1.4. Systém zmetkov

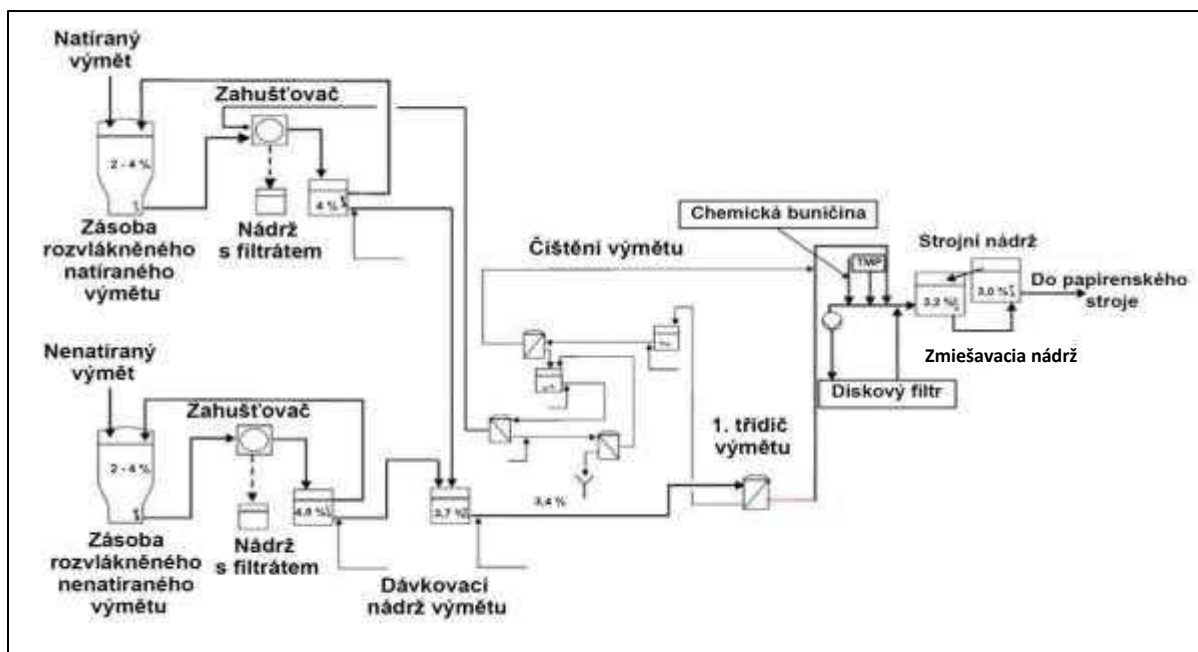
Pojem "zmetky" sa vzťahuje na všetok papier vyrobený od začiatku procesu výroby papiera/lepenky až po hotový výrobok, ktorý nebol nikdy odoslaný zákazníkovi. Vlna existuje v rôznych formách a množstvách a vždy sa vyrába v procese výroby papiera/lepenky.

Predovšetkým je cieľom výmenného systému vrátiť papierové vlákna späť do výroby bez toho, aby sa narušila rovnomernosť a kvalita látok prúdiacich do papierenského stroja. Každý papierenský stroj je iný. Neexistujú dva rovnaké papierenské stroje, aj keď se zúčastňujú výroby stejného druhu papiera. Z toho tiež vyplýva, že (z chemického hľadiska) neexistujú dva rovnaké výmenné systémy.

Množstvo odpadu, ktoré vzniká v priebehu výroby papiera, predstavuje zvyčajne 5-20 % kapacity stroja. Niekedy sa môže vyskytnúť až 50 % normálnej výroby.

V závislosti od konkrétneho prípadu dochádza k vyradeniu na rôznych miestach papierenského stroja. Tvorba vychýlenia sa vyskytuje v priebehu trhania pásu papiera. Tvorba mokrého odpadu sa vyskytuje aj počas bežnej prevádzky vo forme orezaných okrajov v časti sita a tvorba suchého odpadu sa vyskytuje počas nábehu, zmeny druhov a všetkých dokončovacích prevádzok. Odpadové buničiny pochádzajúce z mokrej a suchej časti prevádzky nie sú rovnaké z hľadiska ich vlastností pri výrobe papiera.

V prípade strojov s lakovaním potrebuje Systém na skladovanie odpadu rôzne skladovacie veže na nelakovaný a lakovaný odpad. Na obrázku 7.4 je znázornené možné usporiadanie systému vyradovania vo valcovni na výrobu natieraného papiera. Buničina sa zo skladovacích veží prečerpáva do zahusťovacích strojov, kde sa odstraňuje prebytočná voda. Zahustený odpad sa vypúšťa do dávkovacej nádrže odpadu, kde sa zmieša obalený a neobalený odpad. Po dávkovacej nádrži na odpad sa odpad čistí na niekoľkých úrovniach, aby sa minimalizovala minimalizácia odpadu, ktorý sa nedá recyklovať do výroby. Vyčistený odpad sa vypúšťa do hlavnej zmiešavacej nádrže linky, odkiaľ sa hotový zmiešaný papier čerpá cez ďalšiu čistiacu jednotku do prevádzky. Nelakované a lakované odpady sa skladujú v oddelených nádržiach.



Obrázok 7.4: Možné usporiadanie systému výmeny vo fabrike na výrobu natieraného papiera

7.1.5. Klíčenie (voliteľná možnosť)

Klíčením sa zvyčajne rozumie klíčenie za mokra, pri ktorom sa škrob alebo syntetické klíčiace látky pridávajú priamo do znečistenia, aby sa znížila prirodzená nasiakavosť papiera/lepenky. Klíčenie zahŕňa aplikáciu škrobu alebo iných klíčiacych látok na vláknitú štruktúru s účelom zhustiť pevnosť základnej papierovej tkaniny a zmeniť povrchové vlastnosti vzhľadom na absorpciu kvapaliny v priebehu písania, tlače alebo lakovania. Klovanie na mokrom konci sa používa napríklad pri bezdrevných papieroch a v prípadoch niektorých špeciálnych druhov papiera.

Potenciálny ekologický vplyv aplikácie klíčenia spočíva najmä v uvoľňovaní do vody. Ak sa do papieroviny pridávajú čistiace prostriedky, v vodných okruhoch je možné namerať výrazne vyššie koncentrácie Chemickej spotreby kyslíka (CHSK). Chemická spotreba kyslíka vo vodovodných okruhoch tiež zvyšuje delamináciu naklíčených odpadov. Napríklad rozvlákňovanie zberového papiera natieraného škrobom je predovšetkým zdrojom odpadu z Chemickej spotreby kyslíka v odvetví písacieho a bezdrevného papiera.

Klíčenie je možné použiť aj na povrch papierového pásu (povrchové klíčenie), aby sa zabránilo prášeniu (drobeniu) papiera v ofsetových procesoch. Povrchové klíčenie tiež zvyšuje povrchovú pevnosť papiera/lepenky. Pri povrchovom klzaní prechádza pás cez klznú nádrž umiestnenú nad kontaktnou čiarou valčekov, ktoré tlačia na pás (klzný lis). V dôsledku toho pás z papiera/lepenky absorbuje klin. Množstvo vstupného materiálu závisí od množstva sušiny papiera vstupujúceho do lisu, ktoré môže pred kotúčovým lisom vyskytnúť 98 %.

Technológia klzávých lisov sa vyvíja tak, že tenkovrstvové klzávé lisy sa stávajú štandardným zariadením namiesto starších technológií so zaplavenou nádržou a dvoma valcami. Funkciou tenkovrstvových lisov je rovnomerné nanášanie kontrolovaného množstva triediacej zmesi na báze vody na pás papiera tak, že sa najprv vytvorí film rovnakej hrúbky na prídavnom valci a potom sa tento film preniesie na pás papiera, t. j. akoby sa triediaca fólia otláčala na papier. Voda použitá v klíčiacom lise sa odparuje v časti za sušičkou. Lisy sa používajú predovšetkým pri výrobe tlačiarenského a písacieho papiera a na balenie druhov papiera vyrobených z recyklovaného vlákna. Ak sa čistiaci prostriedok aplikuje pomocou čistiaceho lisu, pri zmene prevádzkových podmienok je potrebné vykonať vypúšťanie len relatívne malého množstva koncentrovaného čistiaceho prostriedku.

Hoci konečné upravenie na kotúčovom tlačí je v skutočnosti formou povrchovej úpravy papiera s cieľom zlepšiť jeho povrchové vlastnosti, pojem "povrchová úprava" sa zvyčajne používa len na nanášanie pigmentovej suspenzie na povrch papiera s cieľom zlepšiť tlačiteľnosť alebo na iné špecializované účely.

7.1.6. Natieranie (možnosť)

Papier vyrobený len z jednotlivých vlákien má pomerne drsný povrch. Keďže táto drsnosť má negatívny vplyv na kvalitu tlače, na účely dosiahnutia hladkého povrchu tlače sa natiera veľké množstvo papiera a lepenky. Pojem "náter" znamená nanášanie zmesi vody, bielych pigmentov, spojiva a rôznych prísad (aditív) na jednu alebo obe strany povrchu papiera/lepenky s cieľom vytvoriť špecifické vlastnosti povrchu. Papier sa môže natierať buď na zariadení, ktoré je integrovanou súčasťou papierenského stroja (na stroji), alebo na samostatnom natieracom zariadení (mimo stroja). Pás natieraného papiera sa najprv suší infračerveným žiarením, horúcim vzduchom alebo technikou infračerveného a horúcovzdušného sušenia a nakoniec v krátkej, parou vyhrievanej časti.

Zloženie náterovej hmoty/farby je do veľkej miery určené požiadavkami kladenými na povrch papiera pri procese tlače. Farby môžu slúžiť ako zložitá zmes zložiek a zvyčajne si vyžadujú prípravu pred využitím. Príprava farieb sa prebieha v takzvanej "lakovni", kde sa miešajú a upravujú chemikálie na farby. Hotové farby sa pred vstupom do lakovacieho stroja prepasírujú cez sito. Niektoré suroviny sa používajú mokré, aby sa uľahčila manipulácia a aby nevznikali problémy s prachom. Všetky farby obsahujú určitý druh spojiva, ktorým je zvyčajne karboxylovaný styrén-butadién, styrén-akrylonitril alebo akrylátové latexy. Na zhutnenie sa môže použiť škrob, ktorý sa pred použitím zvyčajne podrobení vareniu. Stearáty (Ca a NH_4) sa používajú na účely mazania v priebehu kalandrovania a na Upravenie štruktúry povrchu. Použitie pigmentov zahŕňa jemný kaolín, mastenec alebo uhličitan vápenatý, ako aj farby, zjasňovače a iné špeciálne chemikálie s nízkym objemom.

Povlakovacie stroje sa skladajú z odvíjacieho zariadenia, povlakovacej jednotky alebo jednotiek (povlakovacích jednotiek), časti na sušenie (infračervené, horúcovzdušné a vyhrievané valce) a navíjacieho zariadenia. Na zabezpečenie optimálnej prevádzky sú nainštalované rôzne systémy na merania a riadenie.

Takmer všetky farby sú na báze vody a nanášajú sa valčekom, vzduchovým stieračom, lisy, lamelovým alebo tyčovým stieračom a dlhšie aj sieťovaním. Cieľom je naniest' na pás papiera rovnomernú a rovnakú hrúbku farby. Každý náterový systém potrebuje špecifickú náterovú zmes/farbu, v ktorej musí byť stabilizovaný obsah sušiny a viskozita, aby sa zabezpečil najlepší výkon a výsledná kvalita papiera. Vzduchové stierače používajú techniku na zmesi s približne 30-50 % sušiny, ostatné druhy s približne 50-70 %. Zmes farby sa zvyčajne recirkuluje v permanentnom systéme na filtráciu na zníženie množstva vlákien a iných kontaminantov, aby sa zachovala kvalita zmesi. Tieto filtre sa čistia v pravidelných intervaloch, čím sa vytvára koncentrovaný prúd odpadu.

Existujú rôzne druhy natieraného papiera a lepenky. Klasifikácia maľovaných druhov však možná nie je štandardizovaná. V Európe sa na označenie predovšetkým hlavných typov natieraného papiera a lepenky používajú určité pojmy. Tieto sú opísané uvedených miestach.

Natieraný papier

Tento pojem označuje bezdrevný papier alebo papier obsahujúci len malé množstvo drevnej hmoty, ktorá je obojstranne natretá. Povrchová hmotnosť farieb je vyššia ako 20 g/m² na jednej strane, čo vedie k úplnému pokrytiu štruktúry buničiny papiera/lepenky. Na dosiahnutie požadovanej vysokej kvality sa na každú stranu nanesú až tri farby. Tento papier sa používa na vysokokvalitné tlačoviny.

Strojovo natierané papiere

Táto druh zahŕňa bezdrevný papier a papier obsahujúci drevo s plošnou hmotnosťou do 25 g/m² na stranu. Vyššie hmotnosti sa často vyskytujú pri nanosení dvojitej vrstvy. Zloženie farieb je zvyčajne jednoduchšie ako v prípade natieraného papiera. Strojovo natierané papiere sa používajú najmä na tlačové účely.

Ľahké natierané papiere (LWC)

Tieto papiere obsahujú veľké množstvo drevených vlákien a hmotnosť farby sa pohybuje od 5 do 12 g/m² na stranu. Ide o veľkoobjemový papier, ktorý sa používa na výrobu katalógov, časopisov, reklamných letákov atď. Hmotnosti farieb však môžu byť nižšie (ULWC = ultra-LWC), ale aj vyššie (MWC = medium weight coated a HWC = heavy weight coated),

ako sú tieto limity. V súčasnosti sú ťažké druhy často dvakrát potiahnuté a následne sa klasifikujú ako stroja potiahnuté druhy.

Skládačková lepenka a pochrómovaný kartón

Pri uvedených druhoch lepenky prebieha nanášanie bielej farby na vrchnú krycú vrstvu na stroji na výrobu lepenky. Zvyšné vrstvy lepenky môžu slúžiť na výrobu bielennej alebo nebielenej buničiny alebo zberového papiera. Povrchová hmotnosť farby sa pohybuje od 12 do 33 g/m² farby sa zvyčajne skladajú zo základného a vrchného náteru. Dlhšie sa používajú aj tri vrstvy farby. Lepenky sú len výnimočne namaľované aj na zadnej strane.

V závislosti od prevádzky "maliarskej kuchyne", samotného procesu natierania a opatrení použitých na recykláciu alebo oddelené spracovanie odpadových vôd obsahujúcich farby/náter je možné, že dôjde k úniku týchto látok do vody (pozri oddiely 7.3.5 a 7.3.6). V niektorých prípadoch je možné merať aj zvýšenú úroveň prchavých organických látok (VOC) v plynách vypúšťaných zo sušiacej komory.

Prípadné úniky do vody môžu byť spôsobené buď únikom koncentrovaných zložiek náteru (konzistencie približne 50 %) z "farby" alebo lakovacej jednotky, alebo únikom zriedených zložiek náteru z vody na umývanie nádrží a potrubí. Koncentrované úniky slúžia na zhromažďovanie v nádržiach alebo mobilných kontajneroch po odstránení prebytočnej vody po usadení na spracovanie tuhého odpadu alebo na získanie minerálov ako plnidiel. Zriedené prietoky sa zhromažďujú v nádržiach, odkiaľ sa odvádzajú do čistiarne odpadových vôd. Odpadové vody z farbenia si zvyčajne vyžadujú samostatné predčistenie vo flokulačnom zariadení (pozri kapitolu 7.3.6). V prípade výroby môže odpadová voda z maľovania spôsobiť poruchy vo výkone biologickej čistiarne odpadových vôd. V posledných rokoch priniesla technológia membránovej filtrácie opísaná v časti 7.3.5 dobré výsledky pri recyklácii farieb. Pri aplikáciách vo Fínsku, Švédsku, Francúzsku a Nemecku sa farba a lak regenerujú späť do lakovne, kde sa zmiešajú s čerstvou farbou a lakom v vhodnom pomere. Natretý odpad sa rozvlákňuje obvyklým spôsobom, takže časti farby sa vracajú do vodného okruhu.

7.1.7. Farbenie papiera (možnosť)

Farebné papiere sa získavajú farbením papierovej hmoty alebo povrchu papiera (lisy, maľovaním papiera). Opticky rozjasnený papier možno vyrábať rovnakým spôsobom.

Najčastejšie používaným druhom farby na papieri je farbenie papiera. Farbivá, pigmenty a optické zjasňovače sa buď pridávajú v dávkach do rozvlákňovača alebo do miešacej nádrže, alebo sa nepretržite pridávajú do prítoku látok. Nepretržité dávkovanie má tú výhodu, že pri zmene farby je potrebné vykonať Úpravu menších častí textilnej linky. Vzhľadom na kratší kontaktný čas v porovnaní s dávkovým pridávaním sa však pri intenzívne sfarbených papieroch vyskytujú nižšie výtťažky farieb a na tento proces farbenia je potrebné zložitejšie zariadenie.

Keď sa povrch papiera farbí v klíčiacej lisovni, farbivá sa pridávajú do klíčiaceho zariadenia. Povrchové farby sa používajú len v niektorých prípadoch, pretože je ťažké dosiahnuť rovnomerné zafarbenie papiera/lepenky. Výhodou tohto procesu však je, že vo vodných okruhoch nie sú žiadne farby.

Papierové povrchy slúžia na farbenie aj maľovaním. Pri bežnom maľovaní (pozri kapitolu 7.1.6) je povrch papiera alebo lepenky pokrytý pigmentovým náterom. V prípade farebných náterov je základným materiálom biela farba a požadovaný odtieň sa dosiahne pridaním disperzie organického alebo anorganického pigmentu.

V závislosti od vlákňitého materiálu, ktorý sa má farbiť, a zamýšľaného použitia papiera/lepenky sa ako základné farby používajú rôzne druhy pigmentov a atramentov (kationové farby), bodové farby a kyslé farby. Priamo sa používajú fixačné činidlá a iné prísady na zlepšenie fixácie farby a dosiahnutie lepších výsledkov farbenia. Na farbenie papiera/lepenky sa používajú anorganické alebo organické pigmenty (napr. azofarbivá a ftalokyaníny) a sadze.

Potenciálny ekologický vplyv farieb je spôsobený najmä priamym vypúšťaním do vody. Najmä v závodoch s niekoľkými zmenami tónov alebo odtieňov za deň je potrebné po dlhšom čase vyčistiť vodné okruhy. Papierne zvyčajne pracujú v kampaniach, v ktorých najprv vyrábajú svetlejšie odtiene a postupne prechádzajú na tmavšie odtiene. Potom je potrebné použiť len úpravu farby vody. Ak sa napríklad používa tmavozelená farba, vodný systém sa musí vyčistiť. Farebná odpadová voda sa vypúšťa cez Čistiareň do prijímajúcich vôd. Potrubia sa niekoľkokrát mesačne chemicky upravujú, aby sa odstránili usadeniny a farby. V niektorých závodoch sa ako čistiace činidlá používajú elementárny chlór a chlórnan.

7.1.8. Dávkovanie chemikálií

Okrem predovšetkým vlákna a výplní si výroba papiera vyžaduje Použitie rôznych chemických prísad a látok. Čiastočne slúžia ako prostriedok na dosiahnutie určitých vlastností papiera (napr. separačné činidlá, činidlá na zvýšenie pevnosti za mokra, farbivá, farby); čiastočne zlepšujú proces prevádzky (napr. retenčné činidlá, odpeňovače, čistiace činidlá a protišmykové činidlá/odstraňovače nánosov).

Chemické prísady sa môžu dodávať hotové alebo sa môžu pripraviť priame. Špeciálne chemikálie používané v malých množstvách sa možná dodávajú ako hotové, zatiaľ čo pri chemikáliách vyžadujúcich väčšie objemy sa používajú obe metódy. Uplatňuje sa pre farby, ale aj pre prísady (aditíva) pridávané do papieroviny.

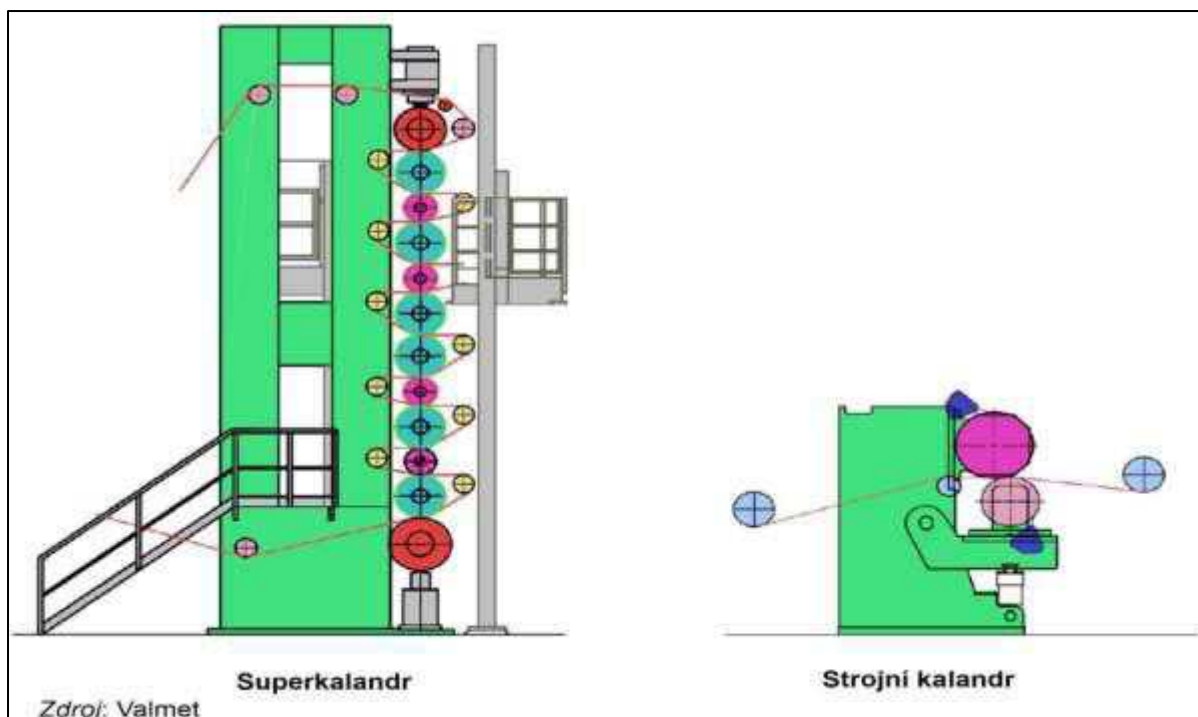
Chemické prísady sú možné pridávať v mokrej časti k zriedenej látke alebo sa môžu nastriekať na sito, kde sa vmiešajú do papierovej hmoty, alebo do triediaceho lisu alebo náterového zariadenia na konci stroja, kde sa upravuje povrch papiera. V prvom prípade chemikálie, ktoré sa nezachytia v papierovej sieti, zostávajú vo vodnom okruhu a končia v odpadovej vode. Chemikálie, ktoré zostávajú vo vodnom okruhu, slúžia na zabránenie zatvorenia vodného okruhu, a preto môžu mať negatívny vplyv na účinnosť čistiareň odpadových vôd. To však závisí od druhov a množstva chemikálií použitých.

Pridávanie chemikálií na povrch papiera striekaním alebo máčaním je potenciálne lepšie kontrolované a vyžaduje si len vodu na umývanie a čistenie. To je však možné len v prípade menej aplikácií. V týchto zriedkavých prípadoch je možné, aby voda na umývanie bola upravovaná samostatne. Napríklad zvyšky z maľovania sa môžu samostatne predčistiť zrážaním alebo ultrafiltráciou (pozri kapitolu 7.3.5 a kapitolu 7.3.6).

Hlavné prísady na výrobu papiera a ich ekologické vlastnosti sú samostatne uvedené v kapitole 7.2.2.3 a v kapitole 2.3.2.1.

7.1.9. Kalandrovanie (možnosť)

Cieľom kalandrovania (hľadania) je výroba hladkého povrchu papiera, ktorý spĺňa požiadavky na tlač a písanie pre určené použitie. Pri kalandrovaní prechádza pás cez opačne tlačené vyhladzovacie valce a v tomto procese sa drsnosť povrchu papiera ovplyvňuje tlakom a teplotou. Strojový kalander sa skladá z dvoch alebo viacerých chladených liatinových valcov s veľmi hladkým povrchom, ktoré sú usporiadané nad sebou, ako je znázornené na obrázku 7.5. Kalandrovaním sa dosiahne hladkosť, ale zároveň sa redukuje niektoré ďalšie vlastnosti, ako je hrúbka, pevnosť a tuhosť.



Obrázok 7.5: Príklady dvoch rôznych kalandrov: superkalandr a strojový kalandr

Pás prechádza cez kontaktné línie uvedených valčiek (tvrdé kontaktné línie/tvrde zárezy). V dlhšej minulosti majú kalandre vyhrievaný liatinový valec v kombinácii s valcom s mäkkým plastovým krytom (mäkké kontaktné vedenie/mäkká zásuvka). Dva alebo viac uvedených prvkov sú vylúčené a usporiadané v rade. Valce sú vnútorne vyhrievané horúcou vodou, parami alebo vykurovacím olejom.

Pri druhoch papiera, ktoré vyžadujú hladší a lesklejší povrch, ďalšia úprava prebieha v superkalandri (obrázok 7.5). Superkalendrovanie zlepšuje kvalitu tlače a používa sa na zlepšenie tlačiteľnosti, čo je nevyhnutné v prípade tlače obrázkov. Pred superkalcináciou sa kotúč kontroluje na zariadeniach na prevíjanie pri ostatných kvalitách papiera, napr. pri SC papieri a LWC papieri. Systém superkalandrovania pozostáva z odvíjacieho stojana, samotného superkalandrovača a navíjacieho stojana. Ekologický vplyv superkalcinácie spočíva predovšetkým v spotrebe energie potrebnej na prevádzku stroja a ohrev valcov.

7.1.10. Prevíjanie/rezanie/expedícia

Hotový papier sa vyrába podľa špecifikácií zákazníka, napr. v kotúčoch alebo listoch, s konkrétnou gramážou, farbou a povrchovou úpravou. Závody na výrobu papiera vyrábajú veľké kotúče papiera (tambory), ktorých šírka pásu papiera sa určuje priamo orezávaním strán pásu v mokrej časti stroja. Ostré rotačné nože alebo gilotínové rezačky pred zabalením na prepravu narežú kotúče alebo pásy podľa požadovaných špecifikácií. Vlhkosť papiera/lepenky sa upraví tak, aby bola v rovnováhe s ovzduším v tlačiarňi. Ekologické dôsledky tejto techniky sú relatívne malé, ale počas rezania je možné, že vznikne prach. Použité postupy spotrebúvajú menej energie. Z orezaného papiera vzniká odpad, ktorý sa zvyčajne vracia do procesu výroby papiera ako odpad.

7.1.11. Príklady neintegrovaných pierní v Európe

Procesy výroby papiera a lepenky môžu slúžiť na výrobu buničiny/celulózy v tom istom závode (integrované závody) alebo oddelene na inom mieste (neintegrované závody).

Rôzne druhy papiera a lepenky sa vyrábajú z rôznych surovín na strojoch určených pre jednotlivé druhy. Doteraz však v Európe neexistovalo spoločné stanovisko k druhom papiera, ktoré by sa mali rozlišovať z environmentálneho hľadiska pri opise dosiahnuteľných emisií v papierňach, ktoré zaviedli BAT. Klasifikačné systémy obchodných štatistik (napr. národné štatistiky, štatistiky CEPI) nie sú rovnaké ako klasifikácie, ktoré sú používané členskými krajinami na Určenie právnych požiadaviek pre papierenský priemysel. Klasifikácia papierní sa v rôznych krajinách líši. Preto neexistuje klasifikácia, ktorú by bolo možné jednoducho prijať.

Najväčší počet neintegrovateľných papierní v Európe sa venuje výrobe bezdreveného papiera, tissue papiera alebo špeciálneho papiera. Treba však mať na pamäti, že v niektorých krajinách sa tieto druhy papiera vyrábajú aj v integrovaných papierňach. Napríklad v severských krajinách sa papiere na výrobu bezdreveného papiera zvyčajne stavajú vedľa celulózky. Hygienické papiere sa tiež vyrábajú buď v integrovaných papierňach (používajúcich najmä zberový papier), alebo v neintegrovateľných papierňach.

7.1.1.1. Nenatieraný bezdrevený tlačový a písací papier

Tlačové a písacie papiere zahŕňajú výrobky, ako sú časopisové tlačové papiere obsahujúce drevo (pozri kapitolu 5) a prírodné tlačové papiere bez obsahu dreva.

Bezdrevené prírodné tlačové papiere sa vyrábajú takmer výlučne z bielennej chemickej buničiny na báze vlákien z tvrdého a mäkkého dreva. Pridáva sa 10 % až 30 % (alebo veľmi veľa) výplní. Tieto nenatierané papiere sa zvyčajne klížia a priamo zvyšujú ich kvalitu povrchovým klížením a kalandrovaním. Bezdrevené tlačové papiere majú menej žltnutia a vysokú pevnosť.

Po priebehu úpravy a triedenia papieroviny sa uvoľňuje len malé množstvo nečistôt, pretože suroviny sú zväčša čisté. Pri zušľachťovaní sa vlákna skracujú a fibrilujú/defibrilujú tak, aby zodpovedali požadovanej kvalite papiera/lepenky. Počas fibrilácie/fibrilácie sa rozpúšťa malé množstvo organického materiálu.

Medzi ďalšie bezdrevené papierové výrobky obsahujúce najmä chemickú buničinu patria tissue papiere, celulózová vata, filtračný papier, dekoračný papier, podkladový papier na laminovanie alebo pergamenový papier. Zahŕňajú výrobky, pri ktorých sa do buničiny pridáva uvoľňovač, aby sa znížila prirodzená nasiakavosť vlákien, napr. plagátový papier, kopírovací papier, kraftový papier a papier na kreslenie. Klíčením zvyšuje množstvo organických látok vo vodných okruhoch a priebehu rozvlákňovania odpadu sa musí väčšina prísad znovu rozpustiť (napr. modifikovaný prírodný škrob).

7.1.1.2. Natieraný bezdrevený tlačový a písací papier

Natierané tlačové papiere sú najväčšou skupinou medzi tlačovými a písacími papiermi. Najväčšia časť tejto skupiny, natierané tlačiarenské papiere obsahujúce drevnú hmotu, je opísaná v kapitole 5.

Substrát na výrobu bezdreveného natieraného papiera tvorí najmä chemická buničina. Na obidve strany papierového pásu sa nanesie vrstva farby.

Okrem toho slúžia tieto papiere na kalandrovanie, aby sa dosiahol matný alebo lesklý povrch. Okrem tlačiarenskeho a natieraného papiera táto skupina zahŕňa aj výrobu chrómovanej lepenky (biely natieraný kartón).

Priebeh prípravy papieroviny je charakterizovaný malým množstvom odpadových vôd, pretože suroviny sú zväčša čisté. Natieraný papier sa suší dvakrát, v bežnej časti sušenia a potom ešte raz po nanosení farieb. V závislosti od druhov vyrábaného papiera sa do zmiešavacích nádrží pridávajú ďalšie prísady (aditíva), ktoré môžu viesť k znečisteniu odpadových vôd. Lakovanie a Upravenie pozostávajú z očistenia povrchu a farieb (jeden alebo niekoľko náterov na jednej alebo oboch stranách). Príprava farby a príprava buničiny z odpadu vedie k ďalšiemu znečisteniu odpadových vôd suspendovanými látkami a rozpustenými látkami, ktoré spotrebúvajú kyslík.

7.1.11.3. Hygienický (tissue) papier

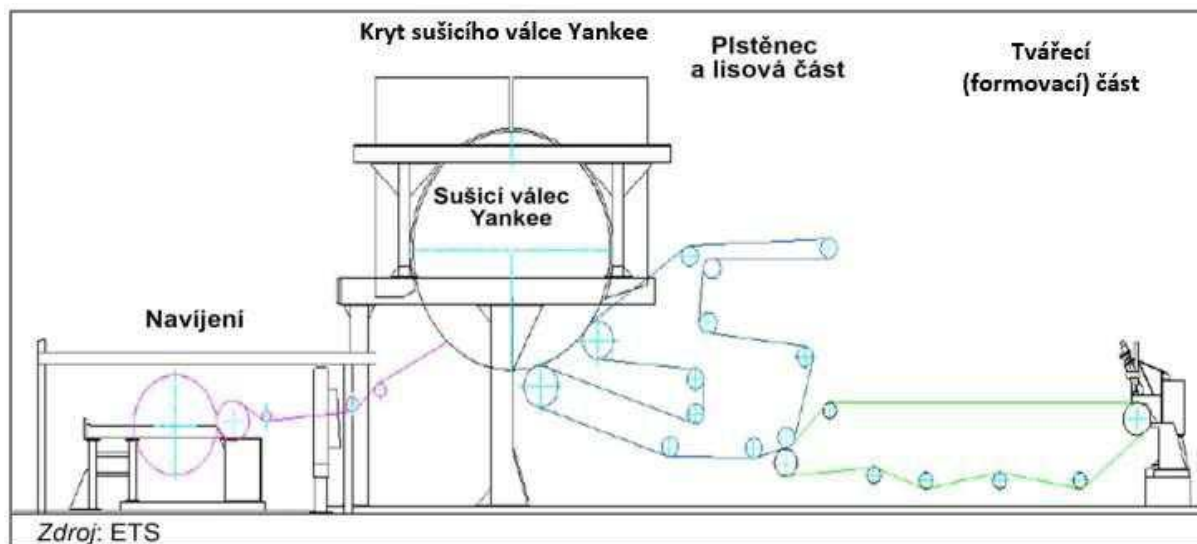
Hygienický (tissue) papier je zvyčajne výrobok, ktorého jednotlivé vrstvy vyrobené na papierenskom stroji sa kombinujú na samostatnej linke za papierenským strojom a vytvárajú viacvrstvový výrobok. To je možné vďaka nízkej gramáži základnej fólie (do 12 g/m² na obrazovce). Hlavnými vlastnosťami výroby sú mäkkosť a hladkosť, čistota, vysoká absorpčná kapacita a pevnosť. Konečná úprava výrobkov je často integrovaná s výrobou hygienického papiera, t. j. papierne na výrobu hygienického papiera často predávajú svoje výrobky priamo konečným spotrebiteľom (vrátane obalov).

Hygienický papier sa vyrába najmä z bielenej chemickej buničiny alebo recyklovaných odľahčených vlákien (pozri kapitolu 6). Ak sa používa zberový papier, je možné odstrániť plnivá a jemné častice (veľmi krátke vlákna, ktorá nie sú vhodná na výrobu tissue papiera). Zvyčajne sa používa zmes rôznych pomerov primárnych a recyklovaných vlákien. Pokiaľ ide o úpravu zberového papiera vrátane odstránenia čierneho atramentu (zosvetlenie), odkazujeme čitateľa na kapitolu 6.1.3.4. Ak sa pôvodné vlákna použijú, papierenský závod môže, ale nemusí byť integrovaný do výroby buničiny/celulózy. V neintegrovaných výrobách papiera/lepenky je na rozvláknenie primárnych vlákien potrebná ďalšia voda.

Pri výrobe tissue papiera sa používajú rôzne procesy na výrobu rôznych druhov tissue papierových výrobkov s rôznymi vlastnosťami. Väčšina vlastností tissue papiera závisí od spôsobu sušenia. Existujú tri hlavné druhy procesov:

- konvenčná výroba tissue papiera,
- sušenie vzduchovým prúdom (TAD),
- hybridné postupy.

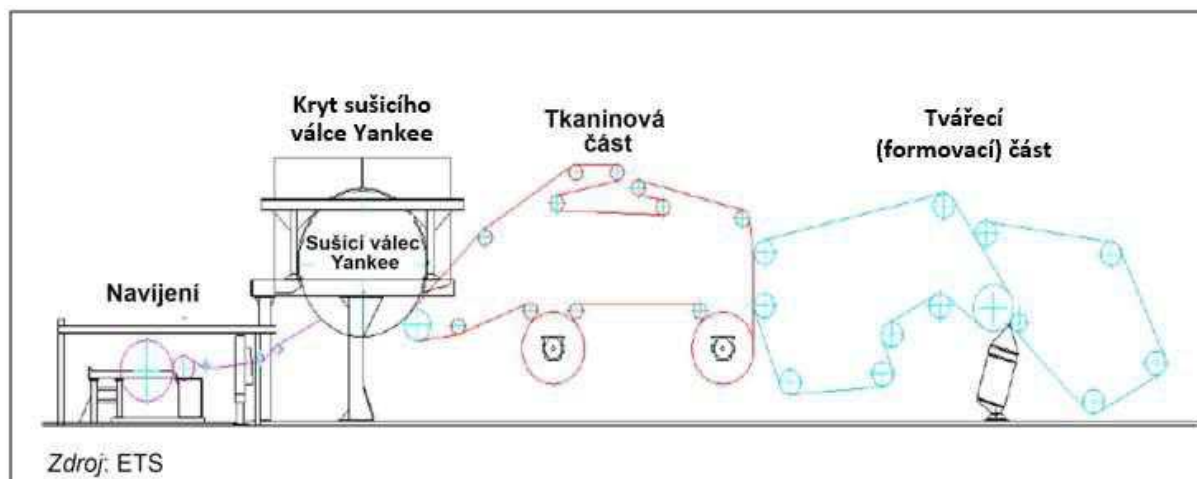
Najbežnejším procesom je konvenčný stroj na výrobu tissue papiera s konvenčným valcom na sušenie Yankee (pozri obrázok 7.6). Na pohyblivej textílii sa vytvorí pás tissue papiera, z ktorého sa voda odvádza odtokom. Pás sa potom preniesie na plst', kde sa ďalšia voda odstráni lisovaním a vysávaním. Tu sa stlačí pásik tissue papiera. Na úplné sušenie sa pás preniesie na Yankeeho sušiaci valec a vysuší sa pridaním pary do Yankeeho valca a fúkaním horúceho vzduchu na povrch tissue papiera. Nakoniec sa tissue papier odstráni z valca Yankee pomocou krepového noža a pás sa navinie.



Obrázok 7.6: Proces výroby tissue papiera CWP s konvenčným procesom sušenia valcom Yankee

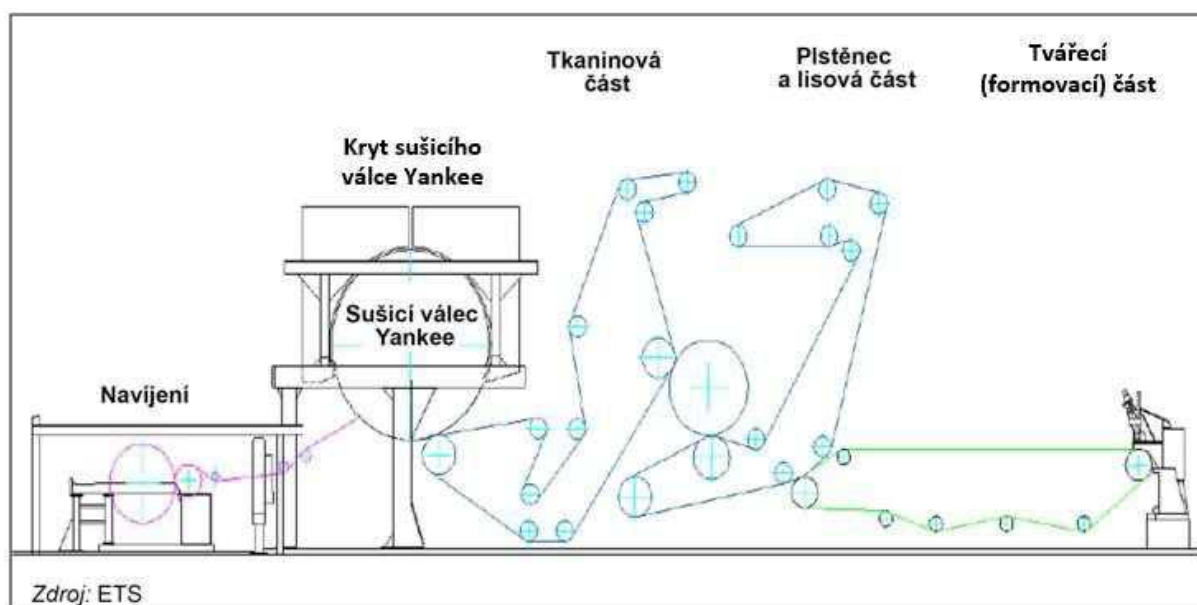
Proces TAD bol vyvinutý približne pred 20 rokmi na výrobu hrubšieho tissue papiera s vysokou savosťou a jemnosťou. V procese TAD sa lisovanie tissue papiera znižuje na minimum. Na pohyblivej textílii sa vytvorí pás tissue papiera, z ktorého sa voda odvádza odčerpávaním a vysávaním.

Vysoká vlhkosť spôsobuje, že pás sa prenáša na druhú tkaninu využitím vákua. Aby sa dosiahli požadované vlastnosti, pás sa suší prechodom cez jednu alebo dve sušičky TAD, kde sa fúka horúci vzduch ($> 350\text{ }^{\circ}\text{C}$). Nakoniec sa pás môže presunúť na sušiaci valec na ďalšie sušenie parou a horúcim vzduchom. Proces TAD (obrázky 7.7) je energeticky náročnejší, ale vytvára veľmi jemnú a pevnú sieť, ktorá dokáže absorbovať až dvakrát viac vody ako bežný tissue papier s menším množstvom vlákien. Vyššia spotreba energie je súvisiaca s zníženým lisovaním a viacstupňovým sušením. Použitím sušičky TAD a sušiaceho valca a je priamo spôsobená požiadavkami na vákuum a veľké prietoky vzduchu (ventilátory).



Obrázok 7.7: Proces výroby tissue papiera TAD s dvoma sušiacimi valcami TAD a sušiacim valcom Yankee

V priebehu posledného desaťročia sa objavili nové hybridné technológie, ktoré umožňujú vyrábať pevnejší tissue papier ako bežné stroje, s textúrou alebo štruktúrou podobnou štruktúre stroja TAD, a to aj na malých strojoch. Z hľadiska spotreby energie sú tieto hybridné technológie na výrobu tissue papiera niekde medzi bežným tissue papierom a papierom TAD: majú nižšiu spotrebu energie ako tissue papier TAD, ale vyššiu ako bežný stroj na rovnaký tissue papier. Využitie hybridných technológií v Európe je stále obmedzené, ale rastie. Na obrázku 7.8 je uvedený príklad patentovanej hybridnej technológie.



Obrázok 7.8: Patentovaný hybridný proces výroby tissue papiera

Každý proces výroby tissue papiera produkuje špecifické druhy tissue papiera vhodné na rôzne aplikácie. Kuchynská utierka vyžaduje vysokú pevnosť a dobrú absorpciu, zatiaľ čo pri výrobkoch na odličovanie je najdôležitejšia mäkkosť. Premiové papierové utierky na kúpeľňu vyžadujú vysokú jemnosť a pevnosť, zatiaľ čo lacný papier s nízkymi kvalitami má vyššiu jemnosť a pevnosť. Základom týchto vlastností je povrchová štruktúra tissue papiera. Na ďalšie zlepšenie uvedených vlastností [CEPI Comments WD Chap 7] sa vykonáva výroba viacvrstvových výrobkov.

Po priebehu procesu prípravy sa stráca len malé množstvo BUNIČINY (1-2 %). Emisie do ovzdušia majú najmä závislosť od dodávky energie a usporiadania procesu sušenia. Hygienické papierne majú tendenciu používať o niečo väčšie objemy čerstvej vody v rezačkách ako iné papierne, pretože čistota sít a plsti je nevyhnutná na uľahčenie tvorby pásu. Niektoré stroje na výrobu tissue papiera často menia druhy alebo farby rôznych výrobkov, čo v určitom rozsahu znižuje účinnosť spotreby surovín, vody a energie. Tento jav je výraznejší v malých závodoch, ktoré majú len jeden papierenský stroj. V závislosti od vlastností výrobku sa používajú chemické prísady, ktoré môžu viesť k znečisteniu odpadových vôd. Napríklad použitie organických halogénovaných živíc na zlepšenie pevnosti za mokra vedie k najvyšším hladinám AOX v odpadových vodách.

7.1.11.4. Špeciálny papier

Papier a lepenky na technické a špeciálne účely zahŕňajú širokú škálu druhov. Špeciálne papiere musia spĺňať veľmi špecifické vlastnosti definované ich konkrétnym konečným využitím. Niektoré z týchto vlastností sú podobné ako pri komoditných druhoch, ale na oveľa vyššej úrovni alebo v oveľa prísnejších toleranciách (napr. pevnosť v suchu, pórovitosť, hrúbka, optické vlastnosti). Ďalšie charakteristické vlastnosti sú veľmi individuálne, napr. čistota, vysoká nasiakavosť a pórovitosť, hydrofóbnosť, bariérové vlastnosti, nízka špinivosť, odolnosť voči ostatným chemikáliám, elektrická vodivosť, pevnosť za mokra, odolnosť voči oderu, definované rozdelenie veľkosti pórov, chemická reaktivita, vysoká nepriehľadnosť, transparentnosť, vzhľad a štruktúra.

Príklady špecializovaných papierov zahŕňajú (tento zoznam nie je v žiadnom prípade úplný):

- papier na bankovky a cenné papiere,
- ozdobný a natieraný papier,
- vysoko absorpčné lepenky,
- etikety a prekladacie papiere,
- absorpčný papier pre netkané textílie a filtračné papiere/lepenky,
- termotlačový papier,
- fotografický papier a papier na digitálne zobrazovanie,
- papier na technické výkresy,
- papier na výtvarné činnosti s použitím na reklamu a luxusné obaly, väčšinou farbený (so veľmi širokým výberom farieb, povrchových úprav, textúr a gramáží),
- cigaretový papier,
- samoprepisovací papier,
- filtračný papier na laboratórne použitie,
- jemný alebo luxusný baliaci papier,
- pauzovacie a priesvitné papiere,
- tenké tlačové papiere,
- papiere so špeciálnymi vlastnosťami nepriepustnosti pre vodu, vodnú paru, masť atď,
- papiery pro elektrotechniku (papier na káble, papier na kondenzátory, transformátorové lepenky),
- výrobky (tapety, bariérové papiere),
- papiery a lepenky pre umelcov, luxusné papiere a lepenky, farebné papiere a lepenky atď,
- bioaktívne papiere a lepenky,
- pergamenový papier a filtračný papier na palivá, oleje a iné kvapaliny,
- iné.

Špeciálne papiere sú všeobecne menšie objemové výrobky, a preto sa zvyčajne vyrábajú na menších papierenských strojoch s výrobnou rýchlosťou od niekoľkých ton za deň. Vzhľadom na malé množstvá a veľmi špecifické požiadavky zákazníkov je ďalšou typickou črtou výroby špeciálneho papiera veľmi častá zmena druhov, pričom ročný Priemer je minimálne jedna zmena druhu denne na papierenskom stroji (často oveľa viac), čo vedie k vyšším celkovým stratám pri zmene (vyššia vyradenosť a straty materiálu). To spolu s malými rozmermi papierenských strojov vedie k výrazne vyšším hodnotám špecifickej spotreby vody, materiálu a energie. Pri výrobe špeciálneho papiera v papierňach je preto potrebné zohľadniť tieto osobitné okolnosti.

Prísne požiadavky na čistotu alebo nekompatibilita medzi prírodnými zložkami rôznych druhov (ako aj určitých chemikálií/ADt) slúžia na to, aby sa vyžadovalo viac alebo menej úplné prepláchnutie tkanín a vodných systémov pri zmene druhov papiera. V dôsledku prísnych požiadaviek na čistotu pri výrobe väčšiny špeciálnych papierov je v niektorých prípadoch možné, že voda recirkuluje len v obmedzenej miere. Špecifický prietok odpadových vôd v špeciálnych závodoch na výrobu papiera sa pohybuje od 13 (30) m³/t až 200 (150 m)³/t v závislosti od výrobku a konkrétnych výrobných podmienok. Napríklad úroveň organického znečistenia v odpadových vodách je často nízka, ale v kombinácii s relatívne vyššími prietokmi je možné, že to bude viesť k relatívne vysokým špecifickým emisiám znečistenia na tonu produktu.

Výroba špecializovaných papierov si často vyžaduje drahé vláknité materiály alebo špecifické zariadenia na úpravu vlákien. Napríklad niektoré špeciálne papiere obsahujú okrem chemickej buničiny aj iné vlákna, napríklad syntetické vlákna, bavlnu, manilské konope, ľan, sisal atď.

Na dosiahnutie požadovaných vysokých hodnôt pevnosti alebo špeciálnych vlastností, napríklad priehľadnosti alebo odolnosti voči mastnotám, je často potrebné intenzívne zušľachtovanie buničiny, čo tiež zvyšuje špecifickú spotrebu energie. Počas procesu rafinácie sa vlákna skracujú a silne rozvlákňujú. Počas procesu rafinácie sa časť organického materiálu uvoľňuje do vody. Zušľachtovanie tiež vedie k oveľa pomalšiemu odvodneniu v sitovej časti. Aby došlo k dosiahnutiu vysokej úrovne zadržania drahých špeciálnych anorganických pigmentov a rôznych chemikálií (ADt), vyžaduje sa pri mnohých špeciálnych papieroch jemné odvodnenie v sitovej časti. Vysoký stupeň zušľachtovania alebo jemného odvodňovania má často za následok relatívne nízky obsah sušiny v papierovom páse za časťou lisok, čo spôsobuje zvýšenú potrebu energie v sušiacей časti. Filtračný papier si vyžaduje aj viac energie na sušenie, pretože tieto papiere nemožno pred sušením lisovať, aby nestratili svoju pórovitosť.

V závislosti od špeciálneho druhu papiera sa do znečistenia pridávajú rôzne chemické prísady/aditíva (napr. rozmary, náter, farby, špeciálne chemické prísady) alebo sa aplikujú pri povrchovej úprave, ktoré slúžia na čiastočné skončenie v odpadovej vode.

Možnosti uzavretia vodných okruhov môžu byť obmedzené aj výrobnou technikou pre túto skupinu výrobkov (napr. zvýšená teplota z dôvodu intenzívnej rafinácie) alebo kvalitatívnymi požiadavkami kladenými na jednotlivé druhy papiera (napr. elektrická vodivosť, senzorické vlastnosti, čistota).

Tabuľka 7.2 obsahuje príklady niektorých špeciálnych druhov papiera vyrábaných v Európe, niektorých jejich typických znakov, ekologických aspektov a príklady konkrétnych BAT, ktoré musí byť u týchto druhov papiera brány v úvahu. Vzhľadom na rozmanitosť druhov v oddieli špeciálnych papierov nie je tento zoznam úplný.

Tabuľka 7.2: Príklady hlavných vlastností, environmentálnych aspektov a špecifických environmentálnych techník, ktoré sa musia zohľadniť pri rôznych špeciálnych druhoch papiera

Druhy špeciálnych papierov vyrobených v produkcii	Predovšetkým vlastnosti papiera/lepenky	Špecifické ekologické aspekty priebehu výroby	Špecifické techniky ekologického BAT používané
Druhy papiera vyrobené z vysoko ušľachtilých vlákien (napr. stopovací, pergamenový, priesvitný, odolný voči tuk, papier na pečenie)	Priesvitnosť, odolnosť voči masnote, trvanlivosť, pevnostné vlastnosti, tuhosť	Vysoká spotreba energie na rafináciu a kalandrovanie; najvyššia rozpustená CHSK z primárnej buničiny, najvyššia spotreba energie pri sušení papiera z dôvodu nízkej sušiny za časťou lisok	Optimalizácia rafinácie, rekuperácia tepla v rafinérii, biologické čistiare odpadových vôd (ČOV) s flokulačným systémom alebo bez neho
Triedy lepenky, ktoré si vyžadujú špeciálne chemické prísady alebo plnivá alebo ich vyžadujú vo veľkých množstvách (napr. filtračný papier, nehorľavý papier, samoprepisovací papier, papier na mokrá tlač, natieraný papier na plnofarebnú atramentovú tlač, podkladový papier na laminovanie (vytláčanie alebo metalizáciu), papiere pre bankovky, lepiace (surové) papiere a nálepkové (surové) lícové papiere, papiere pre termografickú tlač)	Pevnosť za mokra, hydrofóbnosť, bariérové vlastnosti zabráňujúce chemickej migrácii, vysoká absorpcia kvapalín, pórovitosť, chemická reaktivita, optické vlastnosti (nepriehľadnosť), odolnosť voči vode alebo oleju atď.	Vyššie znečistenie odpadových vôd a niekedy zle biologicky rozložiteľné látky; vyššie energetické nároky na sušenie papiera a chemikálie na sušenie; Použitie prísad obsahujúcich AOX; v závislosti od Nemusi byť možné rozvlákniť všetky výmety použitých prísad; často veľmi špecifické druhy papiera (veľmi špecifické požiadavky zákazníkov) a nízke dávky, čo vedie k nižšej účinnosti; často vyššia spotreba energie	Špeciálny systém hodnotenia, riadenia a dávkovania chemikálií; prispôbená čistiare odpadových vôd (ČOV); Použitie menej chemikálií obsahujúcich AOX, alebo chemikálie obsahujúce menej AOX; rekuperácia tepla zo sušiackej časti; optimalizácia odpadu a riadenie jeho ďalšieho použitia
Malé množstvo vyrábaných druhov papiera s častými zmenami (i) (napr. veľmi často - až dvanásťkrát denne)	Je potrebné splniť aj veľmi špecifické požiadavky zákazníkov na menšie množstvá, ktoré sa často vyrábajú na rôznych menších strojoch.	Vyššia spotreba vody; vyššia kontaminácia dôvodom úplného vyprázdnenia upchávacieho prostriedku a vodu niekoľkokrát denne; najvyššie množstvo odmietnutého (v závislosti od prísady, nemusí byť možné rozlúštiť všetky odmietnuté zložky).	Vylepšené plánovanie výroby papiera na dosiahnutie dlhších sérií pre každý výrobok; upravené riadenie systému vodného okruhu; prispôbené množstvá odpadu a objemy nádrží, prispôbená ČOV, optimalizácia odpadu a riadenie odstraňovania
Príklad: dekoračný papier, napr. potlačený a zvyčajne natieraný papier, impregnovaný melamínovými živícami	Vysoká pevnosť za mokra, vysoké požiadavky pre čistotu, najvyššie nároky na vernosť farieb	Použitie chemikálií obsahujúcich AOX, vysoká špecifická spotreba energie; živice sa musia vytvrdzovať po vysušení papiera, aby sa dosiahla pevnosť za mokra; prestoje na začiatku všetkých výrob nastaviť farby na melamínový kartón so spotrebou energie, ale bez výroby; vysoká špecifická spotreba vody	Použitie menších množstiev chemikálií obsahujúcich AOX
Príklad: papier na termografickú tlač	Ľahký (veľmi nízka základná hmotnosť); vysoká mechanická pevnosť; vysoká svetlosť; vysoká priľnavosť; vyžaduje nízke znečistenie a nízku priedušnosť základného papiera/lepenky	Zanedbateľná možnosť opätovného použitia odpadu; veľké množstvo organických prísad, ktoré zvyšujú Chemickú spotrebu kyslíka; rozsiahla rafinácia, čo znamená vyššiu spotrebu elektrickej energie počas rafinácie a spotrebu pary počas sušenia.	Hodnotenie špecializovaných chemikálií a riadenia a dávkovanie prísad; prispôbené zariadenia na čistenie odpadových vôd; IT systémy na optimalizáciu techník a dĺžky dávok.

(i) Časté zmeny druhu vyrábaného papiera znamenajú jednu alebo viac zmien konečného výrobku na papierenskom stroji za deň v ročnom priemere, ak je splnená jedna alebo viacero z týchto podmienok: (i) zmeny gramáže rovnajúce sa alebo väčšie ako 5 g/m²(ii) zmeny vo viac ako jednej merateľnej vlastnosti výrobku, napr. svetlosť, vlhkosť, pórovitosť atď. iii) zmeny v zložení buničiny (rôzne druhy vlákien alebo pomer ihličnatých a listnatých vlákien); iv) zmeny v použití chemikálií na výrobu papiera (zmena použitej látky alebo povrchu) v priebehu výroby.

7.1.11.5. Lepenky

Papierové lepenky sa delia do troch kategórií: kartónové lepenky, škatuľové lepenky a špeciálne lepenky. Všetky tri druhy majú niektoré spoločné vlastnosti.

- Základná hmotnosť je zvyčajne vyššia ako 150 g/m², ale existujú aj papiere s vyššou hmotnosťou, napr. krycie a vlnité papiere, aj pod 100 g/m².
- Väčšina druhov lepenky sú viacvrstvové výrobky, ako sú napríklad skladačky a dosky na nápojové obaly.
- Balenie je najčastejším konečným využitím lepeniek, čo zdôrazňuje potreby pevnosti ako kľúčovej funkčnej vlastnosti v porovnaní s inými obalovými materiálmi.

Viacvrstvové tvarovanie (lisovanie) lepenky pozostávajúce napríklad z troch systémov cirkulácie bielej vody zvyčajne vedie k vyššej špecifickej spotrebe vody v porovnaní s jednovrstvovými papiermi. To je však kompenzované optimálnou kombináciou vlastností a celkovou funkčnou účinnosťou výrobkov v obalovom reťazci. Rovnaký prístup s prispôbením viacvrstvových techník sa uplatňuje aj pri náteroch na lakovacích zariadeniach a náteroch: špecifická environmentálna záťaž papierne môže byť vyššia ako priemer, ale celková účinnosť sa zvyšuje a celkové vplyvy sa znižujú.

Skladacia lepenka (FBB), plochá nebielená bielená lepenka (SBS) a lepenka na nápojové obaly (LPB) sú základné druhy, ktoré sa vo veľkej miere používajú pri balení potravín, a preto sa na ne vzťahujú prísne požiadavky na hygienu, čistotu, zápach a bezpečnosť. Tieto požiadavky na praktické použitie často do určitej miery obmedzujú možnosť recirkulácie technologickej vody z dôvodu zvýšeného rizika zápachu a znehodnotenia. Praktické výrobky používané v kontakte s potravinami kladú prísne požiadavky aj na všetky používané chemikálie.

Lepenka sa delí na rôzne druhy: skladacia krabicová lepenka (FBB), biela krycia lepenka (WLC), plochá nelepená Bielená lepenka (SBS), plochá nelepená nebielená lepenka (SUS) a lepenka na nápojové obaly (LPB). Na zlepšenie potlačiteľnosti sa väčšina druhov lepenky potiera (pigmentový náter). Vrchná strana sa zvyčajne natiera dvakrát alebo trikrát a spodná strana je možná natretá. Lepidlo na balenie nápojov sa v procese konverzie natiera vo forme pásov s funkčným rozhraním na oboch stranách a používa sa aj na aseptické balenie.

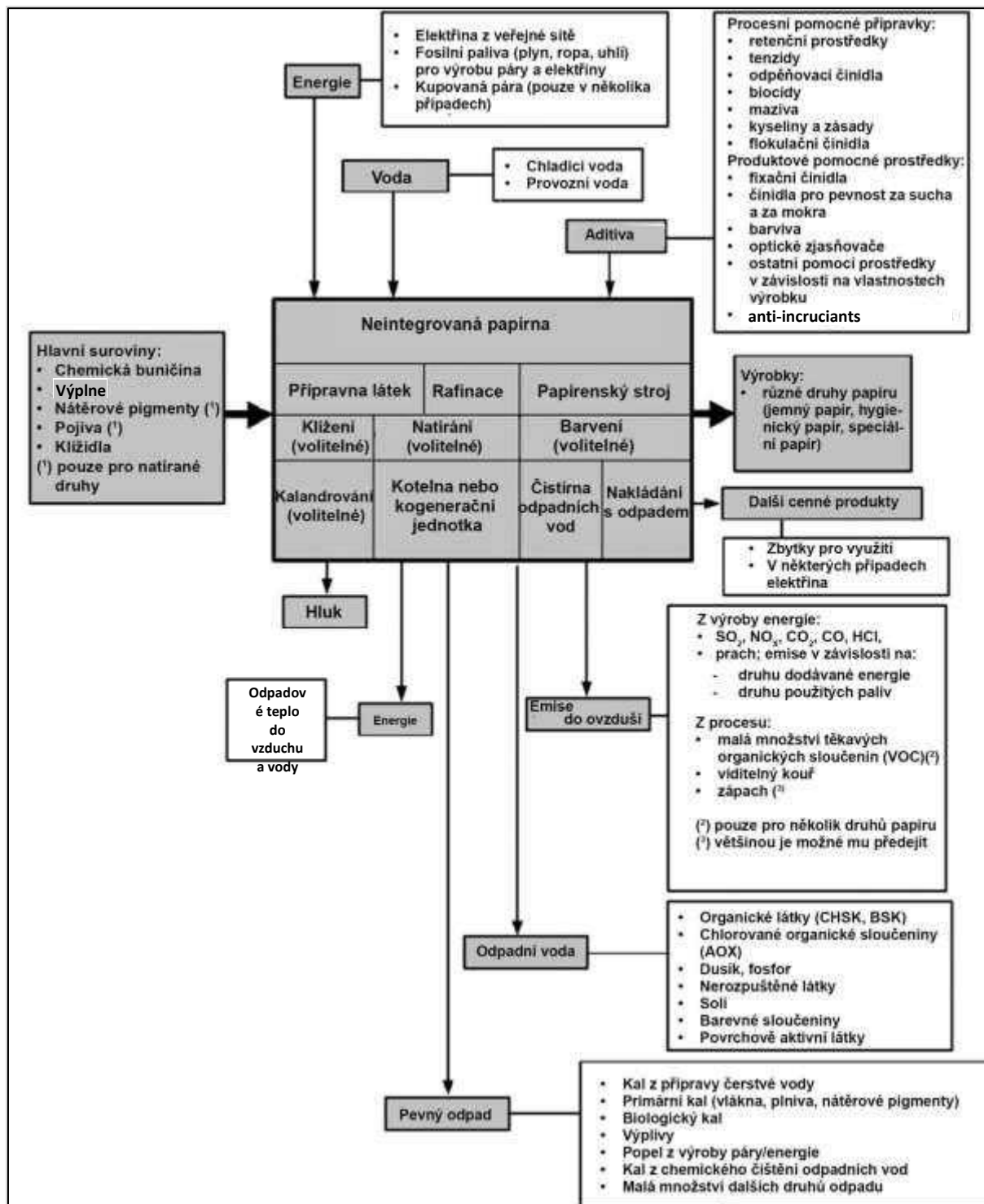
Na strojoch na výrobu lepeniek sa zvyčajne používa sušiaci valec (Yankee), aby sa dosiahlo dosiahnutie dobrej hladkosti povrchu bez zhoršenia pevnosti v ohybe. Konkrétne skladačková lepenka a biela krycia lepenka sa zvyčajne vyrábajú vo fabrike na výrobu lepenky a zákazníkovi sa dodávajú v pásoch, keďže pri výrobe lepenky sa používa prevažne ofsetová tlač.

Lepenky sa delia na vlnité lepenky a vlnité lepenky. Obal z vlnitej lepenky je možné, aby bol dvojvrstvový výrobok a vrchná strana je možné, aby bola potiahnutá. Môže sa skladať z panenských vlákien, nebielených, Bielených alebo z kombinácie týchto dvoch materiálov, v takom prípade sa zvyčajne nazýva kraftliner alebo biely topliner. Sekundárny kryt z vlnitej lepenky na báze vlákien môže mať až štyri vrstvy a nazýva sa Testliner. Ako stredná vrstva vlnitej lepenky sa používa vlnitý papier. Môže byť vyrobená z polobuničiny (v tomto prípade sa často nazýva fluting), z techník kombinácie polobuničiny a recyklovaných vlákien alebo len zo sekundárnych vlákien (v tomto prípade sa často nazýva Wellenstoff). Kartónová lepenka sa dodáva navinutá na "tamboroch" (pogumovanom kovovom valci) do výroby vlnitej lepenky. [Pripomienky CEPI WD kap. 7]

7.2 Súčasná spotreba a úrovne emisií papierní

7.3.1. Prehľad vstupov a výstupov výroby papiera a lepenky

Obrázok 7.9 poskytuje prehľad vstupov surovín a energie a výstupov produktov, iných hodnotných produktov, zvyšky na ďalšie použitie a predovšetkým hlavné úniky (emisie, odpad atď.) z výroby papiera a lepenky.



Obrázok 7.9: Prehľad hmotnostných tokov v papierní

Prítomnosť určitých látok závisí najmä od typu a vlastností papiera, ktorý sa má vyrobiť, od typu použitých surovín a od typu dodanej energie.

Využitím prehľadu hmotnostného toku je možné vypočítať špecifickú spotrebu surovín a špecifické emisie na tonu výrobku. Tabuľka 7.3 obsahuje údaje z najväčšej továrne na jemný papier v Európe, keďže iné údaje neboli k dispozícii. Tento príklad opisuje papierenský podnik, ktorý patrí do prevádzky jeden z najlepších v rámci BAT.

Tabuľka 7.3: Ročný priemer údajov o vstupoch/výstupoch najväčšej neintegrovanej papierne na jemný bezdrevný papier v Európe (natierané a nenatierané druhy) s výrobou približne 1 228 mil. ton ročne (aktualizované v roku 2012)

Vstup			Výstup		
Suroviny	Hodnota	Jednotka	Výrobok	Hodnota	Jednotka
Chemicky bielená buničina (obsah vlhkosti 5 %)	576	kg/t	Jemný bezdrevný papier (natieraný a nenatieraný)	1 000	kg
Plnidlá, pigmenty do farieb (73 % sušiny)	385	kg/t	Emisie		
Škrob, spojivá a iné prísady	74	kg/t	CO ₂ (1)	229	kg/t
			NO _x (1)	0,120	kg/t
			CO (1)	0,02	kg/t
			SO ₂ (1)	Zanedbateľné	kg/t
Energie			Prach (1)	Zanedbateľné	kg/t
Zemný plyn na výrobu pary	4 082	prietok	Hluk: v dvoch bodoch merania (2)	40 (600/1 200 m)	dB(A)
Nakúpená elektrická energia (3)	566	kWh/t	Chemická spotreba kyslíka	0,181 60	prietok mg/l
Celková spotreba energie	1 700	kWh/t	BSK ₅	0,035 12	prietok mg/l
Celková primárna energia (4)	2 674	kWh/t	Suspendované látky	0,059 20	prietok mg/l
			AOX	0,0008 0,28	prietok mg/l
			NO _{anorg.}	0,011 4	prietok mg/l
			Peelk.	0,003 1	prietok mg/l
			vodovodných	1,5	m ³ prietok
			Prietok odpadových vôd	3,0	m ³ prietok
Požadované množstvo vody			odpadov		
Surová/čerstvá voda	4,2	m ³ prietok	Kal (využitie v tehlarskom priemysle)	11,7	kg/t
			Ostatný odpad	4,5	kg/t
			Nebezpečný odpad	0,1	kg/t

(1) Emisie do ovzdušia z nakúpenej elektrickej energie nie sú zahrnuté. Pro výrobu na mieste je používaný plynový parní kotol. Emisie do ovzdušia z neintegrovanej papierne závisia najmä od druhu používaného paliva.
(2) Vzdialenosť od papierní k obchodnej zóne je približne 600 m, vzdialenosť od obytnej zóny je 1 200 m. (3) Spotreba energie zahŕňa dodávku čerpadiel na surovú vodu.
(4) Podiel nakúpenej elektrickej energie na špecifickej spotrebe primárnej energie sa počíta za predpokladu, že energetická výťažnosť zariadení na výrobu elektrickej energie je 36,75 %, t. j. nakúpená elektrická energia v objeme 1 kWh zodpovedá primárnej energii v objeme 2,75 kWh. V tomto prípade 566 kWh/t zodpovedá 2 673 kWh/t primárnej energie (napr. uhlia). Konverzný faktor: 1 MJ = 0,2778 kWh a 1 kWh = 3,6 MJ.
[CEPI input BATIS 25-1-12], [CEPI comments WD Chap 7]

Údaje o emisiách pri vypúšťaní odpadových vôd predstavujú situáciu po dvojstupňovom biologickom čistení (skrúpaný filter s vysokou záťažou a aktívny kal).

Tabuľka 7.3 sa uplatňuje pre veľmi veľkú papierňu. Menšie prevádzky majú často vyššiu špecifickú spotrebu energie a tiež vyššiu spotrebu vody ako veľké prevádzky. Niektoré dôvody rozdielov v environmentálnom vplyve medzi väčšími a menšími papierňami sú uvedené nižšie.

- Množstvo čerstvej vody potrebné na priebežné tvarovanie (tvarovanie) okrajov pásu je rovnaké pre širšie aj užšie stroje. Závody s väčšou šírkou preto na tento účel používajú relatívne menej vody.
- Veľké stroje zvyčajne zabezpečujú výrobu komoditných (hromadných) druhov papiera a majú veľmi vysokú výrobnú kapacitu v porovnaní s menšími strojmi, ale zároveň nie sú flexibilné. Zameranie sa na hromadnú výrobu s menším počtom zmien druhov pomáha vyskytnúť hospodárnejšiu výrobu a nižší vplyv na životné prostredie.
- Kapacitné výhody uľahčujú veľkým závodom investovať do čistých technológií.
- Väčšie prevádzky majú väčšie finančné a personálne zdroje na výskum a vývoj.

V tabuľke 7.4 sú zhrnuté úrovne spotreby a emisií pre konvenčné továrne na výrobu tkanív. Emisie sú uvedené ako normálne hodnoty po úprave odpadových plynov a vody. Predovšetkým sa v prevádzkach na spracovanie primárnych a sekundárnych vlákien líši tuhý odpad. Zatiaľ čo primárne celulózy produkujú 10-40 kg odpadu/t papiera (100 % sušiny), sekundárne (druhotné) celulózy produkujú 400-600 kg odpadu/t papiera (pozri kapitolu 6.2.2.6). Niektoré rozsahy hodnôt v tabuľke 7.4 sú pomerne široké, pretože zahŕňajú:

- rôzne postupy výroby tissue papierov (konvenčné, TAD, hybridné);
- malé a veľké prevádzky na výrobu hygienického papiera;
- staré a nové papierenské stroje;
- elektrárne s kogeneráciou a bez nej (vyššia spotreba zemného plynu);
- prevádzky s veľmi veľkým počtom zmien druhov papiera (viac prestojov a nábehov);
- preteky s väčším počtom farebných zmien (vyššia spotreba vody na čistenie);
- preteky v rôznych geografických lokalitách (v severských krajinách nie sú žiadne obmedzenia týkajúce sa vody).

Tabuľka 7.4: Spotreba a úrovne emisií konvenčných papierní

Vstup			Výstup		
Suroviny	Hodnota	Jednotka	Výrobok	Hodnota	Jednotka
Chemicky bielená buničina	1010-1020	kg/t	Tissue papier	1 000	kg
Živica pre pevnosť za mokra	0-80	kg/t	Emisie		
Škrob, suchý	0-30	kg/t	CO ₂ (1)	300-1 800	kg/t
Farebné činidlá	0-2	kg/t	CO ₂ , Regeneračný		kg/t
Ostatné prísady	0-20	kg/t	Novýx (1)	0,5-5	kg/t
			SO ₂ (1)	0,07-10	kg/t
			Prach (1)	Zanedbateľné	kg/t
Energie			Po biologickej úprave odpadových vôd		
Palivo na sušenie papierových pásov	4 600-21 000 (2)	prietok	Chemická spotreba kyslíka	0,3-4,5	kg/t
Celková spotreba elektrickej energie (3)	900-3 100 (2)	kWh/t	BSK ₅	0,1-0,5	kg/t
Celková spotreba energie (4)	2 000-10 000	kWh/t	Suspendované látky	(0,02)(*) 0,1-0,7	kg/t
			AOX	1-16	prietok
			N _{celk.}	(2)(*) 10-480	prietok
			P _{celk.}	(0,3)(*) 0,4-30	prietok
			vodovodných	1-3 (max. 8 pro stroj TAD)	m ³ prietok
			Priame vypúšťanie odpadových vôd	4-70	m ³ prietok
Požadované množstvo vody			odpadov		
Surová/čerstvá voda	5-71	m ³ prietok	Tuhý odpad	10-40 (pri 100 % sušiny)	kg/t

(*) Údaje v zátvorkách pochádzajú z nedávneho priamo zberu údajov/dotazníkov.

(1) Emisie zahŕňajú všetky druhy paliva na výrobu pary. Emisie zahŕňajú nakúpenú energiu.

(2) Horná hranica rozsahu sa uplatňuje pre papierne vyrábajúce tissue papier pomocou procesu sušenia vzduchom (TAD) alebo pri použití techník opakovaného sušenia. V prípade TAD sú potrebné obrovské objemy vzduchu, ktoré dodávajú veľké ventilátory.

(3) Účinnosť elektrární, ktoré vyrábajú elektrickú energiu, nie je zúčtovaná.

(4) Z tohto čísla je možné vypočítať špecifickú spotrebu primárnej energie, ak sa zahrnie energetický výnos elektrární.

Konverzný faktor: 1 MJ = 0,2778 kWh a 1 kWh = 3,6 MJ.

Poznámka: Údaje pochádzajú z ETS za rok 2008, aktualizované na rok 2012 [pripomienky CEPI WD kap. 7]. Energetické údaje pochádzajú z celkovo 53 elektrární vrátane niektorých s TAD. Tieto prevádzky používajú primárne aj sekundárne vlákna. Údaje o odpadových vodách pochádzajú z celkovo 25 zariadení s biologickým čistením vylúčeným z miesta, pričom sa opäť používajú primárne aj sekundárne (druhotné) vlákna. Údaje o prietoku pary poskytla spoločnosť Assocarta.

V tabuľke 7.5 sú zhrnuté úrovne spotreby a emisií pre neintegrovanú papierňu na výrobu špeciálneho bezdrevného papiera (natieraný a nenatieraný špeciálny papier na grafické a priemyselné použitie).

Tabuľka 7.5: Priemerné ročné údaje o vstupoch/výstupoch pre neintegrovanú celulózu vyrábajúcu špeciálny bezdrevený papier (natieraný a nenatieraný), ktorá má výrobu na úrovni 212 500 ton čistého predajného papiera

Vstup			Výstup		
Suroviny	Hodnota	Jednotka	Výrobok	Hodnota	Jednotka
Chemicky bielená buničina (obsah vlhkosti 5 %)	709	kg/t	Špeciálne papiere, natierané a nenatierané	1 000	kg
Plnidlá (CaCO ₃ , 73 % sušiny)	313	kg/t			
Náterové pigmenty (CaCO ₃ , kaolín, 73 % sušiny)	7,0	kg/t	Emisie		
Škrob, suchý	49	kg/t	CO ₂	661	kg/t
Viazacie prostriedky, suché	0,3	kg/t	NO _x	0,45	kg/t
Kýchavica, 20 % sušiny	10,5	kg/t	CO	0,14	kg/t
Iné prísady a farbivá	57	kg/t	SO ₂	0	kg/t
			Prach	Zanedbateľné	kg/t
Energie			hluku	NA	dB(A)
Zemný plyn na výrobu pary	7 180	prietok	Chemická spotreba kyslíka	1,13 (87)	kg/t (mg/l)
Plyn pre vysokozdvížné vozíky	0,019	prietok	BSK ₅	0,30 (23)	kg/t (mg/l)
Spotreba elektrickej energie z kogeneračných zariadení	683	prietok	Suspendované látky	0,20 (16)	kg/t (mg/l)
Nakúpená elektrická energia	4,8	kWh/t	AOX	0,0026 (0,2)	kg/t (mg/l)
Celková spotreba energie	2 682	kWh/t	NO _{anorg.}	0,005 (0,4)	kg/t (mg/l)
Celková primárna energia	2 690	kWh/t	N _{celk.}	0,066 (5,1)	kg/t (mg/l)
			P _{celk.}	0,015 (1,2)	prietok (mg/l)
			Prietok odpadových vôd	13,0	m ³ prietok
Požadované množstvo vody			odpadov		
Surová/čerstvá voda	13,4	m ³ prietok	Kal (využitie v tehliarskom priemysle)		kg/t
			Ostatný odpad		kg/t

Poznámka: Emisie z odpadových vôd uvedené ako priemerné ročné hodnoty po biologickom čistení. *Zdroj:* [pripomienky CEPI D1]

7.2.2. Spotreba a úrovne emisií

Tieto aspekty súvisiace s výrobou papiera je potrebné zohľadniť:

- spotrebu surovín,
- použitie vody,
- použitie chemikálií (prísad),
- energetické požiadavky;
- odpadových vôd a emisií do odpadových vôd,
- tvorba tuhého odpadu,
- emisie do ovzdušia z papierenských strojov,
- emisie do ovzdušia z výroby energie,
- zápach z výfukových plynov a čistiarne odpadových vôd (miestne),
- hluk z papierenských strojov (miestny).

Môže byť tiež možné riešiť lokálne nízko-frekvenčné vibrácie a viditeľné emisie dymu. K týmto otázkam neboli poskytnuté žiadne informácie, a preto sa nimi priamo nezaobráame.

7.2.2.1. Spotreba hlavných surovín

Papier sa vyrába z vlákien, vody a chemických prísad/prísad. Spotreba surovín pri výrobe papiera/lepenky do značnej miery závisí od druhov vyrábaného papiera, vlastností konečného výrobku a dosiahnutia kvality. V tabuľke 7.6 sú zhrnuté príklady surovín použitých pri výrobe. Uvedené sú aj niektoré vlastnosti výrobku.

Tabuľka 7.6: Príklady predovšetkým používaných surovín pri výrobe rôznych druhov papiera

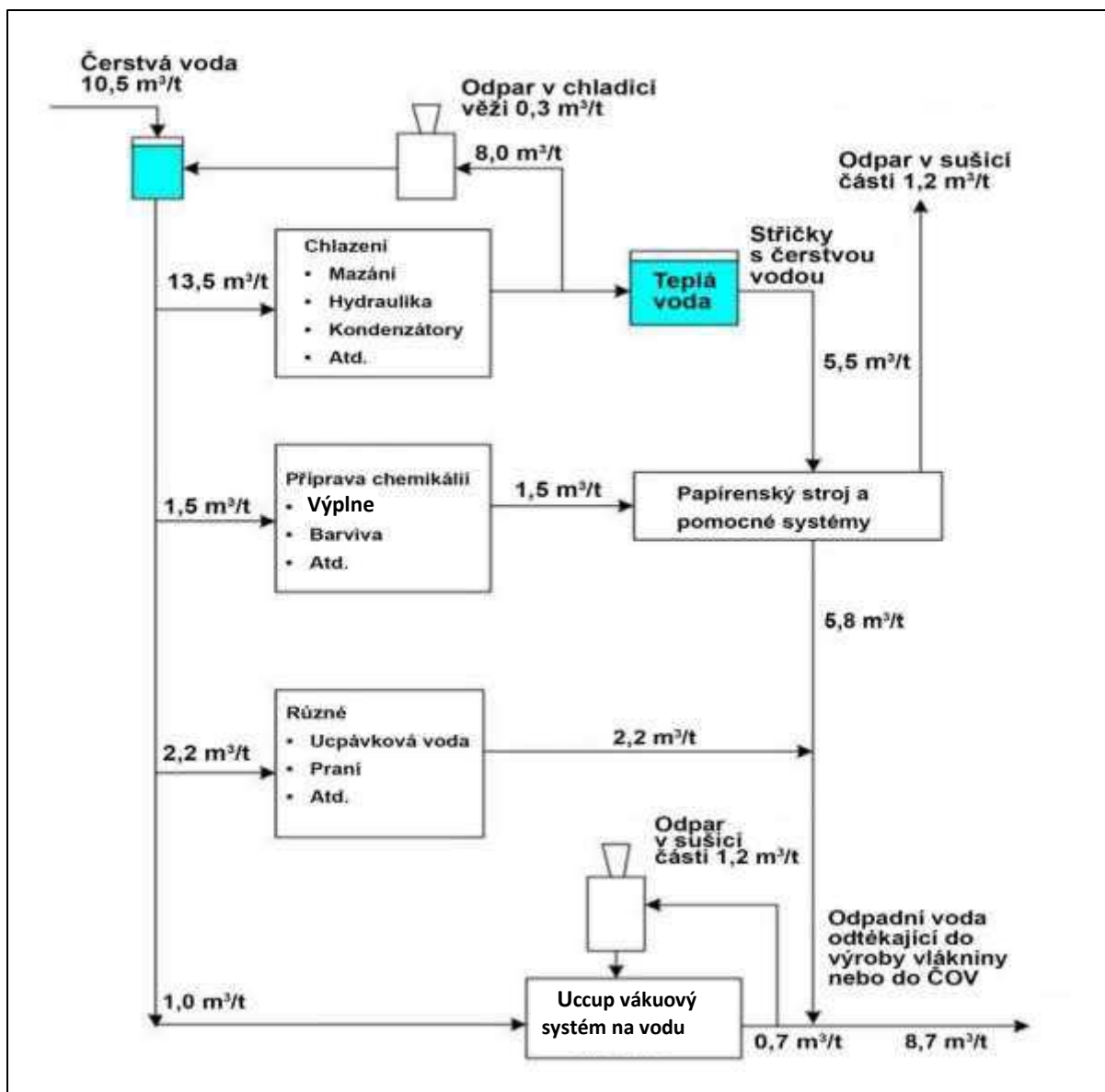
Druhy papiera	Predovšetkým použité suroviny	Niektoré vlastnosti a príklady výrobkov v prípadoch
Novinový papier	Málo pridaných chemikálií; niekedy pridané pigmenty; veľmi menej farby; používa sa mechanická buničina alebo zberový papier (RCF)	Úzky rozsah hmotnosti: 40-52 g/m ² a) 100-70 % na báze RCF + 0-30 % TMP b) predovšetkým TMP + 0-50 % DIP
Bielej baliaci papier	Bez pridaných plnidiel; farbená; predovšetkým sa používa nebielená sulfátová buničina	Výrobok s vysokou pevnosťou; 70-100 g/m ²
Kraftliner alebo Testliner	Bez pridaných plnín; používa sa nebielená sulfátová buničina a zberový papier (RCF) alebo len zberový papier (RCF)	Ťažšie váhy: 110-160 g/m ² Testovací materiál: 90-100 % RCF
lepenky	Často rôzne zloženie rôznych vrstiev; zvyčajne viacvrstvový pás lepenky; všetky druhy vlákien vrátane zberového papiera (RCF)	Vyššie základné hmotnosti: 175 g/m ² + (najvyššia hodnota 2 000 g/m ²)
Papier na písanie a tlač	Všetky druhy vlákien, predovšetkým bielené; plnivá, zjasňovače, farby, rozjasňovače; možno potiahnuť; široká škála gramáží	Presná špecifikácia používateľa; hmotnosť od 30 g/m ² až 50-60 g/m ² (LWC) najvyššia hodnota 90-150 g/m ²
Tissue papier	Bez pridaných plnín; prísady na zvýšenie pevnosti výrobkov mokrá; používa sa chemická buničina a zberový papier (RCF) v rôznych zmesiach	Ľahký výrobok (1), napr tkanivá: 15 g/m ² (pre viacfázovú vrstvu papiera), obrúsky: 20 g/m ² (pre dve vrstvy papiera/lepenky)
Špeciálne papiere		

7.2.2.2. Spotreba vody

V závodoch sa sladká voda používa najmä týmito spôsobmi.

- Ako čistiaca voda pre papierenský stroj, nazývaná voda v spreji. Úlohou stieračov je mazanie a čistenie formovacej (lisovacej) tkaniny a lisovacej plsti v mokrej časti, aby sa zachoval požadovaný výkon na odvodnenie: 5-20 m³prietok.
- Ako plniaca voda v sacích komorách, vákuových systémoch a čistiacich zariadeniach: 1-6 m³prietok.
- Ako rozpúšťadlo a disperzné činidlo pre plnivá a prísady: 1,5-3 m³prietok.
- Pri niektorých druhoch papiera, napr. pri špeciálnom papieri: voda sa pridáva počas prípravy látky.
- Chladienie prevádzkových zariadení: 3-10 m³prietok. Tieto vody sa často recirkulujú a používajú ako prevádzková voda. V niektorých prípadoch mlyny ich vypúšťajú oddelene. Preto sa táto voda zvyčajne nezapočítava do správ o spotrebe vody v papierňach.
- kotol: 2-3 m³prietok. Táto voda sa zvyčajne nezohľadňuje v správach o spotrebe vody v papierňach.

Zjednodušený diagram na obrázku 7.10 znázorňuje príklad miest, kde predovšetkým používa sa sladká voda. Predpokladá sa, že chladiaca voda sa v procese znovu použije. Papierne vypúšťajúce chladiacu vodu by potrebovali primerane zvýšené množstvo čerstvej vody. Pri porovnávaní ukazovateľov spotreby vody v závodoch je dôležité uistiť sa, že porovnávané hodnoty spotreby vody sa vzťahujú na rovnaké časti procesu. Väčšina vody použitej v závodoch sa vypúšťa a len malá časť sa spotrebuje, keď sa zadrží vo výrobku ako vlhkosť.



Obrázok 7.10: Miesta, kde sa v papieri spotrebúva sladká voda

Na obrázku 7.10 je znázornená vzorka Papierne používajúca 10,5 m³/t sladkej vody. Chladiaca voda sa recirkuluje využitím chladiacich veží (otvorený systém recirkulácie, pozri kapitolu 2.4.2.1). Obrázok zobrazuje len priemerné prietoky vody (vstup/výstup) v nepretržitej prevádzke. Nerovnováha v prietokoch vody, napr. počas nábehu, keď sa zvyčajne spotrebuje viac vody, sa nezohľadňuje. "Rôzne" predstavuje trochu nejasne definovanú časť, hoci nie je zanedbateľná (napr. prietok recirkulovanej vody z kvapalných okruhov čerpadiel vákuových systémov sa pohybuje v rozmedzí 1 - 3 m³prietok).

Čerstvá voda zvyčajne vstupuje do procesu výroby papiera/lepenky cez formováciu/tvarovú (sitovú) časť papierenského stroja a cez trysky jeho lisovacej časti. Potom sa v mlyne posúva do rôznych procesov čistenia a riedenia.

Pri príprave látok sa zvyčajne nevyžaduje žiadna čerstvá voda na riedenie vstupnej vláknitej suroviny, s výnimkou špeciálnych papierov, papierov vysokej kvality a s výnimkou prípadov nábehu a zmien vo prevádzkach. Ak je k dispozícii voda inej kvality, v rozvlákňovacích jednotkách je možné použiť vodu s najvyšším obsahom vlákien (zakalený filtrát). Väčšina zakaleného filtrátu sa však používa v malom okruhu na úpravu konzistencie vstupujúcej vláknitej suspenzie. Čerstvá voda sa používa len na riedenie chemikálií a ako doplnková voda pre prípadné zariadenia. Väčšina chemikálií sa musí riediť čerstvou

vodou pred vstupom do prevádzky, inak môžu vzniknúť problémy s kvalitou a dávkovanie sa musí zvýšiť. Pri riedení výplní je možná nahradenie čerstvého vody vyčistenou odpadovou vodou, ak nehrozí riziko anaeróbnej biologickej reakcie.

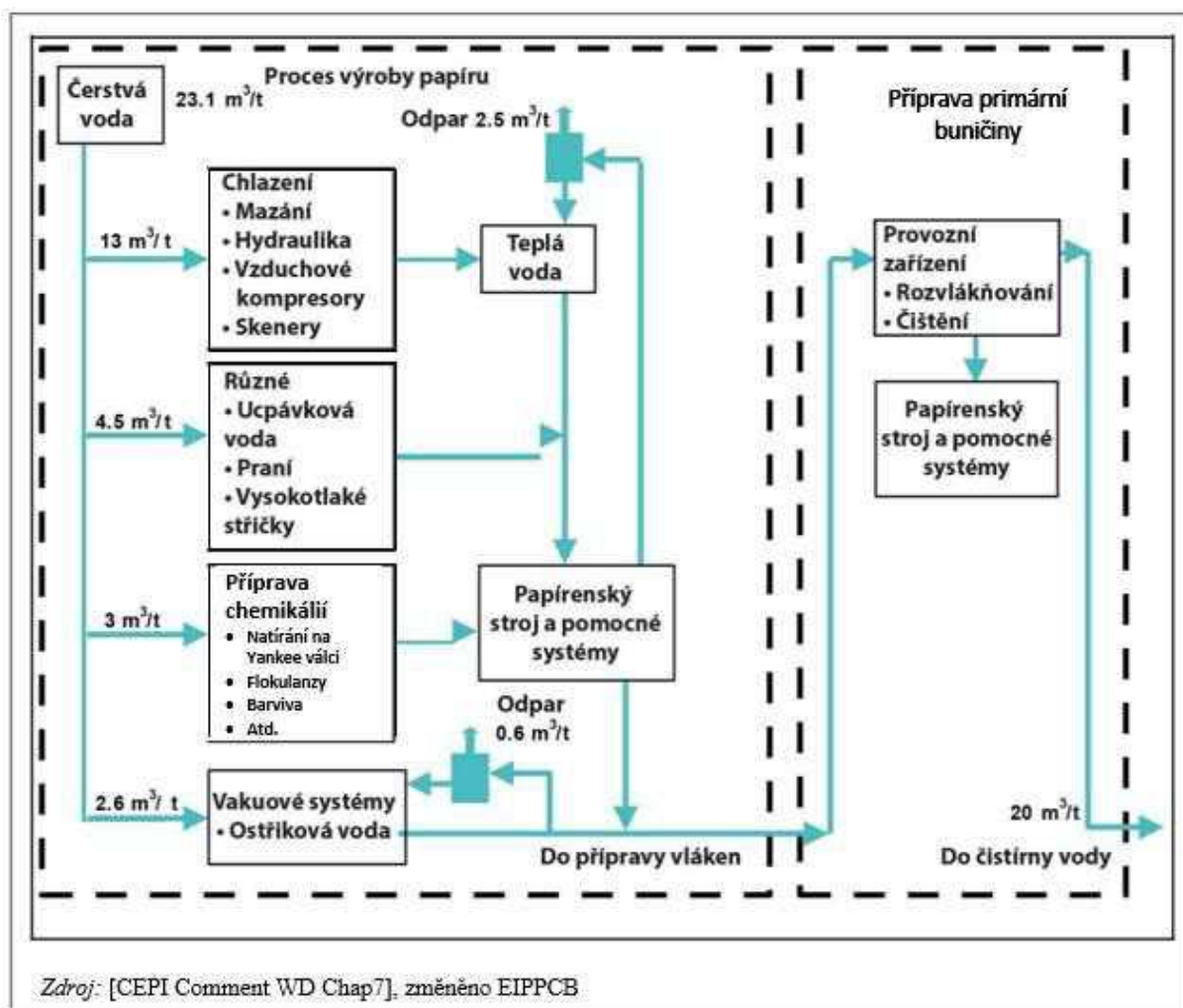
V rôznych fázach procesu výroby v celulózke alebo v Papierni sa vyžadujú rôzne konzistencie vlákien. Každé zvýšenie konzistencie vlákien spôsobuje tvorbu odpadových vôd, pričom množstvo a druhy znečistenia závisia od prevádzkovej jednotky. Možnosť vrátiť túto vodu do iného bodu procesu môže byť v rôznych fázach obmedzená chemickými procesmi.

Množstvo sladkej vody spotrebovanej pri výrobe papiera sa líši v závislosti od druhov vyrábaného papiera, povahy použitých surovín a konečnej úrovne kvality jednotlivých druhov papiera.

Niektoré ďalšie vysvetlenia týkajúce sa špecifickej spotreby vody v závodoch vyrábajúcich tissue papier Pri posudzovaní spotreby čerstvej vody v papierňach na výrobu papiera treba mať na pamäti predovšetkým dva hlavné faktory. Jednou z nich je potreba vysokej čistoty samotného výrobku (hygienické použitie) aj hygienického strojného zariadenia na výrobu tissue papiera. Druhy dôvodom je veľmi nízka produktivita priamo v dôsledku nízkej hmotnosti vyrábaných základných produktov (s vyššou hmotnosťou, napríklad 12 g/m^2) až 48 g/m^2 na site v porovnaní so $40 - 50 \text{ g/m}^2$ pre novinový papier, 50 až 100 g/m^2 pre písacie papiere a stovkami g/m^2 pro obalové druhy.

Aj keď celkový objem vody spotrebovanej v tkanivovom mlyne nemusí byť výrazne vyšší ako v niektorých iných mlynoch, kombinácia týchto dvoch faktorov môže vytvárať dojem vysokej špecifickej spotreby vody.

Vo valcovni papiera je niekoľko miest, kde je potrebná čerstvá voda; voda na rozprašovanie na udržiavanie plstných povrchov bez nečistôt, vysokotlaková voda na čistenie sít a na rôzne iné účely. Tento posledný prípad sa líši od stroja k stroju v závislosti od činností prevádzky, úpravy bielej vody v podsedáku, jej skladovaného objemu a stupňa automatizácie a informácií, ktoré sú v prevádzke k dispozícii. Stĺpec "rôzne" slúži na spotrebu vody pri príprave chemikálií, na mazanie podložiek (medzi lisovacími valcami atď.), v čerpadlách atď. Niektoré z nich, napr. príprava chemikálií, môžu slúžiť na určenie veľkosti kapacity. V zariadení, ktoré používa BAT, by mala byť čistená voda na rozdiel od čerstvej vody vhodná na všetky ostatné účely. Na obrázku 7.11 je znázornený tok vody v typickom hygienickom papierenskom závode, ktorý využíva panenské vlákno.

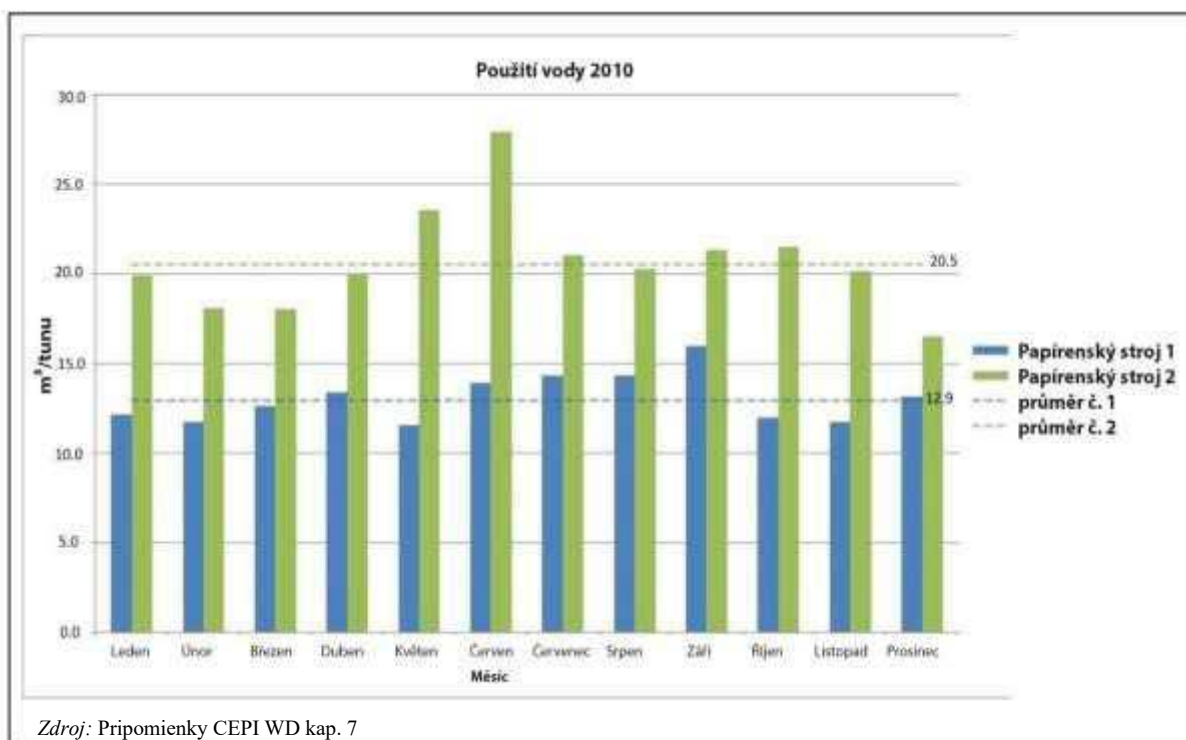


Obrázok 7.11: Typický diagram toku vody pre neintegrovanú papiereň vyrábajúcu tissue papier s využitím prvotnej buničiny

Ak dôjde k zmene typu, zmene farby, odstaveniu stroja, použití viacerých strojov v jednom závode atď., hodnoty špecifickej spotreby vody sa zvýšia. Tieto účinky sú špecifické pre každú prevádzku, ale môžu zvýšiť spotrebu vody o 25 % alebo viac. Všeobecne platí, že závody, ktoré vyrábajú užší sortiment výrobkov a používajú menej farieb, menej suchých a mokrych posilňovačov pevnosti a väčšie stroje, majú vyššiu spotrebu vody a naopak. Vykázaná spotreba čerstvej vody v 29 neintegrovaných závodoch vyrábajúcich tissue papier sa pohybovala od 2 m³/tonu až 42 m³/tonu [priamo ETS 2008].

Na obrázku 7.12 je znázornená spotreba vody dvoch podobných strojov na výrobu tissue papiera v tej istej papieri. Papierenský stroj č. 2 vyrába len farebný tissue papier s mnohými farebnými zmenami: kvôli mnohým farebným zmenám používa v priemere 5-15 m za mesiac³/tonu viac vody. Kolísanie hodnôt v jednotlivých mesiacoch pre oba papierenské stroje je priamo spôsobené:

- väčšie alebo menšie počty odstavení,
- väčšie alebo menšie počty zmien druhov na papierenskom stroji č. 1 (rozdiel do 5 m³/t alebo 40 %,
- väčšie alebo menšie počty zmien farby na papierenskom stroji č. 2 (rozdiel do 10 m³/t alebo 60 %.



Obrázok 7.12: Rozdiel v spotrebe vody na dvoch podobných strojoch v závislosti od zmeny použitej farby

Dokonca aj na tom istom stroji je možné, že zmena základnej hmotnosti a rýchlosti papierenského stroja má významný vplyv na špecifickú spotrebu vody. Hygienické papierenské stroje všeobecne pracujú pri oveľa vyšších základných rýchlostiach a hmotnostných rozsahoch ako väčšina ostatných papierenských strojov. Tie isté stroje slúžia na výrobu rozsahov základných hmotností, ktoré sa líšia až 4-násobne, napr. od 12 g/m² až 48 g/m² a môžu pracovať rýchlosťou od 500 m/min do 1 200 m/min. Špecifická spotreba vody sa v tomto rozsahu môže značne líšiť.

Možno konštatovať, že medzi opatreniami na zníženie spotreby vody používanými v papierňach na výrobu papiera/lepenky a v iných papierňach nie sú žiadne veľké rozdiely. Vzhľadom na možné veľké rozdiely medzi strojmi na výrobu tkanív však predovšetkým spočíva rozdiel v miere, do akej sú továrne na výrobu tkanív schopné znížiť svoju špecifickú spotrebu vody.

7.2.2.3 Spotreba chemických prísad (aditív)

Príklady hlavných prísad/aditív a ich použitia sú uvedené v tabuľke 7.7. Prípadoch sa vyskytujú procesné a funkčné chemické prísady zložené zo syntetických polymérnych zložiek a nie sú ľahko biologicky odbúrateľné; niektoré sú klasifikované ako nebezpečné pre životné prostredie alebo vodovodné toky. To sa môže týkať prípadov fixačných a retenčných prostriedkov, prostriedkov na zvýšenie pevnosti za mokra alebo za sucha, lepidiel na báze polymérov alebo spojív na farby. Prevažná väčšina uvedených chemických prísad/aditív, ktoré sa dávkujú do buničiny pred vytvorením papierového pásu, zostáva takmer úplne v papieri vďaka svojmu kationovému náboju alebo väzbe s kationovými polymérmi. Tým sa znižujú problémy súvisiace s ochranou prijímajúcich vôd. Kľzavé látky a farby sa nanášajú priamo na povrch hotového pásu papiera, a to buď použitím vodného roztoku kľzavej látky (kľzavý lis), alebo v prípade farieb v uzavretom okruhu. Zvyšky týchto chemických koncentrátov sa vypúšťajú do čistiarne odpadových vôd len pri zmenách druhov alebo receptúr na výrobu papiera.

Chemické prísady (aditíva) prispievajú k znečisteniu odpadových vôd alebo slúžia na kumuláciu v životnom prostredí a organizmoch. Ďalšie podrobnosti o nariadení o registrácii, hodnotení, autorizácii a obmedzovaní chemikálií, ktoré poskytuje aktualizované informácie o všetkých chemikáliách [200, nariadenie REACH (E) č. 1907/2006], na nájdete v oddieli 2.3.2.2.

Ak sa prísady používajú podľa pokynov, nemali by mať žiadny významný negatívny vplyv na účinnosť čistiarne odpadových vôd. Náhle zmeny zaťaženia spôsobené čistením systému alebo úpravou dávkovania prísad na splnenie požiadaviek na výrobu môžu nepriaznivo ovplyvniť výkonnosť čistiarne odpadových vôd. V tomto prípade je možné, že biomasa potrebuje určitý čas na prispôsobenie sa prísadám prítomným v odpadovej vode. Počas tohto obmedzeného času sa môže znížiť efektívnosť čistiarne a môže sa zhoršiť usadzovanie kalu (zvýšenie indexu objemu kalu). Preto je potrebné so zložkami zaobchádzať opatrne a podľa pokynov. Takto by sa mali interpretovať poznámky v pravom stĺpci tabuľky 7.7.

Tabuľka 7.7: Hlavné pomocné látky a výrobky a ich použitie v papierenskom priemysle

Procesné prostredia	Účel	Príklady	Poznámky
Výplne	Zlepšená potlačiteľnosť, krycia schopnosť, svetlosť, hladkosť a lesk; náhrada vlákien (úspora)	Kaolín alebo íl, mastenec, vápno, sadra, oxid titaničitý, uhličitán vápenatý	
Hladidlá	Zlepšenie kvality povrchu; vytvorenie hydrofóbného papiera/lepenky	Modifikovaný škrob, modifikované prírodné živice, voskové emulzie, syntetické produkty, napr. alkylketén diméry a kopolyméry anhydridu kyseliny maleínovej	Niektoré môžu byť pre baktérie toxické, ak sú kationové; majú však vysokú retenciu na vláknach.
Upevňovacie činidlá	Zlepšenie adsorpcie prísad na vláknach	Vápno hlinitý [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$], kationové amíny	Väčšinou kationové produkty, ktoré môžu byť toxické pre baktérie
Činidlá pre pevnosť v suchu	Zlepšené pevnostné vlastnosti v suchých podmienkach	Modifikovaný škrob	Niektoré môžu byť pre baktérie toxické, v prípadoch, keď sú kationové
Činidlá pre pevnosť za mokra	Zlepšené pevnostné vlastnosti za mokra	Polymér močovinoformaldehydu, polymér melamínformaldehydu, epichlórhydrínové kondenzáty	Zvyčajne toxické pre baktérie, v prípadoch zvyšuje AOX
Farbivo	Dodávajú papieri určitú farbu alebo svetlosť	Azozlúčeniny, kvartérne zlúčeniny amoniaku	Ťažko odstrániteľné; v prípadoch sú toxické; môžu obsahovať ťažké kovy
Optické zjasňovače	Dodávajú papieri/lepenice svetlosť	Chemické látky na bázi kyseliny 4,4-diaminostilben-2,2-disulfónovej	Niektoré kationové látky môžu byť toxické
Náterové chemikálie	Dodávajú papieri/lepenice určité povrchové vlastnosti	Pigmenty, spojivá, činidlá zvyšujúce pevnosť za mokra, disperzné a mazacie činidlá, odpeňovače, protišmykové látky/prostredia	Spojivá sa musia pred zmiešaním s ostatnými odpadovými vodami destabilizovať, inak môžu narušiť Úpravu
Činidlá odolné voči masnote alebo vode	Dodávajú papieri schopnosť odpudzovať masnotu alebo vodu, napr. pre papiere na pečenie, potiahnuté poháre na nápoje, obaly a škatule na rýchle občerstvenie na pizzu	Perfluórované zložky (napr. na báze fluórovaných uhlíkovodíkov) živice (FC) a perfluórpolyéter (PFPE)) sa používajú na impregnáciu niektorých papierov; na lepenie etikiet na ochranu pred prienikom lepidla sa používajú fluorouhlíkové živice. Fluórové chemikálie sú nastavené tak, aby sa viazali na vlákna	Trvalé a bioakumulatívne; PFC používané na impregnáciu papiera/lepenky neobsahujú PFOS, ale slúžia na obsahovanie FTOH a PFOA v dolnom rozsahu ppm, stopové nečistoty
Pomocné prostriedky na retenciu	Zadržiavanie vlákien, jemných častíc a výplní; zvýšená výroba v dôsledku zlepšenie odvodnenia; zníženie emisií znečisťujúcich látok	Vápno hlinitý, hlinitan sodný, polyaluminiumchlorid, škrobové produkty, gúmy, aniónové polyakrylamidy, neiónové polyakrylamidy, kationové polyméry, bentonit	Väčšinou kationové produkty
Povrchovo aktívne látky	Úprava plsti, sušenia a strojov; úprava systémov vodných okruhov; rozptyľovanie látok	Kyslé a alkalické látky	Slúžia na to, že kal bude plávať
Odpeňovače	Prevenca a znížovanie peny	Etoxyláty masných kyselín, Oxid, deriváty masných kyselín, vyššie alkoholy, estery kyseliny fosforečnej, produkty z rastlinných olejov	Odplyňovače slúžia na zníženie prívodu kyslíka do čistiarní odpadových vôd
Biocídy (prostriedky proti slizom / slimicidy)	Zabránenie rastu mikroorganizmov	Organické zložky brómu, síry alebo dusíka, kvartérne amoniakové zložky, Oxid chloričitý, peroxid vodíka	Niektoré obsahujú AOX a sú toxické, ak sa dostanú do čistiarní odpadových vôd na vyššej úrovni koncentrácie

Ďalšie podrobnosti o skladovaní a manipulácii s chemickými prísadami nájdete v oddieli 2.3.2.

7.2.2.4. Spotreba energie

Papierenský priemysel možno všeobecne označiť za energeticky náročný. Energia je jednou z najväčších zložiek celkových nákladov na proces výroby papiera/lepenky, ktorá predstavuje približne 10 - 25 % alebo viac celkových výrobných nákladov.

Vypracovanie spoľahlivých noriem spotreby energie pre celé odvetvie a pre jednotlivé druhy papiera je zložitá úloha [194, Francis 2007]. Na harmonizáciu zberu údajov je potrebná medzinárodná spolupráca, ktorá má za cieľ spoľahlivé porovnávanie energetickej hospodárnosti [197, IEA 2007].

Pri porovnávaní spotreby energie závodov vyrábajúcich rôzne druhy alebo kvality papiera je potrebné zohľadniť významné vplyvy na špecifickú spotrebu energie (SEC) daného závodu (pozri časť 2.5.1), ako sú systémové limity, výroba energie (dodávka elektriny a pary, kogenerácia), technologické úseky pracujúce v papierni (napr. výroba buničiny, úprava RCF, výroba papiera), použitý proces (napr. zušľachtovanie, natieranie, kalandrovanie), kvalita konkrétneho výrobku, sortiment výrobkov a niektoré ďalšie faktory. Vysvetlenia a údaje uvedené v tabuľke 7.8 slúžia na poskytnutie základného prehľadu o význame energie v predovšetkých v hlavných procesoch a o možnostiach zlepšenia energetického potenciálu v výrobe papiera/lepenky.

Procesy výroby papiera možno rozdeliť na hlavné časti:

- i. príprava látok,
- ii. mokrá časť,
- iii. suchá časť, po ktorej nasleduje
- iv. voliteľná konečná úprava a maľovanie.

Tieto úseky možno ďalej rozdeliť na predovšetkým hlavné procesné jednotky. V tabuľke 7.8 je opísaná úloha spotreby energie v všetkých procesoch a potenciál úspor energie v uvedených fázach.

Tabuľka 7.8: Úloha energie v predovšetkých hlavných fázach výroby papiera a možnosti jej zlepšenia

Hlavné postupy	Predovšetkým technologické jednotky	Druhy a úloha energie v všetkých procesoch	Potenciál úspor energie (inštalovaná základňa v porovnaní so súčasnými technológiami)
Príprava látok	Rozpletenie	Až 30 kWh energie/t na suché buničiny vrátane čerpadiel	Stredná
	Úprava / triedenia	Množstvo energie na čerpanie a ohrev látky závisí od konzistentnosti, počtu potrebných stupňov a druhu vlákna (sekundárne/sekundárne vlákna vyžadujú viac energie ako primárne vlákna); pri primárnych vláknach sa používa približne 10 kWh/t vrátane čerpadiel	Nízka pre primárne vlákna; stredná pre RCF
	Zušľachtovanie	Veľmi energeticky náročné. Elektrická energia má v rafinérii najmä využitie na pohon rotora. Do veľkej miery závisí od suroviny a vlastností papiera, ktoré sa majú dosiahnuť: Štandardné druhy papiera (noviny/LWC atď.): 50~400 kWh/t; špeciálne druhy (pauzovací papier atď.): ADt 3 000 kWh/t	Nízka až stredná pre štandardné druhy; vysoká pre špeciálne druhy
Mokrá časť	Tvarovanie (formovanie) a odvodnenie	Na pohon stroja a vákuové postupy sa používa veľké množstvo elektrickej energie. Pohon: energeticky účinný dizajn digestora (odpor prietoku, výveva digestora) a stroj s dvojitém sitom (nižší podtlak) vedú k úsporám energie. Vákuum: približne 80 kWh/t sa používa pre vákuové systémy (menej sa používa podľa druhov) pórovitosť papiera/lepenky)	Nízka. Vysoká s rekuperáciou tepla (ak sa používa na spätné získavanie tepelnej energie, napr. vykurovanie haly, ohrev vody na splaškové vody) bielej vody)

Hlavné postupy	Predovšetkým technologické jednotky	Druhy a úloha energie v všetkých procesoch	Potenciál úspor energie (inštalovaná základňa v porovnaní so súčasnými technológiami)
Suchá časť	Stlačenie	Efektívne odvodňovanie (technológia tlakového lisu) je možné, aby vedlo k veľmi vysokým úsporám energie v oddieli sušenia (zvýšená suchosť tiež umožňuje zrýchlenie stroja)	Vysoká
	Sušenie	Okrem rafinácie je to energeticky najnáročnejší proces výroby papiera. Predovšetkým tepelná energia, aj pri tlakovom stláčaní	Vysoká - veľmi vysoká
	Lis na lisovanie druhá časť sušenia	Tepelná energia na sušenie za kľúčiacim lisom	Nízka
	Kalandrovanie	Elektrická energia pre pohony strojov lisovanie, tepelná energia na vykurovanie	Nízka - vysoká, v závislosti od druhu papiera (vyšší lesk si vyžaduje vyššie teploty).
Maľovanie	Maľovanie a sušenie	Elektrická a tepelná energia na zvýšenie	Nízka
Pomocné prevádzky			
Kotol	Kotla, turbíny	Tepelná energia (tlak pary)	Stredná - vysoká
Úprava odpadových vôd	Aeróbne techniky	Prevzdušňovanie, čerpadlá. Efektívne aerátory, energeticky účinná koncepcia dizajnu a prevádzky čistiarň odpadových vôd	Stredná. Tepelná energia (výroba bioplynu) v závislosti od vlastností odpadovej vody
Úprava vzduchu zo stroja	Ventilátory / výmenníky tepla	Elektrická a tepelná energia (kryt s vysokým rosným bodom)	Stredná
HVAC (1)	Výmenníky tepla	Tepelná energia z rekuperácie tepla z krytu odsávaného vzduchu, vakuu alebo krytu stroja na sušenie	Stredná - vysoká
Parní a systém kondenzátu	Výmenníky tepla	Rekuperácia tepelnej energie zo sušiacich valcov pri sušení	Nízka
Odstránenie stránky	Výmenníky tepla	Tepelná energia	Nízka
Hydraulika	Čerpadlá	Elektrická energia	Nízka
Chemikálie a príprava kľúčivej látky (škrobu)	Abráziva, čerpadlá, výmenníky tepla	Tepelná a elektrická energia	Nízka
Konverzia	Pohonné jednotky	Elektrická energia	Nízka
Doprava	Pohonné jednotky	Elektrická energia	Nízka
Balenie	Pohonné jednotky	Elektrická energia	Nízka
(1) HVAC = vykurovanie, vetranie a klimatizácia. Zdroj: Nepublikované údaje od dodávateľa, 2010. Údaje pochádzajú z výsledkov energetických auditov prebiehajúcich v rokoch 2005 až 2010.			

Vykázaná spotreba energie podľa konkrétnych technologických úsekov z celého závodu umožňuje efektívne porovnanie spotreby energie medzi závodmi z rôznych krajín, nanajvýš z hľadiska rozdielov v procesoch a technikách. Je možné porovnať konkrétny prevádzkový oddiel s podobnými prevádzkovými oddielmi v iných závodoch. Táto metodika umožňuje presnejšie odhady než prístup na úrovni celého závodu [194, Francis 2007], [197, IEA 2007]. Zavedenie celoplošného prístupu si vždy vyžaduje starostlivé posúdenie príslušných vplyvov a presné vymedzenie hraníc, aby sa v rámci toho predišlo nesprávnej interpretácii.

V tabuľke 7.9 sú uvedené príklady spotreby energie vo forme tepelnej a elektrickej energie pre celkovú neintegrovanú bezdrevnú papieren s on-line lakovaním. Tieto údaje sa uplatňujú pre papierne, ktoré používajú túto výrobu päť rokov alebo menej. Hodnoty zahŕňajú všetky úrovne od rozvlákňovania až po konečný výrobok z papiera a zahŕňajú aj potrebné servisné oddelenia. Spotreba energie na proces natierania je zahrnutá v prípade výroby natieraného papiera (prevádzka má kapacitu 150 000 t/rok natieraného komerčného papiera z bezdrevnej buničiny; papier má obsah pigmentu 25 % a obsah vlhkosti 4,5 %).

Tabuľka 7.9: Príklad spotreby energie (skutočné hodnoty spotreby pary, plynov a elektrickej energie pri 100 % účinnosti) v neintegrovanej papieri s výrobnou kapacitou 150 000 t/rok

Oddelenie	Prevádzkové teplo (kWh/t)	Energia (kWh/t)
Príprava látok (rozvlákňovač, rafinácia, veža na skladovanie)	0	206
Papierenský stroj		
– pary	1 090	583
– plyn (s lakovacím strojom zahrnutým)	130	
Farby na kuchyň (príprava farebnej náterovej hmoty; potreba energie závisí od zloženia a kombinácie náterových farieb)	575	36
Celková výroba papiera	1 795	825
Úprava odpadových vôd	0	4
Celková spotreba na tonu papiera	1 795	829
Turbogenerátor		0
Celkové externé dodávky	1 795	829
<i>Zdroj: Nepublikované údaje od dodávateľa, 2010. Údaje pochádzajú z výsledkov energetických auditov prebiehajúcich v rokoch 2005 až 2010.</i>		

Hodnota externých dodávok udáva celkové požadované množstvo, ktoré sa nakupuje z externých zdrojov, ako je vykurovací olej, uhlie, plyn a elektrina. Veľmi veľa príkladov nájdete v oddieli 2.5.2.

Prevádzkové teplo v papierenskom priemysle

Prevádzkové teplo sa používa najmä na štyri účely:

- ohrievanie vody a kvapalín, dreva alebo buničiny, vzduchu a chemikálií na teplotu potrebnú pre procesy;
- odparovanie vody;
- pokrytie tepelných strát do okolitého prostredia;
- premena tepla na energiu.

Ohrev vody a kvapalín, dreva alebo buničiny, vzduchu a chemikálií na teplotu požadovanú v procesoch
Systémy na výrobu buničiny a bielej vody sa často dajú udržiavať dostatočne teplé bez pridania pary. Z hľadiska energie je potrebné minimalizovať používanie sladkej vody a zvyšovať používanie bielej vody. V neintegrovaných závodoch je často potrebné pridávať dodatočnú teplú čerstvú vodu alebo cirkulovať vodu v podsype prostredníctvom rekuperácie tepla, aby sa udržala dostatočná teplota v systéme vody v podsype.

Odparovanie vody

Pri výrobe papiera/lepenky je sušenie papiera energeticky najnáročnejšou fázou, v priebehu ktorej sa väčšina tepla spotrebuje na Odparovanie vody z papierového pásu. Je dôležité zabezpečiť minimalizáciu množstva vody, ktoré sa má

Odparovanie mechanickými opatreniami (lisovaním). Vývoj lisovacej časti (použitím dvoch sít a predĺženého lisu) vedie k nižšej vlhkosti papiera vstupujúceho do časti na sušenie (to neuplatňuje sa pre tissue papier). V prípade povrchovej úpravy alebo farieb sa vysušený papier musí po pridaní povrchovej úpravy (škrobu) alebo farieb na papierovú pásku znovu vysušiť. Vyššia úroveň koncentrácie a teplôt týchto farieb vedie k zníženiu spotreby tepla za predpokladu, že proces nanášania farieb umožňuje použitie vyšších teplôt.

Pokrytie tepelných strát do okolitého prostredia

Väčšina teplého vlhkého vzduchu vypúšťaného zo sušiackej časti sa kompenzuje prívodom suchého vzduchu, ktorý sa musí opätovne ohriať (tepelná strata do okolitého prostredia po prechode cez niekoľko výmenníkov tepla sa nazýva celková tepelná strata). Potreby tepla možno minimalizovať znížením prietoku vzduchu počas sušenia. Predpokladom je vysoký rosný bod krytu (súčasná technológia umožňuje 60-62 °C). Zvyšuje tiež vlhkosť výstupného vzduchu, čo zvyšuje hodnotu vzduchu ako sekundárneho zdroja tepla. Rekuperácia tepla znižuje spotrebu tepla prostredníctvom výmenníkov tepla, napr. pre privádzaný vzduch, prevádzkovú vodu a vykurovanie budovy. Takisto je možné znížiť veľkosť celého systému rekuperácie tepla, napr. potrubia, výmenníkov tepla a ventilátorov.

Premena tepla na energiu

Čoraz viac papierní inštaluje elektrárne na kombinovanú výrobu tepla a elektriny, ktoré premieňajú primárnu energiu na paru a elektrinu. Vo väčšine prípadov sa para vyrába pri vysokom tlaku a teplote a turbína znižuje tlak na hodnotu, ktorú možno použiť v sušiackej časti papierenského stroja.

Elektrická energia v papierenskom priemysle

Elektrická energia sa spotrebúva najmä na prevádzku rôznych motorov a na zušľachtovanie pri príprave látok.

- Motory sa používajú na pohon ventilátorov, čerpadiel, kompresorov, miešadiel, hlavných pohonov papierenských strojov, vákuových systémov, rôznych dopravníkov atď.
- V rafinérii sa elektrická energia využíva najmä na pohon rotora. Spotreba energie sa líši v závislosti od výrobku, pričom menej energie potrebujú filtračné a absorpčné papiere, zatiaľ čo najviac energie potrebujú zlomkové papiere. Typická čistá spotreba energie pri rafinácii je uvedená v tabuľke 7.10. Údaje sa týkajú čistej elektrickej energie, t. j. energie absorbovanej vláknami (kWh/t), ktorá je vo vláknach obsiahnutá ako abrazívna kapacita. Každá rafinácia zvyšuje tlak v systéme, konkrétne bez zaťaženia, ktorý spotrebúva mechanický odpor a turbulentné sily, a preto nie je k dispozícii na úpravu vlákien. Potrebná hrubá energia je čistá energia plus energia bez zaťaženia a je o 30-50 % vyššia ako čistá energia.

Tabuľka 7.10: Typická spotreba energie pri rafinácii podľa produktu

Druhy papiera	Čistá energia (1) na rafináciu (kWh/t)	Poznámky
Tissue papier	Max. 30	Rafinácia v obtokovom režime, nie celkový objem, veľmiz tabuľky 7.15.
Tlač a písanie	60-200	V závislosti od zmesi dlhých a krátkych vlákien sa viz tabuľky 7.15.
Samoprepisovacie papiere	150-200	V závislosti od zmesi dlhých a krátkych vlákien sa viz tabuľky 7.15.
Pergamenové papiere/papiere odolné voči mastnote	450-600	V závislosti od zmesi dlhých a krátkych vlákien sa viz tabuľky 7.15.
Pozastavenie papiera	800-1 200	V závislosti od zmesi dlhých a krátkych vlákien sa viz tabuľky 7.15

(1) Čistá energia je odvodená z hrubej energie mínus zaťaženie pri voľnobehu, t. j. energia spotrebuje sa pri voľnobehu. Hrubá energia je celková spotrebovaná elektrická energia vrátane strát. Hrubá energie = čistá energia x 1,3-1,5. Nečinnosť rafinára predstavuje energiu spotrebovanú mechanickým odporom a turbulentnými silami, a preto nie je k dispozícii na rafináciu.

Zdroj: Nепublikované údaje od dodávateľa, 2010.

Potenciál úspor energie je v niektorých prípadoch vysoký. Napríklad v prípadoch, keď sú rafinérie nesprávne dimenzované. To vedie k vysokej spotrebe energie pri voľnobehe, čo znižuje efektívnosť rafinérie. Nesprávne plnenie alebo dimenzovanie rafinérov spôsobuje zvýšenú spotrebu energie na dosiahnutie priamo danej vlastnosti (potenciál úspor až o 20 % vyšší ako pri štandardnom riešení). Ostatné straty sú malé v porovnaní s možnými úsporami vyplývajúcimi z optimalizácie veľkosti rafinérie a jej zaťaženia, napr. pri zaťažení.

Priamo sa podrobne rozoberá spotreba elektrickej energie v závodoch a vysvetľuje sa technické pozadie, ktoré poskytuje základ pre zlepšenie a Použitie energeticky účinných technológií.

Celková spotreba elektrickej energie v závodoch je zhrnutá v tabuľke 7.11. V týchto údajoch je zahrnutá všetka elektrická energia v budove celulózky, t. j. všetka spotreba energie v celulózke, od veží na skladovanie buničiny (v integrovaných celulózkach) až po techniku. V prípade neintegrovaných mlynov sú zahrnuté všetky procesy počnúc miešacími nádržami, t. j. celková spotreba energie v mlyne, údaje o spotrebe pre rozvlákňovače, ktoré zvyšujú špecifickú spotrebu energie (max. 30-60 kWh/t) do rafinérií, ak sa použije. Úprava odpadových vôd nie je zahrnutá a spotrebuje od 4 prietokov/t do 10 prietokov/t (pozri kapitolu 2.5.4). Hodnoty v tabuľke 7.11 vychádzajú z efektívnosti 100 % na tambor. 100 % účinnosť sa používa na porovnanie závodov na výrobu papiera; skutočná účinnosť je funkciou rôznych vstupov do Papierne, napr. veku mechanických zariadení, údržby, kvalifikácie obsluhy, druhov papiera atď. Je potrebné poznamenať, že účinnosť papierne ovplyvňuje uvedené údaje: čím vyššia je účinnosť papierenského stroja, tým väčšia je odchýlka od nominálnych hodnôt. Korekcia hodnôt podľa dosiahnutej miery efektívnosti zohráva väčšiu úlohu v prípade starých strojov alebo viacdruhových strojov s mnohými zmenami triedy papiera. Tieto závody majú zvyčajne vyššiu úroveň automatizácie, merania, kontroly a dokumentácie procesov, ktoré sú potrebné na dosiahnutie veľmi vysokej úrovne účinnosti. Naproti tomu moderné mlyny, ktoré sú v prevádzke a vyrábajú veľké objemy druhov podobnej kvality, dosahujú účinnosť 94-95 % (v niektorých prípadoch dokonca 96 %).

Tabuľka 7.11: Typická spotreba elektrickej energie v moderných závodoch na základe menovitej kapacity (= 100 % na tambor) papierenského stroja

Druhy papiera	Spotreba energie v kWh/t (na základe menovitej kapacity (1), papierenský stroj bez prípravy látok) (*)	Spotreba energie v kWh/t (údaje neuplatňujú sa na celý závod) (**)
Novinový papier	480-630	500-700
Papier LWC	550-750	500-800
Superkalandrovaný papier	600-700	450-700
Bezdrewný papier (nenatieraný)	450-650	450-650
Bezdrewný papier (natieraný)	600-850	600-750
Viacvrstvá lepenka	~ 680	
Vreckový papier	~ 850	700-850
Testliner	~ 550	
Tissue papier	500-3 000 (2)	

(*) Zdroj: Nepublikované údaje od dodávateľa, 2010. (**) Zdroj: [pripomienky CEPI D1, 2010]

(1) V prípade papierní vybavených moderným systémom riadenia procesov je meranie potreby energie pomerne jednoduché a zvyčajne je možné odčítať ho priamo z DCS (distribúovaný riadiaci systém). Stanovenie skutočnej výroby (v porovnaní s menovitou kapacitou) a metóda výpočtu skutočnej účinnosti procesu sa často líšia v jednotlivých prevádzkach, ale sú súčasťou dennej práce.

(2) Rôzne systémy sušenia používané v závodoch na výrobu tissue papiera, napr. konvenčné bubnové sušenie, sušenie vzduchom alebo hybridné technológie, majú významný vplyv na spotrebu energie v závode (podľa ETS). Rozsah údajov zodpovedá skutočným príkladom a nie je v tomto zmysle typický.

Spotreba elektrickej energie papierenského stroja závisí od druhu vyrábaného papiera (napr. vyššia gramáž vedie matematicky k lepšej špecifickej spotrebe energie), od rýchlosti stroja (pozri tabuľku 7.12 a tabuľku 7.13) a od zmesi použitých surovín (napr. farby schnú lepšie ako vlákna, a preto vysoký podiel farieb zlepšuje špecifickú spotrebu energie). Najnižšie hodnoty spotreby energie zodpovedajú baliacemu

papieru alebo základnému papieru pre vlnitú vrstvu, ktorý spotrebuje približne 400-600 kWh/t, zatiaľ čo papier na tlač a písanie (napr. bezdrevný nenatieraný papier, WFU) spotrebuje približne 450-650 kWh/t (energia, 100 % efektívnosť). Najvyššia požiadavka na energiu, až 5 600 kWh/ADt, sa vyžaduje v prípadoch niektorých špeciálnych druhov papiera (napr. kopírovací papier, staršie a menšie stroje). V uvedených osobitných prípadoch sa energia spotrebúva najmä pri intenzívnejšej rafinácii. Podrobnejšie informácie o spotrebe energie sú uvedené priamo.

Celkové hodnoty v tabuľke 7.11 týkajúce sa spotreby energie v papierňach predstavujú niektoré podsystémy, ktoré spotrebúvajú energiu a ktoré sú vysvetlené priamo. Súčet subsystémov v tabuľke 7.12 a tabuľke 7.17 (*Zdroj: všetky údaje od dodávateľa papiera, 2010*) zodpovedá celkovej spotrebe energie v tabuľke 7.11. Údaje sú založené na 100 % efektívnosti a sú to garantované hodnoty prevzaté z výsledkov energetických auditov.

Tabuľka 7.12: Typická špecifická spotreba energie v systéme prívodu do papierenského stroja

Druhy strojov	Spotreba energie	Poznámky
Rýchle stroje (> 1300 m/min)	70-130 prietok	Prívodné zmiešavacie čerpadlo zvyšuje svoj príkon sušením otáčok stroja
Pomalé stroje	50-100 prietok	Pomalé stroje do 1200 m/min všeobecne nemajú odvodušňovací systém

Tabuľka 7.13: Typická špecifická spotreba energie vo vákuovom systéme mokrej časti papierenského stroja

Druhy strojov	Spotreba energie	Poznámky
Rýchle stroje (> 1300 m/min)	70-100 prietok/t	Rýchle stroje majú vyšší objem výroby, preto je špecifická spotreba energie vyššia ako pri pomalých strojoch.
Pomalé stroje	80-110 prietok	

Tabuľka 7.14: Typická špecifická spotreba energie v rozvlákňovačoch prevádzok papierenských strojov

Pozície	Spotreba energie nových strojov	Spotreba energie starých strojov	Poznámky
Gaučová vaňa (Gaučová vaňa)	2-5 prietok	3-7 prietok	Staršie papierne (do 90. rokov 20. storočia) mali bežne betónové nádrže alebo tvar nádrží nebol podrobený optimalizácii výroby technický vývoj okrem iného znižuje spotrebu energie
Rozvlákňovač pod lisy (lis na rozvlákňovanie)	5-8 prietok	7-12 prietok	
Suchý vyťahovač odpadu (na suchom konci)	7-18 prietok	10-20 prietok	

Poznámka: Pod papierenským strojom, za odvíjajúcim strojom, sa nachádzajú odpadové nádrže, v ktorých sa odvíja papierový pás do vody. Tieto rozrývače pracujú len vtedy, keď je pás pretrhnutý, s výnimkou odpadovej vaničky na gauč, ktorá pracuje nepretržite kvôli orezávaniu. Zbiera vypúšťanú vodu a mokré odrezky.

Tabuľka 7.15: Typická špecifická spotreba energie nových strojačných rafinérií na tonu rafinovaného vlákna

Druhy vlákna	Spotreba energie na tonu rafinovaného vlákna	Poznámky
Dlhé vlákna (Bielené)	150-250 prietok	V uvedených údajoch nie je zahrnutá výroba buničiny; horná hranica rozsahu sa vzťahuje na vyššie hladiny CSF. Skutočná spotreba energie na tonu hotového výrobku je závislá od objemu rafinovaného vlákna na tonu hotového výrobku (napr. ak sa vyžaduje len 30 % rafinovaného vlákna, vynásobte 0,3).
Krátke vlákno (Bielené)	75-150 prietok	
Dlhé vlákna (nebielené)	100-200 prietok	
Krátke vlákno (nebielené)	Zvyčajne nie je rafinovaný	
RCF	60-100 prietoky/t Zvyčajne nie je rafinovaný	

Tabuľka 7.16: Typická špecifická spotreba energie pre systémy prípravy látok a bielej vody na tonu papiera (bez rafinácie, rozvlákňovačov a podávacieho systému)

Druhy procesov	Spotreba energie	Poznámky
Podsietňový systém vody	20-30 prietok	Zásobníky vody, sifóny v okruhoch, kade, čerpadlá
Samovýmenný systém (i)	5-50 prietok	Výmetná veža, triediče odpadu, nádrže a čerpadlá majú veľkú závislosť od druhov papiera (nenatieraný/natieraný). Lakované druhy potrebujú viac energie (napr. samostatné systémy pre suché, mokré a lakované odpady).
Miešanie	5-15 prietok	Miešacia nádrž, stroje, čerpadlá a miešadlá
Odvíjanie balíkov (len pre neintegrovane papierne)	20-35 prietok	Odvíjače balíkov a dopravníky, nádrže a čerpadlá
Dávkovanie BUNIČINY (integrovane papierne)	5-10 prietok	Vláknové vedenie zo skladu do zmiešavacej nádrže; nádrže a čerpadlá majú najmä závislosť od miesta prípravy látok
Dýzy prevádzky papierenského stroja	10-20 prietok	Rozvlákňovací systém prevádzky papierenského stroja s čerpadlami, filtrov a systémom triedenia

(i) S výnimkou výsypnej nádoby na gauč (výsypná nádoba na gauč) a systémov orezávania sa systém výsypu použije len vtedy, keď sa papier počas navíjania pretrhne. Pri výpočte celkovej spotreby energie celej papierne sa musí zohľadniť časový faktor (< 10 %) pre systém prepínania.

Tabuľka 7.17: Typická špecifická spotreba energie pohonu papierenského stroja

Druhy procesov	Spotreba energie	Poznámky
Papierenský stroj	150-300 prietok	Prevádzka papierenských strojov, formovacie (tvárniace) zariadenia, lisovanie, sušenie, triedenie, navíjanie; rýchlosť stroja do 2 000 m/min
Ventilácia, papierne	30-60 prietok	Prívod vzduchu do krytu, odvod vzduchu z krytu, prívod vzduchu k zlepšovacím častiam pre lepšiu funkčnosť, vetranie v mokrom priestore, vetranie haly, ventilátory, čerpadlá v závislosti od druhov papiera/lepenky
Ventilácia (konečná úprava): zahŕňa lakovací stroj, kalandre, navíjaciu frézu, balenie	50-80 prietok	Všetky zariadenia za "tamborom" (napr. natieranie, kalandrovanie, navíjanie) v závislosti od druhu papiera
Pro kondenzátor	2-6 prietok	Kondenzátne a vákuové čerpadlá
Mazanie a hydraulické čerpadlá	10-40 prietok	Mazacie jednotky a hydraulické čerpadlá
Maliarské zariadenia	15-25 prietok	Podľa natieracej stanice, v závislosti od gramáže nanášaného náteru
Kalandre	30-120 kWh/t	Tento široký rozsah je priamo určený hmotnosťou hotového papiera, energiou na ohrev valca (plyn/elektrina/para)
Winders	20-50 prietok/t	Rýchlosť stroja až do 3 000 m/min, široký rozsah gramáže papiera/lepenky
Dokončenie	10-15 prietok	Široká škála gramáží papiera/lepenky
chemikálie	5-50 prietok	Chemické miešacie zariadenia, dávkovacie čerpadlá, sitá, mlynčeky, veľmi závislé od druhov papiera a spôsobu dávkovania surovín

Veľmi veľká časť spotrebovanej elektrickej energie sa premieňa na energiu vo forme mechanickej práce a nakoniec na teplo. Toto teplo je v mnohých prípadoch užitočné, pretože pomáha udržiavať systémy na požadovanej teplote.

Vzhľadom na veľké množstvo energie potrebnej na výrobu papiera začal papierenský priemysel realizovať optimalizáciu spotreby energie v výrobnom procese veľmi skoro. Z technických dôvodov (napr. úspory spôsobené energeticky účinnejšími zariadeniami boli kompenzované vyššími potrebami po energii v dôsledku zvýšených otáčok strojov) zostalo množstvo elektrickej energie po celé desaťročia takmer rovnaké. Zároveň sa množstvo pary znižuje takmer o 60 %. Dosiahnutie tohto výsledku sa uskutočnilo najmä inštaláciou krytov s vyššou hodnotou rosného bodu a intenzívnym využitím systémov rekuperácie tepla.

Ďalšie údaje o spotrebe energie v závodoch na výrobu buničiny a papiera nájdete v oddieli 2.5. Opatrenia na zníženie spotreby energie v buničinách a papierňach, ktoré sa vzťahujú na väčšinu druhov papiera, sú uvedené v časti 2.9.6. Opatrenia na zníženie spotreby tepelnej a elektrickej energie pri výrobe papiera sú možné v kapitole 7.3.15.

Niektoré ďalšie vysvetlenia týkajúce sa špecifickej spotreby energie v závodoch na výrobu tkanín

Ako sa uvádza v oddieli 7.1.11.3, existujú rôzne postupy výroby tissue papiera v závislosti od jeho požadovaných vlastností (mäkkoť, absorpcia atď.). Predovšetkým sa v výrobných postupoch výroby tissue papiera odlišuje spôsob sušenia tissue papiera, a teda spotreba energie.

Okrem procesu výroby tissue papiera existujú aj ďalšie postupy, ktoré môžu významne ovplyvniť spotrebu energie v papieri na výrobu tissue papiera:

- integrované zosvetľovanie (znižovanie farieb) si vyžaduje viac energie;
- kogenerácia/kombinovaná výroba tepla a elektrickej energie si vyžaduje vyššiu spotrebu zemného plynu;
- elektrické parné kotle vyžadujú veľmi veľa elektrickej energie;
- kotly na biomasu potrebujú menej fosílného paliva.

V tabuľke 7.18 sa porovnáva celková spotreba energie v papierňach s rôznymi postupmi výroby tissue papiera a surovinami.

Tabuľka 7.18: Rozsah energie pre konvenčné papierne na výrobu tissue papiera

Druh papierne	Spotreba tepla (MJ/t)	Spotreba elektrickej energie (kWh/t)
Papierne spracúvajúce pôvodné vlákna	5,4-10,5	887-1 422
Pri iných postupoch (1)	5,4-18,04	887-2 012
Papierne s procesom TAD (2)	11,6-21	1 432-2 730
Papierne spracúvajúce sekundárne vlákna	7,3-11,4	987-1805
Pri iných postupoch (1)	6,7-12	987-3 130

(1) Ďalšie postupy slúžia na kogeneráciu: kogeneračné jednotky na mieste, elektrické parné kotle na kogeneráciu alebo kotly na biomasu.

(2) Ide o celkové hodnoty spotreby zariadenia v 8 papierňach, ktoré majú stroje TAD. Väčšina týchto papierní má nainštalované aj konvenčné papierenské stroje a slúžia na použitie POSTUPOV RCF.

Zdroj: [ETS, priamo 2008]

7.2.2.5. Odpadová voda a emisie do odpadovej vody

Existujú rôzne zdroje odpadových vôd vypúšťaných z papierní, ktoré sú uvedené nižšie (pozri obrázok 7.3).

Rozliaty materiál na úpravu látok

Buničina sa čistí pred papierenským strojom a odstraňujú sa z neho nečistoty. Odpadová voda z úpravy obsahuje kontaminanty (napr. zväzky vlákien a piesok), ako aj cenné vlákna suspendované vo vode. Tieto odpadové vody sa zvyčajne vypúšťajú do čistiarne odpadových vôd, ale môžu sa vypúšťať aj priamo do systému odvodnenia kalu.

Prebytočná biela voda

Prevádzková voda sa spolu s použitými chemikáliami odvádza v sitovej časti papierenského stroja do hlavnej časti a nakoniec sa odstráni v oddieli lisovania a sušenia. Biela voda obsahuje aj spotrebovanú oplachovú vodu z Úpravy sít a plsti. Predovšetkým časť bielej vody z podsedáku sa vracia do závodu ako riediaca a rozprašovacia voda. Prebytočná podsedlová voda (určité množstvo čerstvej vody sa priebežne pridáva do papierenského stroja, aby sa nahradila podsedlová voda) sa vypúšťa do odpadových vôd alebo v integrovaných papierňach na použitie pri príprave látok. Táto voda pred priamym vypúšťaním zvyčajne preteká cez jednotku regenerácie vlákien.

Množstvo vypúšťanej bielej vody z podsedáku závisí od úrovne zatvorenia vodovodných systémov. Táto voda obsahuje väčšinu nepretržite vypúšťaných suspendovaných látok a rozpustených organických látok, zvyčajne vyjadrených ako Chemická spotreba kyslíka (COD) a BOD.

Dočasné a náhodné priame vypúšťanie

Tento výtok nesúvisí priamo s procesom a vyskytuje sa prerušovane. Príkladmi takýchto vypúšťaní sú prepady bielej vody alebo dokonca buničiny z nádrží alebo iných zariadení so zlou reguláciou hladiny, prepady použitej vody z čistenia zariadení a oplachovej vody z umývania podlahy atď.

Emisie do vody alebo pôdy zo skladovania a manipulácie s potenciálne nebezpečnými chemickými prísadami sa musia vylúčiť vhodným dizajnom a prevádzkou zariadenia tak, aby potenciálne znečisťujúce látky nemohli uniknúť (pozri kapitolu 2.9.2.3).

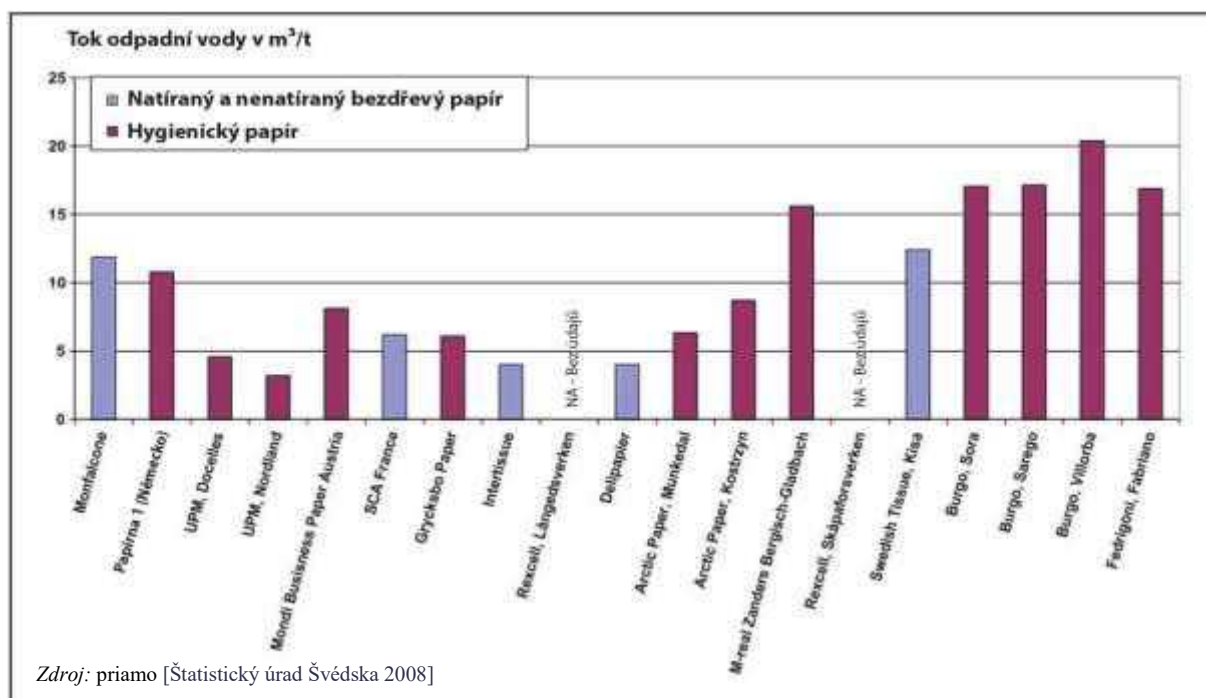
Chladienie a upchávanie vodou

Spotrebovaná chladiaca a tesniaca voda z vákuového systému a vývev zvyčajne neobsahuje suspendované pevné látky. Tieto vody sa často do určitej miery recirkulujú. Čistá chladiaca voda sa musí oddeliť od ostatných odpadových vôd, aby sa minimalizovalo zaťaženie čistiarní a zachovala ich efektívnosť.

Prietok odpadových vôd

Natieraný/nenatieraný grafický a tissue papier

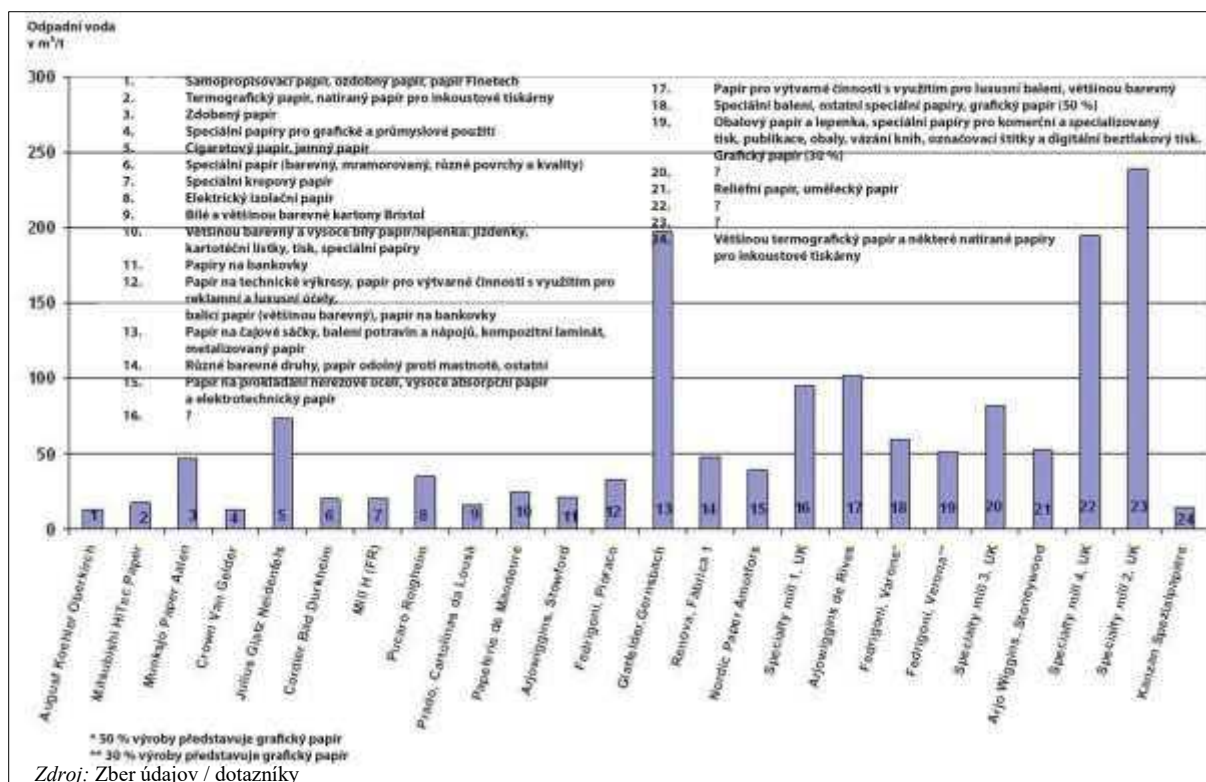
Na obrázku 7.13 je znázornený špecifický tok odpadových vôd z niekoľkých neintegrovaných papierní, ktoré poskytli odpovede na prieskum EIPPCB (referenčné roky 2006 a 2008). Papierne vyrábajúce natieraný a nenatieraný bezdrevný papier vykázali prietok odpadových vôd v rozmedzí 3,5 m³/t a 20 m³/t prietok. Šesť papierní (z dvanástich príkladov) má priame vypúšťanie menej ako 10 m³/t prietok. Výrobcovia tissue papiera, ktorí poskytli údaje pre prieskum EIPPCB (päť papierní), uviedli prietoky odpadových vôd medzi 4 m³/t a 12 m³/t, zatiaľ čo hodnoty prietoku odpadových vôd vypočítané z údajov poskytnutých Európskym sympóziom pre tkanivá (ETS) za rok 2008 (priemerné ročné znečistenie a úroveň) sa pohybovali od 1 m³/t až 42 m³/t prietok. [CEPI Comments WD Chap 7, 2012].



Obrázok 7.13: Príklady vypúšťania špecifických odpadových vôd z neintegrovaných európskych papierní (okrem špeciálneho papiera)

Špeciálny papier

Na obrázku 7.14 je znázornený špecifický prietok odpadových vôd z niektorých špeciálnych papierní (prieskum EIPPCB, referenčné roky 2006 a 2008). Uvedené prietoky odpadových vôd sa pohybovali v rozmedzí 13 m v závislosti od vyrábaného produktu a konkrétnych výrobných podmienok. m^3/t a $100 \text{ m}^3/\text{t}$, pričom tri závody uvádzali hodnoty okolo $200 \text{ m}^3/\text{t}$ prietok. Špeciálne papiere sa zvyčajne vyrábajú na menších papierenských strojoch a s častými zmenami tried, čo vedie k vyšším celkovým stratám pri prechode a potenciálne vyššej špecifickej spotrebe vody. Základné požiadavky na čistotu alebo nekompatibilita medzi prírodnými zložkami rôznych druhov si často vyžadujú úplné prepláchnutie systémov látok a vody pri zmene druhov papiera. Vzhľadom na prísne požiadavky na čistotu pri výrobe špeciálnych papierov je v niektorých prípadoch možné recirkulovať vodu len v obmedzenej miere.



Obrázok 7.14: Príklady špecifických prietokov odpadových vôd z neintegrováných európskych špeciálnych papieri

Parameter znečistenia

Väčšina bežných parametrov používaných na charakterizáciu konečného vypúšťania odpadových vôd z papieri zahŕňa celkové suspendované látky (TSS), BOD₅ alebo BOD₇, Chemická spotreba kyslíka, N_{celkovej} a P_{celkovej}, AOX a niekedy aj jednotlivé kovy. V dôsledku zložitosti odpadových vôd obsahujúcich rôzne látky sa dlhšie pre jednotlivé papierne používa celková toxicita vzorky (napr. v Nemecku toxicita pre ostrieža) alebo parametre podľa nariadenia pre odpadové vody z papieri (napr. v Rakúsku toxicita pre ryby).

V týchto oddieloch sú uvedené podrobnejšie informácie o emisiách v jednotlivých parametroch odpadových vôd súvisiacich s výrobou papiera. Ak sú k dispozícii údaje, uvádzajú sa ako zaťaženie (kg/t), úroveň (mg/l) a ročný a denný Priemer. Hodnoty sa uvádzajú tak, ako sa uvádzajú (napr. s príslušným počtom desiatinných miest, bez ohľadu na faktor neistoty okolo detekčného limitu). Pri interpretácii týchto údajov o koncentrácii treba mať na pamäti zodpovedajúci prietok odpadovej vody. Vzhľadom na úsilie niektorých závodov, ktoré znižujú spotrebu vody a uzavierajú vodné slučky, by sa mohla zvýšiť úroveň znečisťujúcich látok. Prevádzky s vyššou úrovňou koncentrácie nemajú vždy vyššie emisné zaťaženie.

Chemická spotreba kyslíka (CHSK)

Organické látky vypúšťané z neintegrováných papieri pochádzajú predovšetkým z organických látok uvoľňovaných z nakúpenej buničiny v priebehu rozvláknovania a úpravy, z organických látok uvoľňovaných z buničiny/celulózy vo fázach rafinácie pred papierenským strojom a z organických chemikálií/aditív používaných ako pomocné látky pre výrobu alebo procesy pri výrobe papiera (napr. organické polyméry). Tie, ktoré sa nezachytia v papierovej sieti (pozri obrázok 2.8), skončia v odpadovej vode. Význam príspevku chemických prísad/ADt k organickému znečisteniu v papieri závisí od množstva a druhov chemikálií používaných. Pri niektorých druhoch papiera (napr. špeciálny papier) je podiel chemických prísad na celkovej úrovni organického znečistenia vypúšťaného do vodovodných tokov značný. Všeobecne chýbajú poznatky o podiele chemických prísad/prísad na celkovom znečistení odpadových vôd.

Emisie do vody z papierní sa po účinnom biologickom čistení všeobecne znižujú.

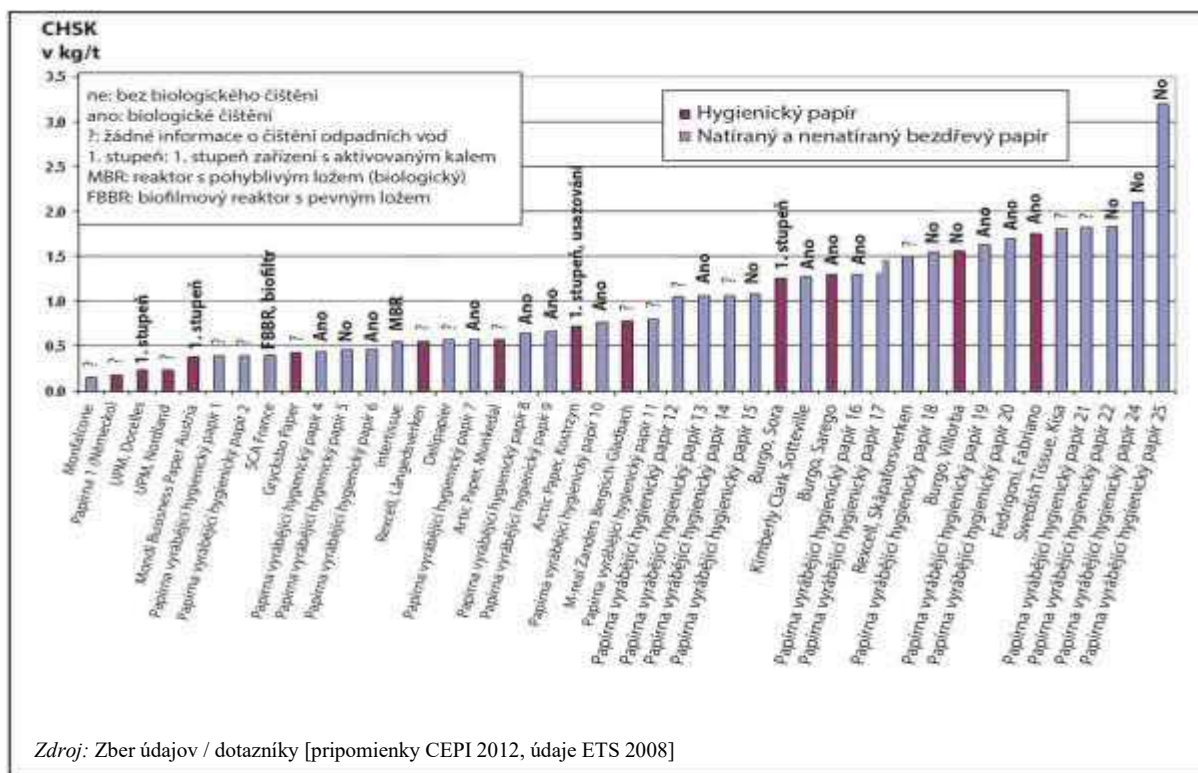
V predchádzajúcom prieskume niekoľkých papieri v Nemecku sa hodnotil podiel prísad na celkovej Chemickej spotrebe kyslíka po biologickom spracovaní. Vo vzorke skúmaných závodov na výrobu tlačiarenského a písacieho papiera sa vyskytlo 26 % v prípade natieraného tlačiarenského a písacieho papiera, 20 % v prípade novinového papiera zo sekundárnych (druhotných) vlákien, 43 % v prípade uterákov zo sekundárnych vlákien a 35 % v prípade natieranej lepenky zo sekundárnych (druhotných) vlákien [68, IFP 1997]. Tieto výsledky však nemusia byť dostatočne spoľahlivé (napr. obmedzený počet monitorovaných papieri, retenčné faktory zistené pri laboratórnych testoch). Hodnoty sú preto len orientačné, pokiaľ ide o možný podiel chemikálií/ADt, ktoré sa môžu uvoľňovať s odpadovou vodou. Nesmú sa zovšeobecňovať.

Natieraný/nenatieraný grafický a tissue papier

Na obrázku 7.15 je znázornené špecifické zaťaženie CHSK v ročnom priemere pre niekoľko neintegrovateľných papieri vyrábajúcich bezdrevný natieraný alebo nenatieraný grafický alebo tissue papier (*Zdroj: Prieskum EIPPCB (referenčné roky 2006 a 2008) a údaje ETS (referenčný rok 2008) pre papierne vyrábajúce tissue papier č. 1 až 25*). Keďže niektoré papierne majú výrobu natieraného aj nenatieraného bezdrevného papiera, nie je možné tieto druhy papiera rozlíšiť.

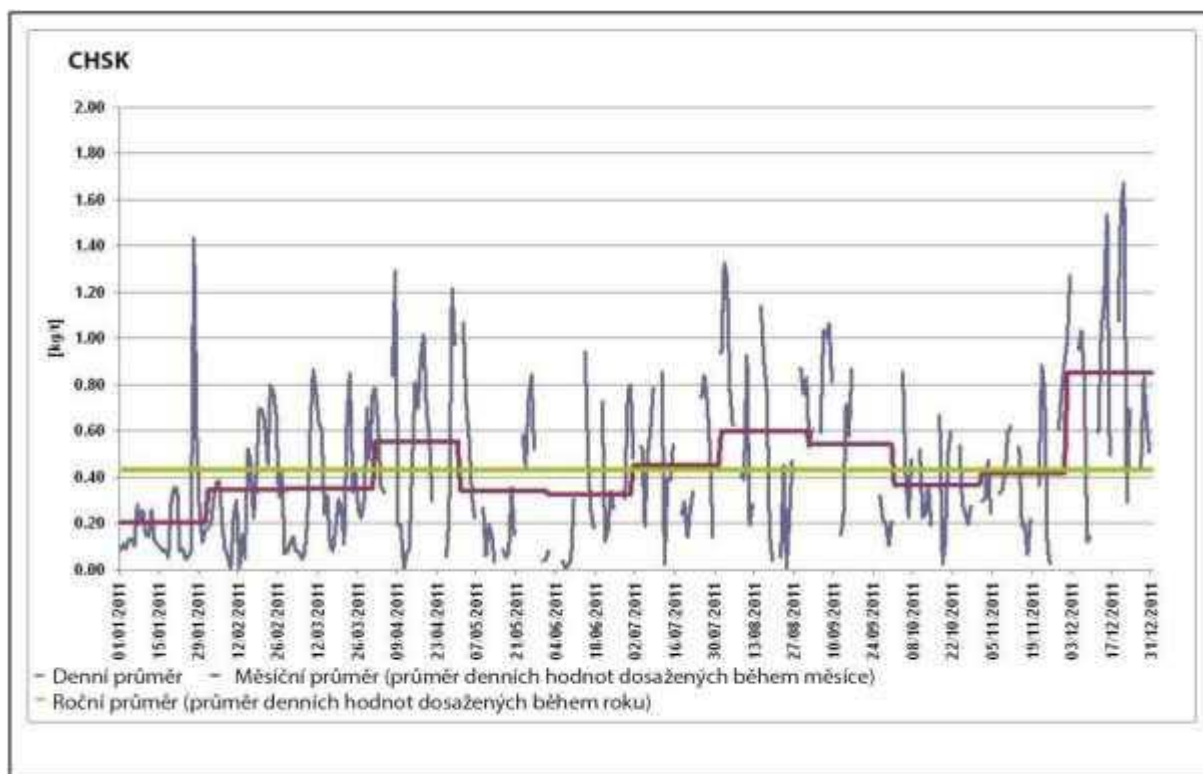
Údaje uvádzajú rozpätie od 0,18 kg CHSK/t do 1,90 kg CHSK/t pre grafický papier a od 0,15 kg CHSK/t do 1,80 kg CHSK/t pre papierne vyrábajúce tissue papier (dve papierne uvádzajú hodnoty nad 2 kg/t). Väčšina z 20 papierní v prieskume EIPPCB emituje v priemere menej ako 1 kg CHSK/t za rok, sedem z nich menej ako 0,5 kg CHSK/t. Iba sedem z uvedených mlynov má priame vypúšťanie organických zaťažení vyšších ako 1 kg/t. Hodnoty pre papierne vyrábajúce hygienický papier uvedené v údajoch ETS boli väčšinou vyššie, až do 3,2 kg CHSK/t. Horný rozsah (papierne > 1,8 kg CHSK/t, napr. tissue papier č. 22 až 25) Neuplatňuje sa pre papierne bez biologického čistenia odpadových vôd.

Priemerné ročné hodnoty CHSK pre neintegrovane papierne výrobky sa na základe zberu údajov EIPPCB pohybujú od 17 mg/l do 119 mg/l pre natieraný a nenatieraný grafický papier a od 27 mg/l do 140 mg/l pre tissue papier. ETS uvádza denné priemery hodnôt CHSK s hodnotami pre Papierne na výrobu tissue papiera v rozmedzí od 27 mg/l do 500 mg/l po biologickom čistení.



Obrázok 7.15: Príklady špecifických emisií CHSK v ročnom priemere po čistení odpadových vôd z neintegrovanej európskej papieri (okrem špeciálneho papiera)

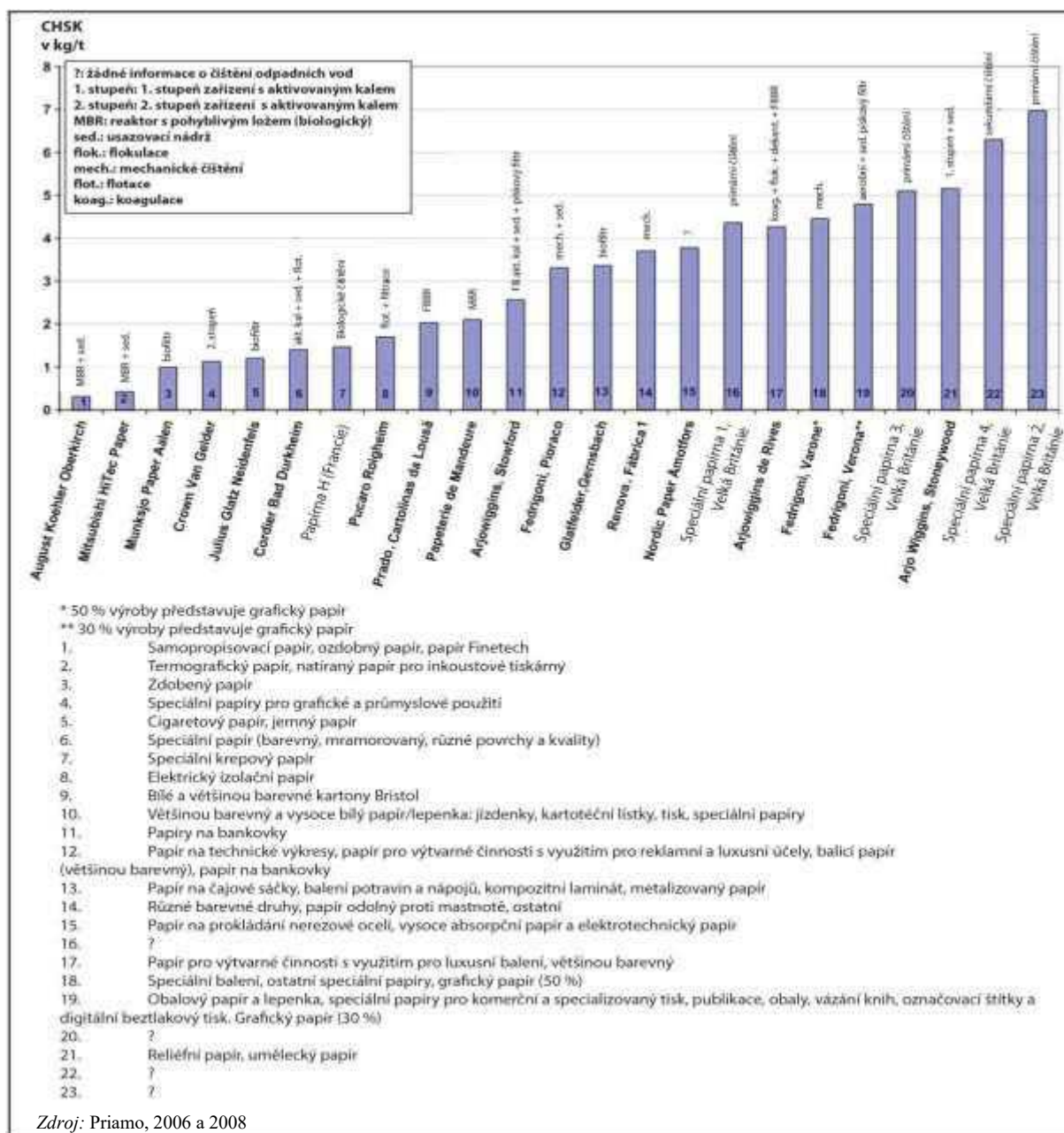
Pokiaľ ide o krátkodobé priemery Chemickej spotreby kyslíka, zber údajov neumožňuje prezentovať dostatočne reprezentatívne údaje pre tento parameter, a preto je na obrázku 7.16 znázornená zmena denného zaťaženia Chemickej spotreby kyslíka pre nemeckú neintegrovanú Papieriňu v priebehu roka.



Obrázok 7.16: Denné denné zaťaženie CHSK v priebehu jedného roka z nemeckej neintegrovanej papierne na výrobu tissue papiera

Špeciálny papier

V prípade papierní vyrábajúcich špeciálny papier je úroveň organických znečisťujúcich látok vypúšťaných do odpadových vôd často nízka, ale spolu s relatívne vysokým prietokom odpadových vôd (pozri kapitolu 7.2.2.2) môže viesť k vyšším špecifickým emisiám znečistenia na tonu výrobku než v prípade štandardného bezdrevného jemného papiera. Na obrázku 7.17 je znázornený ročný Priemer špecifických emisií CHSK pre niekoľko neintegrovaných špecializovaných papierní (*Zdroj: Prieskum EIPPCB, referenčné roky 2006 a 2008*). V tabuľke sú uvedené aj predovšetkým typy špeciálnych papierov vyrábaných vo vzorových papierňach, ktoré ilustrujú rozmanitosť druhov vyrábaných na tlačiarenské a priemyselné použitie.

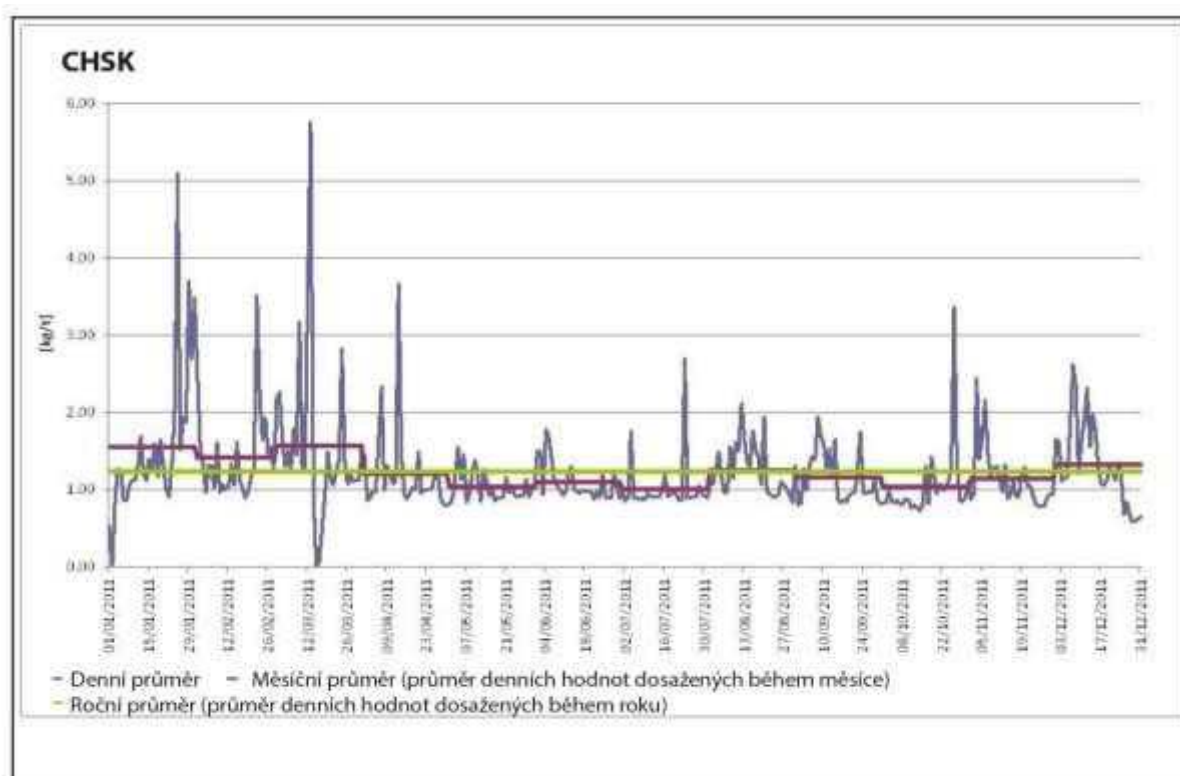


Obrázok 7.17: Príklady špecifických emisií Chemickej spotreby kyslíka v ročnom Priemeru po čistení odpadových vôd z neintegrovanej európskej špecializovanej papierne

Emisie CHSK v prípade špeciálnych papierní sa pohybujú v rozmedzí od 0,31 kg CHSK/t do 7 kg CHSK/t (Zdroj: prieskum EIPPCB, referenčné roky 2006 a 2008). Rozdiely sú väčšie ako v prípade neintegrovanej, najmä bezdrevených papierní, a to z dôvodu rôznorodosti vyrábaných druhov, ale aj z dôvodu rozdielov v hospodárení pri použití chemikálií/ADt, hospodárení s vodou a používaných systémoch čistenia odpadových vôd. Z lisovní, ktoré odpovedali na dotazníky EIPPCB, takmer polovica vypúšťa v priemere menej ako 2 kg Chemická spotreba kyslíka/t za rok a len dve lisovne vypúšťajú viac ako 5 kg Chemická spotreba kyslíka/t.

Ročné priemery hodnôt Chemickej spotreby kyslíka pre neintegrovane špeciálne papierne získané zo zberu údajov EIPPCB sa pohybujú od 17 mg/l do 118 mg/l.

V prípade krátkodobých priemerov Chemickej spotreby kyslíka zber údajov neumožňuje predložiť dostatočne reprezentatívne údaje pre tento parameter, a preto nObrázok 7.18 znázorňuje kolísanie denného zaťaženia Chemickej spotreby kyslíka pre jednu Papierňu (Special Paper Germany 4) v priebehu roka.



Obrázok 7.18: Denné zaťaženie CHSK za rok z neintegrovanej papierne vyrábajúcej špeciálny papier (špeciálny papier Nemecko 4)

Biochemická spotreba kyslíka (BSK)₅ alebo BOD₇)

Natieraný/nenatieraný grafický a tissue papier

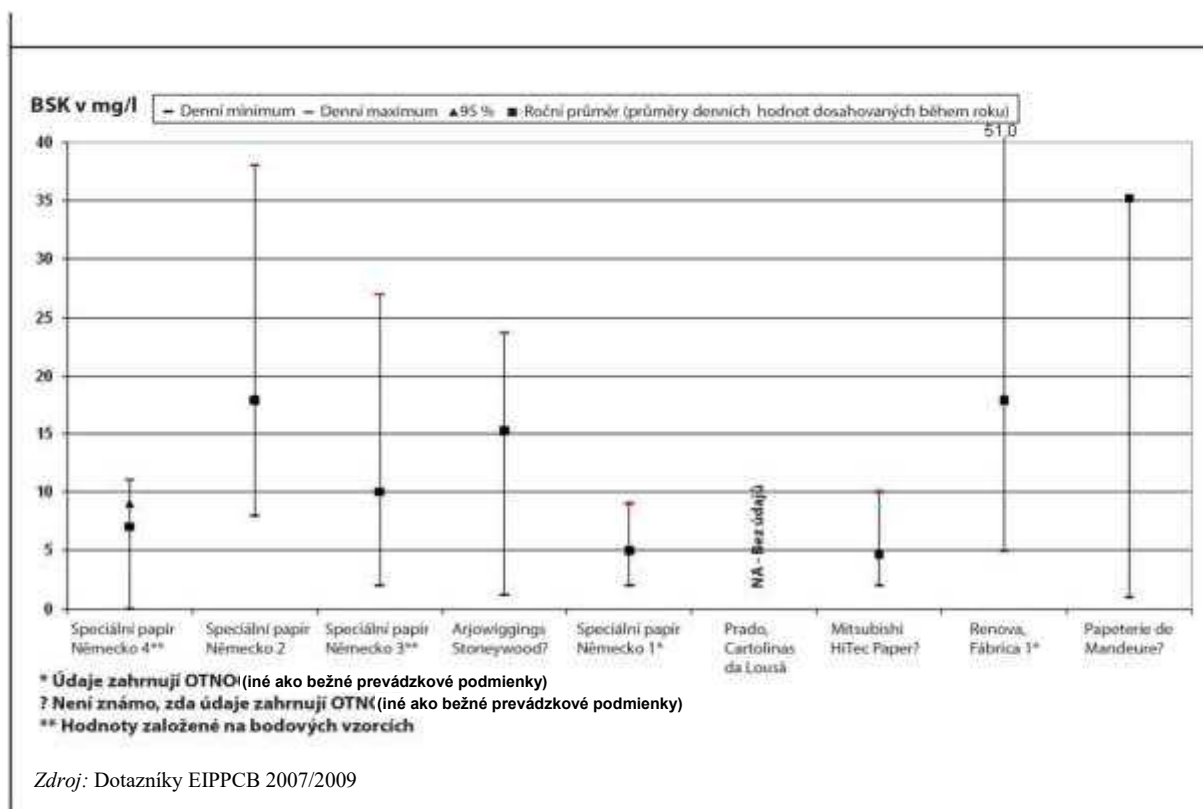
Emisné zaťaženie BOD uvádzané ako ročný priemer pre neintegrované papierne na bezdrevný papier v prieskume EIPPCB sa pohybovalo v rozmedzí 0,03-0,27 kg BOD₅/t výrobky z natieraného a nenatieraného grafického papiera a 0,01-0,19 kg BOD₅/t pre papiere, ktoré vyrábajú hygienický papier. Zaznamenané hodnoty úrovne koncentrácie sa pohybovali v rozmedzí 3-17 mg/l pre grafický papier a 2-16 mg/l pre tissue papier. Dostupné údaje o zaťažení ETS pre neintegrované továrne na výrobu tkanív (referenčný rok 2008) uvádzajú zaťaženie v rozsahu od 0,008 kg BOD/t do 0,90 kg BOD/t, pričom najvyššie hodnoty (napr. 0,77 kg BOD/t a 0,90 kg BOD/t) sa týkajú tovární bez biologického čistenia odpadových vôd. Najvyššia uvádzaná hodnota pre papierenský závod s biologickou čističkou bola 0,51 kg BSK/t. Hodnoty úrovni pre tkanivové mlyny uvedené v ETS sa vyskytli v rozmedzí od 0,7 mg/l do 200 mg/l v dennom priemere.

Špeciálny papier

Uvádzané priemerné ročné hodnoty znečistenia BOD pre neintegrované špeciálne papierne sa dosiahnutím pohybujú od 0,12 kg BOD₅/t deň do 0,3 kg BOD₅/t, pričom ročná priemerná úroveň sa pohybuje od 4 mg/l do 23 mg/l.

V závodoch s dobre fungujúcimi biologickými Čistiarnami sa BOD₅ alebo BOD₇ Po úprave v priemere 10 - 20 mg/l za rok. Hodnoty BOD okolo 5 mg/l sú ťažko merateľné a presne reprodukovateľné. Interpretujú sa ako hodnoty blízke detekčnému limitu.

Krátkodobé priemery emisií BOD nahlásené zo špeciálnych papierní sú uvedené v Obrázok 7.19.



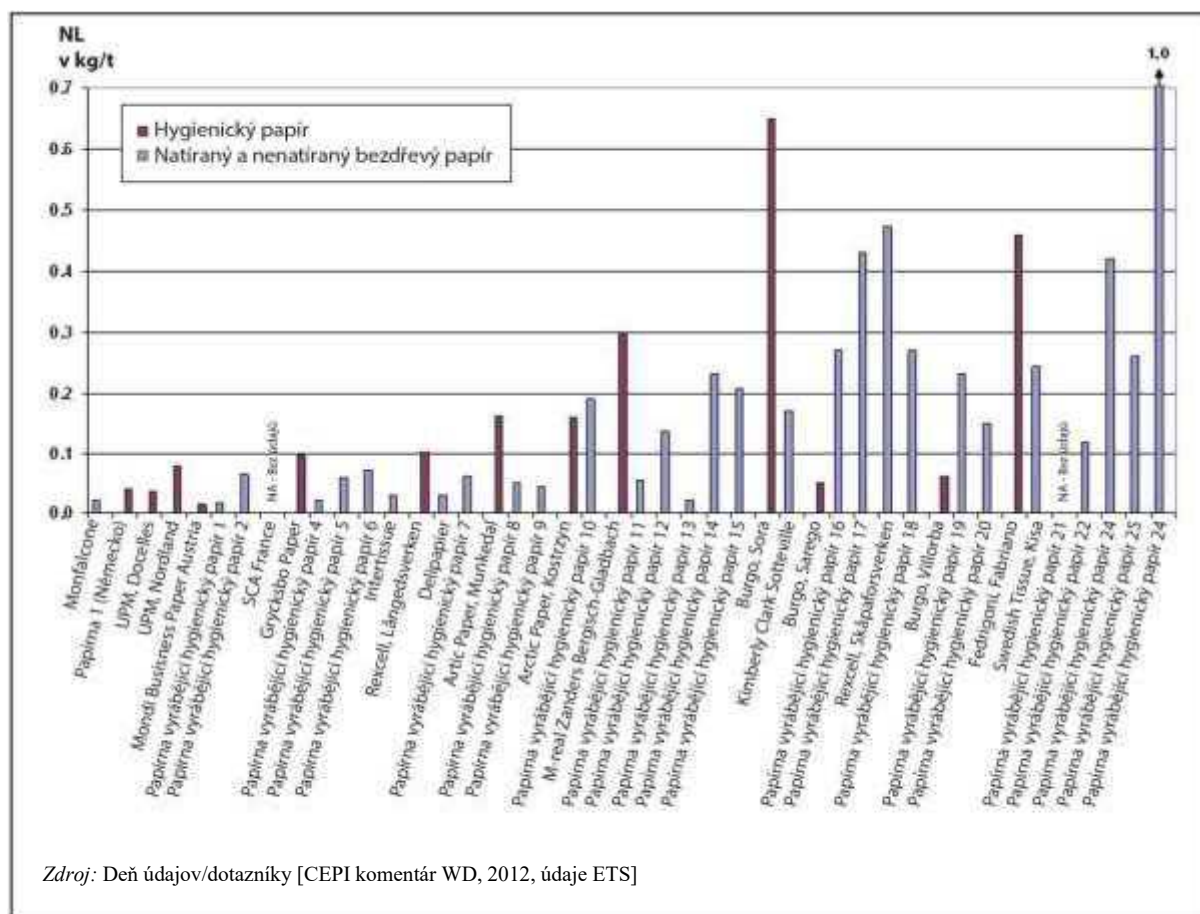
Obrázok 7.19: Krátkodobé priemery emisií BOD z neintegrovaných európskych špeciálnych papierní

Suspendované látky

Natieraný/nenatieraný grafický a tissue papier

Na obrázku 7.20 sú uvedené údaje poskytnuté v rámci prieskumu EIPPCB o emisnom zaťažení NL: 0,014-0,3 kg NL/t pre papierne na výrobu grafického papiera (okrem dvoch papierní, ktoré vykázali 0,46 a 0,65 kg NL/t) a 0,02-0,473 kg NL/t pre papierne na výrobu tissue papiera. Ako je vidieť na obrázku, 11 z 19 neintegrovaných papierní na výrobu grafického a tissue papiera, ktoré poskytli údaje o NL v rámci prieskumu EIPPCB, emitovalo približne 0,1 kg NL/t alebo menej. Z nich päť papierní uviedlo ročný priemerný prietok dokonca menej ako 0,05 kg NL/t. Hodnoty pre tissue papierne uvedené v údajoch ETS sa pohybujú od 0,016 kg NL/t do 1,0 kg NL/t, pričom horný rozsah (papierne > 0,27 kg NL/t, napr. tissue papierne 24 a 26) sa vzťahuje na papierne bez biologickej čistiarne odpadových vôd.

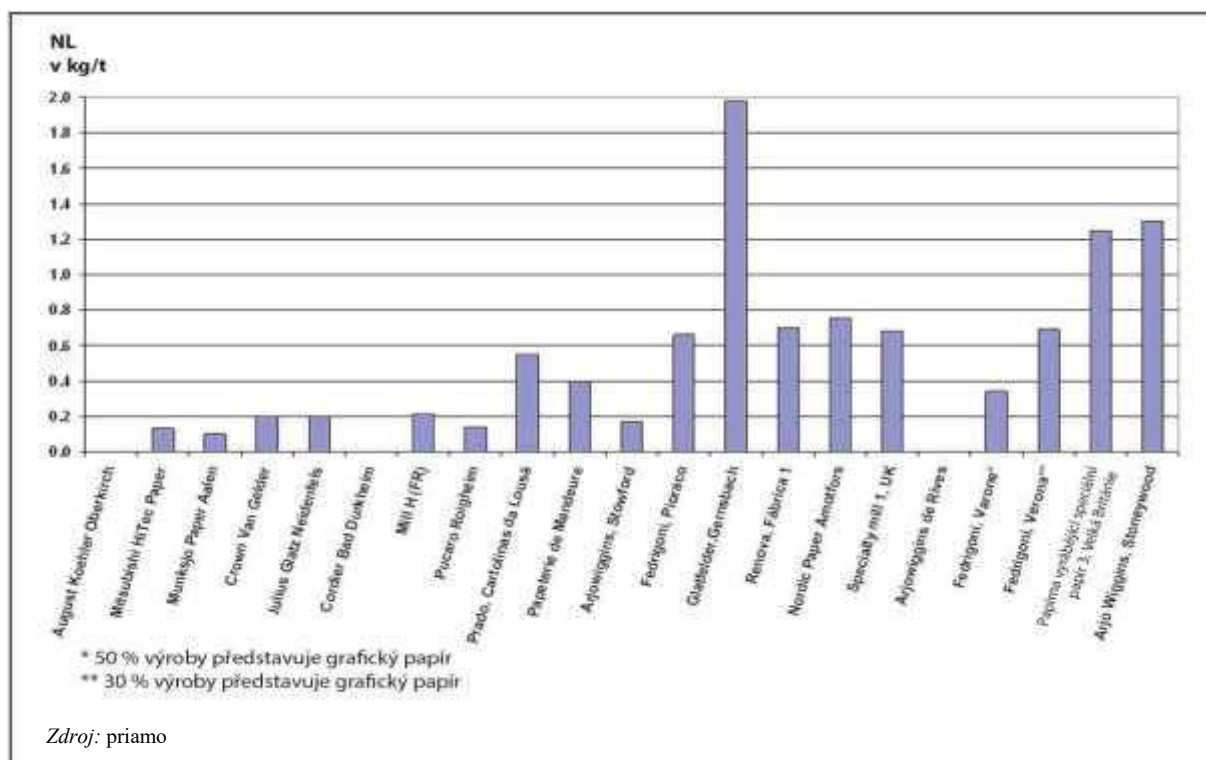
Neintegrované papierne (zber údajov EIPPCB) uvádzali priemerné ročné úrovne od 3,6 mg NL/l do 26 mg NL/l a papierne na výrobu tissue papiera od 6 mg/l do 12 mg/l. Priemerné denné hodnoty pre papierne na výrobu tissue papiera, ktoré poskytla ETS, sa vyskytli v rozmedzí od 1,8 mg/l do 20,8 mg/l po biologickej úprave.



Obrázok 7.20: Príklady špecifických emisií NL v ročnom priemere po čistení odpadových vôd z neintegrovanej európskej papírni (okrem špeciálneho papiera)

Špeciálny papier

Na obrázku 7.21 je znázornený ročný Priemer špecifického emisného zaťaženia NL, ktoré v rámci prieskumu EIPPCB nahlásili neintegrovane špeciálne závody. Údaje sa pohybujú od 0,1 kg NL/t do 1,98 kg NL/t, pričom väčšina závodov, ktoré poskytli údaje (15 z 18), emituje menej ako 0,8 kg NL/t. Zaznamenané priemerné ročné hodnoty úrovne NL v špeciálnych papierňach sa vyskytli v rozmedzí od 2 mg/l do 31 mg/l (zber údajov EIPPCB).



Obrázok 7.21: Príklady špecifických emisií NL v ročnom Priemeru po čistení odpadových vôd z neintegrovanej európskej špeciálnej papieri

AOX

Emisie AOX z papieri za posledných niekoľko rokov znížili, pretože bielenie chlórmi sa v súčasnosti prakticky nevyskytuje. Zdrojom adsorbujeme organicky viazaných halogénov sú najmä niektoré chemické prísady/aditíva (napr. činidlá na zvýšenie pevnosti za mokra a nečistoty, ako je epichlorhydrín), stopy organických halogénov z nakupovanej buničiny ECF a v menších prípadoch prevádzková voda upravená dezinfekčnými prostriedkami obsahujúcimi chlór (ak sa použije).

Na trhu sú k dispozícii neutrálne prostriedky so zníženým obsahom AOX, ktoré predstavujú možnosť na ďalšie zníženie emisií AOX. Úprava aktivovaného kalu znižuje AOX o 30 až 50 %. Toto znižovanie sa však čiastočne dosahuje separáciou uvedených zložiek počas priebehu čistenia odpadových vôd.

Natieraný/nenatieraný grafický a tissue papier

Uvedený ročný priemer špecifických emisných záťaží AOX (zber údajov EIPPCB) pre neintegrovane papieri na výrobu grafického papiera sa vyskytol v rozmedzí od 0,0004 kg AOX/t do 0,01 kg AOX/t, zatiaľ čo pre papieri na výrobu tissue papiera sa vyskytol v rozmedzí od 0,0005 kg AOX/t do 0,001 kg AOX/t. Ročná priemerná úroveň AOX kolíše medzi 0,04 mg/l a 0,2 mg/l pre grafické papieri a medzi 0,08 mg/l a 0,3 mg/l pre tissue papieri.

Špeciálny papier

Výrobcom špecializovaného papiera uviedli priemerné ročné emisné zaťaženie AOX od 0,0015 kg/t do 0,01 kg/t a úrovne koncentrácie 0,02-0,36 mg/l.

Živiny

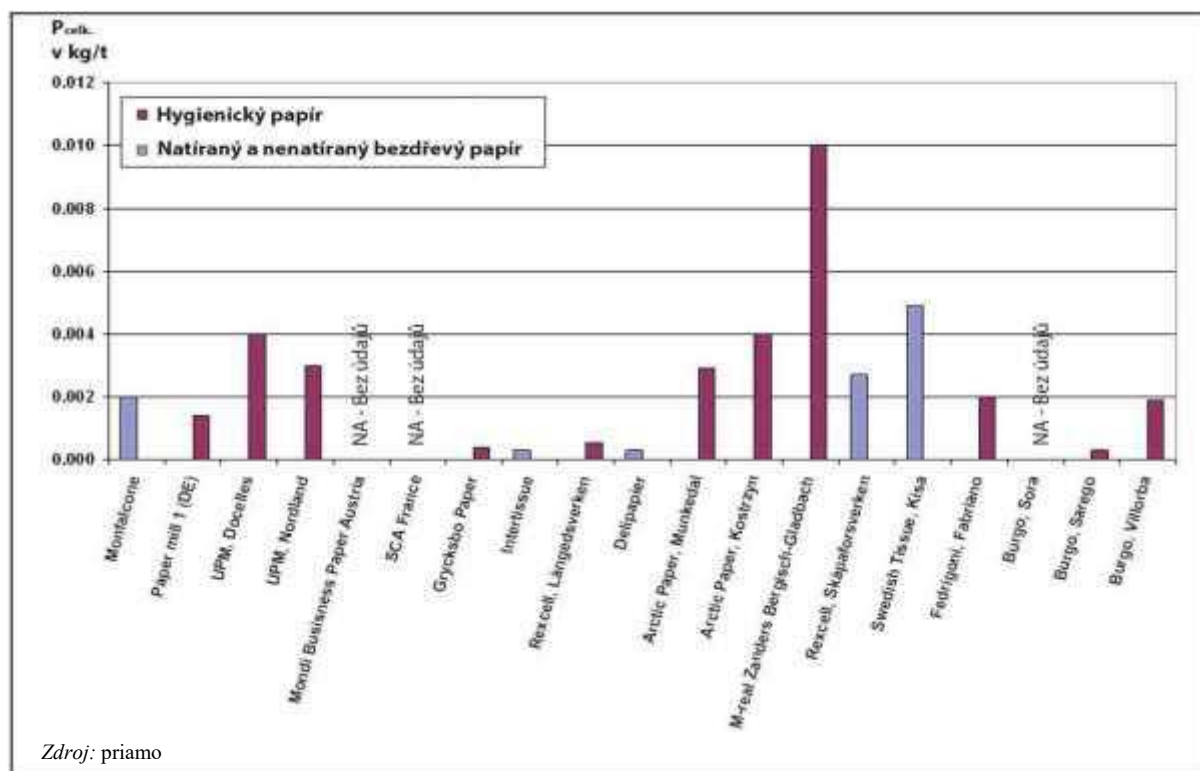
Odpadové vody z celulózy a papiera zvyčajne obsahujú len nízke úrovne dusíka a fosfátov, preto sa musia pridávať živiny, aby biologická čistiareň odpadových vôd fungovala efektívne. Zložky dusíka a fosforu v odpadových vodách pochádzajú najmä z pridávania uvedených živín v biologickej čističke (pozri časť 2.9.11.2.3). Zložky organicky viazaného dusíka môžu obsahovať aj niektoré chemické prísady. Napríklad optické zjasňovače môžu obsahovať až 30 % organicky viazaného dusíka (močoviny).

Priebeh biologického spracovania je možné, aby sa časť organického dusíka hydrolyzovala na amoniakovú skupinu a v prevzdušňovaných nádržiach sa mohla premeniť na dusičnany.

Za predpokladu riadeného dávkovania na zabezpečenie optimalizovaného výkonu systému úpravy vody sú dosiahnuteľné koncentrácie fixácie dusíka TN_b 5-20 mg/l a $P_{celkovej}$ N 1-2 mg/l (ako denný Priemer).

Natieraný/nenatieraný grafický a tissue papier

Na obrázku 7.22 je znázornený ročný priemer špecifického emisného zaťaženia $P_{celkovej}$ pre neintegrovane Papierne na výrobu grafického a tissue papiera (prieskum EIPPCB). Vykázané priemerné ročné zaťaženie fosforom (zber údajov EIPPCB) pre neintegrovane papierne s grafickým spracovaním sa vyskytlo v rozmedzí od 0,0004 kg $P_{celkovej}$ /t až 0,01 kg $P_{celkovej}$ /t, zatiaľ čo v prípade tissue papierni sa vyskytlo od 0,0003 kg $P_{celkovej}$ /t až 0,0049 kg $P_{celkovej}$ /t.



Zdroj: priamo

Obrázok 7.22: Príklady špecifických $P_{celkovej}$ v ročnom priemere po čistení odpadových vôd z neintegrovane európskych papierni (okrem špeciálneho papiera)

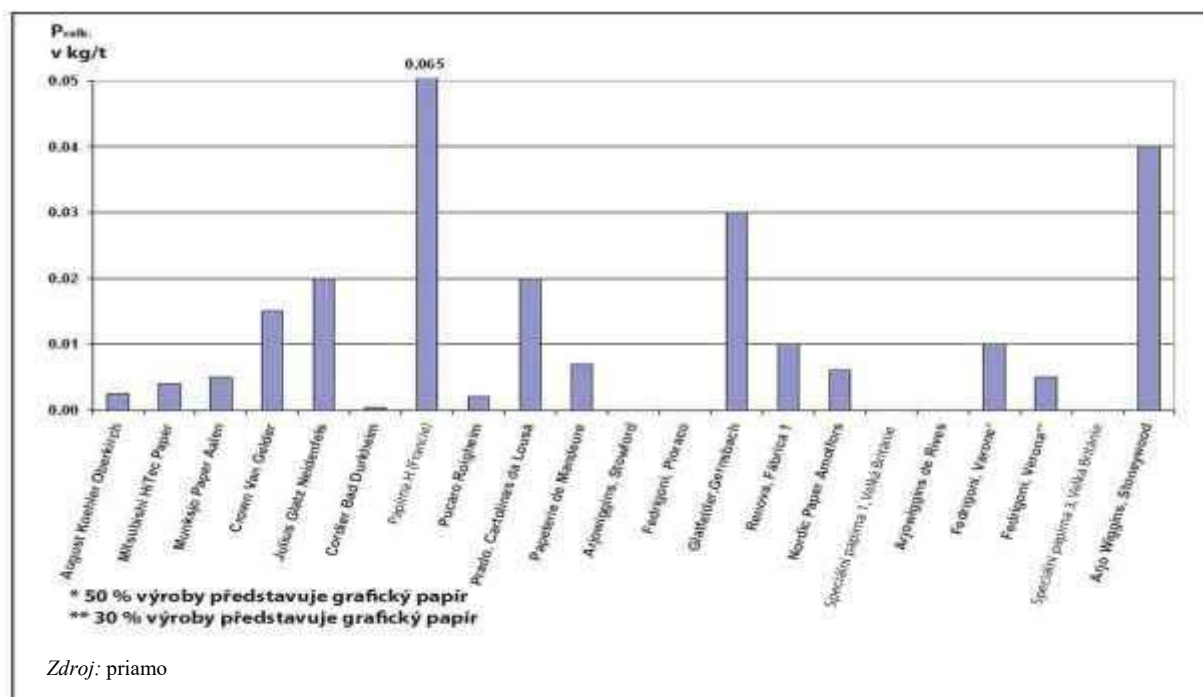
Z obrázku vyplýva, že 14 zo 16 papierni na výrobu grafického a tissue papiera, ktoré zodpovedajú na dotazníky EIPPCB, emitujú menej ako 0,004 kg $P_{kg celkovo}$ /t a že deväť z nich dokonca uviedlo priemerné ročné hodnoty pod 0,002 kg $P_{celkovej}$ /t. Len dva mlyny uviedli vyššie hodnoty, jeden dokonca 0,01 kg $P_{celkovej}$ /t.

Vykázaný ročný priemer $P_{celk.}$ sa pohybuje v rozmedzí od 0,06 mg/l do 1 mg/l pre grafické papiere a od 0,08 kg $P_{celk.}$ /t a 1,3 kg $P_{celkovej}$ /t v prípade tissue papierov, pričom len niekoľko papierni prekračuje hodnoty $P_{celk.}$ 1 mg/l.

Špeciálny papier

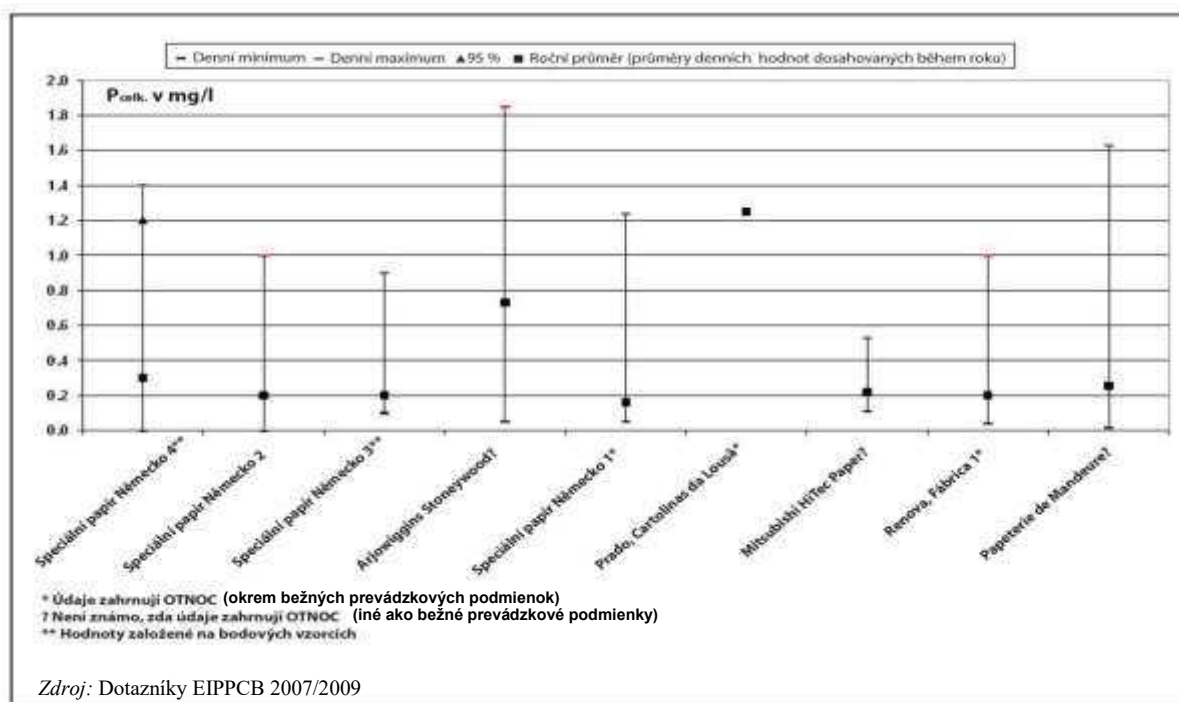
Na obrázku 7.23 sú znázornené výsledky zberu údajov pre špecializované papierne. Nahlásené $P_{celkovej}$ je ročná priemerná hodnota medzi 0,0004 kg/t a 0,065 kg/t. Zo 16 špeciálnych papierni, ktoré zodpovedali na dotazníky EIPPCB, všetky okrem jednej emitujú menej alebo výrazne menej ako 0,04 kg $P_{celkovej}$ /t (14 papierni). V skutočnosti 13 papierni priame vypúšťanie emisií P predstavuje menej ako 0,02 kg $P_{celkovej}$ /t a 10 z nich dokonca menej ako 0,01 kg $P_{celkovej}$ /t.

Uvedené hodnoty úrovni koncentrácie sa vyskytli v rozmedzí od 0,02 mg/l do 1,25 mg/l. Z 12 papierní, ktoré nahlásili hodnoty úrovne, iba dve prekročili ročný priemer 1 mg $P_{celkovej}$ /l (1,2 mg/l a 1,25 mg/l), zatiaľ čo deväť papierní uviedlo hodnoty $5_{celkovej} \leq 0,3$ mg/l. (prieskum EIPPCB)



Obrázok 7.23: Príklady špecifických $P_{celkovej}$ v ročnom priemere po čistení odpadových vôd z neintegrovanej európskej špeciálnej papierne

Krátkodobé priemery $P_{celkovej}$ nahlásené zo špeciálnych papierní sú uvedené na obrázku 7.24.

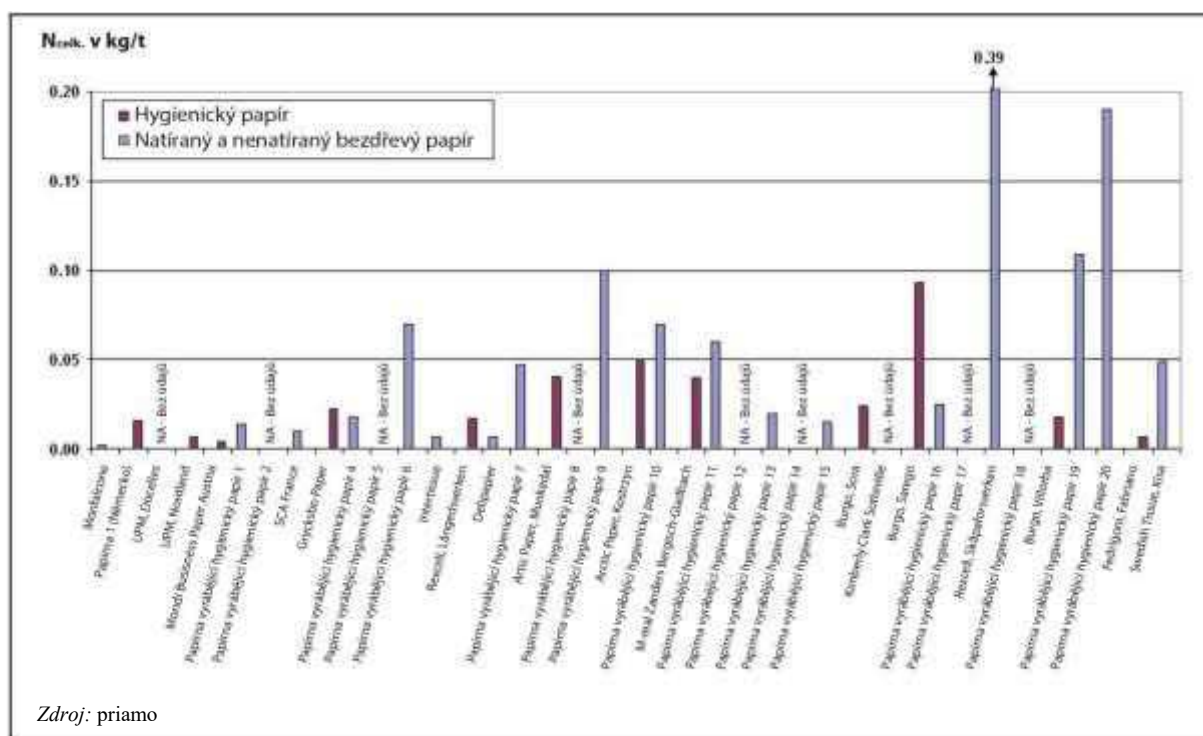


Obrázok 7.24: Krátkodobé priemery $P_{celkovej}$ z neintegrovanej európskej špecializovanej papierne

Natieraný/nenatieraný grafický a tissue papier

Na obrázku 7.25 sú znázornené uvádzané ročné Priemery N_{celkovej} pre neintegrovane papierne na výrobu grafického a tissue papiera, ktoré zodpovedali na dotazníky EIPPCB, a pre papierne na výrobu tissue papiera poskytujúce údaje prostredníctvom ETS. Hodnoty sa pohybujú od 0,004 kg N_{celkovej}/t do 0,093 kg $N_{\text{kg celkovej}}/t$ výrobky z grafického papiera a od 0,002 kg $N_{\text{kg celkovej}}/t$ deň 0,39 kg $N_{\text{celková hmotnosť kg./t}}$ tissue papier. Z 18 papierní, ktoré poskytli údaje prostredníctvom dotazníkov, 14 emituje menej ako 0,05 kg N_{celkovej}/t a 9 papierní uviedlo emisie N menšie ako 0,02 kg $N_{\text{kg celkovej}}/t$ ppm prietok. Hodnoty pre tkanivové mlyny uvedené v údajoch ETS (tkanivové mlyny 1 až 20) sa pohybujú od 0,014 kg N_{celkovej}/t do 0,19 kg N_{celkovej}/t , pričom väčšina hodnôt je nižšia ako 0,01 ADt.

Uvedené hodnoty úrovne sa vyskytli v rozmedzí od 0,6 mg/l do 10,1 mg/l pre grafický papier a od 0,9 mg/l do 16 mg/l pre tissue papier. Všeobecne sa uvádzané úrovne N pohybovali väčšinou v ročnom priemere 1 mg N_{celkovej}/l a 7 mg N_{celkovej}/l a len dve prekročili 10 mg N_{celkovej}/l .

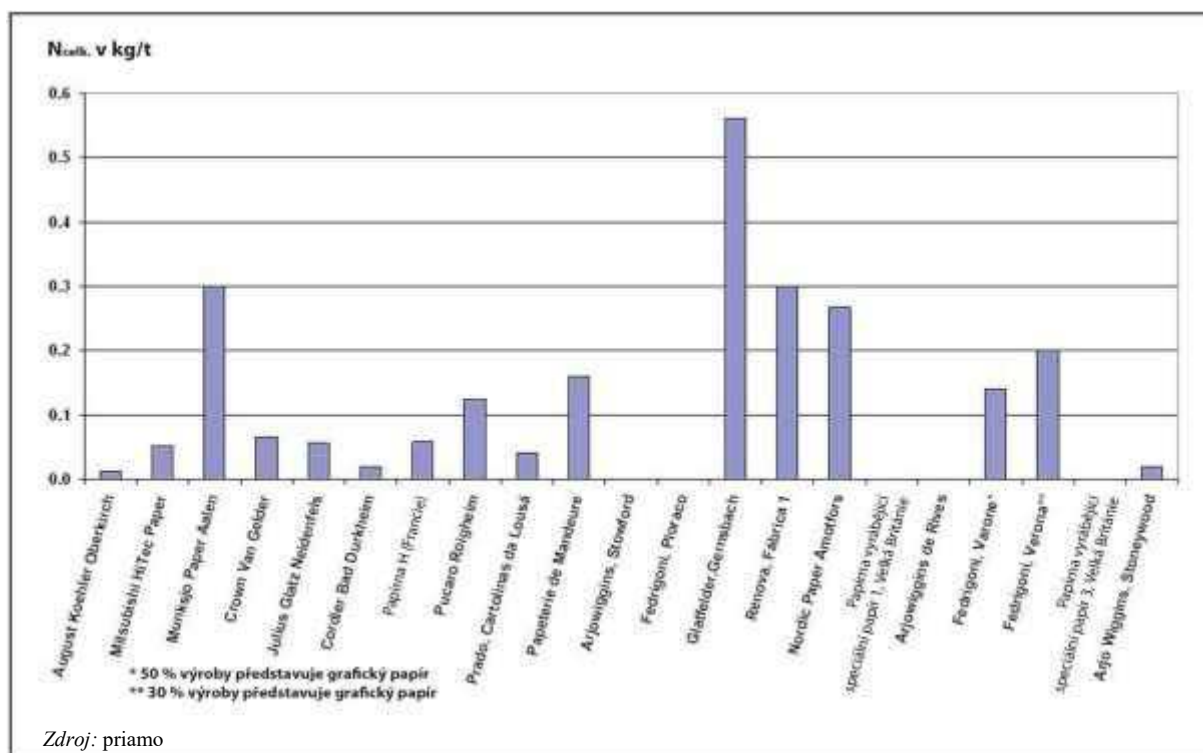


Obrázok 7.25: Príklady špecifických emisných zaťažení N_{celkovej} v ročnom priemere po čistení odpadových vôd z neintegrovane európskych papierní (okrem špeciálneho papiera)

Špeciálny papier

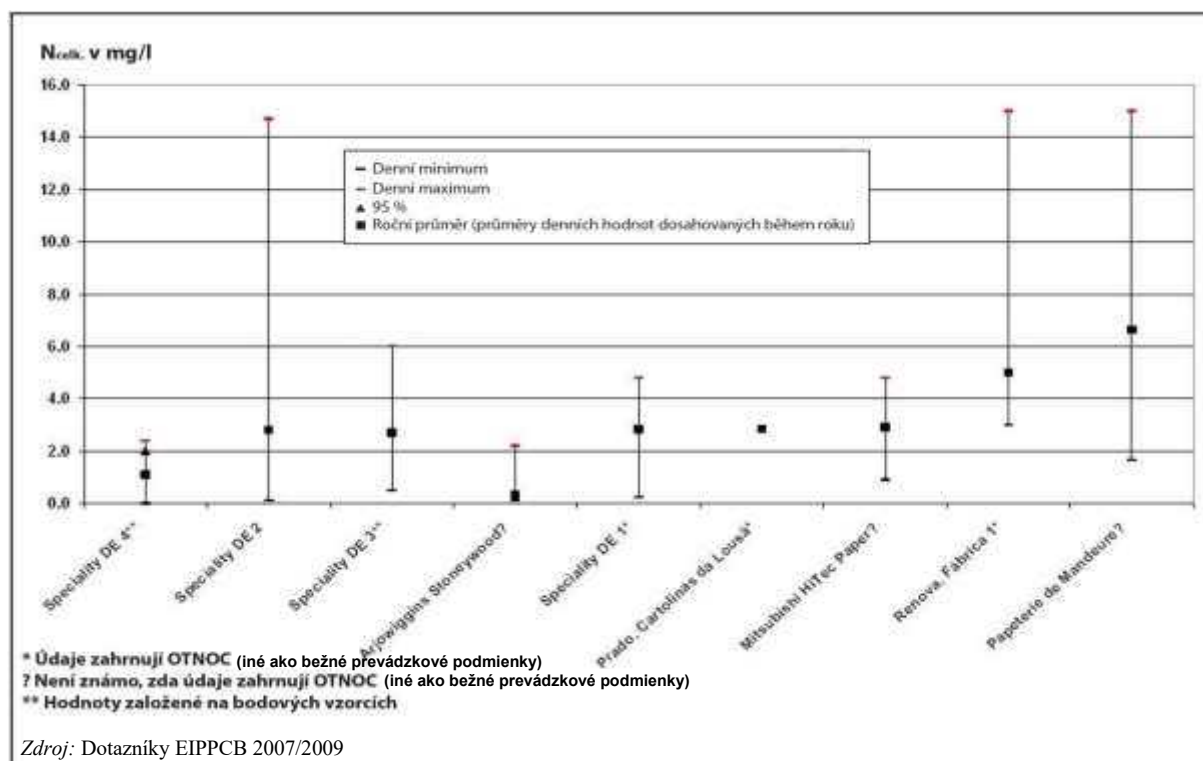
Na obrázku 7.26 sú znázornené uvádzané ročné Priemery N_{celkovej} pre neintegrovane špeciálne papierne, ktoré zodpovedali na dotazníky EIPPCB. Hodnoty sa všeobecne vyskytovali od 0,013 kg N_{celkovej}/t až 0,55 kg N_{celkovej}/t prietok.

Špeciálne papierne uvádzali úroveň N v rozmedzí od 0,32 mg/l do 6,64 mg/l.



Obrázok 7.26: Príklady špecifických emisných zaťažení $N_{celkovej}$ v ročnom priemere po čistení odpadových vôd z neintegrovanej európskej špecializovanej papírni

Krátkodobé priemery $N_{celkovej}$ nahlásené zo špeciálnych papární sú uvedené na Obrázku 7.27.



Obrázok 7.27: Krátkodobé priemery $N_{celkovej}$ z neintegrovanej európskej špecializovanej papírni

7.2.2.6. Vznik pevných odpadov

V závodoch na výrobu papiera vznikajú rôzne druhy odpadu v závislosti od zdrojov:

- výplne z prípravy látok,
- kal z úpravy vody,
- iné zložky odpadu.

Výplne z prípravy látok

Výplne vznikajú úpravou buničiny pred vstupným boxom prevádzky. Náplne obsahujú rôzne nečistoty, napríklad triesky, piesok atď., ako aj ostatný podiel vlákien. Obsah sušiny je zvyčajne približne 1-25 %. Tieto odpadové vody sa zvyčajne vypúšťajú do čistiarne odpadových vôd, ale slúžia aj na vypúšťanie priamo do systému odvodnenia kalu. Väčšina sušín končí v kalu primárnej úpravy. To je tiež dôvod, prečo sa výplne často neuvádzajú v údajoch o odpade samostatne.

Kal z úpravy vody

Kal z čistenia surovej a odpadovej vody je predovšetkým jednou z hlavných skupín potenciálneho odpadu v niektorých závodoch. Rozlišujú sa rôzne druhy kalov.

1. Kal z chemickej predúpravy povrchovej vody na prípravu úžitkovej vody chemickým zrážaním/flokuláciou. Tvorba sa realizuje len v závodoch, ktoré používajú povrchovú vodu vyžadujúcu túto špeciálnu úpravu. V týchto prípadoch je možné, že sa bude jednať o značné množstvo kalu.
2. Kal z primárnej úpravy odpadových vôd. Tvorba sa vyskytuje vo väčšine papierní. Pozostáva najmä z vlákien a jemných častíc alebo anorganických látok v závodoch, ktoré používajú plnivá.
3. Prebytočný kal z biologickej úpravy. Obsahuje vysoký podiel organických látok. Tvorba kalu v anaeróbnej čistiarni je malá (približne 1/7 v porovnaní s aeróbnou úpravou).
4. Tvorba kalu z chemickej flokulácie prebieha v závodoch, ktoré prebiehajú terciárne čistenie odpadových vôd (pozri kapitolu 3.3.14). Pri tejto úprave sa tvorí značné množstvo kalu. Množstvo organického a anorganického materiálu v kale sa v jednotlivých mlynoch líši v závislosti od dávkovania a druhov použitých flokulantov. V niektorých prípadoch papiera, ktoré vyrábajú natierané papiera, používajú na natieranie samostatnú čistiareň odpadových vôd. Pre túto koncentrovanú odpadovú vodu sa bežne používa flokulácia, pri ktorej vzniká kal, ktorý sa musí odvodniť a ďalej spracovať.

V tabuľke 7.19 sú obsiahnuté niektoré príklady množstva a druhov plnidiel, kalov a iných zložiek odpadu, ktoré sa tvoria na tonu vyrobeného papiera/lepenky. Množstvo tuhého odpadu vznikajúceho v papierňach je závislé od druhov vyrábaného papiera, použitých surovín a techník, ktoré sa uplatňujú. Je ťažké nájsť reprezentatívne hodnoty pre typické množstvá tuhého odpadu pre rôzne druhy papierní, ktoré sú dostatočne dimenzované (jasne definované zložky odpadu, obsah sušiny, použitá predbežná úprava atď.) a ktoré sa líšia pre rôzne suroviny a typy papiera. V rôznych krajinách sa uvádzajú rôzne zložky odpadu. Hlavné možnosti hodnotenia a hlavné spôsoby likvidácie sú opísané uvedených.

Tabuľka 7.19: Príklady množstva tuhého odpadu (t/rok) pre niektoré druhy papiera

	Bezdrevený papier a lepenky	Tissue papier z nakúpenej chemickej buničiny	Špeciálne papiere
Výroba za rok (1994)	904 509	24 540	965 962
Počet pierní	6	1	20
Pevný odpad, celkový	29 761	211	161 945
Kôra	0	0	407
Úniky z triedenia	0	0	639
Celkový kal	27 972	50	76 506
Chemická kal	8 852	0	46 259
Kal	120	0	159
Zmiešaný kal z čistiarne odpadových vôd	19 000	50	30 088
Odpad z pálenia, celkový	1	0	26 842
Opis	1	0	26 671
Odpad z priameho vypúšťania do ovzdušia	0	0	171
Ostatné, celkové	1 788	161	57 551
Odpad z papiera/lepenky	1 709	90	46 817
Iné	79	71	10 734
Špecifický odpad (kg odpadu/výroby)	33	9	168

Poznámka: Hodnoty sa vzťahujú na mokrý odpad s obsahom sušiny potrebnej na ďalšie zhodnotenie alebo zneškodnenie, pričom uvádzajú spolu celkový odpad bez ohľadu na to, či sa zhodnocuje alebo nie [Príručka o tuhom odpade, 1996].

Biologické a chemické kaly majú zlé vlastnosti pre odvodnenie. Kal sa pred odvodnením zvyčajne zahusťuje v pásovom lise, filtračnom lise, závitkovom lise alebo vákuovom filtri. Pred odvodnením sa zvyčajne zmieša s primárnym kalom (alebo kôrou, ak je k dispozícii).

Na zlepšenie odvodnenia kalu sa používajú anorganické alebo organické chemikálie, ktoré tvoria väčšie vločky. Odvodnenie zmešaného kalu možno dosiahnuť pomocou pásových lisov na 25 - 35 % sušiny, filtračných lisov na 35 - 40 % sušiny a skrutkových lisov na 40 - 60 % sušiny použitím pary počas predbežnej úpravy. Stupeň odvodnenia čiastočne závisí od množstva kalu zmiešaného s primárnym kalom, obsahu popola a vlákny. V niektorých závodoch sa kal po odvodnení aj suší.

V niektorých členských štátoch je priame vypúšťanie odpadu s vysokým obsahom organických látok oficiálne zakázané. Smernica EÚ o skládkach odpadov podporuje tento trend Určením cieľov na zníženie množstva biologicky rozložiteľného (komunálneho) odpadu ukladaného na skládky. V dôsledku toho je potrebné vyvinúť alternatívne spôsoby odstránenia a možnosti predbežného spracovania väčšieho množstva kalu (pozri kapitolu 2.9.8). Niektoré organické látky sa spaľujú s cieľom získať energiu. Pálením sa objem odpadu znižuje a anorganické látky zostávajú vo forme popola, ktorý sa zvyčajne odváža na skládku. Popol sa používa aj ako surovina pre cementársky priemysel.

Okrem odpadových vôd a kalov súvisiacich s výrobou sú ďalšou skupinou odpadov vznikajúcich v niektorých papierňach popol a filtračný prach z energetických kotlov (v závislosti od používaných palív a techník Zníženia emisií do ovzdušia, ktoré sú uplatňované).

Ostatné zložky odpadu

Okrem toho existujú aj iné druhy odpadu, ktoré vznikajú v menších množstvách, ale aj tak môžu spôsobovať problémy s ich odstránením.

Možné je rozlíšiť tieto druhy, ale je ťažké ich kvantifikovať ako konkrétne množstvá na tonu výrobku:

- železný šrot a iné kovy,
- plasty,
- chemikálie vrátane zvyškov farieb,

- uniknutý (rozliaty) olej,
- sklo,
- obaly (napr. nádoby na chemikálie, palety),
- stavebný odpad, napr. drevo, betón, tehly atď,
- laboratórny odpad,
- domový odpad,
- papierový odpad, ktorý sa nedá použiť v papierni,
- sitá a plstence.

Väčšinu uvedených materiálov možno získať, ak sa jednotlivé frakcie zbierajú a skladujú oddelene.

7.2.2.7. Emisie do ovzdušia

Emisie do ovzdušia z výroby energie

Emisie do ovzdušia z papierní a lepenkových závodov sú vylúčené pre výrobu energie, t. j. pre rôzne druhy kotolov, a nie pre samotný proces výroby papiera. Keďže úroveň emisií do ovzdušia priame súvisí so spotrebou energie, úspory energie vedú k zníženiu emisií do ovzdušia. Kogenerácia napríklad spotrebuje menej energie ako konvenčná oddelená výroba tepla a elektrickej energie, pretože účinnosť premeny paliva, ktorá sa v kogeneračných zariadeniach vyskytuje, je výrazne vyššia. Pre celkové množstvo spotrebovanej primárnej energie a súvisiace emisie je veľmi dôležité, či papierenský podnik používa elektrinu nakúpenú z verejnej siete alebo elektrinu vyrobenú na mieste v kogeneračnej jednotke.

Úrovně emisií majú priamo závislosť od druhu používaného paliva (uhlie, ropa, plyny) a od zavedenia techník na reguláciu emisií s cieľom znížiť obsah SO₂ a NO_x a nespálených organických plynných látok. Techniky na zníženie emisií do ovzdušia sú všeobecne uplatniteľné pre procesy spaľovania fosílnych palív pri výrobe elektriny a pary. Keďže techniky kontroly emisií do ovzdušia sú súvisiace s papierenským priemyslom, ale nie s konkrétnym papierenským priemyslom, ale s priemyselnými odvetviami vo všeobecnosti, táto problematika sa v tomto dokumente podrobne nerozoberá. Iba v oddieli 2.9.7 sa rozoberajú niektoré všeobecne uznávané opatrenia na zmiernenie vplyvu dodávok elektrickej energie do papierní na životné prostredie.

Emisie do ovzdušia z Papierne

Emisie do ovzdušia, ktoré nesúvisia s výrobou energie, obsahujú najmä prchavé organické látky (VOC). Tieto emisie sú zvyčajne menších rozmerov a v rámci všeobecne prijateľných limitov (t. j. pod vnútroštátnymi limitnými hodnotami pre tieto látky).

Situácie, v ktorých sa musia kontrolovať emisie látok, sú spojené s obmedzeným počtom papierní rôznych druhov. V papierňach, ktoré v výrobnom procese používajú prchavé organické chemické prísady, sa tieto látky merajú na úrovni nízkych koncentrácií vo vypúšťanom vzduchu. Väčšina prchavých zložiek z prvotnej buničiny uniká do ovzdušia skôr, ako sa buničina dostane do papierenského stroja. V oddieli sušenia papierovej prevádzky alebo po natieraní papiera sa však pás zahreje na 100 °C, aby sa odparila všetka zvyšková voda. Okrem vodovodných par sa z vlákňitého materiálu a z chemických prísad/prísad uvoľňujú prchavé zložky. Papierne zvyčajne nepoužívajú žiadne techniky na zníženie týchto emisií, pretože ich množstvo je veľmi malé.

Výsledky skúmania vypúšťaného (vháňaného) vzduchu v siedmich závodoch v Nemecku sú zhrnuté v Tabuľka 7.20.

Tabuľka 7.20: Organické látky merané vo vzduchu pri vypúšťaní z papieri pred výmenníkom tepla

Zariadenie, ktoré je predmetom vyšetrovania	Celkový prietok hmotnosti ako org.C _{celkovej} ..	Úroveň hmotnosti ako mg org.C _{celkovej} /Nm ³	Poznámky
PM, bezdrevný papier, nerozrezaný	0,7 kg/h	2-17 mg/Nm ³	98 % časti na sušenie
CMP, bezdrevný papier, natieraný	Žiadne údaje	10-30 mg/Nm ³	Rozptýl; môže byť čiastočne spôsobený zvyškovým metánom z plynu používaného na vykurovanie IR sušičky
CMP, drevom, lakovaný	Žiadne údaje	48 mg/Nm ³ v časti pred sušením 24 mg/Nm ³ v oddieli po sušení	90 % predsúdnej časti; 10 % post-súdnej časti;
CMP, bezdrevný papier, obojstranne natieraný	4,9 kg/h	30-67 mg/Nm ³	Emisie čiastočne spôsobené zvyškovým metánom
PM, bez dreva, s lisy	1,6 kg/h	2-77 mg/Nm ³	Predovšetkým emisie (56 %) z extrakcie v časti sita a lisu
PM, papier a lepenka zo zberového papiera	0,8 kg/h	6-26 mg/Nm ³	70 % predsúdnych konaní
PM, papier RCF	2,4 kg/h	3-8 mg/Nm ³	
Poznámka: PM = papierenský stroj; CMP = off-line lakovací stroj; PM+CMP = papierenský stroj s in-line lakovacím strojom Zdroj: [114, PTS-FB 1997]			

Úroveň celkového organického uhlíka sa značne líši. Namerané hodnoty sú v rozmedzí 2 mg/Nm³ a 135 mg/Nm³. Vo vypúšťanom vzduchu zo siedmich skúmaných papieri bol stanovený špecifický obsah látok v rozmedzí od 0,05 do 0,5 kg org. C_{celkovej}/t papiera [114, PTS-FB 1997]. Emisie niektorých jednotlivých sledovaných látok v emisiách do ovzdušia z lakovacích strojov, ako je akrylonitril (prítomný len v systémoch akrylonitrilbutadiénových spojív), sú možné znížiť alebo obmedziť starostlivým výberom receptúr farieb. Mali by ste sa vyhýbať náterom obsahujúcim karcinogénne zložky. Formaldehyd sa zvyčajne ťažšie znižuje (boli namerané úrovne v rozmedzí 0,1 mg/Nm³ a 4,8 mg/Nm³), pretože pochádza z rôznych zdrojov, napr. z činidiel na zvýšenie pevnosti za mokra, konzervačných látok, biocídov atď.

Možno konštatovať, že úroveň organických látok v ovzduší vypúšťanom z papieri možno zvyčajne považovať za nízku, a preto sa neuplatňuje žiadna technika znižovania emisií do ovzdušia. Na druhej strane je množstvo emisií do ovzdušia pri tomto procese mimoriadne vysoké, čo môže oprávnenne viesť k tomu, že emisie organického uhlíka sa považujú za významné.

Príklady činností, pri ktorých sa uvoľňujú vyššie úrovne VOC, sú tieto:

- natieranie papiera farbami obsahujúcimi organické rozpúšťadlá, hoci základ farby je výlučne na báze vody (v výfukovom vzduchu každého lakovacieho stroja je možné vykonať merania na úrovni rôznych prchavých látok, napr. formaldehydu, alkyl-substituovaných aromatických látok, nižších alkoholov);
- impregnácia papierov živcami a výroba špecializovaných papierov využitím prchavých prísad.

Príklady prchavých organických látok (VOC), ktoré sa uvoľňujú do ovzdušia, sú:

- alkoholy;
- formaldehyd obsahujúci močovínové alebo melamínformaldehydové (UF/MF) živice používané ako činidlá na zvýšenie pevnosti za mokra;
- acetón a iné ketóny;
- fenoly (len v špecializovaných prípadoch);
- rozpúšťadlá používané na úpravu strojov (zvyčajne menšie aplikácie);
- organické kyseliny a zvyškové monoméry z polymérov.

V niekoľkých špeciálnych prípadoch môžu problémy spôsobiť prachové častice z niektorých dokončovacích prác.

Môžu sa vyskytovať aj emisie z pálenia kalov a Zvyškov (možnosť). Pálenie kalov a iných zvyškov priame sa však zvyčajne prebieha len v integrovaných závodoch. V integrovaných papierňach je možné kal spaľovať spolu s kôrou v spaľovniach kôry a v papierňach, ktoré spracovávajú zberový papier, vo vyhradených spaľovniach spolu s iným odpadom.

Emisie zapáchajúcich látok z výparov a úpravy odpadových vôd (miestne)

Závody môžu uvoľňovať zápach (pozri kapitolu 2.9.14). Tieto látky môžu byť spôsobené nadmerným časom zdržania vody vo vodovodnom systéme (potrubia, nádrže atď.) alebo usadeninami kalu, ktoré spôsobujú hromadenie prchavých organických kyselín (prchavé mastné kyseliny, najmä kyselina octová a kyselina propiónová). Tieto zlúčeniny môžu vznikať pôsobením mikroorganizmov na organické látky (najmä škroby) za anaeróbných podmienok, ktoré sa môžu uvoľňovať na mokrom konci počas sušenia papiera a pri čistení odpadových vôd. V menšej miere je možné, aby sírových vznikali aj za anaeróbných podmienok. V takom prípade je možné zápach znížiť vhodnými technologickými opatreniami v rámci procesu. Na Čistiarni odpadových vôd je možné, aby vychádzalo rozsiahle množstvo zápachu. Ak je čistiareň odpadových vôd správne navrhnutá a riadená, je možné predísť tvorbe nepríjemného zápachu.

7.2.2.8. Hluk z papierenských strojov (lokálny)

Hluk z papierne má len lokálny vplyv, ale pre pracovné prostredie a okolie môže byť najzávažnejším zo všetkých environmentálnych problémov spôsobených papierňami.

Stroje na výrobu papiera sú notoricky známe ako hlučné zariadenia. Hlavné zdroje hluku zo strojov na výrobu papiera a lepenky v oddieli sitovej časti, oddieli lisovania, oddieli sušenia, lakovacích zariadení, navijacích strojov a ventilácie sú zhrnuté v tabuľke 7.21.

Tabuľka 7.21: Predovšetkým zdroje hluku zo strojov na výrobu papiera a lepenky

Časť sita	Časť lisu	Časť sušenia	Natieracie zariadenie	Navijak	Ventilácia
Sacie valce	Zabudované prevody	Parní a kondenzátový systém	Sušičky vzduchu	Odsávanie prachu	Prevádzkové ventilátory
Vákuový systém	Sacie valce	Kryt v suteréne	IR sušiče (chladiaci vzduch)	Pohonné jednotky	Ventilátory v strojovni
Spreje	Hydraulické systémy	Prevádzkové vetranie	Hluk prenášaný konštrukciami zo stojanov prevádzok papierenských strojov	Odsávanie okrajov	Sušičky vzduchu
Disk	Spreje	Elektrické motory	Maľovanie pomocou stieračov	Pás papiera/lepenky	Trysky
Ventilácia	Parné skrine	Transfery	Pohonné jednotky	Transfery	Pohony a motory fanúšikov
Elektrické motory	Hluk prenášaný dizajnom papierenského stroja (vodiace valce a prevody)	Vyrad'ovací dopravník	Pás papiera/lepenky	Hydraulický systém	Otvory na nasávanie vzduchu
Triedenia Whirlpool	Pohonné jednotky	Pás papiera/lepenky	Ventilátorová hala pro sušičky vzduchu	Nože	
Vysokotlakové čerpadlá	Vákuový systém	Rozvlákňovač na suchý odpad		Kontaktné linky	
Rezací stroj v časti sita	Vytlačadlo časti lisovaných dielov			Rozvázovač pri navijaku	

Okrem prevádzky môžu iné zdroje slúžiť k zvýšeniu úrovne hluku. Napríklad o rafinéry a vákuové čerpadlá.

Hladinu hluku možno postupne znížiť niekoľkými opatreniami na predovšetkým na hlavnom zdroji hluku. Možným opatrením na kontrolu vnútorného hluku je napríklad inštalácia nových skriň s lepšou zvukovou izoláciou.

Pokiaľ ide o kontrolu vonkajšieho hluku, opatrenia zahŕňajú napríklad inštaláciu absorpčných tlmičov alebo potrubných rezonátorov na zníženie hladiny hluku z ventilátorov na odvod vzduchu a vývev alebo tlmičov a zvukovoizolačných krytov ventilátorov na streche budovy atď. (pozri kapitolu 7.3.16). Používané opatrenia majú závislosť na rozsahu konkrétneho problému hluku v papierni a na Určení cieľov. Zvyčajne sú oveľa prísnejšie, ak sa papierenský závod nachádza v susedstve obytnej zástavby.

Dodávatelia strojov do určitej miery reagovali na tento problém hluku a vibrácií vývojom menej hlučných zariadení a efektívnych tlmičov. Činnosti sa zameriavajú na opatrenia potrebné na tlmenie zvuku pri zdroji. Cieľom týchto opatrení je zabrániť hluku už vo fáze návrhu stroja a v prípade existujúcich zariadení tlmením zvuku. Určenie cieľových hladín hluku je závislé od krajiny a umiestnenia papierne a ich cieľom je vytvoriť lepšie pracovné prostredie pre samotných pracovníkov papierne.

7.3 Techniky zvažované pri určení BAT

Táto kapitola opisuje techniky (alebo kombinácie techník) a súvisiace monitorovanie, ktoré majú potenciál dosiahnuť vysokú úroveň ochrany životného prostredia pri činnostiach opísaných v tomto dokumente. Opis techník bude zahŕňať použitú technológiu, ako aj spôsob, akým je zariadenie navrhnuté, skonštruované, udržiavané, prevádzkované a nakoniec vyradené z prevádzky.

Zahŕňa systémy environmentálneho manažérstva, techniky integrované do procesov a výstupné opatrenia procesov. Zaoberá sa aj predchádzaním vzniku odpadu a nakladaním s ním vrátane postupov minimalizácie odpadu a recyklácie, ako aj technikami, ktoré znižujú spotrebu surovín, vody a energie prostredníctvom optimalizácie použitia a opätovného používania. Opísané techniky zahŕňajú aj opatrenia na prevenciu alebo zníženie environmentálnych následkov havárií a mimoriadnych udalostí, ako aj opatrenia na sanáciu na mieste. Zahŕňajú aj opatrenia prijaté na prevenciu alebo zníženie emisií v iných ako bežných prevádzkových podmienkach (napr. pri nábehoch a odstávkach, únikoch, poruchách, dočasnom prerušení a trvalom zastavení prevádzky).

V prílohe III k smernici je uvedených niekoľko kritérií na určenie BAT a informácie v tejto kapitole sa týkajú týchto aspektov. Ak je to možné, na zhrnutie informácií o každej technike sa používa štandardná štruktúra uvedená v tabuľke 7.22 s cieľom umožniť porovnanie techník a ich posúdenie na základe vymedzenia BAT v smernici o priemyselných emisiách.

Táto kapitola nemusí nevyhnutne obsahovať vyčerpávajúci zoznam techník, ktoré by sa mohli v tomto sektore použiť. Pri určovaní BAT pre konkrétne zariadenie môžu existovať alebo sa vyvíjať aj iné techniky, ktoré je možné zvážiť.

Tabuľka 7.22: Informácie o všetkých výrobných opatreniach opísaných v tejto kapitole

Nadpisy v kapitolách
Opis
Opis
Dosiahnutie environmentálnych prínosov
Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje
Účinky medzi zložkami
Technické kritériá uplatniteľnosti
Ekonomika
Dôvody implementácie
Príklady závodov
Literatúra

Niektoré z opatrení opísaných v tejto kapitole uplatňujú sa len na konkrétne druhy papiera, zatiaľ čo väčšina z nich je uplatniteľná bez závislosti na druhu vyrábaného papiera. Prvé z nich sú označené. Inak sa opatrenia považujú za všeobecne uplatniteľné na výrobu papiera.

Keďže väčšina papierní v Európe sú neintegrovane papierne, táto kapitola sa zaoberá len výrobou papiera a súvisiacimi činnosťami. V niektorých prípadoch sú však papierne integrované, t. j. buničina/vláknina a papier sa vyrábajú v tom istom závode. Iné sú čiastočne integrované, t. j. časť použitej buničiny/vlákniny sa nakupuje a časť sa vyrába priamej výroby. V takýchto prípadoch odkazujeme čitateľa aj na zodpovedné kapitoly o výrobe buničiny/vlákniny (chemická výroba buničiny, mechanická výroba buničiny alebo úprava zberového papiera).

7.3.1. Hospodárenie s vodou a minimalizácia spotreby vody pri rôznych druhoch papiera

Toto opatrenie by sa malo chápať v spojení s oddielom 7.3.2 o kontrole potenciálnych problémov v uzavretom systéme. Pozri tiež kapitolu 2.9.3.

Opis

Hoci existuje mnoho technických možností, ktoré sa môžu líšiť od závodu k závodu, existuje niekoľko základných riešení na zníženie spotreby vody, ktoré sú uvedené nižšie.

- Zlepšenie plánovania výroby papiera/lepenky.
- Účinné oddelenie chladiacej vody od prevádzkovej vody a jej zvýšenie v chladiacich vežiach na ďalšie použitie (pozri kapitolu 2.4.2.1); na opätovné použitie je možná potreba 10-15 % čerstvej doplňovacej vody. Na odstránenie suspendovaných pevných látok sa odporúča použiť mikrofilter alebo iný filter. Ak sa zložky chladiacej vody vypúšťajú do samostatnej kanalizácie, do kanalizácie sa nevypúšťa žiadna znečistená užitková voda.
- V integrovaných papierňach je vodný okruh v papierenskom stroji oddelený od sekcie výroby buničiny/vlákn a prebytočná voda z podsedačky papierenského stroja sa vypúšťa do sekcie výroby buničiny/vlákn.
- Spotreba čerstvej vody v papierenskom stroji je zvyčajne najvyššia v systéme rozstrekovania vody. Spotreba vody pri postreku sa zvyčajne pohybuje v rozmedzí 2-7 m³/t, za predpokladu celkovej spotreby vody približne 10 - 15 m³/t papiera/lepenky. Aby sa spotreba čerstvej vody znížila na primeranú úroveň, musí sa väčšina čerstvej vody nahradiť čistenou vodou z bielej vody. Na tento účel sa používa účinná recyklácia vlákien a s tým spojená výroba čistej alebo superčistej bielej vody z podsitia, ktorá nahrádza čerstvú vodu v stieračoch papierenského stroja (pozri kapitoly 7.3.3 a 7.3.4). Takto je možné vyskytnúť systém striekania vody, ktorý výrazne znižuje spotrebu čerstvej vody. Vo všeobecnosti sa však neodporúča používať predčistený filtrát v lisovacej časti (napr. vysokotlakové plstené koncovky), pretože na plstených koncovkách sa môžu vyzrážať koloidné látky z upravenej bielej vody. To by mohlo viesť k upchatiu plsti. Medzitým si vysokotlakové plstené stierače vyžadujú čerstvú vodu. Ak chce prevádzkovateľ aj naďalej používať filtrát, musí dôkladne preskúmať metódu čistenia vody, aby sa odstránili aspoň koloidné látky (pozri kapitolu 7.3.3 alebo 6.3.11).
- Recirkulácia časti baliacej vody vývevy s chladením a odstraňovaním pevných častíc (alebo vákuové systémy bez baliacej vody, pozri kapitolu 2.9.6.2.1).
- Riadenie prietokov všetkých surovín vo fabrike a ich hodnotenie z hľadiska vzájomného pôsobenia vlákien, chemikálií a vody. Napríklad všetky chemické vstupy sa monitorujú a skúmajú s ohľadom na to, ako ovplyvňujú kvalitu vody a chemické reakcie na mokrom konci (systém kontrolovaných vstupov, pozri časť 2.9.3).
- Navrhovanie a údržba potrubí a zásobných nádrží tak, aby bolo možné uskladniť prebytočnú vodu bez ohrozenia kvality vody (pozri kapitolu 7.3.7).
- Školenie a motivácia zamestnancov, ktoré sú rozhodujúce pre dosiahnutie a udržanie nízkej spotreby vody.

V závislosti od východiskového bodu, vlastností zariadenia a kvality výrobku je možné, že spotreba čerstvej vody pri tomto usporiadaní dosiahne 3-12 m pre stroj na výrobu nenatieraného papiera alebo lepenky štandardnej kvality 3/t a pre stroj na výrobu natieraného papiera štandardnej kvality 5-15 m³/t prietok. Pri špeciálnych papieroch môže byť spotreba výrazne vyššia.

Zníženie spotreby vody s cieľom ďalšieho zníženia množstva odpadových vôd si vyžaduje zavedenie ďalších chemikálií (pozri oddiel 6.3.11), biologických (pozri oddiel 6.3.4) alebo mechanických techník (pozri oddiel 7.3.3) alebo ich kombináciu na úpravu vody určené na recirkuláciu.

Koncentrácie anorganických a organických látok vo vodných okruhoch sa musia udržiavať na prijateľnej úrovni, aby sa predišlo problémom s prevádzkou stroja a aby sa splnili požiadavky na kvalitu papiera alebo lepenky.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Menšie využitie sladkej vody. V papierňach s nízkou spotrebou vody sú znečisťujúce látky v odpadových vodách koncentrované, čo často prispieva k najvyššej účinnosti odstraňovania. Straty surovín a energie možno do určitej miery znížiť v závodoch s nízkou spotrebou vody. Nižšie objemy vody zvyčajne znamenajú aj nižšiu spotrebu tepla pre privádzanú vodu.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Dosiahnutie hodnôt je najmä závislé od predchádzajúcej situácie v závode. Stupeň uzavretia vodného okruhu závisí najmä od výroby. V závislosti od počiatočného stavu papierne sú dosiahnuteľné hodnoty celkovej spotreby čerstvej vody pre niektoré druhy papiera v rozsahu [244, TWG pre celulózu a papier 2007], [138, PP TWG 2009]:

- papier: 8-13 m³prietok,
- natieraný a nenatieraný bezdrevný papier: 3-15 m³prietok,
- papier LWC: 10-15 m³prietok,
- superkalandrovaný papier: 10-15 m³prietok,
- viacvrstvová lepenka: 8-15 m³/t (primárne vlákna),
- drážkovanie: 4-10 m³/t (primárne vlákno),
- tissue papier: 4-13 m³/t (primárne vlákno, ťažšie alebo menej kvalitné druhy) a 15-25 m³/t (primárne vlákno, ľahké výrobky alebo druhy vysokej kvality),
- špeciálne papiere: 13-65 m³/t; v niektorých prípadoch môže byť spotreba podstatne vyššia.

Spotreba čerstvej vody je najmä závislá od druhu papiera, počtu rezačiek a množstva vlákien obsahujúcich vodu, ktoré sa používajú v rezačkách prevádzky. Ľahké papierové výrobky spotrebúvajú všeobecne o niečo viac vody na tonu hotového výrobku ako ťažké papierové výrobky.

Medzi typické zariadenia na merania (monitorovanie) zahŕňajúce meranie prietoku patria prietokomery na prívode čerstvej vody do papierenského stroja, na prívode rozprašovacej vody a na hlavných prietokoch bielej vody. Merania suspendovaných pevných látok alebo zákalu pre čistenú vodu z bielej vody sú dôležité, najmä ak sa používa na stieranie v prevádzke.

Čistá alebo superčistá recyklovaná voda sa čoraz rozsiahlejšie používa v rozvlákňovačoch prevádzok papierenských strojov. Ak obsah suspendovaných pevných látok alebo veľkosť častíc v bielej vode prekročí kapacitu rozprašovacej dýzy, dýzy sa upchajú. Rozvod vody do takýchto postrekovačov preto musí prechádzať cez vopred určenú ochrannú sieť. Vybaveným automatickým znižovaním zachyteného v prevádzke sa zabránilo účinkom výkyvov z lapača nečistôt a tiež by došlo k odstráneniu dopĺňania bielej vody do podsedáku. Problémom možno predchádzať aj využitím čistiaceho zariadenia stieračov s vnútornou kefou alebo iným čistiacim zariadením.

Medzisúložkové vplyvy

Žiadne negatívne medzisúčiastkové účinky, ak je zavedené všetko, čo je uvedené v kapitole 7.3.2.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Opatrenia na zníženie spotreby vody sa môžu zaviesť v existujúcich a nových zariadeniach. Oddelenie vodných okruhov na výrobu buničiny/vlákna a vody na výrobu papiera v integrovaných papierňach alebo vysoká úroveň izolácie vodného systému je však nákladnejšie v starších papierňach, kde môže byť v snahe dosiahnuť ďalšiu izoláciu potrebná rozsiahla prestavba potrubia a veľké zmeny na mokrej časti stroja. V prípade existujúcich zariadení je ťažké dosiahnuť uvedené zmeny bez rozsiahlej reorganizácie alebo rozšírenia procesov. V nových zariadeniach je jednoduchšie dosiahnuť zníženie spotreby vody. Ďalším problémom, ktorý je potrebné riešiť v existujúcich zariadeniach, je vhodnosť materiálov, ktoré musia odolávať korózii, napríklad chloridom, a vysokým alebo zvýšeným teplotám vody. Všeobecne platí, že čím rozmanitejšie sú výrobky a čím častejšie sa menia druhy papiera vyrábaného na stroji, tým ťažšie je uzavrieť vodné okruhy. Menšie papierne, ktoré majú len jeden papierenský stroj, zvyčajne v priebehu roka (alebo dňa) vykonajú viac výrobných zmien ako väčšie papierne, ktoré vyrábajú veľkoobjemové druhy papiera. Je potrebné zohľadniť individuálny dizajn zariadenia.

V existujúcich závodoch je nízka spotreba vody výsledkom kombinácie techník a zvyčajne si vyžaduje mnoho rokov vývoja a zlepšovania procesov.

Ekonomika

O nákladoch na zatvorenie vodných okruhov nie sú k dispozícii žiadne všeobecné informácie, keďže v každom jednotlivom zariadení sa v tomto smere postupuje individuálne v prípadoch. Náklady na tieto opatrenia závisia od počtu a druhov potrebných úprav systémov vodného okruhu a druhov ďalších potrebných zariadení.

Dôvody implementácie

V prevádzkach, kde je dostupnosť sladkej vody obmedzená alebo kde je voda platenou komoditou, sa musí zaviesť kombinácia rôznych možných opatrení na zníženie spotreby sladkej vody. Zlepšenia majú často pozitívny účinok, pretože možné úspory sa dosiahnu vďaka vyšším nákladom na surovú vodu, vyšším stratám vlákien a výplní, niekedy vyššej spotrebe energie a nižšiemu objemu odpadovej vody, ktorú treba čistiť.

Dôvodom uplatnenia uvedených opatrení je aj zvýšenie výrobnnej kapacity a obmedzená hydraulická kapacita existujúcej čistiarne odpadových vôd.

Príklady závodov

Uvedené opatrenia sú zavedené v mnohých závodoch v Európe.

Literatúra

[16, CEPI 1998], [244, TWG pre celulózu a papier 2007], [138, PP TWG 2009].

7.3.2. Ako sa vyrovnáť s možnými nevýhodami uzavretia vodných systémov

Opis

Zvýšená recirkulácia technologickej vody v papierenských a lepenkových strojoch vedie k zvýšeniu úrovne koloidných a suspendovaných organických a anorganických zložiek v týchto prúdoch. V závislosti od vlastností vstupného vlákna a chemikálií používaných pri výrobe papiera môžu uzavreté vodné systémy slúžiť na negatívny vplyv na prevádzku stroja, kvalitu konečného výrobku a dokonca aj na výrobné náklady z dôvodu zvýšeného množstva použitých chemikálií. Tieto potenciálne negatívne vplyvy sú potrebné riadiť. Možné výhody a nevýhody zníženia spotreby vody sú uvedené v tabuľke 7.23. Pri spotrebe vody uvedenej v časti 7.3.1 by však nemali nastať žiadne nepriaznivé účinky, ak sa vodné okruhy používajú, podliehajú hospodáreniu a sú podrobené vhodnej kontrole.

Tabuľka 7.23: Možné výhody a nevýhody väčšieho zatvorenia vodného okruhu v závodoch na výrobu papiera

Možné výhody zatvorenia vodných systémov	Možné nevýhody zatvorenia vodných systémov
- Zlepšenie zadržiavania rozpustných látok v papierovej sieti - Znižuje energetické požiadavky na vykurovanie a čerpanie - Zlepšenie odvodnenia sietí, ktoré sú v prevádzke na úsporu energie v časti sušenia - Nižšie investičné náklady na redukované zariadenia - Úspora surovín vďaka vyšším stratám - Väčšie zníženie efektívnosti úpravy odpadových vôd - Znižovanie celkového zaťaženia prietokov	- Najvyššia úroveň rozpustených a koloidných materiálov vo vodovodných okruhoch - Riziko tvorby slizu, ktoré vedie k pretrhnutiu a roztrhnutiu pásu - riziko nižšej kvality výrobku, napr. pokiaľ ide o svetlosť, pevnosť, mäkkosť a pórovitosť - Zvýšená spotreba pomocných prevádzkových prostriedkov - nebezpečenstvo korózie (vyššie úrovne chloridov) - Vyššie riziko upchatia potrubí, trysiek, sít a plsti - Hygienické problémy v tissue papieri, použití na balenie potravín a zdravotníckych aplikáciách

Buničina a voda, ktoré ho prevádzajú, obsahujú rozpustené a koloidné organické zložky nazývané "aniónový odpad". Pri vyššej úrovni týchto organických látok ovplyvňujú zadržiavanie a formovanie papierového pásu, podporujú upchávanie plsti v strojovom lise a spôsobujú prilepenie papierového pásu na valce stroja.

Pri výrobe obalových materiálov na potraviny nesmie výrobok obsahovať žiadne škodlivé rozpustné látky. Zvýšenie teploty v stroji na výrobu papiera alebo lepenky sa musí tiež regulovať tak, aby sa neprekročili limity prevádzkovej teploty 45 - 55 °C v oddíle skrubera. Na druhej strane, v oddieli sitovej časti prevádzky papierenského stroja je výhodná horúca suspenzia buničiny, pretože viskozita vody klesá s rastúcou teplotou, čo vedie k zlepšeniu odvodnenia.

Opatrenia na riešenie nežiaducich účinkov uzavretých vodných okruhov sú uvedené nižšie.

- Podsietkový vodný systém stroja na výrobu papiera alebo lepenky nedostáva vodu z integrovaných celulózok alebo paralelných strojov. Oddelenie vodných systémov prebieha zvyčajne Použitím zahusťovačov. Rozhodujúci je optimálny dizajn vodných systémov.
- Prívody recirkulovanej chladiacej alebo zátkovej vody a čistej bielej vody k rozprašovacím dýzám stroja sa čistia vhodným čistiacim zariadením na ochranu pred upchatím alebo opotrebovaním zariadenia stroja.
- Recirkulovaná tesniaca voda je dimenzovaná na dostatočné ochladenie pomocou výmenníkov tepla alebo čistej doplnovacej vody. Prípustná teplota vody v tesnení je znížená najmä výkonom vývevy.
- Zloženie (napr. prítomnosť koloidných látok), tvrdosť, pH a teplota recyklovanej vody používanej na špecifické účely musia byť kompatibilné so zariadením alebo technologickými prietokmi. Je vhodné určiť, aká kvalita vody je skutočne potrebná.
- V integrovaných prevádzkach sa buničina musí pred dodaním do mlyna účinne premyť, aby sa znížil obsah suspendovaných alebo koloidných látok. V týchto mlynoch je tiež vhodné zvýšiť konzistentnosť buničiny/vlákná privádzaného do mlyna na viac ako 30 % v porovnaní s bežnými 2 - 4 %, aby sa znížil prenos rozpustených látok. Použitie to môže znížiť spotrebu chemických prísad/aditív, ako je síran hlinitý, polymér alebo škrob, a pomocných látok pre výrobky, ako sú pracie chemikálie, protišmykové prostriedky (slimicidy) a biocídy.
- Pri použití princípov okruhov sa musí prehodnotiť výber chemických prísad/aditív, pretože v zmenenom chemickom prostredí sa niektoré chemikálie správajú veľmi odlišne.
- Merania (monitorovanie) prietokov recirkulovanej vody Použitím on-line meračov a laboratórnych analýz je prospešné pre prevenciu prekročenia cieľových limitov kvality vody.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Tieto opatrenia sú neoddeliteľnou súčasťou opatrenia opísaného v kapitole 7.3.1. Podporujú opatrenia na dosiahnutie a udržanie nízkej spotreby sladkej vody bez výrazných nepriaznivých vplyvov.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Riziko vzniku vodovodného kameňa spôsobeného zložkami vápnika a problémy s kalom a živicom sa zvyšujú a musia sa znížiť vhodným miešaním častí vody, kontrolou pH, zvýšeným dávkovaním pomocných látok do stroja alebo vhodným preplachovaním vápnika zo systému (pozri časť 6.3.5). Ak je možné, aby stroj pracoval pri teplotách nad 50 °C, rast mikroorganizmov a ich aktivita vo vodnom systéme sú redukované. Aj pri teplotách nad 50 °C môže prebiehať anaeróbna aktivita (termofilné baktérie), ktorá v prostredí bohatom na síru a cukry produkuje zápach, ktorý je potrebné kontrolovať.

Optimalizácia, ktorú si zavedenie uvedených kontrolných opatrení vyžaduje, prebieha v existujúcich závodoch postupne počas dlhšieho obdobia. Úspešnosť použitia tejto technológie závisí v rôznych prípadoch od chemických reakcií vo vlhkej časti. Niektoré mlyny zvládajú možné nepriaznivé účinky uzavretia vodných systémov jednoducho použitím väčšieho množstva chemikálií. Výber vhodných chemických prísad/ADt a ich kombinácie je pomerne zložitý proces, ktorý je často nepochopený, ale je nevyhnutný na dosiahnutie maximálnej prevádzkyschopnosti a nízkych nákladov a vplyvu na životné prostredie.

Medzizložkové vplyvy

V niektorých prípadoch sa zvyšuje potreba chemických ADt a pomocných chemikálií pre papierenský stroj. Je potrebné prehodnotiť druhy chemikálií používaných a maximalizovať ich vhodnosť pre konkrétny typ papiera/lepenky.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Toto opatrenie je možné použiť v nových aj existujúcich zariadeniach. Existujúce prevádzky však zvyčajne potrebujú niekoľko rokov na zavedenie väčšiny uvedených opatrení. Požadované opatrenia sa v jednotlivých prípadoch líšia: kľúčovými parametrami sú druhy stroja, výrobok(-y) a fáza obmedzenia. Požiadavky sú najmenej prísne pri výrobe nebielených druhov obalov a sprísňujú sa pri druhoch s vysokou kvalitou, ako sú bezdrevné papiere.

Zvýšená úroveň rozpustených alebo koloidných látok v dôsledku zvýšenej recirkulácie procesnej vody má tendenciu zadržiavať viac týchto látok v konečnom produkte. Príslušné limity sú priamo určené kvalitou výrobkov a prijateľnou spotrebou chemikálií na výrobu papiera/lepenky.

Pri aplikáciách s tesniacou a chladiacou vodou sú limitujúcimi faktormi aj teplota prietoku a úroveň rozpustených a pevných látok. Úroveň rozpustených tuhých látok a pevných častíc sa musí upraviť využitím čistiaceho zariadenia alebo dimenzovaným vypúšťaním.

Na utesnenie sú k dispozícii aj mechanické tesnenia, ktoré nemajú žiadne potreby po vzhľadom na čerstvú vodu.

Kontrola vody pre papierenský stroj a kvalita recyklácie si tiež vyžaduje lepšiu kontrolu a monitorovanie procesu výroby buničiny/vlákná.

Ekonomika

Náklady na opatrenia sú závislé od počtu a druhov opatrení, ktoré sú potrebné, a od druhov dodatočných zariadení, ktoré sú potrebné. Údaje o jednotlivých nákladoch nie sú k dispozícii.

Dôvody implementácie

Zlepšená recirkulácia technologickej vody v závodoch môže mať negatívny vplyv na čas prevádzky stroja a kvalitu konečného produktu. Ak sa papierne usilujú o nízku spotrebu vody, musia tieto potenciálne negatívne vplyvy kontrolovať.

Príklady závodov

Početné preteky v Európe. Úsporná výroba papiera bola úspešne zavedená v mnohých čiastočne uzavretých prevádzkach vrátane vysokorýchlostných papierenských strojov. Použitie zlepšeného čistenia recirkulovanej vody (pozri kapitoly 7.3.3, 6.3.4 a 6.3.11) je možné vyriešiť prípadné problémy a znížiť používanie chemikálií pri riadení stroja.

Literatúra

[15, CEPI 1998].

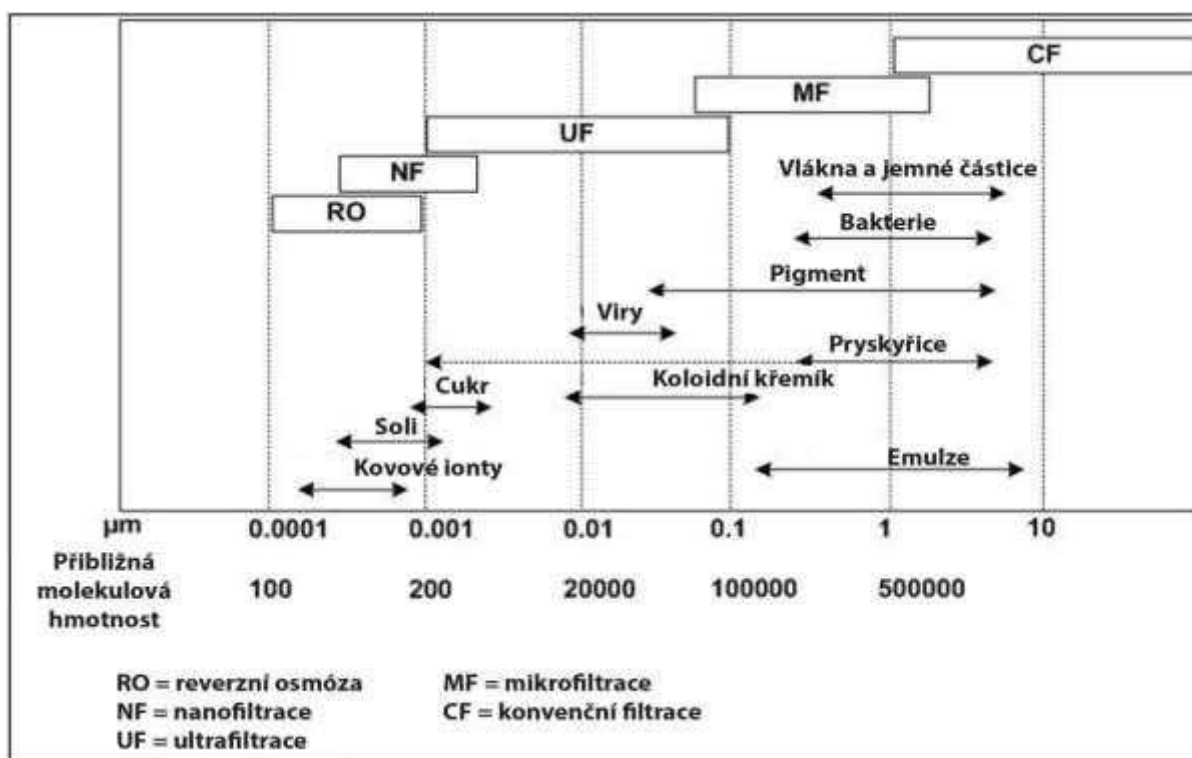
7.3.3. Vnútna úprava vody bielej vody využitím membránovej filtrácie a recirkuláciou upravenej prevádzkovej vody

Hoci technika opísaná v tejto kapitole je rovnaká ako v oddieli 7.3.5, jej použitie je veľmi odlišné.

Opis

Bežná filtrácia nedokáže byť dimenzovaná na dostatočné zníženie pevných častíc a koloidného materiálu s reálnou veľkosťou do 1 μm . Preto malé baktérie a koloidy unikajú z média filtrácie. To však platí len pre nekolázané pevné častice a koloidy. Tie slúžia na to, že flokuláciou sa môžu premeniť na vločky s veľkosťou 100 - 1 000 μm , ktoré sú ľahko odfiltrovateľné. Pridávanie flokulačných činidiel však môže mať nevýhodu v tom, že sa do vodovodného systému dostanú nežiaduce soli (moderné organické/syntetické flokulačné činidlá nespôsobujú rozsiahle zaťaženie soľami).

Membránová technológia je možné teoreticky využiť v závislosti od uplatniteľnej medznej veľkosti membrány (zodpovedajúcej približnej "molekulej hmotnosti" organických zlúčenín, ktoré sa majú odstrániť) a filtračného tlaku na odstránenie takmer 100 % organického materiálu (pozri obrázok 7.28) bez toho, aby sa do vodovodných okruhov dostali nežiaduce látky.



Obrázok 7.28: Rozpätia filtrácie rôznych filtračných technológií

Rôzne membránové POSTUPY možno rozlíšiť podľa rozdielov vo veľkosti pórov:

1. Mikrofiltrácia (MF), ktorá pracuje pri tlakoch pod 1 bar a používa membrány s veľkosťou pórov 0,1-0,2 μm , je možná, ak je po úprave prijateľná úroveň veľmi jemných pevných látok 1-5 mg/l.
2. Ultrafiltrácia (UF) pracuje pri tlakovom rozdieli 1 - 2 bary a považuje sa za možné riešenie na odstránenie 100 % zvyškových pevných látok a koloidov, ako aj vysokomolekulárnych organických látok z prúdov vody alebo odpadových vôd z celulózok a papierní. V Európe existuje niekoľko plnohodnotných aplikácií úpravy bielej vody pomocou technológie UF.
3. Pri nanofiltrácii (NF) alebo reverznej osmóze (RO) sa používa tlak 15 - 25 barov, ale táto metóda sa v Európe zatiaľ neuvažuje o plnohodnotnom použití v celulózovom a papierenskom priemysle (existuje jedna plnohodnotná aplikácia v High Desert na severozápade Nového Mexika).

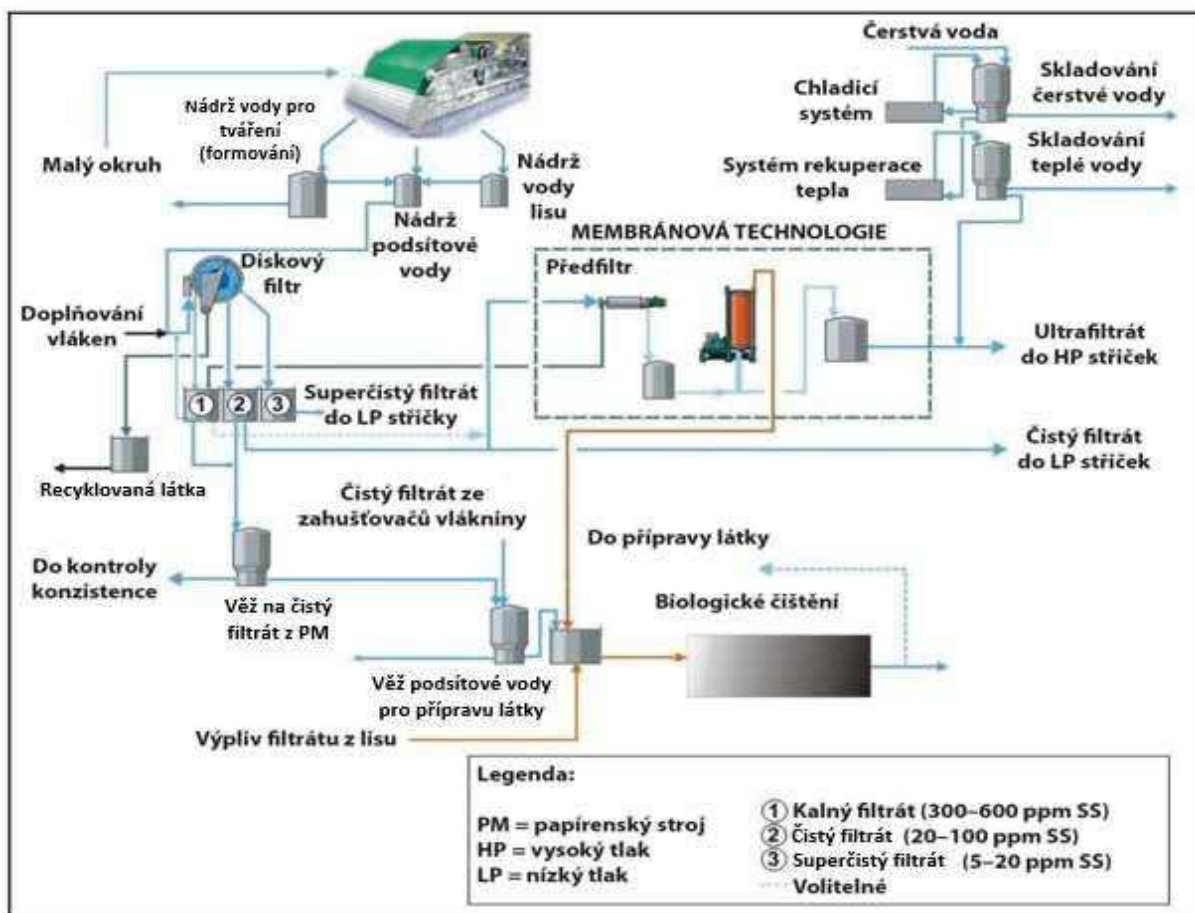
Žiadny typ membránovej filtrácie nedokáže zvládnuť náhle nárasty obsahu Suspendovaných látok. Ak sú suspendované látky homogénne, na odstránenie náhlych špičiek je potrebné použiť len jemný čistiaci filter.

Kľúčové faktory ovplyvňujúce výber membránovej technológie sú tieto:

1. Prítok, jeho zloženie a hydraulické zaťaženie vrátane špičkových prevádzkových podmienok.
2. Požadované množstvo a kvalita čistej vody a uplatniteľnosť vyčisteného výstupu za rôznych prevádzkových podmienok pre zamýšľané konečné použitie, ako aj vplyv na kvalitu buničiny alebo papiera/lepenky.
3. Vysokotlakové metódy filtrácie produkujú čistejšiu vodu, ale spotrebujú viac elektrickej energie a musia byť väčšie alebo musia byť vybavené efektívnejším predčistením alebo opatreniami proti upchávaniu.
4. Požiadavky na údržbu (symetrická alebo asymetrická štruktúra membrány, úprava kyselinou alebo zásadami, reverzná kapacita, automatické alebo nepretržité čistenie). Symetrické membrány sú náchylnejšie na upchávanie. Znečisteniu je možné zabrániť hospodárením s vysokou turbulenciou v oddíle steny membrány, čo si však vyžaduje o niečo viac energie.
5. Konečné upravenie a odstránenie koncentráta alebo kalu, ktorý je vo väčšine prípadov odpadom. Kvapalný odpad môže byť dostatočne koncentrovaný na to, aby spôsobil toxické účinky v čistiarni odpadových vôd, alebo si môže vyžadovať ďalšiu koncentráciu alebo absorpciu do pevného paliva na odstránenie pomocou pálenia. Niektoré anorganické koncentrátové soli sú korozívne, čo je potrebné zohľadniť pri výbere zariadení a potrubných materiálov.

Vzhľadom na tieto aspekty je možné použiť UF ako obličku na zachytenie nežiaducich látok v vode bielej vody a na ďalšie uzavretie vodného systému.

Pri úprave bielej vody vo vlastnom okruhu sa oblička skladá z bežného diskového filtra, ktorý je predfilterom (tlakovým alebo oblúkovým sitom) na znižovanie dlhých vlákien, ktoré by mohli poškodiť membrány a Systém UF. Odpadová voda z pred filtra sa recykluje späť do procesu. Zakalený filtrát je tiež možné odvádzať do prívodu UF spolu s čistým filtrátom. To platí v prípadoch, keď je filtrát natoľko čistý ($\text{SS} < 20 \text{ mg/l}$), že určité množstvo pridaných pevných látok je vhodné na filtráciu, pretože udržiava čistejší povrch membrány pre priečny tok. Filtrovaný čistý filtrát sa zvyčajne odvádza potrubím do nádrže na ohrev systému UF a čerpá sa do zariadenia UF. Počet filtrov v prevádzke riadi kapacitu čistého ultrafiltrátu z UF. Rozdiel tlakov je čo najmenší, napr. 0,7-0,8 baru. Kvalita UF filtrátu je dostatočná, napr. na použitie ako vysokotlaková (HP) voda na postrekovanie alebo zátková voda a na riedenie chemických prísad. Koncentrát z filtrov sa môže odvádzať potrubím do hlavnej čistiarne odpadových vôd. Možné usporiadanie integrovanej papierne, ktorá používa ultrafiltráciu na čistenie vody z podsypných zariadení, je znázornené na obrázku nObrázok 7.29.



Obrázok 7.29: Možné usporiadanie integrovanej papierne používajúcej ultrafiltráciu na čistenie bielej vody

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Technológia UF sa dnes bežne používa, keď je potrebné znížiť spotrebu sladkej vody alebo znížiť hydraulické znečistenie (nie organické). Nahradenie teplej čerstvej vody ultrafiltrovanou bielou vodou z papierenského stroja môže spôsobiť zníženie spotreby čerstvej vody približne o 2 až 4 m³/t papiera/lepenky.

Ultrafiltrácia v aplikáciách s vodou bielej vody zvyčajne znamená úpravu čistého filtrátu alebo časti zakaleného filtrátu z diskového filtra. UF membrány znižujú 100 % NL, 99 % baktérií, 100 % zákalu (všetok koloidný materiál je odstránený) a 45-70 % aniónov. Rozpustená Chemická spotreba kyslíka sa znižuje približne o 10-20 %. To znamená, že UF stále umožňuje prechádzku niektorých organických látok (napr. všetkých nízkomolekulárnych organických látok) a rozpustných anorganických látok. Ultrafiltráciou vody z podsíťov sa získava predovšetkým kvalitnejšia recirkulovaná voda, ktorú možno použiť ako nízkotlakovú a vysokotlakovú vodu na postrek v sitovej časti, vodu na riedenie chemikálií, vodu na mazanie v lisovej časti alebo na iné umývacie a čistiace účely. Zatiaľ nie sú žiadne skúsenosti s využitím filtrátu (permeátu) na premývanie plsti.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Membránové čistiace procesy používané špeciálne na čiastkové odsávanie vody z papierenských a lepenkových strojov boli v zásade testované v plnej prevádzke pre všetky bežné druhy papiera. Aplikácie, ktoré sú zatiaľ v plnej prevádzke, sú:

- Závod Sappi Kirkniemi (časopisový papier), Fínsko; úprava vody z bielej vody, vody zo síťov, permeátu používaného v postrekovačoch v sitovej časti (vysokotlakových a nízkotlakových) a ako zátková voda;
- Závod UPM-Kymmene Tervasaari (podkladový papier na etikety), Fínsko; použitie: vysokotlakové a nízkotlakové drviče v oddieli sitovej časti;
- Holmen Paper Madrid, (papier), Španielsko; použitie: vysokotlakové drviče v oddieli sitovej časti;

- Závod Modern Karton (papier na pokrytie vlnitej lepenky/fluting) na báze starých vlnitých krabíc (OCC), Turecko; aplikácia: vysokotlakové drviče v oddieli sitovej časti;
- Závod Hokuetsu (jemný papier), Japonsko; použitie: vysokotlakové drviče v oddieli sitovej časti.

Praktické obmedzenia membránových filtrov sú zvyčajne spôsobené materiálom membrány, ktorý je náchylný na upchávanie, pokiaľ zariadenie nie je vybavené predbežným čistením na odstránenie častíc alebo zabudovanými systémami, ktoré vykonávajú čistenie alebo udržiavajú silnú turbulenciu v blízkosti povrchu membrány. Filtre sa musia pravidelne umývať kyselinami alebo alkalickými roztokmi (NaOH, detergenty a tenzidy), čím vzniká malé množstvo tekutého odpadu. Pri poklese prietoku filtrátu je potrebné z času na čas vymeniť aj membrány (životnosť membrán je približne 15 mesiacov).

Medzizložkové vplyvy

Použitie elektrickej energie pre technológiu UF závisí od druhu papiera, a teda od kvality upravovanej vody (teplota, Chemická spotreba kyslíka atď.). Podsitná voda z procesov výroby vlnitej lepenky/flutingu na báze RCF je zvyčajne chladnejšia a koncentrovanejšia ako podsitná voda z mechanickej a bezdrevnej výroby papiera, a preto sa u nej vyskytuje o 30 - 50 % vyšší prietok. Raz UF preto predstavuje výrazne odlišné upravené objemy (m³deň). Na výrobu tlačiarenskeho papiera si ultrafiltrácia vyžaduje elektrickú energiu v rozsahu 2,6 kWh/m³ prečistenej bielej vody a približne 4,7 kWh/m³ pre papierne na výrobu obalov z vlnitej lepenky/futingu na báze RCF.

Potenciálne zníženie spotreby vody môže nepriamo viesť k zníženiu objemu vypúšťaných živín (N a P), keďže celkové množstvo vypúšťaného N a P závisí od minimálnej koncentrácie potrebnej na rast biomasy v čistiarni odpadových vôd.

Pri membránovej filtrácii má zásadný význam riešenie, ako spracovať kvapalný alebo pevný odpad. V prípade plnej prevádzkovej UF sa koncentrát z membránovej filtrácie (3 - 5 % prítoku) upravuje v biologickej Čistiarni. V takomto prípade sa nedosiahne zníženie celkového nerozpustného znečistenia, ktoré je vypúšťané do prijímajúcich vôd. Stále sa však skúma možnosť samostatnej úpravy koncentráту.

Technické kritériá uplatniteľnosti

UF je možné použiť na superčistý filtrát alebo na biologicky upravenú vodu z čistiarne odpadových vôd. Čistenie prebytočnej vody z podsitia pomocou UF membránovej filtrácie na opätovné použitie v sitových oddieloch sa stalo osvedčenou a akceptovanou technikou v papierňach a lepenkových závodoch, kde sa musí zachovať nízka spotreba čerstvej vody. Ultrafiltrovaná voda sa používa aj na stierače lisovaných dielov, ale táto aplikácia prichádza do úvahy len v špeciálnych prípadoch, pretože UF len čiastočne odstraňuje suspendované látky.

Táto technika je uplatniteľná aj v závodoch na báze RCF a už sa osvedčila v plnom rozsahu (napr. Modern Karton Sanayi Ticaret AS v Corlu, Turecko; Propapier Eisenhüttenstadt, Nemecko).

V prípade prevádzkovej vody s vyššou úrovňou organických látok, napr. z výroby "hnedého baliaceho papiera" z recyklovaných vlákien, je ďalšou prijateľnou možnosťou na zníženie spotreby čerstvej vody biologická úprava a následná piesková filtrácia. To umožňuje čiastočnú recirkuláciu vody z veľkého okruhu. Táto technika je opísaná v časti 6.3.4.

Vo vývoji sú aj kombinované systémy, "membránové bioreaktory" (MBR), opísané v kapitole 2.9.11.2.1. V špeciálnych prípadoch, ako je recyklácia chemikálií z odpadových vôd z prevádzky lakovania na papier, sa už otestovala technológia UF membrán a existuje niekoľko aplikácií (pozri oddiel 7.3.5).

Všeobecne povedané, uzavretý vodný okruh papierní s nezávislým znižovaním rozpustených organických alebo anorganických zložiek je technika, ktorá ešte stále prechádza rozsiahlym vývojom. Nie je napríklad tak dobre zavedená ako biologická liečba.

Ekonomika

Prevádzkové náklady ultrafiltrácie sú závislé od nákladov na energiu a dosiahnutého prietoku (filtrovaný objem na plochu membrány za hodinu). Za predpokladu ceny elektrickej energie 0,05 EUR/kWh je možné vypočítať tieto prevádzkové náklady:

- Papier RCF na výrobu potáhov z vlnitej lepenky/flutingu na báze starých krabíc z vlnitej lepenky ($175 \text{ l/m}^2 \times \text{h}$): 0,42 EUR za m^3 ;
- tlačový papier ($300 \text{ l/m}^2 \times \text{h}$): 0,25 EUR za m^3

V tabuľke 7.24 je uvedený príklad výpočtu prevádzkových nákladov na ultrafiltráciu bielej vody z Papiernej tlačiarne s prevádzkovou výrobou 350 000 ton ročne (údaje od dodávateľa, 2010). Kapacita úpravy membrány je $3,0 \text{ m}^3/\text{t}$, čo zodpovedá $126 \text{ m}^3/\text{h}$ alebo $300 \text{ l/m}^2\text{h}$.

Tabuľka 7.24: Príklad výpočtu prevádzkových nákladov na ultrafiltráciu bielej vody z výroby tlačiarenského papiera

Spotreba energie	8,3 prietok/t alebo 2,7 prietok/m^3
Odhadovaná cena energie	0,05 EUR/kWh
Interval premývania (alkalickej)	7 dní
Interval premývania (kyslý)	30 dní
Spotreba čistiacich prostriedkov (alkalických a kyslých)	80 a 40 kg na jedno premývanie
Cena prostredia (Priemer)	2,2 EUR/kg
Životnosť membrán	15 mesiacov
Spotreba energie	0,14 EUR/m^3
Umývanie membrán	0,03 EUR/m^3
Servis (výmena membrán, údržba)	0,08 EUR/m^3
Celkové prevádzkové náklady	232 000 EUR/rok alebo 0,25 EUR/m^3

Hoci membránová filtrácia spotrebúva energiu, v niektorých prípadoch je možné dosiahnuť úspory energie v sušiackej časti. Keď sa zníži spotreba čerstvej vody, zvýšia sa procesné teploty. Za lisovacou časťou sa ľahšie odstraňuje voda a vyskytuje sa lepšia suchosť pásu, a preto je v procese sušenia potrebné menej tepelnej energie na ohrev.

Dôvody implementácie

Membránová filtrácia je možná v prevádzkach, ktoré uplatňujú prísne požiadavky na vypúšťanie, buď preto, že sa nachádzajú v blízkosti citlivej prijímajúcej vody, alebo preto, že sa plánuje podstatné zvýšenie kapacity. Niektoré orgány v Európe vyžadujú, aby sa znečistenie priameho vypúšťania nezvyšovalo so zvyšujúcou sa kapacitou. Technológiu UF je možné použiť aj v prípadoch, keď je dostupnosť vody obmedzená.

Ultrafiltrácia bielej vody môže byť tiež spôsobom, ako skrátiť prestoje prevádzky papierenského stroja spôsobené nevyhnutným vylúhovaním látok, ktoré sú zapáchajúce v recirkulovanom čistom filtráte.

Príklady závodov

Membránová filtrácia technologickej vody sa používa približne v šiestich európskych celulózkach a papierňach, ale neexistujú správy o "úplne uzavretých" prevádzkach. Tieto membránové aplikácie sú väčšinou určené na filtráciu čistej bielej vody, aby sa znížilo množstvo čerstvej vody, ktoré je potrebné. Príklady zariadení: Sappi Kirkniemi (výroba časopisov a bezdrevného papiera), Fínsko; UPM-Kymmene Tervasaari (papier na etikety), Fínsko; Holmen Paper Madrid, (novinový papier), Španielsko; Modern Karton Liner/Fluting mill, Turecko; Hokuetsu mill (jemný papier), Japonsko; Propapier Eisenhüttenstadt, Nemecko.

V USA existujú papierne s uzavretým okruhom s membránovou technológiou v kombinácii s biologickým čistením (McKinley Coverboard Mill, Nové Mexiko, USA).

Literatúra

[5, Bentley a kol. 1999], [143, T.Sutela a kol. 2006], [144, Sutela 2008].

7.3.4. Efektívny systém regenerácie a likvidácie vlákien a výmetov

Informácie o regenerácii farieb nájdete v oddieli 7.3.5.

Opis

V závodoch na výrobu papiera je štandardnou praxou riadenie zdrojov na efektívnu recykláciu vlákien. Pri úprave primárnych vlákien je možné do konečných výrobkov prijať zvyčajne viac ako 98 % buničiny/vlákná, ktoré prechádza cez závody. Výrobne papiera a lepenky dosiahnu minimálne straty vlákieniny a výplní optimalizáciou týchto procesov:

- Triedenie pri príprave látok.
- V mokrej časti sa najčastejšie používajú diskové filtre alebo flotačné komory. Používajú sa aj nízkoenergetické mikrofiltre. V závislosti od aplikácie (úprava filtrátu zo závitových lisov, vákuová baliaca voda, biela voda na recykláciu vlákien a vody, čistenie vody z existujúcich regenerácií na superčistú kvalitu filtrátu) je možné, že jemnosť filtrácie sa pohybuje od veľmi jemného 6 µm pre špeciálne čistiace aplikácie až po hrubšiu kvalitu 1 000 µm, ktorá sa používa napríklad na zahusťovacie aplikácie.
- Manipulácia s odpadom v mokrej a suchej časti stroja

V integrovaných závodoch sa výplne z triedenia pri príprave látok zvyčajne vracajú do úseku výroby buničiny, kde sa opätovne spracúvajú. Dobrá látka sa posieľa späť do papierenského stroja.

Hneď ako buničina opustí vstupný box papierenského stroja na sito a začne sa formovanie (tvarovanie) papierového pásu, určité množstvo vlákien a výplní sa najprv nezachytí, ale sa vypustí do skladu pod strojom (pozri obrázok 7.1). Malý vodný okruh recirkuluje bez Úpravy. Zvyšky týchto vôd pretekajú cez regeneračnú jednotku, zvyčajne bubnový alebo diskový filter, alebo cez flotačnú jednotku s rozpusteným vzduchom (pozri kapitolu 6.3.11) na oddelenie pevných látok od vodovodnej fázy. Tieto pevné častice sa potom zhromažďujú v nádrži a recyklujú sa späť do prívodu do papierenského stroja. Vyčistená voda, tzv. biela voda, sa zvyčajne zhromažďuje ako čistý a zakalený filtrát a recirkuluje sa na vhodné použitie v papierenskom stroji: na riedenie buničiny pri príprave látok pre stroj, na riedenie odpadu alebo pre prevádzku nožnic. V integrovaných závodoch sa prebytočná podsitná voda najlepšie využíva v procese výroby buničiny alebo v papierenských či lepenkových strojoch. V neintegrovaných závodoch tvorí prebytočná voda bielej vody odpadovú vodu.

Pri rekuperácii vlákien a výplní z prevádzky papierenského stroja Použitím zachytávačov je vo väčšine prípadov účinným riešením na dosiahnutie vysokej retencie diskový filter. Najmä v moderných závodoch sa často používa technika predbežného náteru, ktorá využíva malé množstvo krmiva z prevádzky na povrchu filtra na zlepšenie účinnosti filtrácie a recyklácie pevných látok. Filter pracuje v dávkovom režime, ale odstraňovanie látok a regenerácia pomocou predbežného náteru trvá len krátky čas. Medzi ďalšie systémy na regeneráciu vlákien a výplní zahŕňajú flotačné komory, diskové zahusťovače alebo membránové filtre.

Diskový filter umožňuje účinné rozdelenie bielej vody z podsedáku na čistý a zakalený filtrát a v niektorých prípadoch sa vytvára aj superčistý filtrát, ktorý sa môže opätovne použiť v nízkotlakových postrekovačoch. Superčistý filtrát diskového filtra môže mať 10 - 20 mg/l suspendovaných látok a čistý filtrát 20 - 50 mg/l suspendovaných látok (v niektorých prípadoch až 100 mg/l). Čistý filtrát je možné použiť do nízkotlakového rozprašovača vody v papierenskom stroji a znižuje spotrebu čerstvej vody. Zakalený filtrát a zvyšky čistého filtrátu slúžia na riedenie buničiny pred vstupom do papierenského stroja v malých okruhoch, na riedenie strojového odpadu a v integrovaných papierňach v procese výroby buničiny.

Ďalšie opatrenia na zníženie straty vlákien a výplní sú uvedené nižšie.

- Úprava zušľachtovania a triedenia buničiny tesne pred vstupom do papierenského stroja s cieľom zachovať správnu rovnováhu rôznych druhov vlákien v buničine. Silná rafinácia zvyšuje množstvo krátkych vlákien, ktoré sa potom môžu odstrániť ako triedenia. V integrovaných závodoch je možné, aby sa z triedenia recyklovala určitá časť výplne do oddelenia výroby buničiny.
- Efektívna kontrola podávacieho boxu prevádzky na vytvorenie rovnomerného pásu papiera po celej šírke stroja.
- Dostatočné použitie chemických prísad spolu s pokročilým kontrolným systémom na dosiahnutie lepšieho udržania vlákien na sitách a dobrého tvarovania (formovania) papierového pásu.
- Úprava pevných látok a úspora vody ovplyvňuje aj kapacita skladovania odpadovej a bielej vody. Veľkosť nádrží musí byť taká, aby sa do nich zmestili aspoň dve až tri hodiny krmiva na jeden papierenský stroj, pričom odpadové nádrže slúžia na rekuperáciu frakcií s vysokým obsahom vlákna. Tým sa znižuje frekvencia a dĺžka náhlych špičiek vypúšťania vlákien alebo vody do mlynského odtoku.
- V papierenských strojoch, ktoré vyrábajú natierané druhy, je možné zmiešavať odpad zozbieraný za zariadením na natieranie s čerstvou buničinou a odpadom z skrubera.

Mikrofiltrácia alebo ultrafiltrácia sú efektívne techniky ďalšieho čistenia bielej vody (pozri časť 7.3.3). Ultrafiltrovaná voda neobsahuje suspendované a koloidné látky; odstraňuje sa aj mikróby, latex a iné mikroskopické lepkavé nečistoty a množstvo aniónových odpadov je vylúčené približne na polovicu pôvodného množstva.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Účinná recyklácia vlákien a výplní vo všetkých možných častiach mlyna umožňuje, aby sa suroviny vrátili do strojového krmiva namiesto toho, aby sa vypúšťali spolu s prebytočnou bielou vodou z podsítia do kanalizácie. Zlepšenie recyklácie pevných látok znamená, že toto znečistenie pevnými látkami neprejde do primárneho čistenia odpadových vôd a znižovania kalu.

Účinné odstránenie suspendovaných pevných častíc z bielej vody je predpokladom pre ďalšiu recirkuláciu upravenej vody do výrobných procesov a predbežným opatrením pre uzavretie vodných systémov.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Tieto opatrenia sú zavedené takmer vo všetkých závodoch, ale v rôznej miere. Najlepšie výsledky sa vo všeobecnosti dosahujú vysoko výkonnými jednotkovými procesmi, meraním (monitorovaním) a kontrolou procesov jednotkových operácií použitím automatizácie.

Je dôležité vykonať merania hladiny vody v nádrži na bielu vodu a v nádrži na odpad. Odtoky odpadových vôd z papierní vybavené indikáciou prietoku a meraním mračna pomáhajú registrovať špičky vo vypúšťaní pevných látok.

Celkové straty pevných látok z papierne, z výplní z prípravy látky pre papierenský stroj, vypúšťania prebytočnej podsítnej vody do kanalizácie, lisovacích častí papierenského stroja a prepádov nádrží na buničinu v efektívnejších papierňach dosiahnu pri niektorých druhoch papiera 10 - 20 kg/t (t. j. 1 - 2 % straty). Niektoré existujúce linky na výrobu krycích a ryhovaných alebo špeciálnych papierov presahujú 50 kg sušiny/ADt.

Medzizložkové vplyvy

Vďaka nižšiemu množstvu vypúšťaných suspendovaných látok sa do čistiarne odpadových vôd dostáva menej znečisťujúcich látok a tvorba kalu z primárneho čistenia je menšia. Vlákna a plnivá majú využitie v výrobku a nie sú vylúčené ako odpad.

Zlepšenie prevádzkovej doby podporené nižším obsahom pevných látok vo vodných okruhoch pod sitom vedie k menej častým odstávkam papierní.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Tieto zlepšenia slúžia na uplatnenie v nových aj existujúcich prevádzkach. V starších papierňach sú však priestory papierenských strojov z hľadiska konverzie obmedzenejšie z priestorových alebo dispozičných

dôvodov.

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne súvisiace údaje.

Dôvody implementácie

Zlepšenie recyklácie látky je zvyčajne ekonomicky výhodné z dôvodu vyššej efektívnosti surovín a preto, že je potrebné znížiť množstvo odpadu. Nižší obsah pevných častíc vo vodných okruhoch bielej vody zlepšuje prevádzkyschopnosť prevádzky papierenského stroja. Zníženie objemu pevných látok vstupujúcich do externej čistiarene môže byť tiež podnetom na realizáciu vyššie opísaných opatrení na recykláciu vlákien alebo prevenciu únikov.

Príklady závodov

Početné spoločnosti v Európe.

Literatúra

[15, CEPI 1998].

7.3.5. Regenerácia náterových zmesí/recyklácia pigmentov

Opis

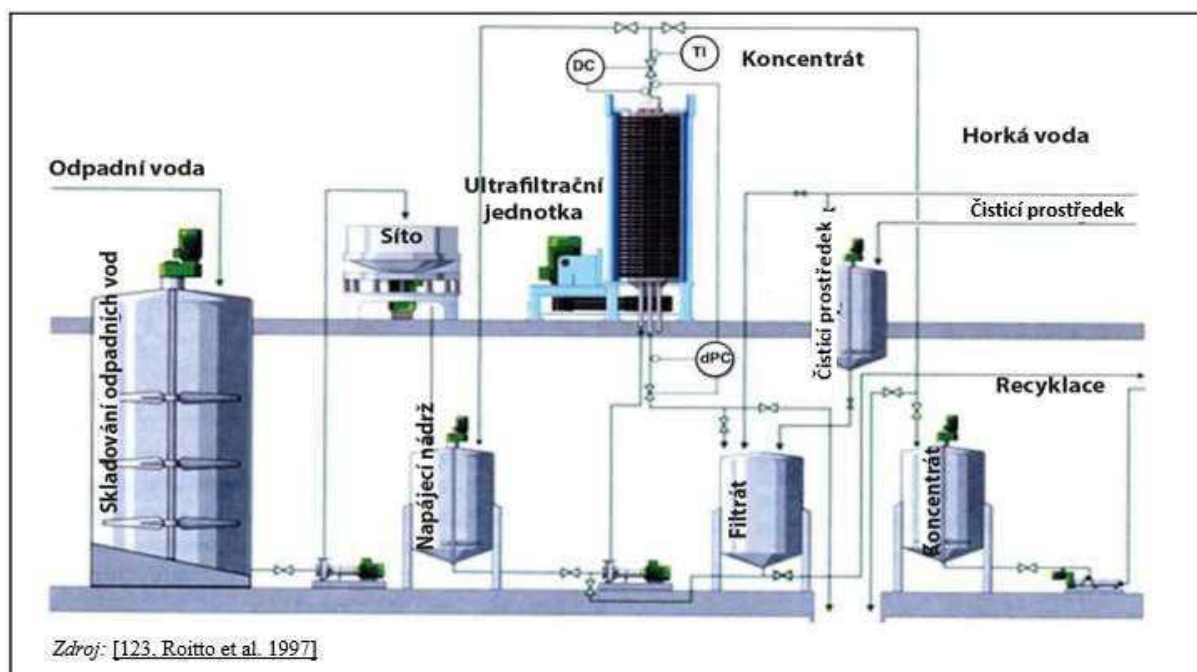
Odpadová voda obsahujúca náterovú látku vzniká pri oplachovaní náterových zariadení, pri opätovnom natieraní papiera a pri zmenách výroby v papierňach a lepenkových závodoch vyrábajúcich náterové látky. Tieto papiere produkujú odpadové vody s nízkym prietokom (približne 2-5 % celkovej hodnoty prietoku), ktoré sú bohaté na pigmenty a lepidlá (pozri tiež kapitolu 7.3.6). Silné znečistenie týchto odpadových vôd pevnými látkami a zložkami, ktoré majú lepkavý charakter, môže spôsobiť prevádzkové problémy v čistiarni odpadových vôd, ak sa vypúšťajú bez vhodnej Úpravy. Na druhej strane sú pigmenty drahé, a preto je (čiastočná) regenerácia zmesi farieb na opätovné použitie vo väčšine prípadov nákladovo efektívna.

Environmentálne riadenie prietoku odpadu z maľovania je tieto:

- Minimálne vypúšťanie náterových zmesí z "farby" (prípravne náterov) do kanalizácie prostredníctvom efektívnej výroby a optimálneho skladovania pripravených náterových zmesí, najmä ak si zmeny druhov papiera vyžadujú zmeny v zložení náteru. Účinné procesy a dobré hospodárenie sú základnými faktormi.
- Optimalizovaný návrh a riešenie "farby" a jej zásobovacích systémov.
- Oddelený zber odpadových vôd obsahujúcich zmes farieb.
- Regenerácia zložiek náterových hmôt ultrafiltráciou odpadovej vody alebo inými regeneračnými technikami.

I) Ultrafiltrácia

Ultrafiltrácia je metóda, pri ktorej sa voda a chemikálie od seba oddeľujú využitím polopriepustnej membrány. Póry membrány sú také malé, že cez ne môžu prejsť len malé molekuly, ako je voda, ióny kovov, soli a monoméry škrobu, zatiaľ čo ostatné zložky farby - pigmenty a spojivá - nemôžu prejsť, pretože sú príliš veľké (pozri obrázok 7.28). Odpadová voda vstupujúca do procesu má zvyčajne obsah pevných látok 2 - 4 % a obsah koncentráty 30 % v jednostupňových systémoch a 43 - 44 % s pridaním druhého stupňa pri vysokej koncentrácii pevných látok (napr. závod Husum, Švédsko). Pridaním do čerstvej zmesi sa zmes farby príliš nezriedi. Ako je znázornené na obrázku 7.30, kompletný ultrafiltračný systém pozostáva z filtra, potrebných nádrží, potrubia, prístrojového vybavenia a riadiaceho systému.

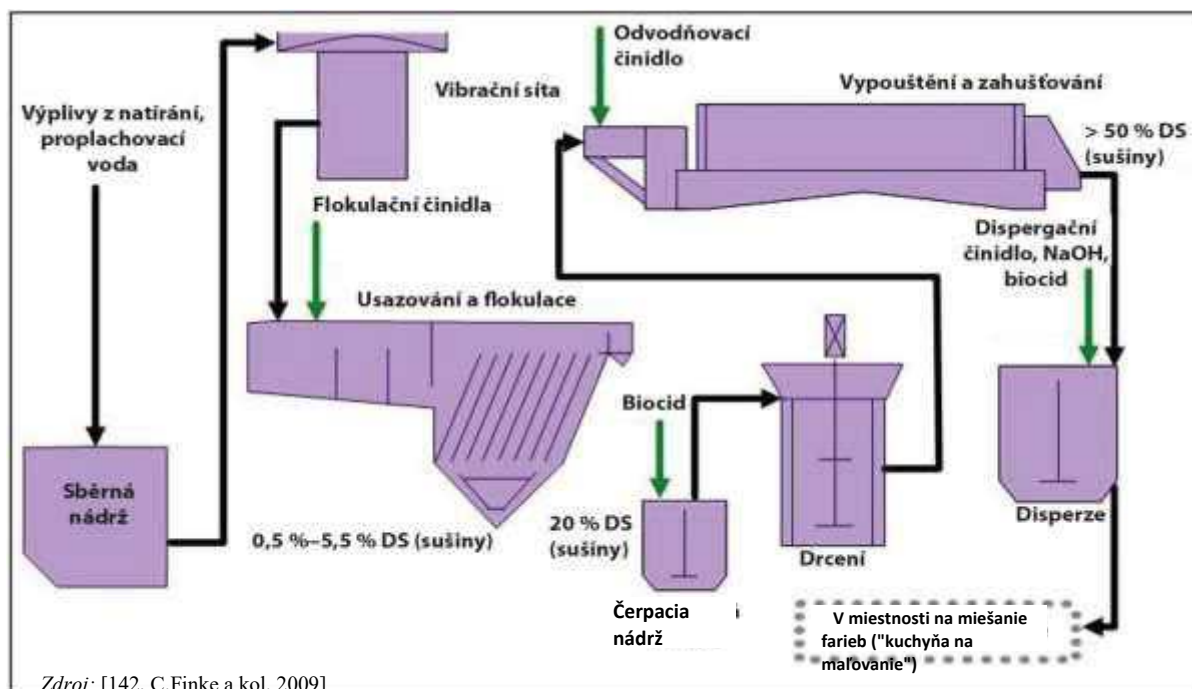


Obrázok 7.30: Príklad ultrafiltračného regeneračného systému pre zmesi farieb

II) Sklad - triedenie - úroveň zahusťovania - drvenie - odvodnenie

Táto technika je alternatívou k UF, ktorá bola zavedená v roku 2008 v nemeckej papierni vyrábajúcej približne 300 000 t/rok trojvrstvového natieraného papiera. Na obrázku 7.31 je znázornená schéma úpravy pre regeneráciu náplní zmesi farieb a preplachovacej vody obsahujúcej zmes farieb. Regeneračný systém zmesi farieb pozostáva z i) zberu odpadovej vody obsahujúcej zmes farieb v centrálnej záchytnej vani pod lakovacím strojom, ii) nádrže na vyrovnávanie a dvojstupňového triediaceho systému: (iii) kompaktnej jednotky na triedenie (kationový polymér a aniónový polyakrylamid) a usadzovacej jednotky na zvýšenie koncentrácie pigmentov na 20 % sušiny, (iv) drviča (guľového mlyna), (v) dekanter (pridaný aniónový polyakrylamid) na odvodnenie suspenzie na 50 % sušiny a vi) disperzná nádrž, kde sa dispergácia dokončí pridaním NaOH, činidiel a biocídov. Odtiaľ sa disperzia prečerpá do "farby". V potrubí, ktoré vedie k rozptylovaciemu zariadeniu "farby" (miešarne farieb), je nainštalovaný kontrolný triedič 150 µm. Oddelená čistá voda sa vracia do procesu (rozvlákňovača) a znižuje celkovú spotrebu vody v mlyne o 0,43 m³/prietok.

Výhodou tohto systému v porovnaní s inými metódami je, že nečistoty v zachytenej oplachovej vode, ako napríklad hrubý papier, chumáče, vlákna, špina alebo piesok, sa v guľovom mlyne rozomelú na jemnosť zodpovedajúcu 60 % všetkých častíc menších ako 2 mikróny, a tak už nebránia následnému zvýšeniu použiteľnosti náterových pigmentov.



Obrázok 7.31: Procesný diagram regenerácie farieb a odpadovej vody

Zachytená odpadová voda vstupuje do systému s obsahom sušiny približne 0,5-5 % a opúšťa systém s obsahom sušiny približne 50 %. Miera regenerácie náterovej zmesi je takmer 100 %. Neboli zistené žiadne negatívne účinky na kvalitu náterovej zmesi.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Po vyčistení odpadovej vody z náteru ultrafiltráciou alebo inými účinnými regeneračnými systémami (pozri napr. obrázok 7.31) je možné zachytenú časť znovu použiť ako zmes na náter a filtrát môže nahradiť čerstvú vodu (úspora vody). Zároveň sa znižuje organická (Chemická spotreba kyslíka) a hydraulické zaťaženie vonkajšej Čistiareň a množstvo produkovaného kalu. Vzorový závod znížil celkový objem tuhého odpadu z celej prevádzky o 60 % uvedením do prevádzky účinného systému na regeneráciu odpadových farieb. Ďalšou výhodou je preprava menších množstiev pigmentov a odpadov.

Regeneračný proces zmesi farieb metódou "zber - triedenie - zahusťovanie - drvenie - odvodnenie" dosahuje určité úspory energie v porovnaní s úpravou prírodných pigmentov, ktoré si vyžaduje približne 150 kWh/t; naopak, celý systém regenerácie zmesi farieb si vyžaduje približne 105 kWh/t recyklovaného pigmentu, čo znamená, že táto metóda regenerácie si vyžaduje o 30 % menej elektrickej energie v porovnaní s drvením čerstvých pigmentov.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Použitie ultrafiltrácie sa osvedčilo v mnohých zariadeniach. Pri použití koncentráту ako základnej filtračnej vrstvy neboli zaznamenané žiadne negatívne účinky na kvalitu jemného a natieraného papiera. Malé množstvá koncentráту UF je možné použiť v závodoch na výrobu časopisov bez negatívneho vplyvu na kvalitu. V závodoch sa regenerovaná hmota na farby opätovne používa na základný náter. Množstvo koncentráту musí byť konštantné. Baktérie a hygiena sú tiež dôležitými aspektmi, ktoré treba zvážiť. Životnosť membrány je možné presiahnuť jeden rok. Typický interval umývania je raz týždenne, keď sa tekutý odpad v množstve približne 2-5 m³. Dobré výsledky sa dosahujú napríklad s polymérovými membránami, ktoré využívajú princíp prietoku (alebo križovej rotačnej filtrácie).

Metódou odvodnenia, drvenia a zahusťovania (pozri obrázok 7.31) sa získavajú pigmenty, ktoré majú definovanú distribúciu zrnitosti. Kvalita recyklovaného pigmentu je veľmi podobná pôvodne používanému uhličitanu vápenatému. S "bielou živcou" (latexové spojivo vyrobené z recyklovaného lakovaného odpadu) neboli pozorované žiadne problémy pri sušení. Tento proces umožňuje znova použiť takmer 100 % náterových pigmentov z odpadových vôd (v prípade vzorky 6-10 ton pigmentov denne, absolútne

suché), čo redukuje znečistenie odpadových vôd (CHSK) a potrebu prepravy pigmentov a kalu. Upravený prietok je 400 m³deň.

Medzizložkové vplyvy

Touto technikou sa dosahujú významné úspory v oblasti dopravy, surovín (pigmentov) a množstva tuhého odpadu na jeho odstránenie. Ultrafiltrácia a alternatívne systémy regenerácie farieb vyžadujú na svoju prevádzku elektrickú energiu a určité chemikálie; potrebná energia sa kompenzuje regeneráciou pigmentov. Zníženie vypúšťania odpadových vôd z maľovania zlepšuje výkonnosť čistiarne odpadových vôd a znižuje množstvo organických zložiek zaťažujúcich čistiarňu. V závislosti od pomeru farby a vyrobeného papiera je možné znížiť množstvo tuhého odpadu o 60 %.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Spracovanie zvyšných náterových zmesí po aplikácii a oddelený zber odpadových vôd z náterov na ich následnú úpravu je možné realizovať v nových aj existujúcich prevádzkach. Ultrafiltrácia je uplatniteľná vo väčšine papierní, ktoré vyrábajú natierané druhy papiera, ako je časopisový papier, bezdrevný papier alebo lepenka. Tento systém regenerácie náteru nemusí byť vhodný pre niektoré špeciálne druhy, napr. ak sú objemy odpadových vôd veľmi malé alebo sa tvorba odpadových vôd vyskytuje na rôznych miestach v mlyne, ak sa v dlhšom priebehu vykoná viacero zmien náteru alebo ak sa rôzne náterové hmoty nedajú miešať. V týchto prípadoch sa odpadová voda z lakovne vypúšťa priameho vstupu do čistiarne odpadových vôd alebo sa pred vstupom do biologickej čistiarne čistí oddelene zrážaním (pozri kapitolu 7.3.6). Pri ultrafiltrácii je možná úroveň dosiahnutia koncentrácie získaných pevných látok obmedzená na približne 35-45 %. Ak v zmesi farby nie je prebytočná voda, je možné opätovne použiť všetok koncentrát.

Alternatívny regeneračný systém náterovej zmesi (pozri obrázok 7.31), ktorý ako kľúčový proces používa guľový mlyn a následne zahusťovač, je vhodný pre všetky prevádzky s významným množstvom náterovej zmesi vypúšťanej do kanalizácie (napr. viaceré náterové látky, väčšie papiery). Vďaka veľmi účinnému drviču je systém veľmi spoľahlivý, nie je náchylný na poruchy a poskytuje kvalitu pigmentu, ktorú možno použiť vo väčšine náterových aplikácií. Možné dosiahnuť úrovne pevných látok > 50 % sušiny (DS).

Ekonomika

1) Ekonomický výpočet procesu regenerácie náterovej zmesi ultrafiltráciou

Výpočet vzorky sa týka papierne, ktorá má dennú výrobu 800 ton natieraného papiera a má 330 pracovných dní v roku. Výroba náterovej hmoty predstavuje 30 % výroby papiera/lepenky alebo 240 t/deň. Približný ekonomický výpočet je uvedený v tabuľke 7.25.

Tabuľka 7.25: Ekonomický výpočet procesu regenerácie náterovej zmesi ultrafiltráciou

Údaje o strate farby		
Strata zmesi farieb	2 % výroba alebo 4,8 t sušiny/deň	
Údaje o odpadových vodách z maľovania		
Obsah sušiny v odpadových farbách	2 %	
Množstvo odpadovej vody z maľovania	240 m ³ deň alebo 10 m ³ /h	
Údaje o nákladoch		
Cena zmesi na farby	350 EUR/t sušiny (x 4,8 t/deň x 330 dní)	554 400 EUR ročne
Cena vody (čerstvá + odpadová voda)	0,50 EUR/m ³	39 600 EUR/rok
Náklady na odpadov	100 EUR/t za mokra	Ročná priemerná suma 528 000 EUR
Konečný obsah sušiny v odpadovej vode z povrchovej úpravy	30 % sušiny (DS)	
Celkové ročné úspory s regeneráciou náterovej hmoty		Ročná priemerná suma 1 122 miliónov EUR
Údaje o ultrafiltrácii		
	80 m ² povrch membrány, potreba prietoku: 125 l/m ² x h alebo 2,8 l/s = 10 m ³ /h	
Ročné prevádzkové náklady		
Energia	0,05 prietok/t	31 680 EUR/rok
Čistiaci prostriedok (čistiaci prostriedok)		9 476 EUR/rok
Membrána + náhradné diely		21 700 EUR/rok
Biocídy		Ročná priemerná suma 5 000 EUR
Celkové ročné prevádzkové náklady		67 856 EUR/rok
Ročné čisté úspory		1 054 miliónov EUR
Doba návratnosti (investičné náklady 1,1-1,3 milióna EUR)		približne 1 rok
Zdroj: Údaje o dodávateľoch, 2010		

II) Ekonomický výpočet metódy regenerácie "skladu - triedenia - úrovne - drvenie - odvodnenie"

Táto metóda regenerácie umožňuje regenerovať takmer 100 % náterových zmesí. Dosiahnutie úsporných efektov vo výške približne 840 000 EUR ročne (údajová základňa: 2009), ktoré pozostávajú z znížených nákladov na farby (približne 265 000 EUR/rok), odstránenie kalov (približne 500 000 EUR/rok), odpadovú vodu (65 000 EUR/rok) a sladkú vodu (približne 10 000 EUR/rok). Prevádzkové náklady predstavovali 350 000 EUR ročne vrátane nákladov na chemikálie (300 000 EUR ročne), energie (20 000 EUR ročne) a údržby a opráv (20 000 EUR ročne). V modelovom prípade generuje systém regeneračný prebytok platieb vo výške 510 000 EUR ročne. Investičné náklady na systém regenerácie náterovej zmesi predstavovali 1 milión EUR pre papierenský závod v prevádzke, ktorý vyrábal 300 000 t/rok trojvrstvého natieraného papiera; upravený tok 400 m³/deň; 10 t recyklovaných pigmentov/deň. Doba návratnosti investície je 1,65 roka (bez dotácií).

Dôvody implementácie

Zlepšenie účinnosti surovín vo výrobe (minimalizácia strát počas lakovania). Kľúčovým faktorom pre zavedenie UF je znižovanie nákladov na suroviny (nákladné farby) a odstránenie odpadu. Priamo táto technika znižuje zaťaženie vypúšťanými suspendovanými látkami a Chemickou spotrebou kyslíka a zlepšuje prevádzku čistiarny odpadových vôd. Je to uprednostňovaná možnosť v porovnaní s predbežnou úpravou odpadových vôd z výroby farieb.

Príklady závodov

Nižšie sú uvedené príklady papierní, ktoré používajú ultrafiltráciu na rekuperáciu odpadových vôd z náterov a zvýšenie Použitia pôvodných pigmentov: Blendecques, Francúzsko; Assi Frövifors, Švédsko; Cascades Djupafors, Švédsko; Hansol Taejon, Južná Kórea; Yuen Foong Yu Fine, Taiwan; Metsa-Serla Kirknemi, Fínsko; Metsä-Serla Äänekoski, Fínsko; APP Pindo papier bez výroby dreva, Indonézia; MD Papier Plattling, Nemecko; SCA Fine Paper Stockstadt, Nemecko; Papierfabrik Albbbruck, Nemecko; M-real Husum, Švédsko; Zhuhai S.E.Z Hongta Renheng, Čína; Sun Cartonboard, Čína; Henan Pyuang, Čína; Hokuetsu Paper Mills, Niigata, Japonsko; Klabin S.A. Telemaco Borba, Brazília; Stora Enso Suzhou Paper, Čína; Sun Paper, Yanzhou, Tianzhang, Čína; UPM-Kymmene Changshu, Čína; Jiangxi Chenming Paper, Nanchin, Čína; UPM-Kymmene, Rauma, Fínsko; Tullis Russell, Glenrothes, Škótsko; Shandong Bohui Paper Group,

Čína; Výroby Co Ltd, Čína; Cartiere Burgo Verzuolo, Taliansko; Metsä-Serla, Kangas, Fínsko; UPM-Kymmene, Kuusankoski, Fínsko; Komline-Sanderson, Peapack, USA.

Metód regenerácie "s sušenímzber - triedenia - úroveň zahusťovania - drvenie - odvodnenie" používa sa len v jednej papierni (Sappi Ehingen, Nemecko).

Literatúra

[99, Nygard a kol. 1997], [123, Roitto et al. 1997], [141, Kuula et al. 2008], [142, C.Finke a kol. 2009].

7.3.6. Predbežné čistenie odpadových vôd obsahujúcich zmesi farieb

Opis

Náterové chemikálie zahŕňajú niekoľko skupín a druhov, pričom dva hlavné prvky sú pigmenty a spojivá.

Výpuste obsahujúce zmesi farieb možno rozdeliť na dva predovšetkým hlavné druhy:

- Neriedená prebytočná zmes farieb (približne 50 - 70 % sušiny) z "kuchyne farieb" a jednotky farieb. Dávkovací systém (dispersátor, nádrže, čerpadlá, potrubia a zariadenia na nanášanie) sa musí preplachovať počas výmeny produktu a v priebehu prestávok. Okrem toho nie je vždy možné úplne spotrebovať všetku zmes farby a Zvyšky sa tiež vymyjú. Koncentrovaný odpad je možné zhromažďovať v nádržiach alebo mobilných kontajneroch na likvidáciu tuhého odpadu.
- Rozpustené zložky farby z umývacej vody pri umývaní nádrží, potrubí atď.

Obsah sušiny v odpadovej vode obsahujúcej zriedené zmesi farieb je zvyčajne 2 - 4 %. Ak sa tieto odpadové vody vypúšťajú priamo do čistiare odpadových vôd, je potrebné riešiť náhle okamžité maximálne organické zaťaženie v čistiarni (hodnoty Chemická spotreba kyslíka > 10 000 mg/l, ADt 100 000 mg/l). Zriedené úniky je preto lepšie zhromažďovať v nádržiach a pred vypustením do externej čistiare odpadových vôd ich predbežne spracovať.

Ak odpadová voda pred biologickým čistením predbežne neupraví, môže to mať nepriaznivý vplyv na čistiare odpadových vôd a môže to spôsobiť problémy počas primárnej sedimentácie a na následných biologických úrovniach.

Typické predčistenie pozostáva zo zachytávania, zrážania a odvodnenia. Odpadová voda obsahujúca zmesi farieb sa musí oddeliť od ostatnej prevádzkovej vody, zhromažďovať a vypúšťať do nádrže na vyrovnávanie. Odpadová voda prechádza cez stupňové sito a čerpá sa na chemické zrážanie. Chemikálie na flokuláciu sa pridáva v oddieli rýchleho miešania. Ako zrážacie chemikálie sa používajú síran hlinitý a polyaluminiumchloridy. Polyelektrolyt sa používa ako pomocná látka pri flokulácii, ktorá sa dávkuje do flokulačných nádrží. Flokulovaná odpadová voda prúdi do lamelovej usadzovacej nádrže, kde sa suspendované látky usadzujú na dne a čistý prepad sa vypúšťa do kanála na ďalšie čistenie odpadovej vody. Kal zo spodnej časti čistiare sa zhromažďuje v kalovej nádrži a odtiaľ sa prečerpáva do odstredivky na odvodnenie. Odvodnený kal s úrovňou koncentrácie približne 30-40 % sa odváža na regeneráciu odpadu alebo na skládku.

Existuje však aspoň jedna papiereň, kde sa vyzrážané náterové zmesi podstupujú odvodnenie odstredovaním a opätovne sa používajú ako základný náter (prednáter). Táto metóda sa stále vyvíja.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Predovšetkým sú to prevádzkové výhody v čistiarni odpadových vôd (ČOV). Pred vstupom do čistiare odpadových vôd sa zníži celkové množstvo suspendovaných látok (TSS) a organické zaťaženie a minimalizácia náhodného vyliatia (náhodné zaťaženie TSS) do čistiare je vylúčená. Je možné znížiť počet porúch primárnej usadzovacej nádrže, pretože dochádza k menej náhlým poruchám pri usadzovaní suspendovaných látok (NL) alebo k zhusteniu krútiaceho momentu pohonného mechanizmu usadzovacej nádrže. Obmedzuje sa riziko preťaženia usadzovacej nádrže. Poruchy v biologickom systéme sú obmedzené, pretože inertný materiál (pigmentové častice) je v odpadovej vode z náteru vylúčený, ale hromadí sa v aktívnej biomase biologického čistiaceho procesu. Znečisťovanie životného prostredia sa tak

znižuje. Čistý filtrát z čistenia odpadových vôd obsahujúcich zlúčeniny farieb sa môže opätovne použiť na inom mieste vo valcovni, napr. na riedenie povlakovaných alebo nepovlakovaných látok výmetu. Toky odpadových vôd sú však len pod kontrolou a koncentrované, ale odpad zostáva. Preto sa regenerácia a recyklácia odpadových vôd obsahujúcich zmesi farieb považuje za uprednostňovanú možnosť (pozri kapitolu 7.3.5).

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Tento proces sa už mnoho rokov používa v závodoch v celej Európe. Pri odvodnení kalu, ktorý vzniká pri zrážaní, sa však vyskytli určité ťažkosti.

Medzizložkové vplyvy

Oddelenie odpadovej vody obsahujúcej zmesi z farieb od vody prechádzajúcej biologicky upravovanou čistiarňou odpadových vôd má zvyčajne pozitívny vplyv na ďalšie spracovanie biologického kalu. Odvodnený prebytočný kal z hlavnej čistiarne odpadových vôd v papierni sa môže lepšie poddať páleniu, pretože oddelená predbežná úprava odpadových vôd z povrchovej úpravy znižuje obsah popola v hlavných prúdoch kalu.

Pre flokulačnú jednotku sú potrebné chemikálie na flokuláciu a reguláciu pH, čo vedie k určitému zvýšeniu obsahu soli v odpadovej vode.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Predbežné čistenie odpadových vôd z lakovania je možné použiť v nových aj existujúcich prevádzkach. V existujúcich závodoch však môže byť organizácia zberu a odvodnenia odpadových vôd komplikovanejšia a nákladnejšia. Pri nových inštaláciách sa uprednostňuje regenerácia náterových zmesí (pozri kap. 7.3.5).

Ekonomika

Investícia do samostatnej čistiarne odpadových vôd na flokulačný náter predstavuje približne 1,2-1,4 milióna EUR pri výrobe približne 1 000 ADt/deň. Ročné prevádzkové náklady sú 75 000 - 150 000 EUR ročne bez nákladov na skládku.

Dôvody implementácie

Dôvodom prijatia tohto opatrenia sú ťažkosti v externej čistiarňe odpadových vôd, ak sa toto predčistenie nepoužije. Vysoké znečistenie NL a chemické zloženie odpadových vôd z povrchovej úpravy môžu narušiť prevádzku primárneho usadzovania a biologických procesov a spôsobiť problémy s pálením kalu.

Príklady závodov

Početné papierny v západnej Európe (Nemecko, Rakúsko, Francúzsko, Švédsko, Fínsko).

Literatúra

[15, CEPI 1998].

7.3.7. Optimalizovaný návrh a dizajn nádrží a kadí

Opis

K náhodným únikom zvyčajne dochádza v rámci týchto uvedených dôvodov:

- prevádzkové poruchy a zlomy papiera;
- Plánované odstávky na údržbu a spustenia a odstávky potrebné pre prevádzky na výmenu papiera/lepenky;
- Zlá správa bielej vody v nádržiach pod sedlom alebo odpadových nádrží stroja v mokrej časti, alebo odpadových nádrží v suchej časti, alebo maľovanie mimo stroja.

Opatrenia na zabránenie náhodnému úniku chemikálií pri skladovaní a manipulácii s nimi sú opísané v časti 2.9.2.3. Opatrenia na zabezpečenie plynulého chodu procesov a zníženie špičkového zaťaženia nájdete v kapitole 2.9.10.

Najdôležitejším opatrením na hospodárenie s náhodnými únikmi na minimum je dobrá konštrukcia a správa podsedlových nádrží na vodu a odpadových nádrží. V opačnom prípade sa zvyšuje pravdepodobnosť významného priameho vypúšťania vody a pevných látok do kanalizácie. Kapacita zásobníka bielej vody v podsedáku musí zodpovedať potrebám na uskladnenie odpadu, aby počas prestávok papierového pásu alebo pri návrate odpadu do stroja nebola potrebná čerstvá voda. V papierenských strojoch, ktoré vyrábajú natierané druhy papiera, sa musí starostlivo riadiť návrat odpadu zozbieraného z natieracích jednotiek na stroji alebo mimo neho. Dôvodom je, že pomer odpadov z natierania musí byť pod určitou hranicou, aby sa vytvorila potrebná zmes čerstvej papieroviny a rôznych odpadov, aby sa predišlo problémom v mokrej časti papierenského stroja. Túto požiadavku musí objem v sklade skladovaných odpadových farieb zodpovedať.

Hladiny v nádržiach na bielu vodu sa musia starostlivo riadiť podľa zásob odpadu, zásob buničiny/vlákn a výrobných plánov, aby sa zabránilo kalu. Prevádzkovatelia papierní musia byť poučení o nehodách, ktoré vedú k náhodnému úniku.

V prevádzkach, kde sa často mení druh papiera, je kontrola nádrží zložitejšia, pretože sa často udržiavajú malé zásoby, aby sa minimalizovali straty pri čistení spôsobené zmenami druhu papiera. Z tohto dôvodu je tiež potrebné starostlivejšie vykonávať kontrolu charakteristických vstupných hodnôt stroja, aby sa udržalo množstvo vyradenia na nízkej úrovni. V prevádzkach s viacerými papierenskými strojmi sa tieto straty môžu znížiť, ak je iný stroj schopný využiť papierový odpad.

Pokročilá online kontrola (monitorovanie) papierových pásov a parametrov stroja spolu s automatizáciou procesu umožňuje presnejšie riadenie procesu a pomáha znižovať počet prerušení pásu a prevádzkových porúch (pozri časť 7.3.8). Pokročilé riadenie skladovacích nádrží a in-line miešanie môže znížiť potreby v prípadoch, keď sú potrebné skladovacie alebo miešacie nádrže.

V prípade náhodného úniku zabráni vyrovnávacia (retenčná) nádrž náhlemu preťaženiu čistiarne odpadových vôd (ČOV). Odtiaľ je možné únik postupne a kontrolovaným spôsobom vypúšťať do čistiarne odpadových vôd (pozri kapitolu 7.3.10). Čistiareň odpadových vôd je najdôležitejším miestom pre náhodné úniky. V trvalo dobre fungujúcej čistiarni odpadových vôd je dobrá komunikácia medzi personálom čistiarne a prevádzkovateľom čistiarne nevyhnutným predpokladom správneho procesu v prípade náhodného úniku.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Opatrenia znižujú frekvenciu únikov kvapalných alebo tuhých špičiek do čistiarne odpadových vôd.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

V prevádzkovej praxi väčšina papierní sa často používajú dimenzované skladovacie nádrže na bielu vodu a odpad. Zníženie objemov je možné pomocou modelových metód riadenia hladín a prietokov v nádržiach. Dynamické modelovanie prinieslo zlepšenie pochopenia pokročilého riadenia strojových operácií v mnohých prevádzkach.

Medzizložkové vplyvy

Vývoj efektívneho riadenia nádrží na vodu a buničinu vedie k zlepšeniu efektívnosti výroby (prevádzkový čas, kapacita strojov). Veľké skladovacie kapacity podsitnej vody, odpadu a odpadu z náteru slúžia na zvýšenie biologickej aktivity v nádržiach a zásobníkoch, čo môže viesť k nestabilnej prevádzke papierenského stroja a v konečnom dôsledku k výrobným stratám. Vďaka pokročilým metódam riadenia procesov je možné výrazne znížiť objem skladovania.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Kontrola náhodných únikov v závodoch na výrobu papiera je mimoriadne dôležitá a je možné ju uplatniť v existujúcich aj nových závodoch na výrobu papiera. Problémy však môžu nastať v starších prevádzkach, ak nemajú dostatočný priestor na rozšírenie vody alebo uskladnenie buničiny/vlákná.

Ekonomika

Investičné náklady na jednu ďalšiu nádrž na bielu vodu 3 000 m³ a jedné nádrže na odpadovú vodu bez náteru 2 000 m³ možná by predstavovali približne 1,0 - 1,2 milióna EUR. Ak by bola potrebná druhá nádrž na spracovanie odpadu z lakovania, stála by - spolu s potrebným pomocným zariadením, potrubiami a elektrifikáciou - približne 0,4-0,5 milióna EUR. Táto investícia zodpovedá výrobe papiera v objeme 1 000 ADt/deň.

Dôvody implementácie

Po predovšetkým, tieto opatrenia zabráňujú rušivým únikom z prevádzky papierenského stroja do kanalizačného systému Papierne a udržiavajú znečistenie privádzané do čistiarne odpadových vôd na stabilnejšej úrovni. Po druhé, automatizácia procesov v súvislosti so sofistikovanými zásobami bielej vody, buničiny/vlákná a odpadu zlepšuje čas prevádzkyschopnosti stroja a výroby.

Príklady závodov

Početné papierne v Európe.

7.3.8. Merania a automatizácia

Opis

Pre vysoko efektívnu výrobu papiera je dôležité, aby bol proces stabilný a kvalita rovnomerná. Tieto vlastnosti sú nevyhnutné pre šetrnú výrobu k životnému prostrediu. Nestabilita pri príprave látok a v mokrej časti stroja spôsobuje pretrhnutie pásu, a tým aj poruchy vodovodných systémov. Online merania a presná kontrola procesu sú preto kľúčové pre efektívnu výrobu papiera. Hlavné oblasti, v ktorých merania a automatizácia zvyšujú kvalitu, produktivitu a environmentálne vlastnosti, sú uvedené priamo:

- Prevádzka lapača: merania Suspendovaných látok alebo zákalu sú dôležitými ukazovateľmi špičiek, ak je cieľom použiť čistý filtrát v čo najväčšej miere pre vodu na pranie v papierenskom stroji. Tým sa zabráni zbytočným stratám vlákien a znižuje sa znečistenie v čistiarni odpadových vôd. Meranie a riadenie konzistencie vstupných látok uľahčuje optimalizáciu prevádzky diskového filtra.
- Miešanie: počas dávkovania a miešania hustej tkaniny sa stabilizujú odchýlky v konzistencii a kvalite buničiny/vlákná (napr. miera odvodnenia, dĺžka vlákien, obsah popola), aby sa zabránilo odchýlkam kvality na papierenskom stroji.
- Rafinácia: stratégia riadenia rafinácie si vyžaduje aspoň presné merania prietoku a konzistencie. Na dosiahnutie optimálnych výsledkov riadenia rafinácie sú potrebné merania kvality buničiny/vlákná, napr. meranie miery odvodnenia a dĺžky vlákna.
- Kontrola mokrej časti: informácie o celkovom množstve pevných látok v prívodnom boxe a v bielej vode a hodnoty konzistencie výplní poskytujú včasnú indikáciu potenciálnych chemických problémov v mokrej časti. Automatická kontrola retenčných prostriedkov na udržanie rovnomerného množstva jemných vlákien a plnív v papierovom páse je založená na on-line meraní konzistencie vlákien a plnív v malom okruhu. Zavedenie kontroly konzistencie bielej vody výrazne zvýšilo stabilitu prevádzky v mokrom oddiele a znižuje počet prerušení v mokrom oddiele.
- Okrem zmien konzistencie v malom okruhu sú predovšetkým zdrojom problémov s prevádzkou a optimalizáciou papierenského stroja zmeny v toku rozpustených a koloidných materiálov. Potreby kationov sa spolu s pH, teplotou a vodivosťou meria z bielej vody a používa sa na kontrolu škodlivých látok. Zatiaľ čo kontrola retencie prebieha riadenou flokulačnou reguláciou, kontrola náplne sa stabilizuje riadenou koaguláciou.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Zvýšenie produktivity a zníženie prepracovania alebo strát využitím vhodných opatrení a automatizácie má pozitívny vplyv na prostredie (menšie znečistenie tvorbou emisií na výrobok). Výsledkom zlepšenia kontroly procesov zahŕňajúcej lepšiu kontrolu vodných systémov je menej porúch vodných systémov, nižšia spotreba energie a menej odpadu. Dosiahnutie environmentálnych prínosov je ťažké kvantifikovať, pretože závisia od charakteru zariadenia, úrovne produktivity pred zlepšením, druhov vyrábaného papiera atď. Merania a automatizácia uľahčujú hospodárenie s vodou a znižujú znečistenie Čistiareň odpadových vôd a straty surovín.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Merania a automatizácia sa používajú v mnohých existujúcich závodoch na bezproblémové zvýšenie efektívnosti a bežne sa zavádzajú a ďalej rozvíjajú v nových prevádzkach.

Medzizložkové vplyvy

Neboli zaznamenané žiadne negatívne účinky medzi jednotlivými zložkami.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Vyššie uvedené opatrenia a kontroly sú možné v malých aj veľkých, nových aj existujúcich prevádzkach. Najväčšie výhody sa vyskytujú pri výrobe vysokokvalitných konečných produktov.

Ekonomika

Znižovanie počtu prerušení papierového pásu vedie k dlhšiemu času prevádzky stroja, a tým umožňuje vyššiu dennú produkciu. Ušetrí sa energia, ktorá sa v priebehu prestávok zbytočne míňa, napr. na vykurovanie, sušenie valcov a prevádzku čerpadiel.

Vysoká a rovnomerná retencia znamená aj úspory v čistiarni odpadových vôd. Ak sa rovnomernejším riadením retencie dosiahne rovnomernejšie znečistenie odpadových vôd, čistiareň odpadových vôd nemusí byť predimenzovaná na špičkové prietoky.

V porovnaní s týmito úsporami je potrebné zohľadniť investície a náklady na prevádzku zariadenia. Doba návratnosti merania a riadenia je zvyčajne kratšia ako jeden rok od zavedenia. Po vhodnom zaškolení môže zariadenie obsluhovať personál Papierne. Potrebnú údržbu je možné vykonať v prípade potreby zamestnancami Papierne v oblasti elektrotechniky a náradia.

Dôvody implementácie

Merania a automatizácia sa používajú najmä z ekonomických dôvodov a na dosiahnutie vyššej kvality papiera. Vedenie k úspore času pri výrobe papiera (napr. umožňujú rýchlejšiu zmenu druhu papiera, rýchlejší štart, rýchlejší opätovný štart po prerušení pásu), nižším výrobným nákladom (napr. optimalizácia zložiek, efektívne Použitie ADt, menšie spotreby energie) a maximalizáciou kvality papiera (napr. zníženie odchýlok v priereze CD/podlhovom profile MD, optimalizácia odvodňovania, tvarovania/formovania). Optimalizované odvodnenie v danej jednotke sa vyskytne správnou prípravou látok a kontrolou mokrého konca (napr. kontrolou rafinátora a množstva chemikálií). Okrem toho je jednoduchšie zabezpečiť širšiu škálu druhov papiera.

Príklady závodov

Početné papierne v Európe.

Literatúra

[96, Nokelainen a kol. 1995], [97, Nokelainen et al. 1997].

7.3.9. Použitie chemikálií

Opis

Chemické prísady/aditíva prispievajú k znečisteniu odpadových vôd, a preto by sa mali zvážiť techniky využívajúce chemikálie s minimálnymi emisiami do vody. Dva príklady týchto techník sú, raz, minimalizácia uvoľňovania chemikálií (napr. mazadiel alebo látok odolných voči vode), ktoré obsahujú per- alebo polyfluórované zlúčeniny (PFC) alebo prispievajú k ich tvorbe, a prechod na pomocné látky s nízkym obsahom AOX.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Znižovanie emisií do vody.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Minimalizácia úniku chemických ADt (napr. mastnoty alebo vodoodpudivých látok) obsahujúcich per- alebo polyfluórované zlúčeniny (PFC) je uplatniteľná len pre papierenské zariadenia s vlastnosťami odpudzujúcimi mastnotu alebo vodu.

Prechod na pomocné látky vo výrobkoch s nízkym obsahom AOX je uplatniteľný pre zariadenia vyrábajúce papiere s vysokou pevnosťou za mokra.

Dôvody implementácie

Zníženie emisií do vody.

7.3.10. Inštalácia vyrovnávacej nádrže a primárnej úpravy odpadových vôd

Opis

Vo väčšine papierní sa toto opatrenie nepovažuje za samostatnú techniku, ale za predbežné čistenie. Predbežná úprava prebieha zvyčajne pred Čistiarnou na biologickú úpravu s účelom uľahčiť a zlepšiť proces úpravy. V niektorých špeciálnych prípadoch, keď je organické zaťaženie príliš nízke na účinné biologické čistenie, môže byť primárne čistenie jediným spôsobom čistenia odpadových vôd.

Týchto metód zahŕňajú najdôležitejšie:

- Hrubé triedenie prebieha s cieľom odstrániť väčšie predmety a piesok, ktoré by mohli spôsobiť poškodenie následných zariadení.
- V prípade odpadových vôd s veľkými výkyvmi prietoku a obsahu znečisťujúcich látok je možné vyžadovať vyrovnávanie a zadržiavanie úniku. Takéto výkyvy slúžia na narušenie funkcie následných procesov Úpravy, najmä biologických procesov. Ako indikátor vhodnej konštrukcie sa môže považovať čas zdržania v nádrži na vyrovnávanie štyri hodiny. Vhodný čas zdržania v nádrži však závisí od kolísania kvality vody.
- Primárna alebo mechanická úprava. Usadzovanie prebieha s účelom odstránenia suspendovaných látok (NL), ako sú vlákna, častice kôry a anorganické častice (plnivá, častice vápna atď.). Vyžaduje sa určitá minimálna veľkosť častíc. Menšie častice sa usadzujú príliš pomaly na praktické použitie alebo sa neusadzujú vôbec. Preto sa ako prvá fáza pred usadzovacou nádržou používajú mikrofiltre, ktoré umožňujú regeneráciu časti vlákien. Mikroflotáciu je možné použiť aj na primárnu úpravu výrobkov. Niektoré menšie prevádzky používajú ako jediné čistenie odpadových vôd primárnu filtráciu.

Časti usadzujúce sa na dne primárnej usadzovacej nádrže tvoria kal, ktorý sa musí odstrániť. Prietok prebieha prečerpávaním v kruhových usadzovacích nádržiach v kombinácii s prehlbovaním dna. Kal má zvyčajne nízky obsah sušiny, približne 1 - 2 %, a pred konečným odstránením sa musí zahusťovať a podrobiť odvodneniu.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Zníženie úniku celkových suspendovaných látok, ktoré sú anorganické aj organické.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Výsledok primárneho čistenia závisí od vlastností odpadovej vody, ale aj od stupňa vnútornej recyklácie vlákien v celulóžke alebo v Papírenskej továrni. V prípade suspendovaných látok (NL) je možné, že miera odstránenia bude v rozsahu 60-90 %. V prípade sedimentujúcich látok je miera odstránenia zvyčajne vyššia, približne 90-95 %. Hodnoty NL po primárnom usadení môžu byť v rozmedzí 30-200 mg/m³. Vyššie hodnoty sa zvyčajne pozorujú následne pri sekundárnej úprave.

Medzizložkové vplyvy

V čistiarni odpadových vôd vzniká kal, ktorý sa po odvodnení musí ďalej spracovať. Existuje niekoľko rôznych možností ďalšieho upravenia tohto kalu, ktoré do určitej miery závisia od konkrétneho miesta (pozri časti 7.3.13 a 2.9.8). Jednou z možností je pálenie.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Tento proces je možné použiť v existujúcich aj nových závodoch. Na zníženie hydraulického zaťaženia, a tým aj investičných nákladov na usadzovacie nádrže, by prebiehali určité opatrenia na zníženie množstva vody, slúžiace na zníženie hydraulického zaťaženia, najlepšie pred inštaláciou primárneho čistenia.

Ekonomika

Investičné náklady na primárne čistenie pre novú integrovanú papiereň s kapacitou 1 000 ADt/deň vrátane čerpania, primárnej usadzovacej nádrže, odvodnenia kalu a systémov dávkovania chemikálií predstavujú 3,5-4,5 milióna EUR. Prevádzkové náklady závisia najmä od požadovanej spotreby chemikálií (podľa potreby) a dosiahnutie hodnoty 0,4-0,6 milióna EUR ročne.

Dôvody implementácie

Primárna úprava sa používa na zníženie zaťaženia NL v prijímajúcich vôdach alebo v biologickej čistiarni.

Príklady závodov

Početné papierne v Európe.

7.3.11. Aeróbna biologická čistiareň odpadových vôd

Opis

Pozri kapitolu 2.9.11.2.1.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Zníženie emisií organických látok (Chemická spotreba kyslíka, BOD), AOX, fosforu, dusíka a chelatačných (chelatačných) látok do vody.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Tu uvedené emisné znečistenie je výsledkom kombinácie integrovaných procesných techník (pozri kapitoly 7.3.1 až 7.3.10 a primárne čistenie) a biologického čistenia.

V biologickej čistiarni odpadových vôd v papierni sa zvyčajne vyskytuje nasledujúca účinnosť zníženia zaťaženia znečisťujúcimi látkami: aktívny kal: 85-96 % pro BOD₅; 75-90 % chemická spotreba kyslíka. Kombinované systémy, ako sú systémy s aktivovaným kalom v kombinácii napr. s reaktormi s pohyblivým lôžkom alebo biologickými filtrovami, často dosiahnu najvyššiu účinnosť odstraňovania.

Použitím systémov s nízkym zaťažením aktivovaným kalom s pomerom živín k hmotnosti medzi 0,1 a 0,2 kg BOD sa účinnosti znižovania vyskytujú/kg NL x deň. V niektorých prípadoch, aj v prípade zariadení s veľmi vysokým zaťažením, sa uvádza dobrá účinnosť pri znižovaní zaťaženia:

- Biologický filter: až 90 % pre BOD₅ a 80 % pre Chemickú spotrebu kyslíka (*Zdroj: Skúsenosti, napr. z Papierne Crown Van Gelder, 2011*);
- biofilmové reaktory s pohyblivým oddielom (MBBR)/reaktory so suspendovaným oddielom: 85-95+ % BOD₅; 80-90 % Chemická spotreba kyslíka;
- ponorný biofilter: 60-80 % BOD₅; 50-60 % pre Chemickú spotrebu kyslíka.

Účinnosť znižovania ďalej do určitej miery závisí od koncentrácie a vlastností vstupujúcich látok. Úroveň organických látok prichádzajúcich do čistiarne odpadových vôd je ovplyvnená použitými surovinami, druhmi vyrábaného papiera, špecifickou spotrebou vody, chemikáliami použitými (napr. zvýšená prítomnosť polyvinylalkoholu znižuje účinnosť redukcie) a integrovanými procesnými opatreniami.

Po čistení sa v odpadových vodách papierní vyskytujú hodnoty < 50-140 mg Chemická spotreba kyslíka/l v závislosti od stupňa uzavretia vodných systémov. Zvyčajne dosiahnuteľné úrovne BOD₅ sú vyššie ako 25 mg BOD₅/l je možné, aby sa vyskytli hodnoty do 5 mg/l (blízko detekčného limitu). Pomer CHSK/BSK filtrovaných vzoriek odpadových vôd z papierní po biologickom čistení sa zvyčajne pohybuje medzi 4 a 7 alebo 8 (najvyššia hodnota 10). Predpokladom dobre fungujúcich biologických systémov je správny návrh a údržba čistiarne.

Dosiahnuté emisie do vody z neintegrovaných papierní po aeróbnom čistení sú uvedené v tabuľke 7.26, pričom sa rozlišuje medzi druhmi papiera, druhmi použitého vlákninového zloženia a druhmi použitého čistenia odpadových vôd [244, TWG pre celulózu a papier 2007], [248, Hamm 2007], [138, PP TWG 2009].

Tabuľka 7.26: Priemerné ročné emisie z neintegrovanej výroby papieri po biologickom spracovaní

Príklady neintegrovateľných papírnych a zloženia buničiny	Hlásené úrovne emisií dosiahnuté po aeróbnej úprave							Výroba (t) 2006 alebo 2008 a druhy čistenia odpadových vôd
	Chemická spotreba kyslíka	BSK5	Pcelk.	Ncelk.	AOX	NL	Prietok [m3prietok]	
Papierne vyrábajúce nenatieraný papier alebo papiere s natieraným a nenatieraným povrchom (Nemecko (3), Francúzsko (1), Portugalsko (1))								
Papierne 1 (100 % chemické buničiny)	70 mg/l	14 mg/l	1,0 mg/l	2,0 mg/l	0,17 mg/l	24 mg/l	3,2	1,19 milióna, natieraný a nenatieraný bezdrevený papier
	0,23 prietok	0,04 prietok	0,003 prietok	0,007 prietok	0,6 g/t	0,08 prietok		Biologický filter + jednostupňový aktivovaný kal
Papierne 2 (100 % chemické buničiny)	50 mg/l	17 mg/l	0,8 mg/l	2,4 mg/l	0,04 mg/l	19 mg/l	15,6	347 000, natieraný a nenatieraný papier
	0,78 prietok	0,27 prietok	0,010 prietok	0,040 prietok	0,5 g/t	0,3 prietok		Jednostupňový aktivovaný kal
Papierne 3 (95 % chemické buničiny, 5% deň)	17 mg/l	3 mg/l	0,13 mg/l	1,5 mg/l	0,04 mg/l	3,6 mg/l	10,8	287 000, lakované/nelakované
	0,18 prietok	0,03 prietok	0,0014 prietok	0,016 prietok	0,4 g/t	0,04 prietok		Jednostupňový aktivovaný kal
Papierne 4 (100 % chemické buničiny)	50 mg/l	12 mg/l	0,9 mg/l	6,5 mg/l	0,19 mg/l	mg/l	4,6	123 635, nelakovaná
	0,23 prietok	0,056 prietok	0,004 prietok	0,03 prietok	0,9 g/t	0,036 prietok		Jednostupňový aktivovaný kal
Papierne 5 (93 % chemické buničiny, 7 % CTMP)	83 mg/l	13 mg/l	0,45 mg/l	6 mg/l	ND	20 mg/l	8,7	262 758, nenatieraný ofsetový papier
	0,72 prietok	0,11 prietok	0,004 prietok	0,05 prietok	ND	0,16 prietok		Reaktor s pohyblivým lôžkom + jednostupňový aktivovaný kal
Papierne na výrobu natieraného papiera (Francúzsko (1), Švédsko (1))								
Papierne 1 (100 % chemické buničiny)	119 mg/l	9 mg/l	1,0 mg/l	10,1 mg/l	0,2 mg/l	26	6,9	108 913, natieraný papier
	0,82 prietok	0,063 prietok	0,007 prietok	0,07 mg/l	1,4 g/t	0,18 prietok		Jednostupňový aktivovaný kal
Arctic Paper Grycksbo, Švédsko	71 mg/l	ND	0,06 mg/l	0,6 mg/l	0,1 mg/l	16 mg/l	7	265 000, natieraný papier
	0,5 prietok		0,4 g/t	0,004 prietok	1,0 g/t	0,11 prietok		MBBR + chemická Úprava (flotácia)
Hygienické papierne (Francúzsko (1), Spojené kráľovstvo (2), Portugalsko (1), Nemecko (1), Taliansko (1))								
Papierne 1 (100 % chemické buničiny)	65 mg/l	16 mg/l	0 (1)	16 mg/l	ND	0 (1)	6,2	64 496, tissue papier
	0,4 prietok	0,1 prietok	0 prietok (1)	0,1	ND	0 (1)		Biofilmový reaktor s pevným lôžkom + biofilter
Papierne 2 (100 % chemické buničiny)	138 mg/l	13 mg/l	0,08 mg/l	1,8 mg/l	0,3 mg/l	8 mg/l	4	60 000, tissue papier
	0,55 prietok	0,05 prietok	0,0003 prietok	0,007 prietok	1 g/t	0,03 prietok		Biologický reaktor s pohyblivým lôžkom
Papierne 3 (77 % chemické buničiny, 23 % odľahčených látok)	27 mg/l	7 mg/l	1,3 mg/l	0,9 mg/l	ND	11 mg/l	24	120 000, tissue papier
	0,71 prietok	0,19 prietok	0,01 prietok	0,045 prietok	ND	0,28 prietok		Jednostupňový aktivovaný kal
Papierne 5 (100 % chemické buničiny)	114 mg/l	10 mg/l	0,6 mg/l	1,4 mg/l	0,2 mg/l	6 mg/l	5	60 000, tissue papier
	0,57 prietok	0,05 prietok	0,003 prietok	0,007 prietok	1 g/t	0,03 prietok		Biologický reaktor s pohyblivým lôžkom
Papierne 6 (100 % chemické buničiny)	95 mg/l	2 mg/l	0,35 mg/l	5,2 mg/l	0,08 mg/l	12 mg/l	5,8	60 000, tissue papier
	0,55 prietok	0,01 prietok	0,002 prietok	0,03 prietok	0,5 g/t	0,07 prietok		ND (biologická Úprava)
(1) Hoci to nevyzerá dôveryhodne, Papierne uviedlo "0" (údaje sa týkajú výroby buničiny v roku 2008). Poznámka: ND = nie sú poskytnuté žiadne údaje. Zdroje: Dotazníky EIPPCB 2007 a 2009, [248, Hamm 2007], Statistics Sweden 2007								

V prípadoch, keď menšie celulózky vyrábajú štandardné druhy, môžu tieto celulózky dosiahnuť emisie, ktoré sú vo všeobecnosti podobné emisiám väčších celulózní (napr. celulózky RCF vyrábajúce grafický recyklovaný papier s odľahčením a lepenky). Niektoré menšie papierne však vyrábajú špeciálne papiere na objednávku alebo papiere na špecifické použitie (napr. cigaretové papiere, filtračné papiere, dekoračné papiere). Tieto papierne sa od ostatných papierní vyrábajúcich štandardné druhy papiera odlišujú špecifickým prietokom odpadových vôd (špecifický prietok odpadových vôd z papierní vyrábajúcich špeciálny papier je možné, aby sa pohyboval v rozmedzí 13 m³/t a 200 m³/t prietok). Zodpovedajúce znečistenie pre rôzne parametre po čistení je v mnohých prípadoch v rovnakom rozsahu ako pri štandardných triedach a v niektorých prípadoch len mierne vyššie ako pri štandardných bezdrevných triedach. Priemer ročných emisií znečistenia z niektorých špeciálnych papierní po biologickej čistení odpadových vôd je uvedený v tabuľke 7.27 [138, PP TWG 2009], [248, Hamm 2007]. Ďalšie informácie pre špecializované papierne nájdete v oddieli 7.2.2.5.

Tabuľka 7.27: Priemerné ročné emisie do vody z neintegrovateľných špecializovaných papieri po biologickom čistení

Príklady neintegrovaných papiení na výrobu špecializovaných druhov	Hlásené úrovne emisií dosiahnuté po aeróbnej úprave								Výroba (t) 2006 alebo 2008 a druhy čistenia odpadových vôd
	Jednotka	Chemická spotreba kyslíka	BSK5	Pcelk.	Ncelk.	AOX	NL	Prietok [m3pri etok]	
Papierne na výrobu špeciálneho papiera									
Crown Van Gelder, Holandsko; 100 % CP	mg/l	87	23	1,2	5,1	0,2	16	13,0	212 500, špeciálne papiere pre grafiku priemyselných
	kg/t	1,13	0,30	0,015	0,066	0,002	0,20		Biologické filtry, dvojstupňové zariadenia
Papierne 1	mg/l	24	ND	0,22	2,91	0	8	17,4	36 700, natieraný termopapier, atramentový papier
	kg/t	0,42	ND	0,004	0,051	0	0,131		Aeróbna biologická reaktora s pohyblivým lôžkom
Papierne 5	mg/l	17	ND	0,16	2,83	0,04	10	198,0	13 000, obalené čajové vrecúška, obaly na potraviny a nápoje atď.
	kg/t	3,36	ND	0,030	0,560	0,008	1,980		Biofilter
Papierne 8	mg/l	118	ND	0,73	0,32	ND	25	52,4	Reliéfny papier, umelecký papier
	kg/t	5,16	ND	0,040	0,020	ND	1,300		Jednostupňové zariadenie s aktivovaným kalom
Papierne 15	mg/l	34	ND	0,26	1,28	0,14	ND	13,2	130 000, kriedový samoprepisovací papier, ozdobný papier, papier Finetech
	kg/t	0,31	ND	0,003	0,013	0,002	ND		Reaktor s pohyblivým lôžkom
Prado-Cartolinas de Lousã, Portugalsko, 100 % CP	mg/l	113	ND	1,25	2,8	0,05	31	16,5	24 310, biela a farebná lepenka Bristol
	kg/t	2,03	ND	0,020	0,040	ND	0,55		Biofilmový reaktor s pevným lôžkom + O3
Pucara Roigheim, Nemecko, 100 % CP	mg/l	48	7	0,06	3,6	ND	4	35	14 500, papier na izoláciu
	kg/t	1,7	0,2	0,002	0,124	ND	0,14		filtrácia
Julius Glatz Neidenfels, Nemecko, 100 % CP	mg/l	17	4	0,26	0,77	0,02	3	74	48 000, cigaretový papier, bezdrevný papier
	kg/t	1,2	0,3	0,02	0,056	0,002	0,2		Biofilter
Munksjö Paper Aalen, Nemecko, 100 % CP	mg/l	21	4	0,10	6,0	0,20	2	47	75 000, dekoratívny papier
	kg/t	1,0	0,2	0,005	0,3	0,01	0,1		Biofilter
Cordier Bad Dürkheim, Nemecko, 35 % CO2, 65 % krátka bavlna	mg/l	68	6	0,02	1	0,36	ND	20	13 440, vlastný grafický a papier na výrobu
	kg/t	1,4	0,12	0,0004	0,019	0,007	ND		Aktivovaný kal, flotácia

Poznámka: CP = nakúpená chemická buničina; ND = žiadne poskytnuté údaje.

Zdroj: Dotazníky EIPPCB, [248, Hamm 2007], údaje o Papierom podniku Crown Van Gelder získané prostredníctvom pripomienok TWG k 1. návrhu PP BREF, 2011.

Niektoré z pridaných živín sa zvyčajne uvoľňujú spolu s upravenou odpadovou vodou. Ak je systém dobre optimalizovaný, priame vypúšťanie živín v množstve 1 mg P_{celkovej}/l a pod 10 mg N_{anorg}/l (ako priemer dennej hodnoty).

Pri aeróbnom čistení odpadových vôd sa tvorí prebytočný kal, ktorý sa musí zahusťovať, podrobiť odvodneniu a priamo podrobiť úprave. Typická hodnota pre zariadenia s nízkym zaťažením aktivovaným kalom je v rozmedzí 0,3-0,4 kg prebytočného kalu/kg redukovaného BOD₅ (v sušine). Niekedy je možné pozorovať aj mierne vyššie hodnoty. Úprava nízkych úrovní BOD₅ v ponorných biofiltroch vedie k menej prebytočnému kalu: približne 0,2 kg prebytočného kalu/kg zníženej BOD₅ (v sušine). Zariadenia s veľmi vysokým zaťažením spôsobujú vyššiu špecifickú tvorbu prebytočného kalu. Elektrická energia je potrebná na prevzdušňovanie aktívnej biomasy a pre čerpadlá. Špecifická spotreba energie na 1 kg znížovania BOD₅ vyskytuje sa 0,3-3 kWh. Závisí to predovšetkým od druhov a konštrukcie použitého aeračného systému, projektovaného zaťaženia systému s aktivovaným kalom:

- systémy s aktivovaným kalom s veľmi vysokým zaťažením vyžadujú približne 0,3-0,5 kg O₂/kg znížovaného BOD₅;
- systémy s nízkym zaťažením vyžadujú 1,5-2 kg O₂/kg znížovaného BOD₅.

Výsledkom je, že úprava s aktivovaným kalom s veľmi vysokým zaťažením spotrebuje približne 0,5 kWh/kg znížovaného BOD₅. Úprava s aktivovaným kalom s nízkym zaťažením približne 1,5-2 kWh/kg znížovaného BOD₅. Ak je však systém s nízkou záťažou dobre navrhnutý, je možné dosiahnuť hodnotu spotreby < 1 kWh/kg znížovaného BOD₅ [91, Möbius 1997]. Túto hodnotu možno použiť aj na porovnanie očakávaných prevádzkových nákladov rôznych odpadových systémov.

Medzizložkové vplyvy

Aeróbná biologická úprava odpadových vôd spotrebúva energiu (napr. na aerátory a čerpadlá) a produkuje kal, ktorý si zvyčajne vyžaduje úpravu pred použitím alebo odstránením. Čističky odpadových vôd z papieri môžu najmä v letnom období slúžiť na produkciu nepríjemného zápachu. Ak je čistenie odpadových vôd správne navrhnuté a riadené, je možné vyhnúť sa nepríjemnému zápachu (pozri oddiel 2.9.14).

Technické kritériá uplatniteľnosti

Nemôže sa použiť v zariadeniach, kde je biologické znečistenie odpadových vôd po primárnom čistení veľmi nízke, takže biologické čistenie nie je technicky ani ekonomicky uskutočniteľné.

Ekonomika

Týchto údajov o investičných nákladoch na biologickú úpravu poskytujú len hrubú predstavu o rozsahu súvisiacich výdavkov. Pri porovnávaní investičných nákladov na základe upraveného zaťaženia znečisťujúcimi látkami (napr. kg Chemická spotreba kyslíka) je dôležité mať na pamäti, že čistiare sú často predimenzované tak, aby zohľadňovali možné budúce zvýšenie výroby.

Uvedené sú niekoľko príklady čistiacich systémov v francúzskych závodoch na výrobu papiera:

- aktivovaný kal pre Papierne (výroba papiera 200 t/deň): 2 milióny EUR;
- aktivovaný kal pre Papierne (výroba papiera 300 t/deň): EUR;
- biofiltrácia pre špeciálnu papieriňu (výroba papiera 130 t/deň): 1,5 milióna EUR;
- aktivovaný kal pre Papierne (výroba papiera 260 t/deň, čo zodpovedá 2,5 t Chemická spotreba kyslíka/deň): 2 milióny EUR;
- aktivovaný kal pre celulózu na výrobu vlnitej lepenky (výroba papiera 100 t/deň): EUR (všetkých údajov je veľa z [CTP, Grenoble 1]).

Investičné náklady možno zhrnúť takto:

- úprava aktivovaného kalu: 300-600 EUR za kg Chemická spotreba kyslíka/deň;
- biofiltrácia: 500 EUR za kg Chemická spotreba kyslíka/deň.

Investičné náklady majú najmä závislosť od množstva znečisťujúcich látok, ktoré sa majú denne odstrániť.

Dôvody implementácie

Mnohé členské štáty stanovili požiadavky na odpadové vody vypúšťané z papierní, ktoré považujú biologické čistenie za BAT v danej oblasti. V dôsledku toho museli mnohé európske papierne vybudovať biologické ČOV alebo iné systémy čistenia s porovnateľnou účinnosťou.

Príklady závodov

V európskych závodoch na výrobu papiera je v prevádzke mnoho aeróbnych čistiarní odpadových vôd.

Literatúra

[91, Möbius 1997], [Údaje o nákladoch z CTP, Grenoble, 1999], [113, PTS 1998], [138, PP TWG 2009], [244, TWG pre celulózu a papier 2007], [248, Hamm 2007].

7.3.12. Terciárna úprava odpadových vôd - chemické zrážanie

Po stránkepísanie

Pozri kapitolu 2.9.11.3.1.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Znižovanie emisií fosforu a NL a čiastočne organických látok (tuhé časti a koloidné zložky).

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

V tabuľke 7.28 sú uvedené výsledky priemerných ročných hodnôt zo švédskych papierní, kde sa chemické zrážanie používa v kombinácii s biologickou úpravou. Švédske celulózy a papierne rôznych druhov používajú chemické zrážanie: neintegrované celulózy (natieraný papier, tissue papier), integrované celulózy RCF, výrobu papiera, celulózy CTMP alebo integrované celulózy s chemickým zrážaním (pozri kapitolu 3.3.14). V tabuľke 7.28 nie sú nevyhnutne uvedené papierne, ktoré používajú BAT na úpravu vody; sú v nej uvedené úrovne emisií, ktoré sa vyskytujú pomocou chemického zrážania pre cieľové parametre, t. j. NL, N a P. Zaťaženie CHSK je touto úpravou ovplyvnené menej.

Tabuľka 7.28: Výkonnosť chemického zrážania/flokulačnej úpravy ako samostatného alebo terciárneho čistenia odpadových vôd z Papierní

Papierne, druhy papiera, procesy výroby buničiny	Prietok odpadových vôd	Chemická spotreba kyslíka po úprave (1)		NL (1)		P _{celkovej} (1)		NO _{celkovej} (1)	
		m ³ prietok	kg/t	mg/l (2)	kg/t	mg/l (2)	kg/t	mg/l (2)	kg/t
Munkedal, zakúpená chemická buničina	3	0,5	166	0,2	66	2,1	0,7	35	12
Nyboholm, tissue papier, nakúpená chemická buničina	13	2,2	170	0,3	23	4	0,3	33	2,5
Grycksbo, natieraný papier, nakúpená chemická buničina	7	0,5	71	0,11	16	0,4	0,06	4	0,6
Hallsta, papier, RCF s osvetlením	12	5,3	441	0,4	33	3	0,25	48	4
Ortviken, papier, TMP	20	3,8	190	0,2	10	4	0,2	79	4
Braviken, papier, RCF s bleskom	15	2,4	160	0,4	27	5	0,33	75	5
Vnútrozemie, RCF bez osvetlenia	24	4,9	204	0,7	30	13	0,5	82	3,4
Katrinefors, tissue papier, RCF s odľahčením	51	3,4	66	0,5	10	6	0,12	175	3,4
Edet, tissue papier, RCF s odľahčením	37	4,7	127	0,78	21	10	0,3	141	3,8
Fors, CTMP, baliaci papier	27	6	222	0,4	15	3	0,1	57	2,1
(1) Úrovně emisií sa vzťahujú na množstvo vyrobeného papiera (a nie na vyrobenú buničinu).									
(2) Úrovně koncentrácie vypočítané z nahlásených ročných prietokov a znečistenia odpadových vôd.									
Zdroj: Švédská asociácia lesného priemyslu a Štatistický úrad Švédska 2007									

V porovnaní so surovou odpadovou vodou (pred akýmkoľvek spracovaním, napr. pred primárnym usadzovaním) sa znižuje o 97-99 % v prípade NL a 70 % v prípade Chemickej spotreby kyslíka. Znižovanie Chemickej spotreby kyslíka sa vyskytuje najmä pri znížení NL. Rozpustná časť Chemickej spotreby kyslíka (a BOD) znižuje sa len mierne (približne o 10 %). Znižovanie obsahu rozpustných zložiek ovplyvňujúcich Chemickú spotrebu kyslíka a BOD sa vyskytuje pri biologickej úprave (pozri kapitolu 7.3.11).

Pomer CHSK/BSK približne 3 po chemickom zrážaní naznačuje, že väčšinu odstránenej CHSK tvoria menej biologicky rozložiteľné, a teda potenciálne škodlivejšie látky. To tiež naznačuje, že táto odpadová voda je vhodná na ďalšie biologické čistenie.

Množstvo vyprodukovaného kalu sa pohybuje v rozmedzí 3-6 kg/m³ vrátane 60 - 80 % vody (po lisovaní alebo odstredovaní je obsah sušiny približne 20 - 40 %).

Náklady na chemikálie sú zásadné a Úprava je selektívna; neutrálne látky sa nedajú zachytiť tak účinne ako disociované ióny alebo koloidné a pevné častice.

Medzizložkové vplyvy

Zrážanie NL, živín a v menších oddieloch aj organického materiálu s anorganickými chemikáliami vedie k vzniku veľkého množstva kalu, ktoré sa ťažko odvodňuje a často sa ukladá na skládky. Použitím zrážacích činidiel sa množstvo solí (chloridov alebo síranov) v odpadovej vode zhustí. Množstvo použitých kovových solí sa zvyčajne pohybuje medzi 200 g/m³ až 400 g/m³.

Úprava spotrebúva určitú energiu pre čerpadlá a pohony.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Uplatniteľné pre nové a existujúce papierne. Používa sa najmä v menších prevádzkach.

Ekonomika

Investičné náklady na chemické čistenie predstavujú 1 milión EUR pre Papierňu s kapacitou 100 ton za deň. Kapitálové náklady na chemické zrážanie zahŕňajú vyrovnávaciu nádrž, zariadenie na rozpúšťanie chemikálií, zariadenie na dávkovanie chemikálií, zrážacie a flokulačné zariadenie a usadzovaciu nádrž. O prevádzkových nákladoch neboli k dispozícii žiadne údaje.

Dôvody implementácie

Chemické zrážanie odpadových vôd z neintegrovaných papierní sa zvyčajne používa vtedy, keď je potrebné odstrániť živiny, NL a nerozpustné organické látky v odpadových vodách.

Príklady závodov

Pozri tabuľku 7.28.

Literatúra

[Švédská asociácia lesného priemyslu a Štatistický úrad Švédska 2007]

7.3.13. Odvodnenie a zahusťovanie kalu pred konečným odstránením alebo spaľovaním

Opis

Pri výrobe buničiny a papiera a v príslušných čistiarniach odpadových vôd vzniká veľké množstvo kalu v primárnej čistiarni, biologickej čistiarni odpadových vôd a v chemických flokulačných zariadeniach vrátane čistenia zmesí na farby. Prevzdušňované lagúny a anaeróbne zariadenia zvyčajne produkujú menej kalu.

Spracovanie kalov v závodoch na výrobu papiera zahŕňa tieto hlavné fázy:

- opätovné zvýšenie použitia vlákňitého kalu z primárneho spracovania, ktoré sa v mnohých prípadoch praktizuje;
- zahusťovanie a odvodnenie vlákňitého/biologického/(chemického) kalu;
- konečné odstránenie odvodneného kalu.

Opätovné použitie vlákňitého kalu sa praktizuje tam, kde je to vhodné vzhľadom na požiadavky na výrobu. V prípade prítomnosti biologického/chemického kalu je možné aspoň časť vlákňitého kalu odvodniť namiesto jeho opätovného použitia. Je to preto, že biologický a chemický kal má veľmi zlé vlastnosti pri odvodnení a zvyčajne sa mieša s určitým množstvom vlákien, aby sa dosiahli prijateľné vlastnosti pri odvodnení.

Cieľom odvodnenia je odstránenie čo najväčšieho množstva vody z kalu, čo znižuje náklady na prepravu a uľahčuje konečnú likvidáciu. Na túto činnosť sú k dispozícii rôzne druhy mechanických zariadení.

Biologický a chemický kal sa pred odvodnením a zahusťovaním zvyčajne vopred odvodňuje. To znamená zvýšenie obsahu sušiny z približne 1-2 % na 3-4 % alebo veľmi viac. Predbežné odvodnenie kalu prebieha zvyčajne v kalových sitách, kotúčových zahusťovačoch kalu, hydrostatických kotúčových zahusťovačoch a v prípade biologického kalu aj využitím zahusťovacích odstrediviek.

Pred odvodnením sa kal musí za normálnych podmienok upraviť pomocou flokulantov. Zvyčajne sa pridáva polyelektrolyt. To uplatňuje sa najmä pre zmesi kalov s biologickým alebo chemickým kalom, ale kaly obsahujúce vlákna sa často upravujú aj pridaním flokulantov.

Odvodňovacie zariadenia zahŕňajú tieto druhy:

- pásové lisy (lisy s dvojitém sitem),
- závitovkové lisy,
- dekantačné odstredivky,
- komorové filtračné lisy.

Zariadenia inštalované priebehu 80. a 90. rokov 20. storočia boli vybavené pásovými lisami. Tieto lisy sú spoľahlivé a produkujú relatívne vysoké hodnoty sušiny (DS): 40-50 % kalu z buničiny a 25-40 % zmiešaného, vláknitého a biologického (chemického) kalu. Najnovším trendom je však použitie závitovkových lisov.

Skrutkovacie lisy slúžia na použitie dvoma spôsobmi:

- zvýšenie obsahu sušiny po odvodnení pomocou pásového lisu; je možné dosiahnuť zvýšenie obsahu sušiny približne o 10 %;
- priame odvodnenie; v porovnaní s odvodňovaním na pásovom lise je možné dosiahnuť vyšší obsah sušiny.

Už niekoľko rokov sa v dôsledku zvýšeného záujmu o pálenie kalov, ktoré si vyžaduje vysoké hodnoty obsahu sušiny, čoraz častejšie používa sa používa šnekové lisy. Pri spaľovaní kalu sa musí zohľadniť aj sušenie kalu, aby sa zlepšila výhrevnosť (pozri kapitolu 2.9.6.1.4).

V prípade kalov s veľmi zlými vlastnosťami pri odvodnení, ako sú čisté chemické kaly alebo biologické kaly (v prípade oddeleného odvodňovania), sa zvyčajne používajú dekantačné odstredivky. Tieto lisy produkujú vyšší obsah sušiny ako pásové a šnekové lisy.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Odvodnenie kalu je možné využiť na zníženie objemu a hmotnosti kalu, čo má za následok nižšie náklady na prepravu a menší objem na odstránenie.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Nepretržite fungujúce rotačné bubnové filtre alebo gravitačné diskové zahusťovače sa používajú aj v papierenskom priemysle na predbežné odvodnenie vláknitého kalu, pričom sa získa približne 8 % sušiny spolu s čistým filtrátom s nízkou koncentráciou suspendovaných látok.

Vo všetkých papierňach a lepenkových závodoch sa používajú rôzne druhy odvodňovacích zariadení, od bubnových filtrov s nízkou účinnosťou (z hľadiska obsahu sušiny) až po vysokoúčinné skrutkové lisy. Vo väčšine prípadov sa osvedčili pásové lisy (lisy s dvoma sítami) a šnekové lisy používané na dosiahnutie vysokej sušiny kalu.

Medzizložkové vplyvy

Neboli hlásené žiadne rozsiahle účinky.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Opatrenie je možné uplatňovať v nových aj existujúcich prevádzkach.

Ekonomika

Uvedené náklady sa vzťahujú na množstvo a druhy zahusťovaného a odvodneného kalu. Celkové investičné náklady na systém zahusťovania a odvodnenia kalu v papierenskom priemysle vrátane predhusťovača a závitovkových lisov (len strojné zariadenia, bez prístrojového, elektrického a riadiaceho zariadenia, potrubí, ventilov alebo stavebnej techniky) podľa údajov dodávateľa [108, Krieger, Bellmer 2010] sú:

- pre 5-10 BDt/deň, t. j. suché tony kalu za deň: približne 16 000-31 000 EUR za tonu kalu (suchého) za deň
- pre 50-100 BDt/deň: približne 8 000-16 000 EUR BDt/deň.

Nižšie hodnoty sa vzťahujú na kaly s lepšími odvodňovacími vlastnosťami, ako sú vláknité kaly alebo odľahčujúce kaly; vyššie hodnoty sa vzťahujú na kaly s vyššími biologickými a chemickými pomermi kalu, ktoré sa ťažšie odvodňujú. Obsah sušiny v kalu sa zhušťuje z 1,5-3 % na 40-60 %.

Prevádzkové náklady skrutkových lisov sú:

- náklady na energiu: 1,5-3 EUR/t kalu (suchého) za deň;
- náklady na flokulanty: 4-16 EUR/t kalu (suchého) za deň;
- ročné náklady na údržbu dosiahnu 5 - 10 % investičných nákladov na strojné zariadenie (najmä v prípade obrábania šnekových hriadeľov a nových zariadení na triedenie).

Náklady do určitej miery závisia od zloženia kalu a potreby chemikálií na flokuláciu.

Dôvody implementácie

Dôvodom zaradenia tejto techniky je vysoký obsah sušiny pri preprave a konečnom odstránení. Pri tejto technike sa dosiahne najvyšší možný obsah sušiny, a teda vyššia výhrevnosť, ak sa ako konečná úprava zvolí pálenie.

Príklady závodov

Početné papierne na celom svete pre všetky druhy vypúšťaných odpadových vôd.

Literatúra

[1, Finnish BAT Report 1997], [75, Pöyry 1997], [108, Krieger, Bellmer 2010].

7.3.14. Prevencia, použitie, recyklácia a úprava zvyškov z procesov

Pozri kapitolu 2.9.8.

7.3.15. Úspora energie pri výrobe papiera

Opis

Východiskom pre zlepšenie energetickej účinnosti je často Určenie referenčnej hodnoty. "Určenie najlepších postupov" spočíva v porovnávaní spotreby pary a elektrickej energie vlastných procesov závodu s úrovňou výkonnosti najlepších závodov, ktoré používajú podobné procesy a vyrábajú podobné výrobky. Benchmarking vám umožňuje posúdiť potenciál na zlepšenie spotreby energie a vypracovať plány na zlepšenie energetickej účinnosti. Spotreba pary a elektrickej energie v procesoch sa určí, pokiaľ je to možné, na celkovej integrovanej báze lokality, pričom sa zohľadnia všetky potrebné oddelenia procesov, napr. úprava vody, elektrárne, čistenie odpadových vôd, odkorňovanie (ak sa používa), výroba buničiny a výroba papiera.

Najvhodnejšou metódou na určenie hmotnostnej a energetickej bilancie procesov a celej prevádzky je použitie simulačných modelov. Existujú predbežné modely pre rôzne druhy papiera. Modely sa dajú relatívne ľahko overiť využitím primeraného počtu meraní a zjednodušením základných procesných modelov. Na zadanie údajov do modelov je potrebné poznať množstvo nakúpenej elektriny a palív, ako aj podrobnú spotrebu elektriny. Je tiež potrebné poznať priemernú spotrebu a výkyvy spotreby energie v priebehu.

Hodnoty spotreby energie spolu s technológiami použitými v procese tvoria referenčnú hodnotu, ktorú možno následne porovnať s najlepšími zariadeniami. Toto referenčné porovnanie však komplikuje skutočnosť, že žiadne dva mlyny nie sú úplne rovnaké a že mlyny fungujú rôznymi spôsobmi. Existuje mnoho rozdielov v hodnotách špecifickej spotreby energie pre určité druhy papiera.

Po stanovení referenčnej hodnoty môžu prevádzkovatelia mlynov vyhodnotiť, ako možno zlepšiť energetickú účinnosť na základe zmien v procese a prevádzke. Niektoré z týchto opatrení súvisiace s investíciami do výmeny, rekonštrukcie alebo modernizácie technologických zariadení zvyčajne nie sú zamerané len na úsporu energie. Zároveň zvyšujú efektívnosť výroby, zlepšujú kvalitu výrobkov a znižujú celkové náklady. Prierezové opatrenia, ktoré znižujú spotrebu energie v buničínových výrobách, ktoré sa vzťahujú na väčšinu druhov papiera, sú uvedené v kapitolách 2.9.5 a 2.9.6.

Na analýzu potenciálu na zlepšenie závodov je možné použiť súvisiace techniky uvedené v tabuľke 7.29. Dosiahnutie úspor pomocou konkrétnej techniky je len orientačné, pretože na získanie presnejších a spoľahlivejších hodnôt je vylúčené poznať skutočné úrovne spotreby energie v danej jednotke (pred zavedením týchto opatrení) a vplyv integrácie techník úspory energie. Zloženie znečistenia má tiež rozsiahly vplyv na hodnoty spotreby. V niektorých prípadoch môžu požiadavky na procesy kvality papiera obmedziť použitie určitých techník a niekedy nie je možné alebo ekonomicky výhodné zaviesť nové techniky do starých papierní. Väčšina opatrení uvedených v tabuľke 7.15 je diskutovaná v tomto dokumente (pozri prvý stĺpec vľavo pre krížové odkazy), ostatné sú prevzaté z [249, Blum et al. 2007].

Tabuľka 7.29: Súvisiace opatrenia na úsporu energie a orientačný potenciál zlepšenia

Číslo, kapitola BREF (i)	Technika/opatrenie	Príslušné procesy	Dosiahnutie úspor (kWh/t)		Druhy papiera (v prípade potreby)
			Elektrická energia	Teplo	
#1, 6.3.10.1	Rozvlákňovanie HC (do 20 %)	Rozvlákňovanie	3-8	-	Papier na báze RCF
#2, 6.3.10.2	Vysoko účinné triedenie	Triedenie	2-10	-	Papier na báze RCF
#3, 6.3.10.3	Vypnutie disperzného prostriedku (vyžadujú sa testy)	Rozptyl	15-30	10-20	Papier na báze RCF
#4, 2.9.6.2.3	Presnejšie dimenzovanie čerpadiel, riadenie čerpadiel s premenlivými otáčkami, bezprevodové pohony	Rozvlákňovanie, triedenie, úprava, prílev	20-30	-	Všetky druhy
#5, 7.3.15.2	Optimalizácia existujúcich rafinérskych zariadení	Raфинácia buničiny/vlákná	5-15	-	Bezdrewný jemný papier, tissue papier, špeciálny papier
#6, žiadne	Špičkové rafinačné technológie	Raфинácia buničiny/vlákná	do 100	-	Bezdrewné jemné papiere, tissue papiery a špeciálne papiere
#7, žiadne	Parná komora	Stlačenie	-	Približne 50	Mechanické vlákno, závody na báze RCF
#8, 2.9.6.2.1	Optimalizácia vákuových systémov (napr. turbodúchadlá namiesto vodných čerpadiel)	Tvarovanie (formovanie), odvodnenie, lisovanie	10-60	-	Všetky druhy
#9, 7.3.15.1	Lisy na topánky alebo prídavné lisy (zhustiť obsah pevných látok pred sušením)	Stlačenie	-	ADt 200	Tlačový a písací papier, papier na báze RCF
# 10, 2.9.6.1.2	Použitie termokompresorov (znižuje straty v kondenzátoroch)	Sušenie	-	5-120	Všetky druhy
#11, žiadne	Optimalizácia výroby a údržba distribučnej siete	Stlačený vzduch	5-10	-	Všetky druhy
#12, 7.3.15.3/ 2.9.6.1.3	Optimalizácia rekuperácie tepla, vzduchového systému, izolácie	Sušenie	-	40-100	Všetky druhy
#13, 2.9.6.2.2	Použitie motorov s vysokou efektívnosťou (EFF1)	Všetkých subsystémov	0-15	-	Všetky druhy
#14, 5.3.9	Rekuperácia tepla z rafinérií TMP	Raфинérie TMP	-	1 000 (1 500 prietokov/t buničiny)	Preteky TMP
#15, 7.3.15.3	Spätná rekuperácia tepla z horúcej odpadovej vody z bielenia	Bielenie	-	5-10	Mechanické, TMP, RCF
#16, 2.9.6.1.1	Rekuperácia tepla z axiálnych ventilátorov (ak sa používajú) na privádzanie vzduchu do sušiaceho krytu	Sušenie	-	20-30	Všetko okrem tissue papiera
#17, 7.3.15.3	Rekuperácia tepla zo vzduchu odvádzaného z Yankeeho valca na sušenie s biologickou čistiacou vežou	Sušenie	-	ADt do 50	Tissue papier
#18, 7.3.15.3	Ohrev vody v spreji s výmenníkom tepla	Tvarovanie (formovanie) a odvodnenie, lisovanie	-	ADt 30	Všetky druhy
#19, 2.9.6.1.4	Použitie odpadového tepla na sušenie kalu alebo zlepšenie kvality odvodnenej biomasy	Úprava odpadových vôd	-	30 až 50	Všetky druhy
#20, žiadne	Rekuperácia tepla z horúceho odpadového vzduchu z infračerveného zariadenia	Sušenie náterových zmesí	-	ND	Maľované druhy

(i) Hodnoty uvedené pre každú techniku sú tiež uvedené v tabuľke 7.31: Spotreba energie súvisiaca s využitím BAT. Ak nie je uvedený križový odkaz, opatrenie je prevzaté z [249, Blum et al. 2007] a. Priamo opísané tu.

Medzi ďalšie opatrenia, ktoré tiež súvisia s energetickou účinnosťou, patrí podporovaná manipulácia s pásmi, aby sa znížil výskyt ich pretrhnutí, alebo dobré hospodárenie s vodou (Použitie a recirkulácia vody). Vo väčšine prípadov úspora vody znamená úsporu energie, pretože je súvisiaca s vyššou teplotou procesu a ohrevom menšieho množstva vody. Uzavreté systémy chladiacej vody môžu v niektorých prípadoch znížiť celkovú spotrebu vody takmer o 20 m³/t papiera.

Uplatnením uvedených opatrení na úsporu energie je možné zistiť orientačné úrovne spotreby energie v tabuľke 7.30.

Tabuľka 7.30: Orientačné úrovne spotreby energie na teplo a elektrinu v rôznych neintegrovateľných závodoch na výrobu grafického a tissue papiera s konvenčnými systémami sušenia

Druh papiera	Orientačná úroveň spotreby energie na prevádzkové teplo (kWh/t)	Orientačná úroveň spotreby elektrickej energie (kWh/t)
Neintegrovateľná papiera na výrobu grafického papiera (natieraného alebo nenatieraného)	1 300-1 700 (horná hranica rozsahu sa zvyčajne vzťahuje na maľované druhy)	550-800 (horná hodnota rozsahu zahŕňa lakovanie a zušľachtovanie)
Neintegrovateľná hygienická papiera	1 800-2 100	900-1 100
Špeciálny papier	Neuplatňuje	
(**) Vzhľadom na vysokú rozmanitosť výrobkov, rôzne zloženie surovín a výrobné procesy sa hodnoty spotreby energie v jednotlivých papierňach značne líšia.		

Pre orientačné úrovne spotreby energie uvedené v tabuľke 7.30 boli použité tieto systémové limity:

- (1) Úrovne spotreby energie sa vzťahujú na celú čistú výrobu celulózy a zahŕňajú čerpadlá, miešadlá a stlačený vzduch. Zahnuté sú aj periférne subsystemy pre surovú a odpadovú vodu, kal a odpadovú vodu, napr. flotácia rozpusteným vzduchom, závitkové lisy pre odpadovú vodu alebo lisy na kal a čistenie odpadovej vody.
- (2) Rozpätia hodnôt zahŕňajú všetky procesné jednotky súvisiace s prípravou látok a výrobou papiera/lepenky, od dopravníka surovín alebo buničiny až po poslednú rezačku pásu, t. j. pred konverziou.
- (3) Hodnoty spotreby energie nezohľadňujú primárne energetické vstupy palív na výrobu energie, ale predstavujú prevádzkovo spotrebované teplo a elektrinu. Elektrické infračervené (IR) sušičky sú časťou spotreby energie.
- (4) V prípade tepla sa hodnoty spotreby vzťahujú na tepelnú kapacitu použitej pary a na výhrevnosť plynu v prípade IR alebo sušičov vzduchu. Plynné infračervené sušičky sú zahrnuté v spotrebe tepla.

Okrem výberu techniky je dôležitým aspektom aj spôsob prevádzky (energeticky účinné procesy) a riadenie energie v zariadení (pozri kapitolu 2.9.5). Zariadenie sa často nevyužíva s optimálnou energetickou účinnosťou a zlepšením riadenia je možné dosiahnuť ďalšie úspory.

Metóda ekonomickej optimalizácie tepelnej integrácie ("pinch metód") v papierňach môže byť užitočným nástrojom pre prechod na energeticky optimalizované procesy.

V tabuľke 7.31 sú uvedené príklady hodnôt špecifickej spotreby energie (SEC) pre rôzne druhy papieru, ktoré využívajú kombináciu energeticky účinných techník. Zhrnuté sú aj niektoré charakteristiky závodov, napr. použité suroviny, použité techniky a veľkosť prevádzky. Použité BAT sú očíslované podľa tabuľky 7.29 uvedenej v texte.

Potreby energie sú aj závislé od kvality výrobkov (najmä v závodoch na výrobu tkanív). Preto by sa hodnoty spotreby energie papiera uvedené v tabuľke 7.31 mali považovať len za orientačné údaje o prevádzkových potrebách tepla a elektrickej energie energeticky účinných papieru. Potenciál zlepšenia založený na použití všetkých dostupných techník spolu s optimalizáciou integrácie procesov je možný v porovnaní s týmito výrobnými linkami na papier a môže byť rozsiahly.

Tabuľka 7.31: Príklady spotreby energie v súvislosti s používaním určitých techník na výrobu rôznych druhov papiera

Druhy papiera	Spotreba tepla a elektrickej energie (prietok/t)		Použitie surovín	Poznámky	Odkaz	Druh papierne	Používané techniky (pozri tabuľku 7.28)
Integrované, mechanicky lakované	Napájanie	1 200	40 % mechanickej buničiny, 30 % primárnych vlákien, 30 % pigmentov farieb	Linka na výrobu buničiny drevnej hmoty	[249, Blum a kol. 2007]	600 000 t/rok časopisového papiera na troch papierenských strojoch	#7; #9; #10; #13; #15; #16; #18
	Teplo	1 700					
Integrované, nenatreté bez dreva	Napájanie	600	100% panenské vlákna (+ plnivá)		[249, Blum a kol. 2007]	400 000 t/rok tlačiarenskeho papiera na dvoch papierenských strojoch	#4; #6; #10; #13; #18
	Teplo	1 300					
Integrované, bez náteru dreva	Napájanie	600	60 % primárnych vlákien 40 % plnidiel a pigmentov na farby		[249, Blum a kol. 2007]	300 000 t/rok natieraného bezdrevného papiera na dvoch papierenských strojoch	#4; #13; #10
	Teplo	1 200					
RCF bez osvetlenia (obal)	Napájanie	300	100 % recyklácia papiera (bežná kvalita)	Druhy: ryhovanie a stredná kvalita	[249, Blum a kol. 2007]	300 000 t/rok surového vlnitého papiera na jednom papierenskom stroji	#1; #9; #10; #13
	Teplo	1 100					
RCF s bleskom (grafický)	Napájanie	900	100 % kancelársky odpadový papier (normálna a stredná kvalita)		[249, Blum a kol. 2007]	70 000 t/rok zberového papiera na jeden závod	#2; #9; #13; #18; #19
	Teplo	1 200					
lepenky na báze RCF (s odľahčením)	Napájanie	450	100 % kancelársky odpadový papier (normálna a stredná kvalita)	Bez názvu	[249, Blum a kol. 2007]	100 000 t/rok skladanej lepenky na jednom stroji na výrobu lepenky	#4; #7; #9; #10
	Teplo	1 000					
Neintegrovaná hygienická papieraň	Napájanie	900	100 % primárnych vlákien	Bez použitia TAD	[249, Blum a kol. 2007]	50 000 t tkaniva ročne na jednom stroji na výrobu tkaniva	#4; #10; #13; #17
	Teplo	2 000					
Poznámka: Prepočet spotreby tepla: 1 kWh = 3,6 MJ; príklad: 1 700 kWh/t tepla x 3,6 = 6 120 MJ/t tepla. Zdroj:: [249, Blum a kol. 2009]							

Techniky opísané v kapitolách 7.3.15.1 až 7.3.15.3 by sa mali považovať za príklady možných úspor energie na základe energeticky účinných techník. Integrácia procesov a účinná rekuperácia tepla zo vzduchu odvádzaného zo sušiackej časti papierenského stroja a z iných strát - spolu s energeticky účinným zušľacht'ovaním a dosiahnutím najvyššieho obsahu sušiny v oddieli lisov - sú najdôležitejšími aspektmi znižovania spotreby energie pri výrobe papiera. Na energeticky účinný návrh má rozsiahly vplyv aj korelácia medzi spotrebou energie a jej príkonom.

7.3.15.1. Optimalizácia odvodňovania v lisovej časti papierenského stroja (lis so širokou tlakovou zónou – wide nip press)

Opis

Závodoch si vyžaduje rozsiahly proces odvodnenia. V zásade má tri hlavné časti:

- sitová časť na formovanie lisy a prvé odvodnenie gravitačným a vákuovým/odsávacím spôsobom;
- lisovacia časť na ďalšie odvodnenie mokrého pásu mechanickými silami;
- sušiacia časť na sušenie pásu do konečnej suchosti odparovaním na valcoch vyhrievaných parou.

Po skončení časti s lisami (pozri tiež obrázok 7.1) je sušina pásu zvyčajne 45-50 %, t. j. na 1 kg upchávky zostáva približne 1 kg vody. Na odparovanie uvedených posledných "kvapiek vody" je potrebné veľké množstvo odparovacej energie a dlhý čas sušenia.

V závodoch na výrobu papiera je väčšina energie potrebná na sušenie papiera (pary 572 kWh/t). Elektrická energia je potrebná na pohon valcov a bubnov (100 prietokov elektrickej energie) a na vytvorenie vákua (67 prietokov elektrickej energie). Čím vyššia je sušnosť papierového pásu za lisovacou časťou, tým menej tepelnej energie je potrebné na konečné sušenie papiera. Zvýšením sušiny papierového pásu vstupujúceho do sušiackej časti o 1 % možno ušetriť približne 4 % tepla (nízka para približne 2 bary). Preto je potrebné prijať také opatrenia v papierenskom závode, aby sa maximalizovala sušina mokrým lisovaním.

V bežnom valcovom lise dosiahol lisovací tlak svoje maximum a nie je možné ho priamo zvyšovať, aby sa zlepšilo odvodnenie v lisovacej časti. Ak sa bežné lisy s úzkou tlakovou zónou nahradia lismi so širokou zónou, tzv. topánkovými lismi, dosiahnu sa vyššie tlakové impulzy ako pri bežnom valcovom lise, čo vedie k zvýšeniu intenzity odvodnenia mokrého pásu a k vyšším sušinám na pásu papiera za lisovacou časťou. Podrážka sa hydraulicky pritláča k protiľahlému valcu. V porovnaní s bežnými lismi vedie táto koncepcia lisovania k výraznému rozšíreniu lisovacej zóny a k predĺženiu času kontaktu s lisom. Vysoká sušina za lisom priamo prináša úsporu energie na sušenie a dobré vlastnosti prechodu v sušiackej časti vďaka dobrej pevnosti pásu za mokra.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Vplyv na životné prostredie je súvisiaci s úsporou tepelnej energie na sušenie papiera. Po inštalácii obuvníckeho lisu v existujúcich závodoch na výrobu obalových dosiek sa zaznamenal nárast sušiny o 5 až 15 %. [69, IFP 1998]. Toto zvýšenie výrazne závisí od predchádzajúcej výkonnosti prestavanej lisovej časti a od zvolenej koncepcie nového obuvníckeho lisu.

V jednom prípade viedla prestavba lisovacej časti po inštalácii jedného lisu na topánky k zvýšeniu sušiny o 6 %. Špecifická potreba pary na sušenie papiera sa znižuje z 2,13 na 1,76 tony pary na tonu papiera, čo zodpovedá 18 % úspore tepelnej energie. Znižovanie emisií do ovzdušia v súvislosti s výrobou energie výrazne závisí od druhu použitého fosílného paliva. Uvedená papierňa ušetrí 46 000 ton pary ročne (čo zodpovedá 5,1 milióna m³ zemného plynu) a zabráni vzniku 8 900 ton emisií CO₂.

Na papierenských strojoch s obmedzenou kapacitou sušenia je možné znížiť vlhkosť papierového pásu o 1 %, čo môže viesť k zvýšeniu produktivity o 4 - 5 %. Ak kapacita sušenia prevádzky nie je obmedzená, je možné dosiahnuť rovnaké zníženie spotreby pary v sušiacей časti. V časti sušenia možno dosiahnuť úsporu pary až 170 kWh/t.

Pri priamo danej hmotnosti papiera však zlepšenie sušiny závisí od znečistenia. Pri bezdrevných druhoch papiera je sušina za lisom približne o 3 až 5 percentuálnych bodov vyššia, ak sa používa obuvnícky lis pri jeho použití. Pre druhy papiera obsahujúcich drevo je zodpovedajúca hodnota približne 4 až 7 percentuálnych bodov. Rozdiel je ešte vyšší, až 12 percentuálnych bodov, pri vysokých rýchlostiach stroja, pretože pri dlhom čase zdržania lisu na obuv zostáva sušina na vysokej úrovni, keď sa zvýši rýchlosť stroja. Pri druhoch obsahujúcich drevo je možné využiť celkovú kapacitu obuvníckeho lisu, pretože najlepšie vlastnosti papiera sa vyskytnú pri vysokom tlaku lisu.

Pri výmene valcového lisu v papierenskom stroji za obuvnícky lis sa bežne dosiahne celková úspora energie pri sušení 20-30 %.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Príkladom prestavaného lisu je spoločnosť Nordland Papier v Nemecku. V kompaktnej trojlisovej časti tohto stroja na kopírovanie papiera bol posledný valcový lis nahradený obuvníckym lisom. Po rekonštrukcii bola sušina za lisovacou časťou približne o 3 až 4 percentuálne body vyššia. Zároveň sa výrobná rýchlosť z 850 m/min zhuštila na 1 200 m/min s 30 % nárastom výroby. Na dosiahnutie tohto zlepšenia sušiny sa na lis na topánky aplikovalo lineárne zaťaženie 500-600 kal/m. Neskôr výroba prekonalá všetky rekordy a tento prestavaný stroj sa stal najvýkonnejšou linkou na výrobu bezdrevného papiera na svete. Úspora špecifickej potreby pary na sušenie papiera je 30 %.

Podobné výsledky sa dosiahli pri viacerých podobných prestavbách na celom svete.

Medzizložkové vplyvy

Nahradenie bežných valčekových lisov obuvníckymi lismi výrazne nezvyšuje požiadavky na elektrickú energiu. Lis na obuv má vyššiu špecifickú spotrebu elektrickej energie, ale suchý papierový pás sa vyrába s menším počtom lisov, čo sa navzájom kompenzuje. Znížená spotreba tepelnej energie je možné premeniť na nerealizované emisie do ovzdušia.

Lis na topánky je nástroj na zhušťovanie rýchlosti stroja pri zachovaní dobrých prevádzkových vlastností papierenského stroja. Vysoká efektívnosť šetrí suroviny a energiu a zaručuje dlhšiu životnosť stroja s menším množstvom odpadu. Vysoký obsah sušiny za lisom znamená nižšie energetické požiadavky, a tým aj menej emisií pri výrobe energie.

Zvýšený obsah sušiny za lisovaním topánok vedie k zvýšeniu gramáže a pevnosti vnútorných väzieb konečného sušeného pásu. Vzťah je takmer lineárny. Vyššia pevnosť papierového pásu všeobecne zlepšuje prevádzkové vlastnosti papierenského stroja vďaka menšiemu počtu prerušení pásu. Výsledkom je vyššia efektívnosť prevádzky papierenského stroja. Napríklad, ak sa po prechode na obuvnícky lis znižuje počet neplánovaných prestávok pásu o dve denne (po 20 minútach), denná kapacita prevádzky papierenského stroja sa zvýši takmer o 3 %.

Ak je kapacita prevádzky papierenského stroja obmedzená z dôvodu jeho sušiacей kapacity, znížená potreba pary na sušenie umožňuje po inštalácii obuvníckeho lisu zvýšiť rýchlosť prevádzky papierenského stroja. V takýchto prípadoch je možné zvýšiť výrobu až o 20 % s rovnakým množstvom pary, aké sa používalo pred použitím lisu na obuv.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Lis na topánky sa môže použiť v nových a existujúcich papierenských strojoch na výrobu väčšiny druhov papiera (okrem tissue papiera) za predpokladu, že v lisovacej časti je dostatok priestoru a že dizajn budovy umožňuje vyššiu hmotnosť lisu na topánky. V niektorých prípadoch je z dôvodu ťažších valcov obuvníckeho lisu potrebné zhustiť maximálne zaťaženie halového žeriavu. Vzhľadom na veľké dodatočné investičné náklady je ekonomická výhodnosť v prípade menších papierenských strojov, napríklad so šírkou orezu menšou ako 2,5 m, otázná.

Pre veľké objemy citlivých druhov, hlavne bezdrevných, je výhodné nízke zaťaženie (600 kal/m) a dlhá päťka (250 mm). Pri druhoch obsahujúcich drevo je možné použiť najvyššie zaťaženie (800 kal/m) a kratšiu päťku (180 mm).

Lis na obuv bol vyvinutý pre vysokorýchlostné stroje (do 2 000 m/min).

Ekonomika

Investičné náklady na obuvnícky lis v papierenskom stroji so šírkou rezu 5 m predstavujú približne 10 miliónov EUR (vrátane celého zariadenia). Prevádzkové náklady zahŕňajú plst, kryty valcov, brúsenie valcov a energiu na pohon lisu na obuv. Sú približne rovnaké ako náklady na bežný lis. Úspora pary pri sušení papiera sa pohybuje v rozmedzí od 10 do 15 EUR na tonu pary, čo znamená špecifickú spotrebu pary 2 tony pary na tonu papiera a úsporu 20 až 30 EUR na tonu papiera.

Pri prestavbe lisu je typická doba návratnosti investície približne 2,5 roka, ak nie sú žiadne iné obmedzenia zvýšenia rýchlosti.

Dôvody implementácie

Dôvody na zavedenie lisu na obuv sú rôzne. Okrem zvýšenej pevnosti je možné znížiť potrebu pary na sušenie papiera a tým dosiahnuť úspory nákladov pri nezmenenej výrobe papiera, prípadne zvýšiť výrobnú kapacitu pri rovnakých prevádzkových nákladoch. Zlepšenie sušiny zaručuje úsporu energie. Koncepciu lisovacej časti je možné zjednodušiť. Lis na topánky je kľúčovým komponentom na ďalšie zhustenie rýchlosti stroja. V modernom vysokorýchlostnom papierenskom závode je potrebná dĺžka časti na sušenie o 35 % menšia vďaka lisu s jednou topánkou v lisovacej časti. Zlepšenie odvodnenia zlepšuje kvalitu výrobku (väčšia rovnomernosť papiera/lepenky).

Príklady závodov

Vďaka svojej vynikajúcej kapacite na odvodnenie sa lis na topánky prvýkrát zaviedol na začiatku 80. rokov 20. storočia pre druhy lepenky a o desať rokov neskôr pre prevádzky na výrobu papiera.

Prebiehajú niekoľko prestavieb a nové vysokorýchlostné stroje na celom svete používajú lis na topánky. Od roku 1997 sú všetky nové vysokorýchlostné papierenské stroje (LWC, SC atď.) vybavené lismi na obuv.

V oblasti Testliner a Wellenstoff v Nemecku sú známe tieto zariadenia (v abecednom poradí): Papierfabrik ADt Jass/Fulda, Papierfabrik Klingele/Weener, Papierfabrik Schoellershammer/Düren, SCA Packaging Industripapier/Aschaffenburg, Stone Europa Carton Aktiengesellschaft, RCF deň 4, RCF deň 6.

Literatúra

[69, IFP 1998].

7.3.15.2. Používanie vysokoúčinných rafinéroov alebo optimalizácie existujúcich rafinéroov

Opis

Pri niektorých druhoch papiera je rozvlákňovanie nevyhnutným procesným krokom na dosiahnutie požadovaných vlastností papiera. Rafinácia je energeticky náročný proces. Vysokoúčinné rafinérie znižujú "výkon bez zaťaženia" v dôsledku strát v motore, čerpania a trenia. Zníženie výkonu naprázdno výrazne zvyšuje elektrickú účinnosť procesu rafinácie: v závislosti od aplikácie sa výkon naprázdno môže vyskytnúť v rozsahu 30 - 50 % spotreby energie rafinérie za nepriaznivých podmienok. Výrazné úspory elektrickej energie možno dosiahnuť použitím nových rafinérií s vysokou účinnosťou alebo optimalizáciou prevádzkového režimu existujúcich rafinérií.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Úspora energie pri rafinácii vďaka vyššiemu výkonu bez zaťaženia.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Výsledky úspory energie v rafinériách závisia najmä od použitých surovín, požadovaných výsledkov rafinácie a od toho, či sa rafinéry úplne nahradia. V závodoch sa používajú rôzne aplikácie účinnejších koncepcií rafinácie:

- V grafickej papierni pri použití optimalizovaných rafinačných zariadení (napr. viacdiskových alebo dvojvalcových rafinačných zariadení) došlo k dosiahnutiu úspory energie 110 kWh/t rafinovanej buničiny/vlákná v porovnaní s predtým používanými kuželovými rafinačnými zariadeniami.
- Pri výrobe špeciálnych druhov papiera (napr. pre kondenzátory, dekoračný papier alebo papier na bankovky) sa vysoký podiel spotreby energie spotrebuje na zušľachtenie buničiny, aby sa splnili požiadavky na kvalitu výrobku. Zásadné zmeny v rafinérskom zariadení sú často nemožné alebo si vyžadujú vysoké investície. V niektorých závodoch je však možné nájsť potenciálne úspory v zlepšení existujúcich rafinérskych zariadení prostredníctvom optimalizácie napájacích čerpadiel, zaťaženia alebo prevádzkového režimu. V modelovom papierňom (špeciálny surový papier, 50 000 prietokov/rok) pracovali dve rafinérie v sériovom režime. Prevádzkové zaťaženie oboch jednotiek bolo približne 50 % inštalovanej kapacity, výkon bez zaťaženia predstavoval približne 40 % celkovej kapacity. So zvyšujúcim sa výkonom rafinácie a zaťažením sa pomer bez zaťaženia znižoval. Režim prevádzky sa zmenil na dávkový operačný systém. Potenciál úspor predstavoval 18 % energie potrebnej pre rafinérie. Prerušovaný režim prevádzky rafinérií viedol k častejšiemu spúšťaniu.

Medzizložkové vplyvy

Žiadne negatívne účinky medzi zložkami.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Uplatniteľnosť vysokoúčinných rafinačných zariadení závisí od použitej suroviny a požadovaných vlastností papiera/lepenky alebo buničiny. Slúžia na inštaláciu do nových a existujúcich inštalácií s použitím primárnych vlákien.

Úprava rafinačnej prevádzky je možná v závodoch, kde je rafinačné zariadenie predimenzované alebo pracuje v neefektívnom režime. V takom prípade je potrebné nastaviť kapacitu napájacieho čerpadla a rafinovacích a skladovacích nádrží, aby sa zaručila spoľahlivá prevádzka.

Ekonomika

Zmena zariadenia rafinérie znamená významnú zmenu procesu, ktorá je súvisiaca s veľmi vysokými investičnými nákladmi. V tabuľke 7.32 je uvedený príklad zjednodušeného ekonomického hodnotenia Použitia vysokoúčinných rafinátorov (300 absolútnych ton sušiny za deň) na rafináciu krátkeho vlákna (vlákniny z tvrdého dreva).

Tabuľka 7.32: Výpočet nákladov na rafinačnú jednotku (300 absolútnych ton sušiny/deň) na rafináciu listnatých vlákien

Kritériá relevantných nákladov	Použitie energie	Náklady/úspory
Vysokoúčinné rafinérie	2 145 kWh/t	
Spotreba pri prevádzke s vysokoefektívnymi rafinériami	2 100 kWh/t	
Úspora energie (12%)	45 prietokov/t alebo 9 770 Ročná priemerná	488 500 EUR/rok
Oxid	6 077 prietok	91 155 EUR/rok
Celkové úspory (energie, nerealizované emisie CO ₂)		Ročná priemerná suma 580 000 EUR
Investícia do Vysokoúčinnej rafinérie		600 000 EUR
Doba návratnosti: 1 rok		
<i>Poznámka:</i> Predpoklady pre ekonomické hodnotenie: cena elektrickej energie: 50 EUR/MWh (2007); emisie CO ₂ (nemecký energetický mix): 622 g/kWh; náklady na Oxid: 15 prietok.		
<i>Zdroj:</i> [249, Blum a kol. 2009]		

Zmeny v prevádzkovom režime rafinérií možno v niektorých prípadoch vykonať bez investícií. V závislosti od konkrétneho prípadu je možné, že zvýšenie kapacity nádrží bude ekonomicky zaujímavé.

Dôvody implementácie

Znižuje náklady úsporou energie. Je možné zhustiť kvalitu výrobkov.

Príklady závodov

Niekoľko zariadení v Európe inštalovalo nové rafinérie alebo rafinérске zariadenia. Mnohé zariadenia v Európe (menej štyri v Nemecku) sa podujali na optimalizáciu prevádzkového režimu svojich rafinérií.

Literatúra

[249, Blum a kol. 2007]

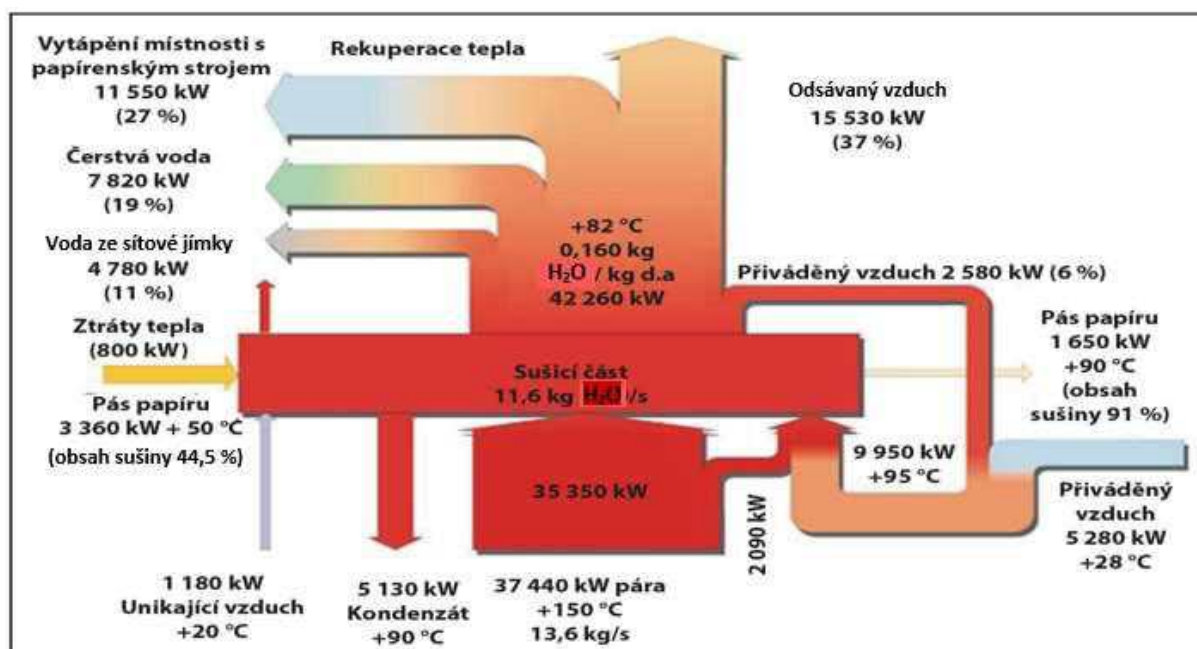
7.3.15.3. Rekuperácia parného kondenzátu a použitie účinných systémov rekuperácie tepla odsávaného vzduchu

Opis

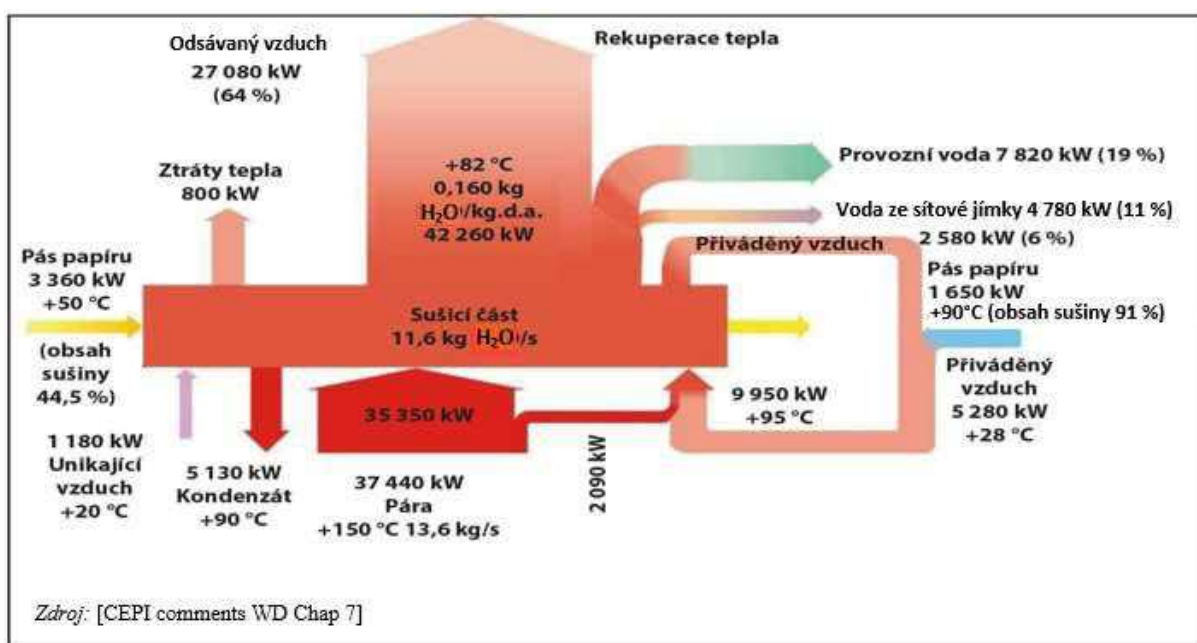
Účelom systému spätnej rekuperácie tepla je ekonomicky výhodné využitie odpadovej energie z procesu. Takmer všetka tepelná energia spotrebovaná v papierni sa používa na sušenie papiera, takže sušiacia časť je zďaleka najväčším spotrebiteľom tepelnej energie v závode na výrobu papiera. Obrázok 7.32, ktorý pôvodne pripravila spoločnosť Metso Paper Air Systems, znázorňuje rekuperáciu tepla v škandinávskych zimných podmienkach. V strednej Európe sú potreby rekuperácie tepla menšie z dôvodu vyššej teploty vzduchu a vody (pozri obrázok 7.33). Na obrázku 7.32 sú znázornené predovšetkým toky energie v oddieli sušenia stroja na výrobu novínového papiera vybaveného jednotkami na rekuperáciu tepla vzduch-vzduch a vzduch-voda. Na obrázku 7.33 je znázornený Sankeyho diagram, kde sa na vykurovanie miestnosti papierenského stroja nevyužíva žiadne teplo. Hodnoty na obrázku 7.32 je možné prepočítať z kW na kWh/t alebo MJ/t tak, že sa hodnota kW najprv vydeli výrobnou kapacitou vyjadrenou v tonách za hodinu, napr. pre odpadový vzduch:

$$\frac{15\,530\text{ kW} \times 24}{\text{prietok } 980 \text{ deň}} = 380 \text{ prietok/t.}$$

Hodnotu v kWh/t možno prepočítať na MJ/t: 380 prietok x 3,6 MJ/prietok = 1 368 MJ/t.



Obrázok 7.32: Sankeyho diagram pre stroj na výrobu novinového papiera (980 t/deň)

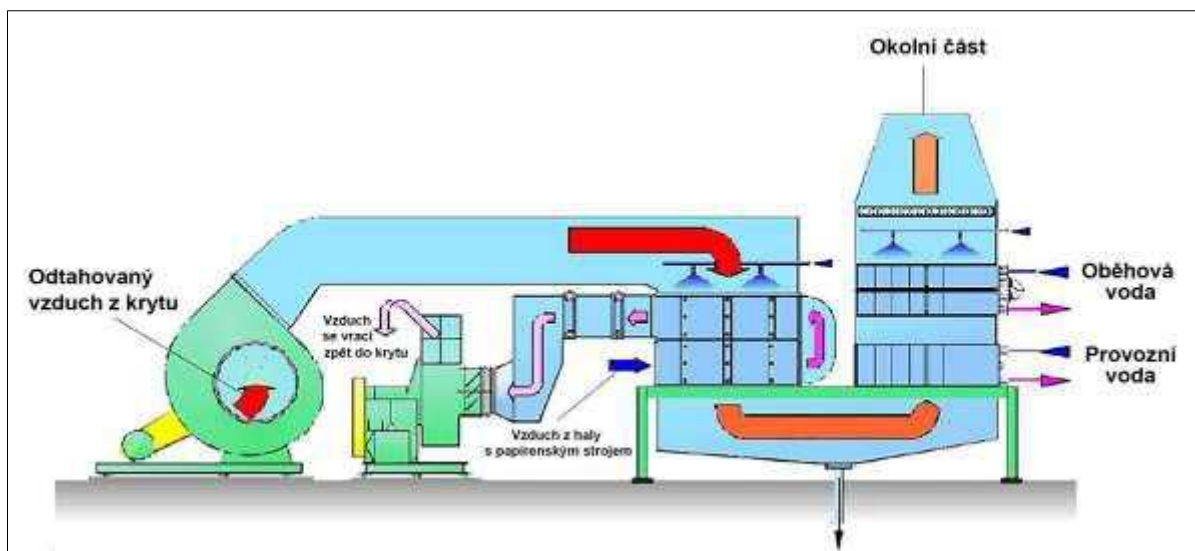


Obrázok 7.33: Typický Sankeyho diagram pre papierenský stroj v teplejších oblastiach

Približne 80 % energie potrebnej v časti pre sušenie sa dodáva ako primárna para do sušiacich valcov, zvyšky sa dodávajú ako sušiaci a unikajúci vzduch a s papierovým pásom. Takmer všetka energia vychádzajúca zo sústavy na sušenie sa spočiatku rozptýli s odpadovým vzduchom. V bežnom usporiadaní rekuperácie tepla sa teplo najprv rekuperuje v prívodnom vzduchu časti na sušenie a potom v cirkulačnej (obehovej) alebo čerstvej vode (napr. pre postrekovače). Rekuperované teplo v cirkulujúcej vode sa používa najmä na ohrev vzduchu z ventilátorov budovy. Priamo sa rekuperované teplo používa na ohrev úžitkovej vody (napr. pre postrekovače) a do sitovej vane. Vyhrievanie sitovej vane sa nepoužíva v mlynch TMP, ale napríklad v prevádzkach na spracovanie sekundárnych vlákien. Vzduch privádzaný do časti na sušenie je vždy ohrievaný systémom rekuperácie tepla.

Na rekuperáciu tepla sa používajú výmenníky tepla vzduch-vzduch alebo vzduch-voda, doskové výmenníky tepla a v niektorých prípadoch skrubery na ohrev prevádzkovej vody pomocou rekuperovaného tepla (pozri obrázok 7.34). Doskové výmenníky tepla sa používajú najmä na ohrev privádzaného vzduchu zo skrine vzduch z ventilátorov v hale so strojom.

Najbežnejším použitím výmenníkov tepla vzduch-voda je ohrev obehovej a prevádzkovej vody. Tieto výmenníky tepla sú súčasťou tepelných rekuperačných veží. Na obrázku 7.34 je znázornený príklad kombinovanej rekuperácie tepla, pri ktorej sa najprv ohrieva privádzaný vzduch z rozvodnej skrine a potom cirkulačná (obehová) voda.



Obrázok 7.34: Príklad tepelnej rekuperačnej veže

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Ušetrí sa rozsiahle množstvo primárnej pary, čo má za následok nižší vplyv výroby pary na životné prostredie. Dosiahnutie výhod je závislé okrem iného od klimatických podmienok.

Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

V závislosti od dodávateľa strojného zariadenia sú k dispozícii rôzne druhy systémov rekuperácie tepla. Na základe špecifických požiadaviek každej papierne sa musí pre každú aplikáciu individuálne navrhnuť optimalizovaný systém rekuperácie tepla. Výmenníky tepla sú zvyčajne vybavené čistiacimi zariadeniami, ktoré udržiavajú povrch čistý a zabráňujú jeho upchávaniu.

Ďalšie možnosti rekuperácie tepla v závodoch sú uvedené nižšie. Ich uplatniteľnosť závisí najmä od zdroja vlákien, používaných procesov a dostupných zdrojov tepla, ktoré ešte nie sú využitú.

- Papierne TMP: rekuperácia tepla z rafinérií TMP (pozri kapitolu 5.3.9).
- Integrované papierne na mechanickú a termomechanickú výrobu papiera: rekuperácia tepla z procesu bielenia (výmena medzi odpadovou vodou z bielenia a čistým filtrátom z papierenského stroja). Teplota filtrátu z úrovne bieliacich procesov sa zhuští na približne 55 - 60 °C. Teplo je možné spätne využiť na ohrev vyčistenej bielej vody z papierového stroja. Môže nahradiť priamu paru na ohrev vody v podpovrchovej vrstve. V zásade je možné ho použiť aj v papierňach s RCF na zosvetľovanie (znižovanie atramentu) a bielenie [249, Blum et al. 2007].
- Väčšina druhov: ohrev striekajúcej vody vhodným zdrojom odpadového tepla. Výmenníky tepla sú možné na rekuperáciu a využitie napríklad tepla z kondenzátora pary, nevyužitého odpadového tepla zo sušičky papierenského stroja alebo (v prípade natieraných druhov papiera) odpadového vzduchu z krytu natieracieho stroja.
- Hygienické papierne: odpadový vzduch z krytu sušiaceho bubna sa môže ochladiť, keď príde do priameho kontaktu s čistým filtrátom na ohrev v procese výroby papiera. Napríklad v biologickej veži je možné, aby horúci odpadový vzduch z krytu sušiaceho bubna smeroval do protiprúdu čistého filtrátu, ktorý sa tak ohrieva. Úspory pary je možné vyskytnúť pri ohreve vody bielej vody [249, Blum et al. 2007].

V štúdiách o energetickej integrácii sú často uvedené niektoré ďalšie zdroje tepla, ktoré možno využiť, ale neposkytujú informácie o vhodných tepelných spotrebičoch. Zvýšenie hodnoty tepelného toku (pomocou tepelných čerpadiel alebo termokompresorov, pozri kapitolu 2.9.6.1.2) je možné v zásade zlepšiť rekuperáciu tepla, takže teplo možno využiť napríklad na sušenie vlhkého paliva alebo kalu a zvýšiť energetický výkon pálenia (pozri kapitolu 2.9.6.1.4).

Medzizložkové vplyvy

Žiadne účinky medzi zložkami. Opatrenia na úsporu energie sú podľa možnosti založené na presných energetických bilanciách celého zariadenia vrátane diagramov energetických tokov a alternatívnych možností procesov. Medzi vodovodnými a energetickými systémami existuje rozsiahle prepojenie.

Technické kritériá uplatniteľnosti

Rekuperáciu tepla možno použiť v nových aj existujúcich zariadeniach. Na ohrev privádzaného vzduchu zo skrine sú výmenníky tepla vždy uplatniteľné. To, či je možné použiť rekuperáciu tepla na ohrev obehovej vody (na vykurovanie haly papierenského stroja) alebo prevádzkovej vody, závisí od konkrétnych výrobných charakteristík a klimatických podmienok. Vzhľadom na vzájomný vplyv jednotiek systému možno optimalizáciu rekuperácie tepla dosiahnuť len analýzou celého tepelného systému zariadenia.

Ekonomika

Systémy rekuperácie tepla majú zvyčajne krátku dobu návratnosti. Nie vždy je hospodárne získať čo najviac tepla a závisí to aj od ceny energie. Vždy je potrebné vykonať analýzy súčasnej situácie v Papierni.

Dôvody implementácie

Úspora energie, znižuje tvorbu kapp a hmly.

Príklady závodov

Početné zariadenia v Európe.

Literatúra

[249, Blum a kol. 2007].

7.3.16. Opatrenia na zníženie hluku

Pozri tiež kapitolu 2.9.13.

Opis

Vo výrobnej linke na papier existujú rôzne zdroje hluku (pozri kapitolu 7.2.2.8). Monitorovanie emisií hluku prebieha v mnohých prevádzkach a v prípadoch sa využíva aj modelovanie hluku na predpovedanie problémov s hlukom v okolí prevádzky. Hlavné zdroje hluku, ako sú tlakové výfuky, výfukové ventilátory a výfuky vákuových čerpadiel, slúžia na tlmenie hluku a môžu byť vybavené absorpčnými alebo reaktívnymi tlmivými. Ďalším účinným opatrením na tlmenie hluku sú zvukotesné kryty (poklopy) ventilátorov na streche budovy.

Pri plánovaní a prevádzke zariadenia sa musia zohľadniť potrebné opatrenia na zníženie hluku. Pri realizácii opatrení na zníženie hluku sa musia zohľadniť tieto technické aspekty:

- včasné získavanie informácií o emisiách hluku zo zariadení, strojov a ich častí;
- použitie strojov a procesov s nízkou hlučnosťou (znižovanie hluku pri zdrojoch);
- znižovanie zdrojov a prenosu hluku;
- znižovanie emisií hluku, napr. využitím tlmivých hluku, rúrkových rezonátorov alebo techník ich kombinácie;
- izolované kryty pre hlučné zariadenia;
- údržba strojov a zariadení na izoláciu.

Východiskom pre zmiernenie hluku sú požiadavky úradov v závislosti od umiestnenia Papierne (vzdialenosť od susedov, blízkosť rekreačnej alebo priemyselných oblastí atď.). Emisné (referenčné) body slúžia na hranici Papierne alebo na viacerých miestach v obytnej zóne.

Dosiahnutie environmentálnych prínosov

Znižovanie emisií hluku a obťažovania hlukom.

Medzizložkové vplyvy

Tlmiče slúžia na zvýšenie tlakovej straty odvádzaného vzduchu, čo vedie k miernemu zvýšeniu spotreby energie (prietok kWh/t) na ventilátoroch, ale zvýšená spotreba energie nie je rozsiahla.

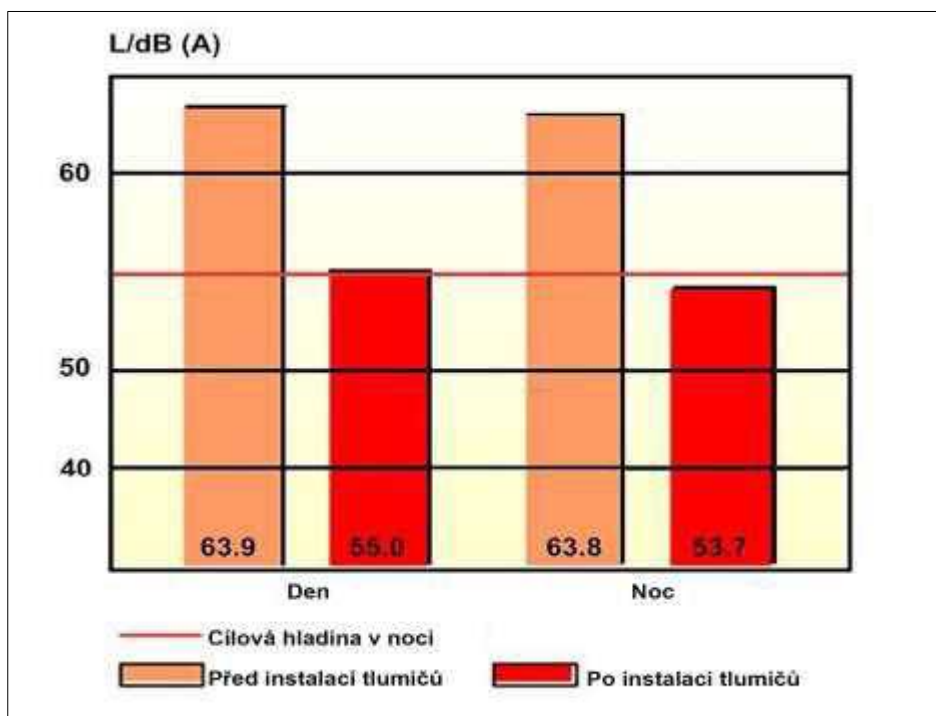
Vplyv na životné prostredie a prevádzkové údaje

Tlmiče hluku, ktoré znižujú vonkajšiu hladinu hluku, sa úspešne používajú v mnohých závodoch na výrobu papiera v Európe. Ak odsávaný vzduch obsahuje vlhkosť a časti, je potrebná údržba Použitím pravidelnej úpravy a výmeny absorpčného materiálu (podľa potreby).

Príklad 1: Inštalácia absorpčných tlmičov (francúzska Papierňa)

V tomto prípade sú ekvivalentné hladiny akustického tlaku (A) v častiach obce susediacich s Papierňou 65 dB(A) cez deň a 55 dB(A) v noci. Merania zdrojov hluku ukázali, že zahŕňajú výfukové ventilátory z uzavretých krytov. Výpočty ukázali, že zníženie tohto hluku o 15 dB(A) postačuje na dosiahnutie cieľovej hladiny 55 dB(A) v noci v referenčných bodoch.

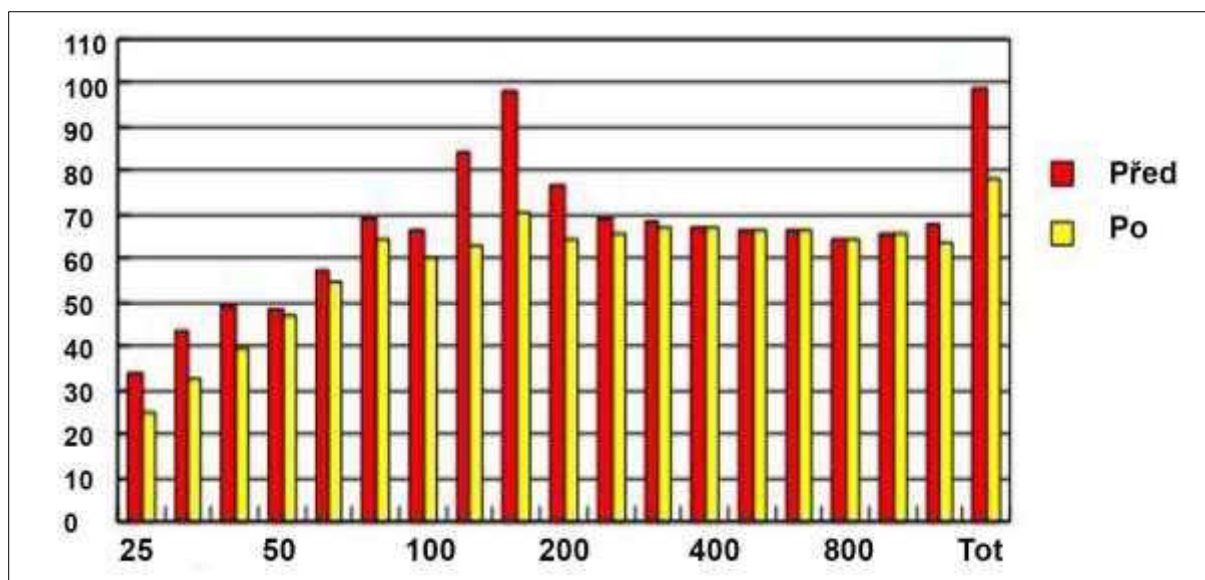
Hluk ventilátora možno považovať za širokopásmový hluk, a preto sú v tomto prípade vhodné absorbéry. Absorpčné tlmiče sú efektívne pri stredných a vyšších frekvenciách. Ventilátory sú umiestnené v násypoch, takže potrebujú aj izoláciu. Na obrázku 7.35 sú znázornené hladiny hluku namerané pred a po inštalácii tlmičov hluku v jednom imisnom bode (vrátane zvukovej izolácie).



Obrázok 7.35: Hladiny hluku (L_{Aeq}) v jednom referenčnom bode pred a po inštalácii tlmičov hluku

Príklad 2: Inštalácia reaktívnych tlmičov (nemecká papierna fabrika)

V tomto prípade emisie hluku z vákuových čerpadiel prevádzky papierenského stroja spôsobovali príliš veľký hluk na referenčnom mieste mimo areálu papierne. Merania hladín akustického tlaku vo vzdialenosti jedného metra od výstupu vývevy odhalili maximálny hluk pri frekvencii 160 Hz, ako je znázornené na obrázku 7.36. Toto maximum bolo o viac ako 10 dB(A) vyššie ako pri akejkoľvek inej frekvencii. Pri vyšších frekvenciách (do 500 Hz) sú efektívne reaktívne tlmiče (napr. rúrkové rezonátory), a preto boli v tomto prípade nainštalované. Merania po inštalácii tlmiča hluku ukázali, že maximálna hladina hluku sa účinne znižuje približne o 28 dB(A) a cieľová hodnota 26,9 dB(A) sa dosiahla v imisnom bode.



Obrázok 7.36: Tlmenie rezonátorov: hladiny hluku pred a po inštalácii tlmičov

Ak je cieľová hladina jeden meter od výstupu ventilátorov alebo vývevy, je potrebná technika reaktívnych a absorpčných tlmičov. Pre ventilátory umiestnené vo vonkajšom prostredí sa vyžaduje aj špeciálna izolácia proti hluku.

Príklad 3: Celkové zníženie hluku z prevádzkových liniek na papier (nemecké a švédske papierne)

Výsledkom cieľov v imisných (referenčných) bodoch v okolí Papierne boli garantované hladiny akustického tlaku vo vzdialenosti jedného metra od všetkých vonkajších zdrojov hluku $L_{pA}(1\text{ m}) = 70$ dlhšie. Všetky papierenské stroje dodávané v Európe sú dnes vybavené veľmi veľkým počtom tlmičov. Moderný závod na výrobu časopisového papiera (SC) vo Švédsku a závod na výrobu nenatieraného časopisového papiera v Nemecku majú rovnaké požiadavky na hladinu akustického tlaku, ako je uvedené najvyššie.

Počet kusov zariadení na tlmenie hluku určených na zníženie vonkajšieho hluku v týchto prípadoch je 60-70 kusov na linku, podobne ako je uvedené v nObrázok 7.37.

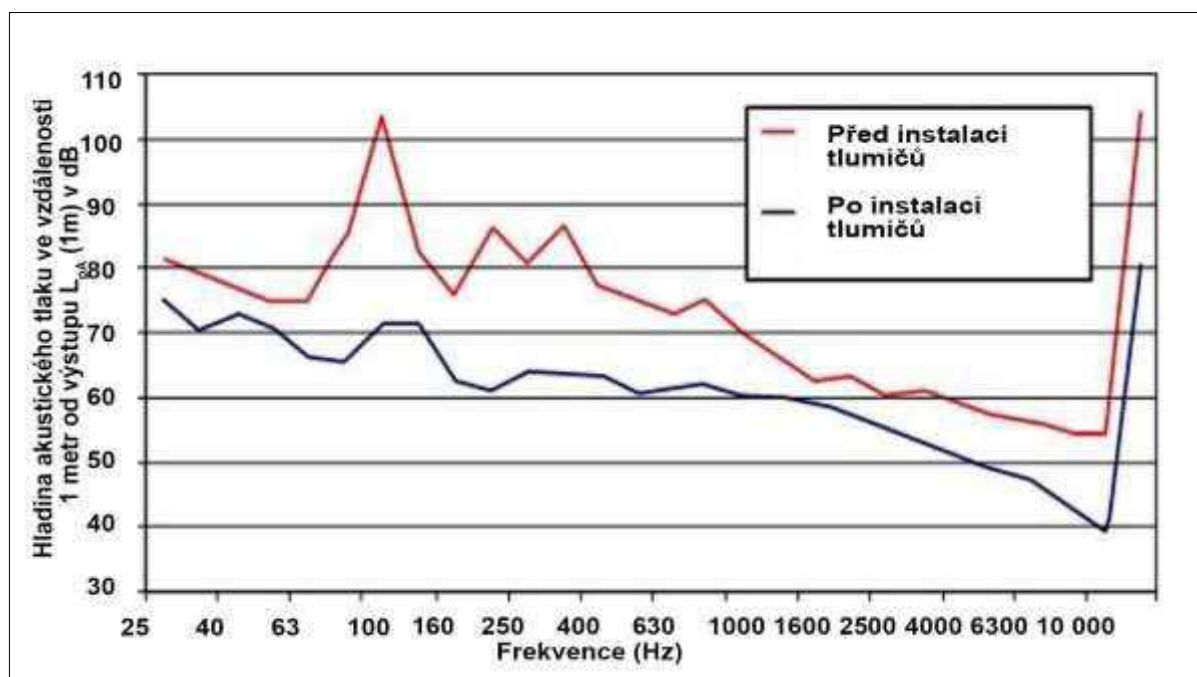


Obrázok 7.37: Tlmiče nárazov na streche papierne

Na vetranie procesu v mokrej časti sú nainštalované absorpčné tlmiče hluku labyrintového typu, ktoré znižujú hluk a dosiahnutie efektívneho širokopásmového tlmenia. Pre ostatné procesné vetranie sú nainštalované efektívne tlmiče hluku. Je veľmi dôležité, aby tlmiče mali otvory na Úpravu a mohli byť vymenené priamo na mieste. Pre turbodúchadlá s hladinou akustického tlaku $L_{pA}(1\text{ m}) = 135\text{ dB(A)}$ je potrebné dosiahnutie hodnoty $L_{pA}(1\text{ m}) = 70\text{ dB(A)}$, je potrebné silné tlmenie. To si vyžaduje techniku absorpčných tlmičov hluku a reaktívnych rúrkových rezonátorov s veľmi veľa otvormi.

Príklad 4: Znižovanie hluku vákuového čerpadla (švédska Papierne)

Pre výrobky, ktoré majú nízkofrekvenčné špičky hluku, je potrebná technika kombinovanej absorpcie a reaktívnych tlmičov. V prípade továrne na výrobu novinového papiera vo Švédsku sa hladina akustického tlaku $L_{pA}(1\text{ m}) = 75\text{ dB(A)}$ vo vzdialenosti jedného metra od výstupu. Priamo je maximálna hodnota hluku $L_p(1\text{ m}) = 103\text{ dB(A)}$ pri frekvencii 100 Hz. Záruka bola $L_p(1\text{ m}) = 79\text{ dB(A)}$ bez váhového filtra A. Na základe praktických meraní boli reaktívne tlmiče dimenzované na frekvenciu 100 Hz a výrobky na celý frekvenčný rozsah. Na obrázku 7.38 sú znázornené namerané hladiny akustického tlaku pred a po inštalácii. Pri frekvencii 100 Hz došlo k výraznému zníženiu.



Obrázok 7.38: Zníženie hluku vývevy inštaláciou tlmičov hluku

Technické kritériá uplatniteľnosti

Opatrenia na zníženie vonkajšieho hluku sú možné v nových aj existujúcich závodoch na výrobu papiera. Hlavný rozdiel je v procese určovania aktuálnej a cieľovej hladiny hluku.

V prípade existujúcich strojov sa postup na zníženie hluku začína meraním hluku v imisných (referenčných) bodoch v obytnej zóne. Merania v Papiernom pokračujú s účelom nájsť najkritickejšie zdroje hluku. Dimenzovanie tlmičov prebieha na základe kombinácie meraní a výpočtov.

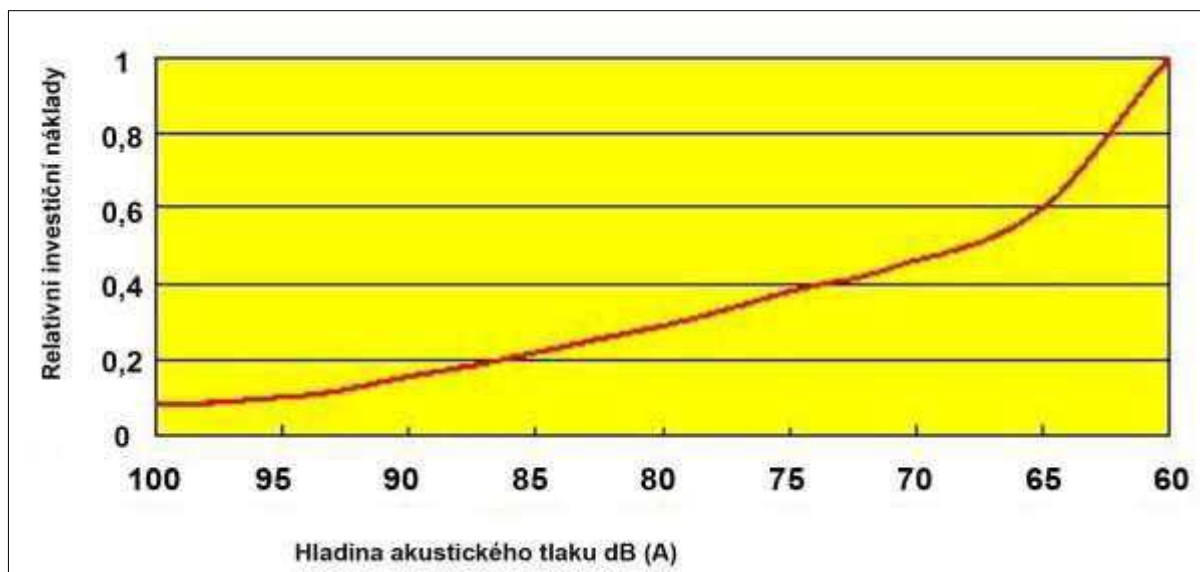
Pri nových zariadeniach sú hladiny akustického výkonu založené na údajoch o hladine akustického výkonu od dodávateľa stroja (ISO 3740 až ISO 3747 pre stroje alebo ISO 8297 pre priemyselné zariadenia). Výpočty predpokladaných hladín hluku v imisných bodoch v definovaných vzdialenostiach prebiehajú využitím počítačových programov na šírenie zvuku, napr. podľa normy DIN ISO 9613-2:1999, pričom sa posudzuje príspevok všetkých relevantných zdrojov hluku. Obmedzený priestor a existujúce usporiadanie môžu obmedzovať uplatniteľnosť alebo viesť k odlišným riešeniam.

Ekonomika

Je veľmi ťažké uviesť presné údaje o nákladoch na zníženie hluku, pretože tieto náklady majú závislosť na veľkosti papierní, druhoch vyrábaného papiera, rýchlosti papierenského stroja atď. Celkové náklady na zníženie hluku (externého a interného) linky na výrobu papiera sa odhadujú v rozsahu 0,5 % investičných nákladov na strojné zariadenie alebo dokonca viac, v závislosti od cieľových hladín hluku.

Náklady na zníženie vonkajšieho hluku papierenského stroja sa pohybujú v rozmedzí 0,2-0,4 milióna EUR v závislosti od cieľovej úrovne a obsahu dodávky.

Na obrázku 7.39 sú znázornené relatívne náklady na zníženie vonkajšieho hluku. Pri znížení cieľovej hladiny akustického tlaku z 85 dB(A) na 75 dB(A) sa náklady zdvojnásobia.



Obrázok 7.39: Relatívne náklady na zníženie vonkajšieho hluku

Dôvody implementácie

Požiadavky na zníženie hluku zvyčajne vyplývajú z úradných predpisov pre imisné (referenčné) body v obciach alebo na hraniciach papierní. Dodávatelia strojových zariadení by mali zaručiť požadované hladiny hluku v imisných (referenčných) bodoch alebo hladiny akustického výkonu alebo hladiny akustického tlaku pri zdrojoch hluku.

Úradné požiadavky v rôznych krajinách spolu so smernicami EÚ viedli k zvýšeniu požiadaviek na prevenciu hluku vo fáze návrhu strojových zariadení. Určenie sa v nich však týka aj normy hluku pre existujúce zariadenia a zníženie vonkajšieho hluku. V závislosti od druhov oblastí zasiahnutých hlukom z papierní sa musia dosiahnuť stanovené hladiny hluku, aby sa zabránilo škodlivým vplyvom hluku na okolie.

Príklady závodov

Všeobecné opatrenia na zníženie hluku sa uplatňujú v mnohých zariadeniach v Európe. Vo väčšine európskych papierní sa používajú rôzne druhy, konštrukcie a počty tlmičov.

7.4 Nové BAT

V tejto kapitole sa rozoberajú niektoré sľubné techniky, ktoré (zatiaľ) nemožno považovať za BAT z dôvodu ich fázy vývoja. Vo vhodnom čase však môžu byť kvalifikované ako BAT, a preto sú tu stručne opísané. Je dôležité mať na pamäti, že opis sľubných techník v tejto kapitole nemá byť úplným prehľadom všetkého súvisiaceho vývoja. Vývoj technológie výroby papiera/lepenky je riadený klesajúcou ziskovosťou. Vyššie vstupné náklady a klesajúce predajné ceny si vyžadujú prístupy novej generácie, ktoré reagujú na rastúcu konkurenciu elektronických médií a plastov a na spoločenské problémy súvisiace so zmenou klímy a dostupnosťou a udržateľnosťou vodných a energetických zdrojov.

Domov

Najnovší vývoj a predpokladané technológie ukazujú, že papierenský podnik budúcnosti možno pravdepodobne opísať týchto charakteristikami:

- zhustiť energetickú efektívnosť;
- znižuje vplyv na životné prostredie (emisie do ovzdušia, vody a pôdy, emisie zápachu a hluku);
 - inovatívne vlastnosti vlákien;
- úprava pri vysokej konzistentnosti;
- pokročilé metódy riadenia;
- nové koncepcie výrobkov s pridanou hodnotou.

Nové, účinnejšie technológie sa môžu vyvíjať na celej linke v procese výroby papiera. Príklady tém v oblasti výskumu a vývoja sú uvedené nižšie v tabuľke 7.33.

Tabuľka 7.33: Nové techniky vo výrobných linkách na papier

Proces	Zlepšenie efektívnosti energetickej výroby	Zníženie spotreby vody	Pridaná hodnota
Procesy defibrilácie			
Nové mechanické rozvlákňovanie	+++	0	+
Úprava zberového papiera na zlepšenie kvality	+	0	++
Efektívna technológia premývania buničiny	+	+++	++
Enzýmy (napr. použitím stereázy na zníženie veľkosti a lepivosti lepkavých nečistôt)/látok	++	+	++
Príprava látok			
Metódy frakcionácie na vytvorenie pridanej hodnoty	+	0	++
Interné úprava odpadových vôd	-	+++	++
Metódy modifikácie vlákien	+	0	+++
Úprava pri vyššej konzistencii	+	++	0
Výroba papiera/lepenky			
Nové techniky tvarovania pásov	++	++	+
Zjednodušená koncepcia lisu na topánky	+	+	++
Prietokové sušenie	-	0	++
Použitie chladiacej vody ako prevádzkovej vody	++	++	0
Zvýšená recirkulácia vody/metódy kontroly	-	++	+
Zjednodušená prevádzka systémov	+	0	0
Viacvrstvové technológie lisovania	++	-	++
Technológia tvarovania HC	++	++	++
Dokončenie			
Nanášanie farieb triedením	+	0	++
Nanášanie farieb striekaním	+	0	++
Kovový pásový kalander	+	0	++
Zariadenia na reguláciu veľmi vysokého obsahu pevných látok	+	+	++
Povrchová úprava práškovými farbami	++	+	++
Rôzne			
Systémy priameho pohonu	++	0	0
Presnejšie určenie veľkosti	++	+	0
Rekuperácia tepla pomocou tepelných čerpadiel	++	0	0
Metódy riadenia orientované na budúcnosť	++	++	++
Materiály s nízkym trením	++	+	0
Nový vákuový systém	+++	+	0
Zdroj: M.Karlsson, UPM, 2010 Legenda: +++ = veľmi pozitívny vplyv; ++ = stredne pozitívny vplyv; + = pozitívny vplyv; 0 = žiadny účinok; - = negatívny účinok			
Krátkodobé	Strednodobý	Dlhodobý	

Osobitný dôraz sa kladie na zabezpečenie zlepšenia energetickej efektívnosti, zníženie vplyvu na životné prostredie a nové vlastnosti výrobkov. Tieto technológie sa však neštudujú izolovane, ale sú ovplyvnené vývojom rôznych koncepcií bioraфинérií. Rastie záujem o rôzne procesy zamerané na výrobu palív a chemikálií z biomasy. V budúcnosti sa z celulózk stanú celulóžky s rozsiahlou výrobou (pozri kapitolu 2.1).

Dynamická simulácia a nástroje na celkovú integráciu pracoviska predstavujú nový nástroj na komplexnú optimalizáciu úloh riadenia procesov v papierňach. Automatizácia a "inteligencia" papierenských strojov sa rýchlo zlepšuje a stáva sa ich neoddeliteľnou časťou. Senzory napríklad predpovedajú vlastnosti papiera Použitím niekoľkých vhodných meraní, čo umožňuje rýchle a efektívne riadenie procesu, napr. v situáciách zmeny triedy. Na riadenie rýchlych procesov sú potrebné nové metódy merania. Okrem merania konzistencie a prietoku sa nástrojom na optimalizáciu procesov stávajú aj on-line systémy na meranie (Monitorovanie) chemických látok.

Náklady na investície do nových, zložitejších techník sú významným faktorom ziskovosti papierní a zvyhodňujú väčšie papierne. Súvisí to so zvyšovaním účinnosti a znižovaním emisií. Existuje tendencia zvyšovať zložitosť techník čistenia odpadových vôd. Zavedenie uvedených techník a ich správna údržba sú pre menšie prevádzky náročné.

V týchto oddieloch sa rozoberajú prípady nových techník, ktoré znižujú spotrebu surovín a emisie. Tieto BAT sa stále vyvíjajú. Niektoré z nich sa v súčasnosti skúmajú a majú sľubné vyhliadky na budúce použitie, iné sa už používajú v niekoľkých reálnych aplikáciách.

Uvedené informácie zahŕňajú stručný opis BAT, posúdenie súčasného stavu BAT, prínosy pre prostredie a účinky medzi zložkami, ekonomické úvahy, ak sú už k dispozícii údaje, a odkazy.

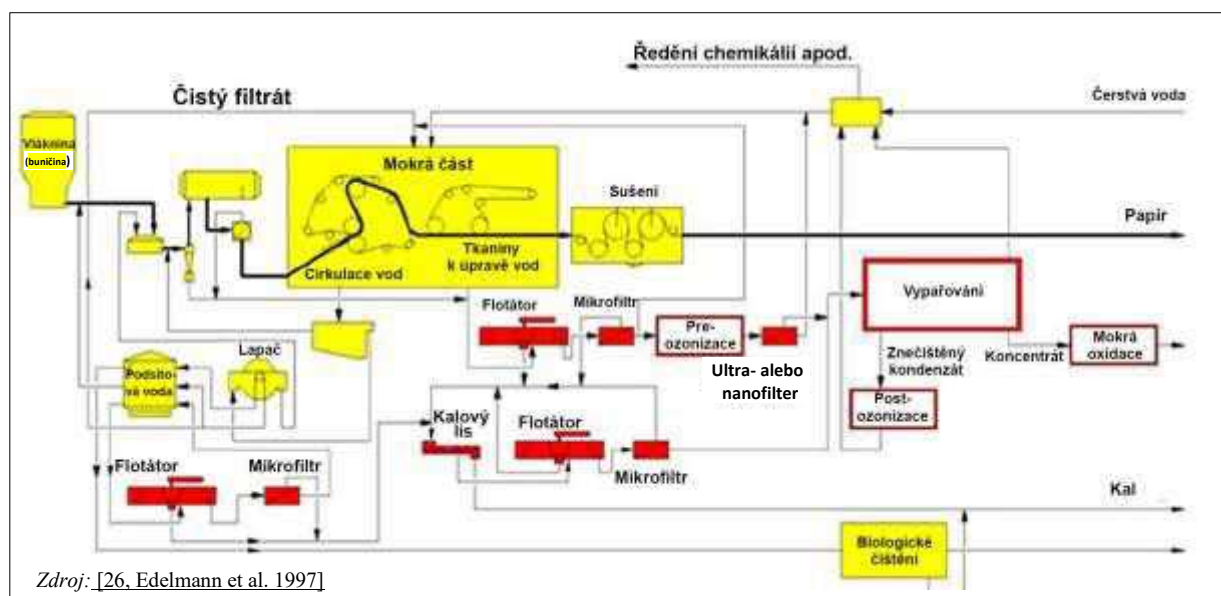
7.4.1. Minimálne vypúšťanie odpadových vôd z papierní - optimalizácia vodných systémov a pokročilé technológie čistenia odpadových vôd

Opis

Pokročilé čistenie odpadových vôd v celulózo-papierenskom priemysle sa zameriava najmä na ďalšie biologické membránové reaktory a membránové filtračné techniky, ako je mikro-, ultra- alebo nanofiltrácia, ozónová úprava a Odparovanie. Vzhľadom na relatívny nedostatok praktických skúseností, niekedy pomerne vysoké náklady a zvýšenú náročnosť čistenia vody je v súčasnosti málo reálnych aplikácií terciárneho čistenia odpadových vôd z celulózk a papierní.

Tieto techniky sú však mimoriadne vhodné na začlenenie do procesu čistenia ako "obličky" na odstraňovanie látok, ktoré nepriaznivo ovplyvňujú účinnosť výroby papiera alebo jeho kvalitu.

Príklad možnej vnútornej úpravy a opätovného Použitia vody z prevádzky vrátane membránovej filtrácie, ozonizácie a odparovania je uvedený na obrázku 7.40.



Obrázok 7.40: Príklad možnej vnútornej úpravy a opätovného použitia vody z papierenského stroja

Stav vývoja

Praktické skúsenosti s týmito technikami v závodoch sú vo svete obmedzené na niekoľko prípadov. V závislosti od použitej technológie stále existujú prevádzkové problémy a pomerne vysoké náklady. V dlhšom čase sa v papierňach získalo viac skúseností s technikami ultrafiltrácie. Čistenie ultrafiltrátu (UF) účinne odstraňuje suspendované pevné látky, baktérie a lipofilné extrakty, takže výsledný filtrát je možné použiť ako náhradu čerstvej vody v dávkovačoch chemikálií a striekačkách papierenských strojov. Použitím mechanického rozvlákňovania je možné uviesť, že ultrafiltrácia vedie k nižšej spotrebe bielidla a chemikálií na mokrom konci, k zlepšeniu prevádzkových vlastností stroja a k vyššej kvalite papiera. [143, T.Sutela a kol. 2006].

Tieto techniky by sa však mali starostlivo zvážiť pri výstavbe nových mlynov alebo pri modernizácii a zvyšovaní kapacity existujúcich mlynov. Tieto techniky zvýšenia zavedenia vody do procesu slúžia aj na zníženie spotreby čerstvej vody v existujúcich závodoch bez úplného odstavenia vodného systému. Očakáva sa, že tieto techniky budú mať v blízkej budúcnosti ďalšie uplatnenie v papierenskom priemysle. Od úpravy vody v oddieli sa prechádza k vnútornej úprave čiastkových prietokov prevádzkovej vody. Možno je očakávať, že prví používatelia týchto techník budú na strane odberateľa, ktorý bude čeliť veľmi prísny požiadavkám alebo mu vodohospodársky orgán nepovolí zvýšiť zaťaženie vypúšťaného znečistenia. Ak chcú takéto závody zvýšiť kapacitu, musia použiť jednu alebo viacero z uvedených techník.

Postavenie technológií čistenia vody v papierenskom priemysle možno zhrnúť následne takto:

- Vláknové a jemné pasce vo vnútorných okruhoch - filtrov (bežná technika). Objem superčistého filtrátu na opätovné použitie možno zhustiť, napr. využitím mikrofiltrův.
- Flotácia (priemyselných overená).
- Pracie lisy (osvedčené v priemyselných podmienkach).
- Technika odvodnenia výluhov a kalov (priemyselných overená).
- Biologické vnútorné čistenie (prvé priemyselné aplikácie) s (čiastočnou) recirkuláciou vyčistenej technologickej vody; v niektorých prípadoch v kombinácii s dekarbonizačnou jednotkou.
- Predfiltrácia + membránová filtrácia (UF, NF) (prvé realizované priemyselné aplikácie).
- Predfiltrácia + Odparovanie (prvé realizované priemyselné aplikácie). Ak sa sladká voda nahradí vodou po odparovaní, pravdepodobne to nebude mať žiadny vplyv na chemické procesy alebo výrobu papiera.
- Ozonizácia (v Európe je zavedená najmenej tri priemyselné aplikácie). Ak sladká voda nahradí čiastočne upravenou vodou, môže dôjsť k usadzovaniu rušivých látok. Napríklad anorganické soli nie sú ovplyvnené a môžu prísť do kontaktu s prevádzkovými chemikáliami

- zariadenie. Tieto potenciálne vplyvy sa musia kontrolovať a musí sa zvýšiť znalosť kvality vody.
- Enzymatická úprava prevádzkovej vody (v fáze výskumu).

Environmentálne dôsledky

Cieľom pokročilých technológií čistenia odpadových alebo prevádzkových vôd je zvyčajne ďalšie odstraňovanie znečisťujúcich látok, ktoré sa neodstránia bežným biologickým čistením, napr. použitím zariadení s aktivovaným kalom. Tieto znečisťujúce látky zahŕňajú zvyškovú Chemickú spotrebu kyslíka, farbu, živiny alebo Suspendované látky. Pokročilé postupy čistenia vody produkujú vodu s vysokou kvalitou. Zlepšenie možnosti znova použiť "odpadovú vodu" ako čerstvú vodu v procese. Pokročilé čistenie odpadových vôd preto môže prispieť k ďalšiemu zatvoreniu vodného systému. Môže sa však použiť aj na dosiahnutie nižšieho objemu vypúšťaných odpadových vôd do prijímajúcich vôd.

Výrazné zvýšenie kapacity papierní je veľmi často podnetom na hľadanie nových technických riešení s menším znečistením. V niektorých prípadoch orgány v Európe požadujú, aby množstvo odpadových vôd a odpadu zo papierní, ktoré sa snažia zvýšiť kapacitu, neprekročilo úroveň dosiahnutú pred investíciou. To znamená, že je potrebné nájsť nové spôsoby, ako znížiť Použitie sladkej vody a dosiahnuť minimalizáciu množstva tuhého odpadu.

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne súvisiace údaje.

Literatúra

[26, Edelmann et al. 1997], [143, T.Sutela a kol. 2006].

7.4.2. Výroba papiera s vysokou konzistenciou (účinná úprava vody)

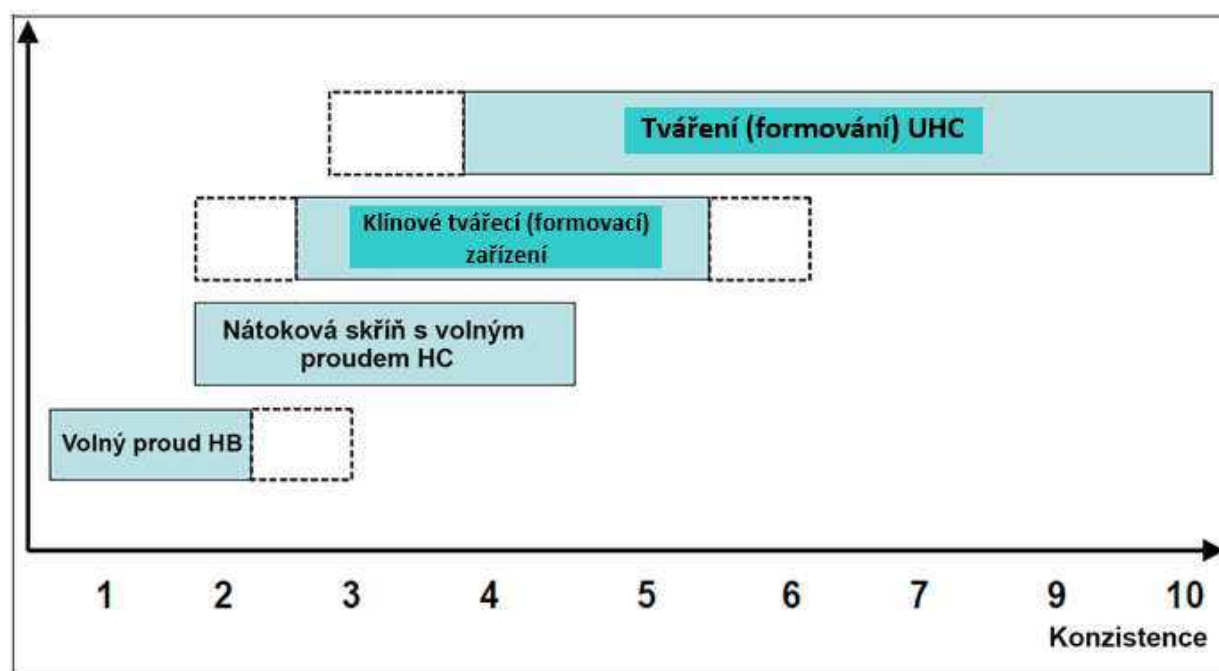
Opis

V modernom procese výroby papiera sa papierenské výrobky tvoria z vodnej suspenzie s nízkou konzistenciou (približne 0,6 - 1,0 %), ktorá obsahuje vlákna, plnivá a chemikálie. Táto suspenzia sa prečerpáva cez preplachovací box, ktorý ju usadzuje na plastovom sitku. Komplexná prevádzka prírodného boxu vytvára dimenzované podmienky turbulentného prúdenia na kontrolu homogenity papierenskej suspenzie v následnom procese odvodnenia. Z dôvodu nízkej konzistencie je potrebné použiť chemikálie na zvýšenie retencie znečistených zložiek na papieri. Recyklácia nezachyteného materiálu a vody spotrebuje veľké množstvo energie a vyžaduje si mnoho jednotkových operácií a technologických zariadení.

Zvýšenie konzistencie pri výrobe papiera/lepenky je preto technologickým krokom vpred. Očakáva sa, že proces zvyšovania konzistencie (HC) spotrebuje o 50 % menej energie a o 30 % menej energie na vákuum a finančná náročnosť procesu sa zníži o 30 %. Zvýšená retencia tiež znižuje spotrebu chemikálií a znečistenie životného prostredia z procesu.

Stav vývoja

Zvýšenie konzistencie pri výrobe papiera/lepenky sa prvýkrát skúmalo v 80. rokoch 20. storočia vo Fínsku, ale s malým úspechom. Pôvodné štúdie viedli k neprijateľnej kvalite papierových pásov kvôli ťažkostiam s hospodárením o dostatočnú turbulenciu v priebehu odvodnenia pásov. V priebehu posledných rokov sa však dosiahol značný pokrok základe integrácie prírodného boxu a odvodnenia (pozri obrázok 7.41). Prevádzkový systém súčasných strojov je možné s najväčšou pravdepodobnosťou rozšíriť optimalizáciou celého procesu, napr. surovín, zariadení, textílií a chemikálií. To však môže viesť k ťažkostiam pri odvodnení alebo chode papierenského stroja. Nedávne štúdie ukázali, že zahŕňajú kontrola fluidizácie a triedenie vysoko konzistentnej látky spolu s kvalitou výrobku.



Obrázok 7.41: Typická konzistencia výplňového boxu používaného v starších štúdiách formovania HC

Prelom vo výrobe HC papiera si vyžaduje novú technológiu, v ktorej budú súčasné jednotkové operácie, t. j. prívodný box, odvodnenie a lisovanie, kompaktné integrované a výsledkom bude požadovaná štruktúra papiera z vysoko konzistentného znečistenia. Podľa výsledkov nedávnych štúdií je možné výrobu HC papiera po ďalšom vývoji považovať za uskutočniteľnú.

Proces výroby HC papiera/lepenky si vyžaduje, aby postupy prívodu a nízkokyckového systému, fluidizácie a odvodnenia prebiehali s vysokou konzistentnosťou. Je potrebné zlepšiť miešanie vlákien a chemikálií, triedenie, znižovanie vzduchu, fluidizáciu, odvodnenie znečistenia a riadenie procesu. Pri riadení procesov je jednou z kľúčových úloh vývoj spoľahlivého systému merania procesov vrátane vlastností pásu.

Je potrebné vytvoriť model na určenie veľkosti procesu a na analýzu a určenie optimálnej koncepcie procesu. Jedným z predovšetkým problémov je stabilita procesu. Pokiaľ ide o kontrolu surovín, citlivé senzory a nové metódy merania umožňujú identifikovať vlastnosti vstupného materiálu a pomocou optimalizácie ho zodpovedajúcim spôsobom riadiť. Celková dynamická analýza energetickej sústavy používajúca simuláciu a optimalizáciu poskytuje riešenia, ktoré znižujú energetické straty v porovnaní s tým, čo možno dosiahnuť pomocou súčasných statických analýz, napr. "pinch analýzy". Vďaka dynamickému zosúladieniu prevádzkových jednotiek je možné radikálne znížiť medzifázové efekty. To vedie k veľkým úsporám energie vo výrobných systémoch, napr. znížením čerpania, a k úsporám energie a financií v nových a rekonštruovaných výrobných systémoch.

Environmentálne dôsledky

Čerstvá voda sa privádza do procesu HC ako voda na postrek a ako voda na riadenie chemikálií, podobne ako v moderných procesoch. Aby sa minimalizovalo použitie čerstvej vody, výstupné prúdy z triedenia a recyklácie vlákien musia byť nízkoobjemové a technika tvárniaceho (formovacieho) zariadenia a recyklácie vlákien musí produkovať vysokokvalitnú cirkulujúcu vodu s veľmi nízkou úrovňou pevných látok a zriedených a koloidných (DisCo) látok.

Očakáva sa, že formovanie (lisovanie) papierových výrobkov s vysokou konzistenciou si bude vyžadovať nové, inovatívne procesné riešenia, ktoré výrazne znížia spotrebu energie a vody v procesoch výroby papiera/lepenky. Výroba HC papiera znižuje náklady na čerpanie, zvyšuje zadržiavanie vlákien s menším množstvom chemikálií a zjednodušuje procesy na mokrom konci. Spolu s uzavretým vodným okruhom a vyššou prevádzkovou teplotou je možné, že lisovanie s vysokou konzistenciou zníži spotrebu energie výrobnej linky výrazne.

Ekonomika

Systém HC predstavuje nový systém výroby rôznych výrobkov z papiera a lepenky a prechod k novému prístupu vo výrobe papiera. V súčasnosti prebiehajú pilotné štúdie s cieľom zabezpečiť výrobu papiera/lepenky HC.

Nástroje na modelovanie a simuláciu sú neoddeliteľnou súčasťou vývojových prác jednotlivých procesov, ale aj pri analýze, keď sa v dôsledku formovania HC menia koncepcie prevádzky. Nové meracie techniky sa používajú pri vývoji modelov a metód na riadenie procesu tvárnenia (formovania). Formovanie HC prináša európskemu celulózo-papierenskému priemyslu významnú výhodu, pretože takýto systém môže znížiť nielen spotrebu energie, ale aj Použitie chemikálií/ADt. Tvarovanie HC sa dobre integruje s uzavretým vodným okruhom a novými technikami rekuperácie tepla a metódami povrchovej úpravy. Okrem toho je možné vyrobiť nové druhy výrobkov [CEPI, pripomienky D1].

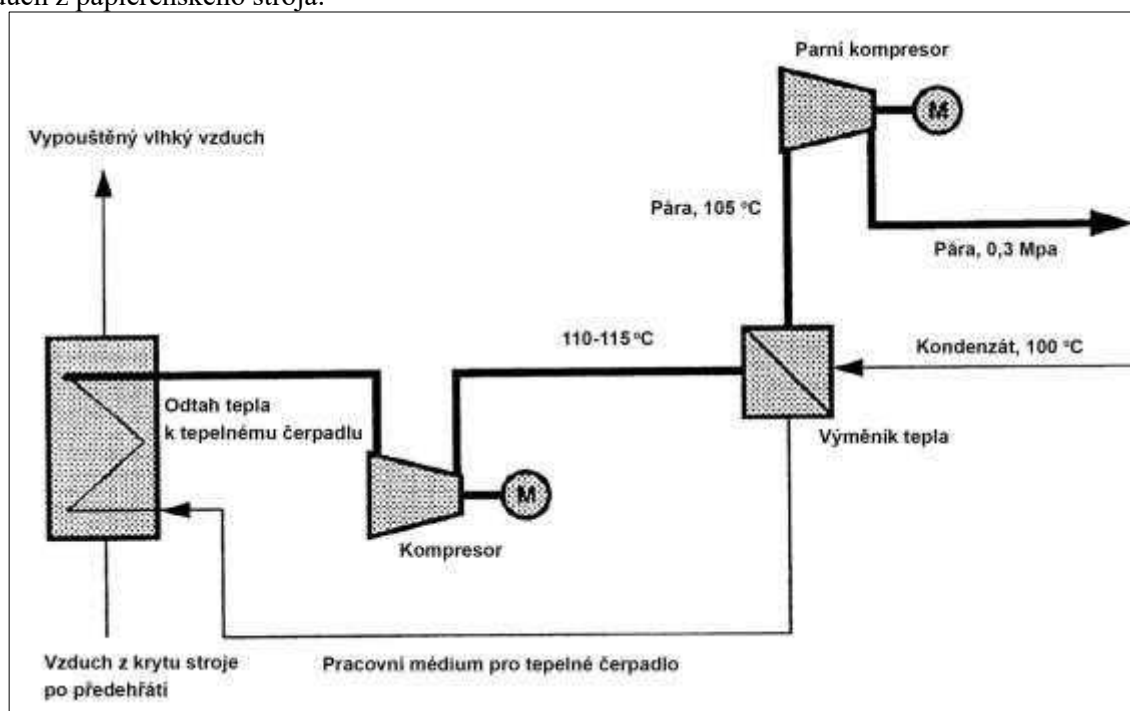
Literatúra

1. Waris, T. Sakeamassarainaus, Paperija ja Puu- papier a drevo 3.1998, 213ff (vo finčine) 1988.
2. Maleshenko, A., Ilmoniemi, E., Kaasalainen, H. Web-forming Unit of a Paper or Board Machine. WO 2006120294 (A1), 2008.
3. Gullichsen, J., Ilmoniemi, E., Kaasalainen, H. a Manninen, T., Metóda podávania buničiny s vysokou konzistenciou do formovacej podložky a vysokokonzistentného hlavového boxu (Metóda podávania buničiny s vysokou konzistenciou do formovacej podložky a vysokokonzistentného hlavového boxu), WO 2009063135 (A1), 2009.

7.4.3. Rekuperácia tepla pomocou tepelných čerpadiel

Opis

Tepelné čerpadlá sa používajú na prečerpávanie tepla z jedného média (napr. vzduchu) do druhého (napr. vody). Na obrázku 7.42 je znázornená príkladová aplikácia pre papierenský stroj. Zdrojom tepla je vlhký vzduch z papierenského stroja.



Obrázok 7.42: Systém tepelného čerpadla na výrobu technologickej pary

Stav vývoja

Tepelné čerpadlá majú v celulózo-papierenskom priemysle mnoho aplikácií, ale investičné náklady sú veľmi vysoké, čo znižuje Použitie tohto typu zariadení. Okrem toho je Použitie tepelných čerpadiel

ťažšie kvôli environmentálnym problémom súvisiacim s konvenčnými pracovnými médiami, napriek tomu, že termodynamika tepelných čerpadiel je veľmi priaznivá.

Environmentálne dôsledky

Napríklad vypúšťaný vlhký vzduch si môže udržať teplotu 105 °C s rosným bodom 61 °C. V tomto prípade je možné, aby tepelné čerpadlo vyrobilo teplo zodpovedajúce 750 kWh/t alebo 2,7 GJ/t s Použitím iba 1/3 alebo 250 kWh/t energie pre motor kompresora. Vychádza to z účinníka 3, ktorý je úplne bežný.

Ekonomika

Potenciál tejto výroby je veľký, ale počet súčasných zariadení v celulózo-papierenskom priemysle je nízky z dôvodu investičných nákladov, ale aj vyššie uvedených ťažkostí v súvislosti s vhodnými pracovnými médiami. Keďže ide o konvenčnú technológiu, prelom nastane v prípade, že sa objaví alebo vyvinie nové vhodné médium a menej nákladné zariadenie, najmä na strane kompresora.

Literatúra

[SEPA-Report 4713-2.1997]

7.4.4. Nástroje na celkovú integráciu papieri

Opis

Vzhľadom na zložitost' procesu výroby papiera sa technologický vývoj v tomto odvetví realizuje na základe postupných opatrení. Zložitost' tohto procesu možno ilustrovať na príklade použitia vody. Zvýšená recirkulácia vody vedie k odlišnému chemickému zloženiu procesov, vyššiemu Použitie sekundárneho tepla, odlišným postupom pri hospodárení s vodou, novým prietokom odpadových vôd, zmenám v prevádzke čistiarne odpadových vôd, zvýšenej spotrebe elektrickej energie a zníženej spotrebe tepla. Okrem toho spotreba energie je ovplyvnená aj procesom výroby stroja a vývojom jednotiek prevádzky papierenského stroja. Výber technológie má vplyv na energetickú bilanciu papiera. Možná je možné konštatovať, že inteligentný návrh procesu sa bude v budúcnosti snažiť zjednotiť celý systém energia - voda - vlákna - chemikálie, aby sa vytvorila integrovaná papiera.

Stav vývoja

Vyvíja sa niekoľko počítačových nástrojov, ktoré dokážu vykonať analýzy zložitosti systému vrátane priamo opísaných účinkov medzi jednotlivými zložkami (body 1 až 9), a boli vypracované prvé analytické štúdie pre integrovanú papiera. Treba však zdôrazniť, že nástroje na celkovú integráciu Papiera úplne nevytvorujú potreby štúdií v poloprocesoch.

Environmentálne dôsledky

Kľúčovou výzvou je, ako dosiahnuť procesy a prevádzkové koncepcie schopné znížiť emisie do ovzdušia a vody a zároveň znížiť tvorbu tuhého odpadu a spotrebu energie. Požiadavky na nový proces zahŕňajú zlepšenie kvality papiera a času prevádzky, ako aj lepšiu kontrolu riadenia procesu. To si vyžaduje Zlepšenie znalostí správania procesov. Je potrebné identifikovať aj zmeny v procese spôsobené zavedením nových techník, aby bolo možné vyvinúť kompatibilnú technológiu procesu.

Je preto jasné, že nové nástroje na optimalizáciu môžu slúžiť na podporu vývoja budúcich procesov výroby papiera/lepenky. V prípadoch počítačových nástrojov sa nachádzajú tieto položky alebo funkcie:

1. informácie o koncentrácii znečisťujúcich látok v rôznych častiach procesu;
2. modely správania sa znečisťujúcich látok;
3. parametre procesu pre metódy separácie a Úpravy;
4. metódy optimalizácie koncepcií úpravy vody vzhľadom na úroveň koncentrácie a správania znečisťujúcich látok;
5. identifikácia spotrebičov a zdrojov tepla;

6. metódy optimalizácie využitia tepla prostredníctvom dôkladnej integrácie procesov;
7. informácie o emisiách do ovzdušia a prijímajúcich vôd v rámci novej koncepcie Papriňskej a o tvorbe tuhého odpadu;
8. Podrobný návrh procesu podľa zvolených východísk;
9. metódy analýzy a vývoja prevádzkyschopnosti procesov.

Ekonomika

Nie sú k dispozícii žiadne súvisiace údaje. Softvérové nástroje na celkovú integráciu mlyna nepredstavujú veľkú investíciu, ale vyžadujú si kvalifikovaný personál, ktorý stráví mnoho hodín prispôbovaním softvéru vlastnostiam mlyna.

Literatúra

[27, Edelmann et al. 1999].

8. ZÁVERY O NAJLEPŠÍCH DOSTUPNÝCH TECHNIKÁCH (BAT) PRI VÝROBE BUNIČINY, PAPIERA A LEPENKY

Rozsah použitia

Tieto závery o najlepších dostupných technikách (BAT) sa týkajú činností uvedených v kategóriách 6.1 písm. a) a 6.1 písm. b) prílohy I k smernici 2010/75/EÚ, t. j. integrovanej a neintegrovanej výroby v priemyselných zariadeniach:

- (i) buničiny z dreva alebo iných vláknitých materiálov;
- (ii) papiera/lepenky s výrobnou kapacitou väčšou ako 20 ton denne.

Tieto závery o BAT závery sa vzťahujú najmä na tieto procesy a činnosti:

- (i) chemické rozvlákňovanie:
 - (a) proces výroby sulfátovej (kraft) buničiny;
 - (b) proces výroby sulfitovej buničiny;
- (ii) mechanické a chemicko-mechanické rozvlákňovanie;
- (iii) úprava zberového papiera, bez ohľadu na to, či zahŕňa proces odfarbovania alebo nie;
- (iv) výroba papiera a súvisiace procesy;
- (v) všetky druhy regeneračných kotlov a vápenných pecí v prevádzkach celulózok a papierní.

Tieto závery o najlepších dostupných technikách sa neuplatňujú na tieto činnosti:

- (i) výroba buničiny z nedrevnatého vláknitého materiálu (napr. z jednoročných rastlín);
- (ii) stacionárne spaľovacie motory
- (iii) spaľovacie zariadenia na výrobu pary a elektrickej energie okrem regeneračných kotlov;
- (iv) sušiarne s vnútornými horákmi pre papierenské a lakovacie stroje.

Ďalšie referenčné dokumenty týkajúce sa činností, na ktoré sa vzťahujú tieto závery o BAT, sú uvedené nižšie:

Referenčné dokumenty	Aktivity
Priemyselné chladiace systémy (ICS)	Priemyselné chladiace systémy, napr. chladiace veže, doskové výmenníky tepla
Ekonomické a medzisúčiasťkové účinky (ECM)	Hospodárska únosnosť a medzizložkové vplyvy techník
Emisie zo skladovania (EFS)	Emisie z nádrží, potrubí a uskladnených chemikálií
Energetická efektívnosť (ENE)	Celková energetická efektívnosť
Veľké spaľovacie zariadenia (LCP)	Výroba pary a elektriny v spaľovacích zariadeniach v celulózkach a závodoch na výrobu papiera
Všeobecné zásady monitorovania (MON)	Monitorovanie emisií
Spaľovanie odpadov (WI)	Pálenie a spoluspaľovanie odpadu na mieste
Odvetvie úpravy odpadu (WT)	Upravenie odpadu ako paliva

Všeobecné poznámky

Techniky uvedené a opísané v týchto záveroch o BAT nie sú normatívnym ani vyčerpávajúcim zoznamom. Môžu sa použiť aj iné techniky, ktoré zabezpečia aspoň rovnakú úroveň ochrany životného prostredia.

Pokiaľ nie je uvedené inak, závery o BAT sú všeobecne uplatniteľné.

Úrovně emisí súvisiace s najlepšimi dostupnými technikami (BAT)

Ak sú úrovne emisií spojené s BAT uvedené pre rovnaké obdobie spriemerovania v rôznych jednotkách (napríklad vyjadrené ako hodnoty koncentrácie a špecifickej záťaže, t. j. na tonu čistej produkcie), tieto rôzne spôsoby vyjadrenia BAT sa považujú za rovnocenné alternatívy.

V prípade integrovaných a viacproduktových celulózok a papierní sa musia úrovne BAT určené pre každý proces (výroba buničiny, papiera) a/alebo produkt sčítat podľa pravidla o zmiešaní na základe ich podielu emisiách.

Obdobie spriemerovania pre emisie do vody

Ak nie je uvedené inak, obdobia spriemerovania súvisiace s BAT pre emisie do vody sa určujú týmto spôsobom.

Denný priemer	Priemer pre 24-hodinový interval odberu vzoriek získaný ako vzorka úniku úmerná prietoku (1) alebo časovo úmerná vzorka úniku (1), prípade preukázania dostatočnej stability prietoku
Ročný priemer	Priemer všetkých denných priemerov vypočítaných v priebehu jedného roka, vážený denným objemom výroby a vyjadrený ako hmotnosť emitovaných látok na jednotku hmotnosti vyrobených alebo vyprodukovaných výrobkov alebo materiálov

(1) V špecifických prípadoch je možné, že bude potrebný iný proces výberu vzorky (napr. náhodný výber vzorky).

Referenčné podmienky pre emisie do ovzdušia

Úrovně emisí spojené s BAT-AEL sa vzťahujú na štandardné podmienky: suchý plyn pri teplote 273,15 K a tlaku 101,3 kPa. Ak sú úrovne BAT-AEL vyjadrené ako hodnoty koncentrácie, uvedie sa referenčná hodnota O₂ (v % objemu).

Prepočet na referenčnú koncentráciu kyslíka

Vzorec na výpočet koncentrácie emisií pri referenčnej koncentrácii kyslíka je uvedený nižšie:

$$E_R = \frac{21 - O_R}{21 - O_M} \times E_M$$

kde:

E_R (mg/Nm³): je koncentrácia emisií vzhľadom na referenčnú koncentráciu kyslíka O_R
 O_R (objemové %): je referenčná koncentrácia kyslíka
 E_M (mg/Nm³): nameraná koncentrácia emisií v porovnaní s nameranou koncentraciou kyslíka O_M
 O_M (objemové %): nameraná koncentrácia kyslíka.

Obdobie spriemerovania pre emisie do ovzdušia

Ak nie je uvedené inak, obdobia spriemerovania súvisiace s úrovňami BAT-AEL pre emisie do ovzdušia sa určujú týmto spôsobom.

Denný priemer	Priemer za 24 hodiny vypočítaný na základe platných hodinových priemerov získaných nepretržitými meraniami.
Priemer za obdobie odberu vzoriek	Priemer troch po sebe nasledujúcich meraní, z ktorých každé trvalo aspoň 30 minút.
Ročný priemer	V prípade nepretržitého merania: priemer všetkých platných hodinových priemerov. V prípade periodických meraní: priemer všetkých „priemerov obdobia odberu vzoriek“ zaznamenaných v priebehu jedného roka.

Definície

Na účely týchto záverov o najlepších dostupných technikách sa uplatňujú tieto definície:

Použitý pojem	Definícia
Nová prevádzka	Prevádzka (výrobné zariadenie alebo jeho časť) prvýkrát povolená na mieste zariadenia po uverejnení týchto záverov o BAT alebo úplná náhrada prevádzky (výrobného zariadenia alebo jeho časti) na existujúcich základoch zariadenia po uverejnení týchto záverov o BAT.
Rozsiahla prevádzka	Prevádzka, ktorá nie je novou prevádzkou.
Rozsiahla modernizácia	Rozsiahla zmena dizajnu alebo technológie prevádzky alebo systému znižovania emisií a rozsiahle upravenia alebo výmeny prevádzkových jednotiek a súvisiacich zariadení.
Nový systém znižovania látok	Systém na odstraňovanie látok, ktorý bol v lokalite prvýkrát uvedený do prevádzky po uverejnení týchto záverov o najlepších dostupných technikách.
Rozsiahly systém znižovania látok	Systém odstraňovania častíc, ktorý nie je novým systémom odstraňovania častíc.
Neskondenzovateľné zápachajúce plyny (NCG)	Neskondenzovateľné zápachajúce plyny, čo znamená urážlivé zápachajúce plyny pri výrobe sulfátovej buničiny.
Koncentrované neskondenzovateľné zápachajúce plyny (CNCG)	Koncentrované neskondenzovateľné zápachajúce plyny (alebo "silne koncentrované zápachajúce plyny"): plyny obsahujúce celkovú redukovanú síru z varenia buničiny, odparovačov a kondenzátov.
Silne koncentrované zápachajúce plyny	Koncentrované neskondenzovateľné zápachajúce plyny (CNCG).
Slabo koncentrované zápachajúce plyny	Zriedené neskondenzovateľné zápachajúce plyny: plyny obsahujúce celkovú redukovanú síru, ktoré nie sú silne koncentrovanými zápachajúcimi plynmi (napr. plyny z nádrží, filtrov, síl na štiepku, filtrov na žeravý kal, sušičiek).
Zvyškové slabo koncentrované plyny	Zvyškové plyny, ktoré sa vypúšťajú inými spôsobmi než cez regeneračné kotly, pece na pálenie vápna alebo horák TRS.
Nepretržité merania	Merania pomocou automatického meracieho systému (AMS) trvalo nainštalovaného v závode.
Pravidelné merania	Určenie množstva (konkrétnej meranej veličiny) meranej v určených časových intervaloch použitím manuálnych alebo automatických metód.
Rozptýlené emisie	Emisie vznikajúce pri priamom (neusmernenom) kontakte prchavých látok alebo tuhých znečisťujúcich látok s prostredím za bežných prevádzkových podmienok.
Integrovaná výroba	Výroba buničiny a papiera alebo lepenky v tom istom závode. Pred výrobou papiera alebo lepenky sa buničina zvyčajne nesuší.

Použitý pojem	Vymedzenie
Neintegrovaná výroba	Je to buď a) výroba komerčnej buničiny v papierňach, v ktorých sa nepoužívajú žiadne papierenské stroje, alebo b) výroba papiera alebo lepenky s použitím iba komerčnej buničiny vyrobenej v iných papierňach.
Čistá výroba	(i) V prípade papierní: nebalená obchodovateľná výroba následne po prevíjačke, t. j. pred úpravou. (ii) V prípade samostatného lakovacieho zariadenia: výroba po lakovaní. (iii) V prípade zariadenia na výrobu tissue papiera: komerčná výroba na prevádzke papierenského stroja pred akýmkoľvek prevíjaním a bez jadra. (iv) V komerčných zariadeniach na výrobu buničiny: výroba po zabalení (v tonách vysušených na vzduchu). (v) V prípade integrovaných závodov: čistá výroba buničiny znamená výrobu po zabalení (v tonách vzduchom vysušenej buničiny) plus buničina dodaná do celulózky (bilančný výpočet hmotnosti buničiny sa vykonáva na 90 % sušiny, tzv. vzduchom vysušený materiál). Čistá výroba papiera/lepenky: ako v bode i).
Papierne na výrobu špeciálnych druhov papiera	Závod na výrobu veľkého množstva rôznych druhov papiera a lepenky na špecifické účely (priemyselné alebo nepriemyselné), ktorý sa vyznačuje osobitnými vlastnosťami, relatívne malým trhom konečných používateľov alebo špecifickými aplikáciami, často navrhnutý špeciálne pre konkrétneho zákazníka alebo skupinu konečných používateľov. Príklady týchto špeciálnych papierov zahŕňajú cigaretový papier, filtračný papier, metalizovaný papier, termopapier, samolepiaci papier, papier potiahnutý sprejom, papier na pokrytie sadrokartónu a špeciálne papiere na voskovanie, izoláciu, pokrývanie striech, asfaltovanie a iné špeciálne aplikácie alebo použitia. Žiadny z uvedených druhov nepatrí do štandardných kategórií papiera/lepenky.
Listnatá buničina	Skupina drevín, ktorá zahŕňa napríklad osiku, buk, brezu a eukalyptus. Pojem "vlákno z listnatých drevín" sa používa v protiklade k vláknu z dlhých ihličnatých drevín.
Ihličnatá buničina	Ihličnaté drevo, napríklad borovica alebo smrek. Pojem "drevo" sa používa na rozdiel od "listnatého vlákna" s krátkymi vláknami.
Kastifikácia	Proces v rámci vápenného cyklu, pri ktorom sa hydroxid (biely lúh) podieľa na regenerácii: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 (\text{s}) + 2 \text{OH}^-$.

Skratky

Použitý pojem	Definícia
ADt	Tony (buničiny) vysušenej na vzduchu vyjadrené ako 90 % obsah sušiny
AOX	Absorbovateľné organické halogenidy namerané podľa metódy normy EN ISO: 9562 pre odpadové vody.
BOD	Biochemická spotreba kyslíka. Množstvo rozpusteného kyslíka, ktoré mikroorganizmy potrebujú na rozloženie organických látok v odpadovej vode.
CMP	Chemicko-mechanická buničina.
CTMP	Chemicko-tepelno-mechanická buničina.
COD	Chemická spotreba kyslíka; množstvo chemicky oxidovateľných organických látok v odpadovej vode (obvykle zodpovedá analýze s použitím oxidácie dichrómanom).
DS	Suché tuhé látky (sušina), vyjadrené ako % hmotnosti.
DTPA	Kyselina dietyltriáminpentaoctová (komplexotvorné/chelačné činidlo používané pri peroxidovom bielení)
ECF	Buničina vyrobená bez obsahu elementárneho chlóru.
EDTA	Kyselina etylldiamíntetraoctová (komplexotvorné/chelačné činidlo)
H ₂ S	Sírovodík.
LWC	Lahký natieraný papier. (drevité natierané papiere)
NO _x	Súčet oxidu dusnatého (NO) a oxidu dusičitého (NO ₂), vyjadrený ako NO ₂ .

NSSC	Neutrálna sulfitová polochemická buničina.
RCF	Recyklované vlákna.
SO ₂	Oxid siričitý.
TCF	Úplne bez použitia chlóru.
Celkový dusík (Tot-N)	Celkový dusík (Tot-N) označený ako N, zahŕňa organický dusík, voľný čpavok a amónny kation (NH ₄ ⁺ -N), dusitany (NO ₂ ⁻ -N) a dusičnany (NO ₃ ⁻ -N).
Celkový fosfor (Tot-P.)	Celkový fosfor (Tot-P), označený ako P, zahŕňa rozpustený fosfor plus všetok nerozpustný fosfor prenesený do výtoku v podobe zrazenín alebo v mikróboch.
TMP	Termomechanická buničina.
TOC	Celkový organický uhlík.
TRS	Celková redukovaná síra. Súčet týchto redukovaných zápachajúcich sírových zlúčenín vznikajúcich pri rozvlákňovaní: sírovodík, metylmerkaptán, dimetylsulfid a dimetyldisulfán, vyjadrený ako síra.
TSS	Celkové suspendované tuhé látky (v odpadovej vode). Suspendované tuhé látky tvorené nepatrnými úlomkami vlákien, výplňou, jemnými časticami, neusadenou biomasou (zhluk mikroorganizmov) a ďalšími drobnými časticami.
VOC	Prchavé organické zlúčeniny, ako sú vymedzené v článku 3 ods. 45 smernice 2010/75/EÚ.

8.1. Všeobecné závery o najlepších dostupných technikách (BAT) pre odvetvie výroby buničiny a papiera

Okrem všeobecných najlepších dostupných techník uvedených v tomto oddiele sa uplatňujú aj najlepšie dostupné techniky pre konkrétne postupy uvedené v oddieloch 8.2 až 8.6.

8.1.1. Systém environmentálneho riadenia

BAT 1. Najlepšou dostupnou technikou (BAT) na zlepšenie celkového environmentálneho správania závodov na výrobu buničiny, papiera a lepenky je zavedenie a udržiavanie systému environmentálneho riadenia (EMS), ktorý zahŕňa všetky tieto prvky:

- (a) zapojenie vedúcich pracovníkov vrátane vyššieho vedenia;
- (b) vymedzenie zásad ochrany životného prostredia, ktoré zahŕňajú neustále zlepšovanie zariadenia zo strany vedenia;
- (c) naplánovanie a zavedenie nevyhnutne potrebných postupov a cieľov spolu s finančným plánovaním a investíciami;
- (d) realizácia postupov osobitne zameraných na:
 - (i) štruktúru a zodpovednosť;
 - (ii) odborné vzdelávanie, informovanosť a kompetencie;
 - (iii) komunikáciu;
 - (iv) zapojenie zamestnancov;
 - (v) dokumentáciu;
 - (vi) efektívnu kontrolu procesov;
 - (vii) programy údržby;
 - (viii) pripravenosť a reakciu na núdzové situácie;
 - (ix) zabezpečenie súladu s právnymi predpismi na ochranu životného prostredia;
- (e) kontrola plnenia a prijímanie nápravných opatrení s osobným dôrazom na:
 - (i) monitorovanie a meranie (pozri aj referenčný dokument o všeobecných zásadách monitorovania);
 - (ii) nápravné a preventívne opatrenia;
 - (iii) vedenie záznamov;
 - (iv) nezávislé (ak je to možné) interné a externé audity s cieľom určiť, či je systém EMS v súlade s plánom a či sa správne zaviedol a dodržiava;
- (f) revízia systému EMS a jeho trvalej vhodnosti, primeranosti a účinnosti zo strany vyššieho vedenia;
- (g) sledovanie vývoja čistejších technológií;
- (h) posúdenie vplyvu konečného vyradenia zariadenia z prevádzky už vo fáze koncipovania novej prevádzky a v priebehu prevádzkovej životnosti;
- (i) pravidelné sektorové referenčné porovnávanie.

Uplatniteľnosť

Rozsah (napr. miera podrobnosti) a povaha systému EMS (napr. normatívnosť alebo nenormatívnosť) bude vo všeobecnosti závisieť od povahy, miery a zložitosti zariadenia, ako aj od rozsahu jeho možného vplyvu na životné prostredie.

8.1.2. Materiálové hospodárstvo a dobré hospodárenie

BAT 2. V rámci BAT sa majú uplatňovať zásady dobrého hospodárenia v záujme minimalizácie vplyvov výrobného procesu na životné prostredie, a to prostredníctvom techník uvedených v tejto časti.

	Technika
a	Dôkladný výber a kontrola chemikálií a prísad
b	Vstupná a výstupná analýza so súpisom chemikálií, vrátane ich množstva a toxikologických vlastností
c	Zníženie použitia chemikálií na minimálnu úroveň potrebnú na dosiahnutie požadovanej kvality konečného výrobku
d	Použitie škodlivých látok (napr. disperzie obsahujúce nonylfenol etoxylát alebo detergenty či látok) a ich nahradenie menej škodlivými alternatívami
e	Minimalizácia únikov látok do pôdy alebo ovzdušia a nevhodné skladovanie surovín, produktov alebo zvyškov výrobkov
f	Zavedenie programu riadenia únikov a rozšírenie kontroly zdrojov s cieľom umožniť zabrániť kontaminácii pôdy a podzemných vôd
g	Vhodná konštrukcia potrubných a skladovacích systémov, ktoré by mali byť navrhnuté tak, aby udržiavali povrch čistý a znižovali potreby umývania a čistenia

BAT 3. S cieľom obmedziť uvoľňovanie chelačných činidiel, ktoré nie sú ľahko biologicky rozložiteľné (napríklad EDTA alebo DTPA), z bielenia peroxidom, sa má v rámci BAT používať kombinácia techník uvedených v tejto časti.

	Technika	Uplatniteľnosť
a	Určenie množstvo chelačných chelatačných činidiel vypúšťanie do životného prostredia na základe pravidelných meraní	Neuplatňuje sa na zariadenia, v ktorých sa nepoužívajú chelačné činidlá
b	Optimalizácia výrobného procesu s cieľom znížiť spotrebu a emisie ťažko rozložiteľných biologicky rozložiteľných chelatačných činidiel	Neuplatňuje sa na zariadenia, ktoré odstraňujú 70 % alebo viac kyselín EDTA/DTPA vo svojej čistiarni odpadových vôd alebo v výrobnom procese
c	Uprednostňované Použitie biologicky ľahko rozložiteľné alebo odstrániteľné chelačné činidlá, proces vyradovania biologicky neodbúrateľných produktov	Uplatniteľnosť tejto techniky závisí od dostupnosti vhodných náhrad (biologicky odbúrateľné látky, ktoré spĺňajú napr. požiadavky na svetlosť buničiny)

8.1.3 Nakladanie s vodou a odpadovými vodami

BAT 4. S cieľom znížiť tvorbu odpadových vôd a zaťaženie životného prostredia odpadovou vodou zo skladovania a prípravy dreva sa má v rámci BAT používať kombinácia techník uvedených v tejto časti.

	Technika	Uplatniteľnosť
a	Suché odkôrňovanie (opis v kap. 8.7.2.1).	Obmedzená uplatniteľnosť bielenia úplne bez chlórů (TCF), pri ktorom je možná vysoká čistota a svetlosť
b	Spôsob manipulácie s guľatinou, ktorý zabraňuje znečisteniu dreva a kôry pieskom a kameňmi	Všeobecne použiteľné
c	Dláždenie manipulačných plôch na drevo a plôch s využitím na skladovanie štiepok	Uplatniteľnosť tejto techniky môže byť obmedzená z dôvodu veľkosti manipulačných a skladovacích priestorov na drevo
d	Kontrola prietoku vody pri postreku a minimalizácia odtoku povrchovej vody z oblasti manipulácie s drevom	Všeobecne použiteľné
e	Zber kontaminovanej odpadovej vody z oblasti manipulácie s drevom a Oddelenie odtokajúcej vody obsahujúcej Suspendované látky pred biologickou úpravou	Uplatniteľnosť tejto techniky môže byť obmedzená stupňom znečistenia odpadových vôd (nízka úroveň) alebo veľkosťou čistiarne (v prípade veľkých objemov).

Pri odkôrňovaní sa množstvo odpadovej vody s použitím najlepšej techniky v rámci BAT vyššia rozpätie 0,5-2,5 m³ADt.

BAT 5. S cieľom znížiť spotrebu pitnej vody a vytváranie odpadovej vody sa má v rámci BAT v technicky realizovateľnej miere uzavrieť vodovodný systém v závislosti od vyrábanej triedy papiera a buničiny s použitím kombinácie techník uvedených v tejto časti.

	Technika	Uplatniteľnosť
a	Monitorovanie a optimalizácia používania vody	Všeobecne uplatniteľné
b	Posudzovanie možností recirkulácie vody	
c	Vyváženie úrovne zatvorenia vodného okruhu a možných nevýhod; zabezpečenie dodatočného zariadenia prípade potreby	
d	Oddelenie menej znečistenej tesniacej vody z čerpadiel a jej opätovné použitie pri použití	
e	Oddelenie neznečistenej chladiacej vody od znečistenej prevádzkovej vody a jej opätovné použitie	
f	Opätovné použitie upravenej vody z výroby ako náhrady za čistú vodu (recirkulácia vody a Uzatvorenie jednotlivých systémů)	Uplatniteľné je pre nové prevádzky a rozsiahle modernizácie. Z dôvodu požiadaviek na kvalitu vody alebo výrobných alebo technických obmedzení (ako je usadzovanie alebo inkrustácia vo vodnom systéme) alebo šírenia zápachu môže byť uplatniteľnosť tejto techniky obmedzená.
g	Čistenie (časti) technologickej vody v rámci výrobného procesu s cieľom zlepšiť kvalitu vody a umožniť jej recirkuláciu a opätovné použitie	Všeobecne použiteľné

Množstvo vypúšťania odpadových vôd na odtoku po úprave vyskytne s použitím najlepších techník v rámci BAT týchto ročných priemerov:

Sektor	Prietok odpadovej vody súvisiaci s BAT
Bielená sulfátová buničina	25-50 m ³ ADt
Nebielená sulfátová buničina	15-40 m ³ ADt
Bielená NSSC papierovina	25-50 m ³ ADt
Magnezitová buničina	45-70 m ³ ADt
Rozpustná (chemická) buničina	40-60 m ³ ADt
NSSC neutrálna sulfitová semicelulóza	11-20 m ³ ADt
Mechanická buničina	9-16 m ³ ADt
Celulózk a chemomechanické vlákna (CTMP a CMP)	9-16 m ³ ADt
Papierne vyrábajúce papier z recyklovaných vlákien bez odľahčovania	1,5-10 m ³ /t (horná časť tohto rozpätia sa používa predovšetkým na výrobu skladacích lepeniek)
Papierne vyrábajúce papier z recyklovaných vlákien s odľahčením	8-15 m ³ ADt
Papierne vyrábajúce hygienické tissue papiere z recyklovaných vlákien s odľahčením	10-25 m ³ ADt
Neintegrovane papierne	3,5-20 m ³ ADt

8.1.4. Spotreba energie a energetická efektívnosť

BAT 6. S cieľom znížiť spotrebu paliva a energie v papierňach a celulózkach sa má v rámci BAT používať technika a) a kombinácia ostatných uvedených techník.

	Technika	Uplatniteľnosť
a	Použitie systému energetického manažmentu, ktorý má všetky tieto vlastnosti: i) posúdenie celkovej spotreby energie a výroby v papierni; ii) určenie, posudzovanie a optimalizácia možností rekuperácia energie; iii) Monitorovanie a zabezpečenie optimalizácie podmienok spotreby energie	Všeobecne uplatniteľné
b	Energetické zhodnotenie prostredníctvom spaľovania tých odpadov a zvyškov z výroby buničiny a papiera, ktoré majú vysoký obsah organických látok a vysokú výhrevnosť, pričom sa zohľadní BAT 12	Uplatňuje sa len vtedy, ak odpad a zvyšky z výroby buničiny a papiera, ktoré majú vysoký obsah organických látok a vysokú výhrevnosť, nie sú možné na recykláciu alebo opätovné použitie
c	Pokrytie spotreby pary a elektrickej energie vo prevádzkových procesoch v čo najväčšej možnej miere z kombinovanej výroby tepla a elektrickej energie (KVET, kogenerácia)	Uplatniteľné pre všetky nové prevádzky a pre rozsiahlu modernizáciu podnikového energetického systému. V existujúcich prevádzkach môže byť uplatniteľnosť tejto techniky obmedzená z dôvodu usporiadania závodu a dostupného priestoru.
d	Použitie prebytočného tepla na sušenie biomasy a kalov, na ohrev napájacej a prevádzkovej vody kotla, vykurovanie budov atď.	V prípadoch, keď sú zdroje tepla a miestnosti ďaleko od seba, je možná obmedzená uplatniteľnosť tejto techniky.
e	Použitie termokompresorov	Uplatniteľné v nových aj existujúcich prevádzkach na výrobu všetkých druhov papiera a pre lakovacie stroje, ak je k dispozícii strednotlaková para.
f	Izolácia parných a kondenzačných potrubí.	Všeobecne uplatniteľné
g	Použitie energeticky účinných čerpacích systémov na odvodnenie	
h	Použitie vysokoúčinných elektromotorov, čerpadiel a miešacích zariadení	
i	Použitie frekvenčných meničov pre ventilátory, kompresory a čerpadlá	
j	Zabezpečenie toho, aby tlak pary zodpovedal skutočným potrebám na tlak	

Opis

Technika c): Súčasná výroba tepla a elektrickej alebo mechanickej energie v jednom procese, označovaná ako kogenerácia (CHP; skratka CHP). CHP). Kogeneračné zariadenia používané v celulózo-papierenskom priemysle zvyčajne využívajú parné a/alebo plynové turbíny. Ekonomická životaschopnosť (výška dosiahnuteľných úspor a návratnosť investície) bude mať predovšetkým závislosť od nákladov na elektrickú energiu a paliva.

8.1.5. Emisie zápachajúcich látok

Na emisie zápachajúcich sírnych plynov zo sulfátových a sulfitových celulózk sa vzťahujú najlepšie dostupné techniky pre konkrétne procesy uvedené v oddieloch 8.2.2 a 8.3.2.

BAT 7. S cieľom predchádzať emisiám zápachajúcich zložiek zo systému odpadových vôd a znížiť ich sa má v rámci BAT používať kombinácia techník uvedených nižšie.

	Technika
I. Uplatniteľné pri zápachoch súvisiacich s uzavretím vodovodných systémov	
a	Zabezpečenie toho, aby procesy, nádrže a vodné nádrže, potrubia a žumpy v papierňach boli navrhnuté tak, aby sa zabránilo príliš dlhým retenčným časom, mŕtvym zónam alebo úsekom vodných okruhov a súvisiacich jednotiek, kde dochádza k malému miešaniu vody, čím sa zabráni nekontrolovanému usadzovaniu látok a hnitia a rozkladu organických a biologických látok.
b	Použitie biocídov, látok alebo oxidačných činidiel (napr. katalytická dezinfekcia peroxidom vodíka) na kontrolu zápachu a rastu rozkladných baktérií
c	Zavedenie vnútorných procesov čistenia ("obličiek") na zníženie úrovne koncentrácie organických látok a následných možných problémov so zápachom v systéme podzemných vôd
II. Uplatniteľné pri zápachoch súvisiacich s úpravou odpadovej vody a zaobchádzaním s kalom s cieľom predísť situáciám, keď sa odpadová voda alebo kal stanú anaeróbnymi	
a	Zavedenie uzavretých kanalizačných systémov s riadeným vetraním, v niektorých prípadoch s použitím chemikálií na zníženie tvorby sírových plynov a zabezpečenie ich oxidácie v kanalizácii
b	Zabezpečenie dostatočného miešania vo vyrovnávacích nádržiach bez nadmerného prevzdušňovania
c	Zabezpečenie dostatočnej kapacity prevzdušňovania a miešania v prevzdušňovacích nádržiach; pravidelné kontroly prevzdušňovacieho systému
d	Zabezpečenie správneho fungovania zadržiavania kalu a recyklácie biologických odpadov v usadzovacích nádržiach
e	Skrátenie času zdržania kalu v kalových nádržiach priebežným znižovaním odvozu kalu do jednotiek na odvodnenie
f	Skrátenie času zadržiavania odpadovej vody v nádrži na priesakové kvapaliny na nevyhnutné minimum; udržiavať nádrž na priesakové kvapaliny prázdnu
g	V prípade použitia sušičiek kalu zabezpečiť, aby sa plyny vystupujúce zo sušičiek kalu čistili technikou čistenia alebo biofiltráciou (napríklad použitím kompostových filtrov).
h	Použitie doskových výmenníkov tepla namiesto priameho chladenia neupravenej odpadovej vody vzduchom v chladiacich vežiach

8.1.6 8.1.6. Monitorovanie kľúčových prevádzkových parametrov a emisií do vody a ovzdušia

BAT 8. V rámci BAT sa majú monitorovať kľúčové prevádzkové parametre podľa tejto tabuľky:

I. Monitorovanie kľúčových prevádzkových parametrov relevantných pre emisie do ovzdušia	
Parameter	Frekvencia
Pri spaľovacích procesoch sa tlak, teplota, obsah kyslíka, CO a vodnej pary v spalínach	Nepretržite
II. Monitorovanie kľúčových prevádzkových parametrov relevantných pre emisie do vody	
Parameter	Frekvencia
Prietok vody, teplota a pH	Nepretržite
Obsah fosforu a dusíka v biomase, objemový index kalu, zvyškové úrovne amoniaku a ortofosfátu v odpadovej vode a mikroskopické bioalkalické kontroly	Pravidelne
Objemový prietok a CH ₄ Tvorba bioplynu z anaeróbnej úpravy odpadových vôd	Nepretržite
Obsah H ₂ SO ₂ v bioplyne z anaeróbnej úpravy odpadových vôd	Pravidelne

BAT 9. V rámci BAT sa majú pravidelne monitorovať a merať emisie do ovzdušia, ako sa uvádza v tejto časti, v uvedenej frekvencii a podľa noriem EN. Ak normy EN nie sú k dispozícii, v rámci BAT sa majú použiť normy ISO, vnútroštátne alebo iné medzinárodné normy, ktorými sa zaistí poskytovanie údajov v rovnocennej vedeckej kvalite.

	Parameter	Frekvencia monitorovania	Zdroj emisií	Monitorovanie súvisiace s
a	NO _x a SO ₂	Nepretržite	Regeneračný kotol	BAT 21 BAT 22 BAT 36 BAT 37
		Pravidelne alebo nepretržite	Pec na pálenie vápna	BAT 24 BAT 26
		Pravidelne alebo nepretržite	Špeciálna spaľovňa TRS	BAT 28 BAT 29
b	Tuhé znečisťujúce látky	Pravidelne alebo nepretržite	Regeneračný kotol (kraft) a pálenie vápna	BAT 23 BAT 27
		Pravidelne	Regeneračný kotol (sulfitový)	BAT 37
c	TRS (vrátane H ₂ SO ₄)	Nepretržite	Regeneračný kotol	BAT 21
		Pravidelne alebo nepretržite	Pec na pálenie vápna a špeciálna spaľovňa TRS	BAT 24 BAT 25 BAT 28
		Pravidelne	Rozptýlené emisie z rôznych zdrojov (napr. z liniek na výrobu buničiny, nádrží, síl na štiepku atď.) a zvyškové slabo koncentrované plyny	BAT 11 BAT 20
d	NH ₃	Pravidelne	Regeneračný kotol vybavený selektívnou nekatalytickou redukciou (SNCR)	BAT 36

BAT 10. V rámci BAT sa majú monitorovať emisie do vody, ako sa uvádza v tejto časti, v uvedenej frekvencii a podľa noriem EN. Ak normy EN nie sú k dispozícii, v rámci BAT sa majú použiť normy ISO, vnútroštátne alebo iné medzinárodné normy, ktorými sa zaistí poskytovanie údajov v rovnocennej vedeckej kvalite.

	Parameter	Frekvencia monitorovania	Monitorovanie súvisiace s
a	Chemická spotreba kyslíka (CHSK) alebo celkový organický uhlík (TOC) (1)	Denne (2)(3)	BAT 19 BAT 33 BAT 40 BAT 45 BAT 50
b	BOD ₅ alebo BOD ₇	Týždenne (raz týždenne)	
c	Suspendované látky (NL)	Denne (2)(3)	
d	Celkový dusík	Týždenne (raz týždenne) (2)	
e	Celkový fosfor	Týždenne (raz týždenne) (2)	
f	EDTA, DTPA (4)	Mesačne (raz mesačne)	
g	AOX (podľa normy ISO 9562:2004) (5)	Mesačne (raz mesačne)	BAT 19: bielená sulfátová buničina
		Raz za dva mesiace	BAT 33: okrem výroby TCF a NSSC BAT 40: okrem výroby TMP a CMP BAT 45 BAT 50
h	Príslušné kovy (napr. Zn, Cu, Cd, Pb, Ni)	Raz ročne	

(1) Prietok sa čoraz rozsiahlejšie používa namiesto Chemickej spotreby kyslíka (CHSK) z ekonomických a environmentálnych dôvodov. Ak sa už meria TOC predovšetkým ako parameter produkcie, nie je potrebné merať Chemicкую spotrebu kyslíka; pre konkrétne zdroje emisií a fázy čistenia odpadových vôd by sa však mala stanoviť korelácia medzi týmito dvoma parametrami.

(2) Je možné použiť aj rýchle testovacie metódy. Výsledky rýchlych testov by sa mali pravidelne (napr. mesačne) porovnávať s normami EN alebo, v prípadoch, keď nie je možné použiť normy EN, s normami ISO alebo národnými či inými medzinárodnými normami, aby sa zabezpečila zodpovedajúca vedecká kvalita údajov.

(3) V zariadeniach, ktoré nie sú v prevádzke každý týždeň, je frekvencia monitorovania CHSK a NL obmedzená na dni, keď je zariadenie v prevádzke, alebo je možnosť predĺžiť obdobie odberu vzoriek na 48 alebo 72 hodiny.

(4) Uplatniteľné pre výrobu s využitím EDTA a DTPA (chelačné činidlá).

(5) Neuplatňuje sa na prevádzky, ktoré môžu preukázať, že vo výrobnom procese nevznikajú žiadne AOX ani sa doň nedostávajú prostredníctvom chemických prímiesí a surovín.

BAT 11. V rámci BAT sa majú pravidelne monitorovať a posudzovať celkové difúzne emisie redukovanej síry z príslušných zdrojov.

Opis

Hodnotenie celkových znížených emisií síry je možné vykonávať prostredníctvom pravidelného merania a hodnotenia rozptýlených emisií z rôznych zdrojov (napr. linka na výrobu buničiny, nádrže, silá na štiepku atď.) na základe priamych meraní.

8.1.7 8.1.7. Nakladanie s odpadom

BAT 12. S cieľom znížiť množstvo odpadu posielaného na skládky sa má v rámci BAT

vypracovať posúdenie odpadu (vrátane súpisu odpadu) a systém nakladania s odpadom na uľahčenie ďalšieho použitia odpadu alebo (ak to nie je možné) recyklovania odpadu, alebo (ak to nie je možné) „iné zhodnotenie odpadu“ vrátane kombinácie techník uvedených v tejto časti.

	Technika	Opis	Uplatniteľnosť
a	Separovaný zber rôznych frakcií odpadu (vrátane separovaného zberu a triedenia nebezpečného odpadu)	Pozri oddiel 8.7.3	Všeobecne uplatniteľné
b	Kombinácia vhodných zvyškových materiálov na účely zlepšenia spracovateľnosti zmesí		Všeobecne použiteľné
c	Predbežná úprava výrobných zvyškov pred využitím alebo recykláciou		Všeobecne použiteľné
d	Materiálové zhodnocovanie a recyklácia zvyškov z výroby prebiehajú na mieste		Všeobecne uplatniteľné
e	Použitie odpadu s vysokým obsahom organických látok na mieste alebo inde		V prípade použitia mimo lokality závisí uplatniteľnosť tejto techniky od možnosti spolupráce s treťou stranou.
f	Využitie externe dodaného materiálu		Závisí to od možnosti spolupráce s treťou stranou.
g	Úprava odpadu pred zneškodnením		Všeobecne použiteľné

8.1.8. Emisie do vody

Ďalšie informácie o úprave odpadovej vody v celulózkach a papierňach a hodnotách BAT-AEL pre konkrétne procesy sú uvedené v oddieloch 8.2 až 8.6.

BAT 13. S cieľom znížiť emisie živín (dusíka a fosforu) do prijímajúcich vôd sa majú v rámci BAT nahradiť chemické prísady s vysokým obsahom dusíka a fosforu prísadami obsahujúcimi nízke množstvo dusíka a fosforu.

Uplatniteľnosť

Uplatňuje sa vtedy, ak dusík v chemických prísadách nie je biologicky dostupný (t. j. nemôže slúžiť ako živina v rámci biologickej úpravy) alebo v prípade prebytku bilancie živín.

BAT 14. S cieľom znížiť emisie znečisťujúcich látok do prijímajúcich vôd sa majú v rámci BAT používať všetky techniky uvedené v tejto časti.

	Technika	Uplatniteľnosť
a	Primárna (fyzikálno-chemická) úprava	Pozri oddiel 8.7.2.2
b	Sekundárna (biologická) úprava (1)	
(1) Neuplatňuje sa pre prevádzky, v ktorých je biologické zaťaženie odpadových vôd po primárnom čistení veľmi nízke, napríklad pre niektoré prevádzky vyrábajúce špeciálny papier.		

BAT 15. Ak je potrebné ďalšie odstránenie organických látok, dusíka a fosforu, v rámci BAT sa má použiť terciárna úprava, ktorá je opísaná v oddiele 1.7.2.2.

BAT 16. S cieľom znížiť emisie znečisťujúcich látok do prijímajúcich vôd z biologických čistiarní odpadových vôd sa majú v rámci BAT používať všetky techniky uvedené v tejto časti.

	Technika
a	Správny dizajn a prevádzka biologickej čistiarne odpadových vôd
b	Pravidelná kontrola aktivovaného kalu
c	Upravenie dávok živín (dusíka a fosforu) na súčasné potreby na aktivovaný kal

8.1.9.

8.1.9 Emisie hluku

BAT 17. S cieľom znížiť emisie hluku pri výrobe buničiny a papiera sa má v rámci BAT používať kombinácia techník uvedených v tejto časti.

	Technika	Opis	Uplatniteľnosť
a	Program na zníženie hluku	Program zníženia hluku zahŕňa identifikáciu zdrojov hluku a postihnutých oblastí, výpočet a merania hladín hluku s cieľom určiť Urcenie zdrojov podľa ich hlučnosti a určiť najefektívnejšie riešenie kombinácie výroby, Zavedenie a Monitorovanie	Všeobecne uplatniteľné
b	Strategické plánovanie rozmiestnenia zariadení, jednotiek a budov	Hluk možno znížiť zabezpečením väčšej vzdialenosti medzi zdrojom hluku a jeho príjemcom a využitím budov ako protihlukových bariér	Všeobecne uplatniteľné v nových prevádzkach. V prípade existujúcich prevádzok je možné, že táto možnosť bude dostupná premiestnenie zariadenia a prevádzkových procesov jednotiek obmedzená nedostatkom voľného v sklade alebo nadmernými nákladmi
c	Prevádzková a riadiaca technika v budovách, v ktorých sa nachádza hlučné zariadenie	To zahŕňa: - dôkladnejšia kontrola a údržba zariadení s cieľom predchádzať poruchám. - zatváranie dverí a okien vnútorných priestorov skladu - skúsená obsluha zariadení - prebieha nevykonávanie hlučných činností v noci - opatrenia na kontrolu hluku priebehu údržby	Všeobecne použiteľné
d	Uzatvorenie hlučných zariadení a hlučných jednotiek	Uzavretie hlučných zariadení zahŕňajúcich manipuláciu s drevom, hydraulické jednotky a kompresory do samostatných konštrukcií, ako sú budovy alebo zvukovo izolované komory, Použitie vnútorného a vonkajšieho obloženia z materiálu pohlcujúceho hluk	
e	Použitie zariadení s nízkou hlučnosťou a inštalácia tlmivcov hluku na zariadenia a potrubia.		
f	Antivibračná izolácia	Antivibračná izolácia strojových zariadení a Oddelenie inštalácia zdrojov hluku a potenciálne rezonujúcich častí	

	Technika	Opis	Uplatniteľnosť
g	Zvuková izolácia budov	Môže zahŕňať použitie: - materiálov absorbujúcich zvuk na stenách a stropoch, - zvukovej izolácie dverí, - dvojitého okenného skla.	Všeobecne uplatniteľné
h	Znižovanie hlučnosti	Šírenie zvuku možno znížiť umiestnením bariér medzi zdroj hluku a jeho prijímač. Vhodné bariéry zahŕňajú ochranné múry, ochranné násypy a budovy. Vhodné techniky tlmenia hluku zahŕňajú tlmiče hluku a chrániče namontované na hlučných zariadeniach, ako sú parné ventily a ventily sušičiek.	Všeobecne uplatniteľné v nových prevádzkach. V existujúcich prevádzkach môže byť vloženie prekážok obmedzené nedostatkom miesta.
i	Použitie väčších strojov na manipuláciu s drevom s cieľom skrátiť čas potrebný na zdvíhanie a prepravu dreva a znížiť hluk súvisiaci s ukladáním guľatiny alebo jej pádom na podávaciu plošinu.		Všeobecne uplatniteľné
j	Zlepšenie pracovných metód, napr. ukladanie guľatiny na hromadu alebo na podávaciu plošinu z menších výšok; získanie okamžitej spätnej väzby o hluku od pracovníkov		

8.1.10. Vyradenie z prevádzky

BAT 18. S cieľom predchádzať rizikám znečistenia pri vyradovaní závodu z prevádzky sa majú v rámci BAT používať všeobecné techniky uvedené v tejto časti.

	Technika
a	Zabezpečenie toho, aby vo fáze návrhu výstavba podzemných nádrží a potrubí bola vylúčená alebo aby sa ich umiestnenie riadne preskúmalo a zdokumentovalo.
b	Vypracovanie usmernení na vyprázdňovanie zariadení, nádob a potrubí v prevádzkovej časti.
c	Zabezpečenie úplného vyčistenia lokality po ukončení prevádzky zariadenia, napr. vyčistenie a obnova lokality. Ak je to možné, mali by sa obnoviť prirodzené funkcie pôdy.
d	Použitie monitorovacieho programu zameraného predovšetkým na podzemné vody na zistenie možných budúcich vplyvov v lokalite alebo v priľahlých oblastiach.
e	Vypracovať plán uzavretia alebo odstavenia lokality na základe analýzy rizík a zahŕňajúci transparentnú organizáciu činností pri odstavení s prihliadnutím na príslušné miestne podmienky.

8.2 Závery o najlepších dostupných technikách (BAT) pre sulfátové (kraft) rozvlákňovanie

Pre integrované sulfátové celulózy a papierne sa okrem záverov o najlepších dostupných technikách v tomto oddieli uplatňujú aj najlepšie dostupné techniky pre špecifické procesy výroby papiera v oddieli 8.6.

8.2.1 8.2.1. Odpadová voda a emisie do vody

BAT 19. S cieľom znížiť emisie znečisťujúcich látok do prijímajúcich vôd z celej papierne a celulózy sa má v rámci BAT používať úplne bezchlórové bielenie (TCF) alebo moderné bielenie bez elementárneho chóru (ECF) (pozri opis v kap. 8.7.2.1), ako aj vhodná kombinácia techník špecifikovaných v oddieloch BAT 13, BAT 14, BAT 15 a BAT 16 a techník uvedených v tejto časti.

	Technika	Opis	Uplatniteľnosť
a	Modifikované varenie pred bielením	Pozri oddiel 8.7.2.1	Všeobecne použiteľné
b	Delignifikácia kyslíkom pred bielením		
c	Uzavreté triedenie hnedej hmoty a efektívne pranie hnedej hmoty		
d	Čiastočná recyklácia prevádzkových vod v bieliarni		Možnosti recyklácie vody počas bielenia môžu byť obmedzené z dôvodu inkrustácie
e	Efektívne monitorovanie únikov (únikov) a ich zachytávanie pomocou vhodného systému na regeneračné premývanie		Všeobecne uplatniteľné
f	Hospodárenie s dostatočnou kapacitou odparovania čierneho lúhu a kapacitou regeneračného kotla na vyrovnanie špičkového zaťaženia		Všeobecne uplatniteľné
g	Oddeľovanie kontaminovaných (znečistených) kondenzátov a ich opätovné Použitie vo výrobe		

Úrovně emisí svisiace s BAT

Pozri tabuľku 8.1 a tabuľku 8.2. Tieto celulózkach neuplatňujú na zariadenia vyrábajúce rozpustnú sulfátovú buničinu.

Referenčné hodnoty prietoku odpadových vôd v sulfátových celulózkach sú uvedené v BAT 5.

Tabuľka 8.1: Úrovně emisí do vodného útvaru spojené s nejlepšími technikami rámca BAT priameho vypúšťania odpadových vôd z celulózy na bielenú sulfátovú celulózu

Parameter	Ročný priemer kg/ADt (1)
Chemická spotreba kyslíka (CHSK)	7-20
Suspendované látky (NL)	0,3-1,5
Celkový dusík	0,05-0,25 (2)
Celkový fosfor	0,01-0,03 (2) eukalyptus: 0,02-0,11 kg/ADt (3)
Adsorbovateľné organicky viazané halogény (AOX) (4) (5)	0-0,2
(1) Rozpätie hodnôt BAT-AEL zodpovedá výrobe trhovej buničiny a časti výroby buničiny v integrovaných celulózkach a papierňach (nie sú zahrnuté emisie z výroby papiera).	
(2) Kompaktná biologická čistiareň odpadových vôd môže mať mierne vyššie úrovne emisí.	
(3) Na hornej hranici tohto rozpätia sa nachádzajú závody, ktoré používajú eukalyptové drevo z oblastí s vyšším obsahom fosforu (napr. eukalyptus pestovaný na Pyrenejskom polostrove).	
(4) Uplatniteľné v závodoch, kde sa používajú chemikálie na bieliace účely s použitím chlóru.	
(5) V závodoch vyrábajúcich buničinu s vysokou pevnosťou, tuhosťou a čistotou (napr. tekutá obalová lepenka a LWC) môžu úrovne emisí AOX vyskytnúť až 0,25 kg/ADt.	

Tabuľka 8.2: Úrovně emisí do vodovodných tokov spojené s najlepšimi dostupnými technikami priameho vypúšťania odpadových vôd z celulózky vyrábajúcej nebielenú sulfátovú buničinu

Parameter	Ročný priemer kg/ADt (1)
Chemická spotreba kyslíka (CHSK)	2,5-8
Suspendované látky (NL)	0,3-1,0
Celkový dusík	0,1-0,2 (2)
Celkový fosfor	0,01-0,02 (2)

(1) Rozpätie hodnôt BAT-AEL zodpovedá výrobe trhovej buničiny a časti výroby buničiny v integrovaných celulózkach a papierňach (nie sú zahrnuté emisie z výroby papiera).

(2) Kompaktná biologická čistiareň odpadových vôd môže mať mierne vyššie úrovne emisií.

Úroveň BOD vo vyčistenej odpadovej vode by mala byť nízka (približne 25 mg/l v 24-hodinovej vzorke výluhu).

8.2.2. Emisie do ovzdušia

8.2.2.1. Obmedzenie emisií silne a slabo koncentrovaných zápachajúcich plynov

BAT 20. S cieľom znížiť emisie zápachu a emisie celkovej redukovanej síry spôsobené silne a slabo zápachajúcimi plynmi sa má v rámci BAT predchádzať difúznym emisiám zachytávaním všetkých prevádzkových odpadových plynov obsahujúcich síru vrátane všetkých ventilačných otvorov pre emisie obsahujúce síru, a to uplatnením všetkých techník uvedených v tejto časti.

	Technika	Opis
a		Systém na zachytávanie silne a slabo koncentrovaných zápachajúcich plynov, ktorý má tieto prvky: - skrinky, digestory, potrubia a odsávací systém dimenzovaný na dostatečnou kapacitu, - systém nepretržitej detekcie únikov, - bezpečnostné opatrenia a zariadenia.
b	Pálenie silne a slabo koncentrovaných neskondenzovateľných plynov	Pálenie môže prebiehať použitím: - regeneračná kotla - pálenie (1) - špeciálne spaľovne TRS vybavené mokrými skrubermi, ktoré umožňujú odstránenie SO _x alebo - energetická kotla (2) Záložné systémy sú nainštalované tak, aby sa zabezpečilo trvalé pálenie zápachajúcich, silne koncentrovaných plynov. Vápenné pece slúžia ako záložné zariadenie, ktoré je uplatniteľné namiesto regeneračných kotlov; ďalšie záložné zariadenia zahŕňajú poľné horáky (spaľovanie) a kompaktné kotly
c		Vedenie záznamov o poruchách spaľovacieho systému a všetkých výsledných emisiách (3)

(1) Úroveň z pece na pálenie vápna sa výrazne zvyšujú, keď sa v peci spaľujú silne koncentrované nekondenzovateľné plyny (NCG) bez použitia alkalickej techniky.

(2) Uplatniteľné na úpravu slabo koncentrovaných zápachajúcich plynov.

(3) Uplatniteľné na úpravu vysoko koncentrovaných zápachajúcich plynov

Uplatniteľnosť

Všeobecne je uplatniteľné pre všetky nové zariadenia a pre rozsiahlu modernizáciu existujúcich prevádzok. Inštalácia potrebných zariadení v existujúcich prevádzkach môže byť náročná z dôvodu dispozičných a priestorových obmedzení. Uplatniteľnosť pálenia môže byť z bezpečnostných dôvodov obmedzená, v takom prípade je možné použiť mokré skrubery na čistenie plynov.

Úroveň emisií celkovej redukovanej síry (TRS) súvisiacich s BAT vo vypustených zvyškových slabo zápachajúcich plynov je 0,05 – 0,2 kg S/aDt.

8.2.2.2. Obmedzenie emisií z regeneračného kotla

Emisie SO₂ a TRS

BAT 21. S cieľom znížiť emisie SO₂ a TRS z regeneračného kotla sa má v rámci BAT používať kombinácia techník uvedených v tejto časti.

	Technika	Opis
a	Zvýšenie obsahu sušiny (DS) čierneho lúhu	Koncentrácia čierneho výluhu je možné zhustiť odparovaním pred spaľovaním
b	Optimalizácia pálenia	Podmienky spaľovania možno zlepšiť, napr. správnym miešaním vzduchu a paliva, správnou reguláciou zaťaženia spaľovacej komory atď.
c	Práčka plynu (skruber)	Pozri kap. 8.7.1.3

Úrovne emisií súvisiace s BAT.

Pozri tabuľku 8.3.

Tabuľka 8.3: Úrovne emisií súvisiace s najlepšimi dostupnými technikami (BAT) pre SO₂ a TRS z regeneračného kotla

Parameter		Denný priemer (1) (2) mg/Nm ³ pri 6 % O ₂	Ročný priemer (1) mg/Nm ³ pri 6 % O ₂	Ročný priemer (1) kg ADt
SO ₂	DS < 75 %	10-70	5-50	-
	DS 75-83 % (3)	10-50	5-25	-
Celková redukovaná síra (TRS)		1-10 (4)	1-5	-
Sírný plyn (TRS + SO ₂ SO)	DS < 75 %	-	-	0,03-0,17
	DS 75-83 % (3)			0,03-0,13

(1) S vyšším obsahom DS (sušiny) v čiernom výluhu sa znižujú emisie SO₂ a zvyšujú sa emisie NO_x. Regeneračný kotol, ktorý má nižšiu úroveň emisií SO₂, tak môže mať vyššie emisie NO_x a naopak.

(2) Úrovne BAT-AEL nezahŕňajú obdobia, počas ktorých je regeneračný kotol v prevádzke s oveľa nižším obsahom sušiny, než je obvyklé, pri odstavení alebo údržbe odparky čierneho výluhu.

(3) Ak by sa čierny lúh s obsahom sušiny DS > 83 % páli v regeneračnom kotle, obsah SO₂ a plynné S by sa mali hodnotiť jednotlivo.

(4) Tento rozsah je uplatniteľný v prípade, ak nedochádza k páleniu zápachajúcich, vysoko koncentrovaných plynov.

DS = obsah sušiny v čiernom výluhu.

Emisie NO_x

BAT 22. S cieľom znížiť emisie NO_x z regeneračného kotla sa má v rámci BAT používať optimalizovaný spaľovací systém vrátane všetkých funkcií uvedených v tejto časti.

	Technika
a	Regulácia spaľovania prostredníctvom počítača
b	Dobré zmiešavanie paliva a vzduchu
c	Systémy postupného privádzania vzduchu, napr. prostredníctvom rôznych záklopiek privodu vzduchu a otvorov na privod vzduchu

Uplatniteľnosť

Techniku c) je možné uplatniť pri nových regeneračných kotloch a v prípade rozsiahlej modernizácie regeneračných kotlov, keďže si vyžaduje podstatné zmeny prívodnej sústavy vzduchu a pece.

Úrovne emisií súvisiace s BAT

Pozri tabuľku 8.4.

Tabuľka 8.4: Úrovne emisií súvisiace s najlepšimi dostupnými technikami (BAT) pre NO_x z regeneračného kotla

Parameter		Ročný priemer (1) mg/Nm ³ pri 6 % O ₂	Ročný priemer (1) kg NO _x ADt
NO _x	Ihličnatá buničina	120-200 (2)	DS < 75 %: 0,8-1,4 DS 75-83 % (3): 1,0-1,6
	Listnatá buničina	120-200 (2)	DS < 75 %: 0,8-1,4 DS 75-83 % (3): 1,0-1,7

(1) S vyšším obsahom DS (sušiny) v čiernom výluhu sa znižujú emisie SO₂ a zvyšujú sa emisie NO_x. Regeneračný kotol, ktorý má nižšiu úroveň emisií SO₂, tak môže mať vyššie emisie NO_x a naopak.

(2) Skutočná úroveň emisií NO_x z regeneračného kotla závisí od obsahu DS a dusíka v čiernom lúhu a od množstva a techník pálenia NCG a iných tokov obsahujúcich dusík (napr. plyny extrahované z rozpúšťacích nádrží, metanol oddelený z kondenzátu, biologicky získaný kal). Čím vyšší je obsah sušiny, obsah dusíka v čiernom lúhu a množstvo spáleného NCG a iných tokov obsahujúcich dusík pri pálení, tým viac NO_x sa priblíži k hornej hranici rozpätia BAT-AEL.

(3) Ak by sa v regeneračnom kotle páčil čierny lúh s obsahom sušiny DS > 83 %, potom by sa úrovne emisií NO_x mali posudzovať individuálne.

DS = obsah sušiny v čiernom lúhu.

Emisie tuhých znečisťujúcich látok

BAT 23. S cieľom znížiť emisie prachu z regeneračného kotla sa má v rámci BAT použiť elektrostatický odľučovač prachu (ESP) alebo kombinácia ESP a práčky plynu (skrubra).

Opis

Pozri oddiel 8.7.1.1.

Úrovne emisií súvisiace s BAT

Pozri tabuľku 8.5.

Tabuľka 8.5: Úrovne emisií súvisiace s BAT pre emisie tuhých znečisťujúcich látok z regeneračného kotla

Parameter	Systém znižovania prašnosti	Ročný priemer mg/Nm ³ pri 6 % O ₂	Ročný priemer kg tuhých znečisťujúcich látok/ADt
Tuhé znečisťujúce látky	Nové zariadenia alebo rozsiahle modernizácie	10-25	0,02-0,20
	Existujúce	10-40 (1)	0,02-0,3 (1)

(1) V prípade existujúcich regeneračných kotlov vybavených elektrostatickým odľučovačom (ESP), ktoré sa blížia ku koncu prevádzkovej životnosti, je možné, že úroveň emisií sa časom zvýši až na 50 mg/Nm³ (čo zodpovedá 0,4 kg/ADt).

8.2.2.3. Obmedzenie emisií z vápennej pece

Emisie SO₂

BAT 24. S cieľom znížiť emisie SO₂ z pece na pálenie vápna sa má v rámci BAT uplatňovať jedna z techník uvedených v tejto časti alebo ich kombinácia.

	Technika	Opis
a	Výber paliva, palivo s nízkym obsahom síry	Pozri oddiel 8.7.1.3
b	Zníženie pálenia zápachajúcich vysoko koncentrovaných plynov obsahujúcich síru vo vápenke	
c	Riadenie obsahu Na ₂ S v prijímanom vápennom (lúhovom) kale	
d	Alkalická práčka	

Úrovně emisií súvisiace s BAT

Pozri tabuľku 8.6.

Tabuľka 8.6: Úrovně emisií súvisiace s najlepšimi dostupnými technikami (BAT) pre emisie SO₂ emisie síry z pece na pálenie vápna

Parameter	Ročný priemer mg SO ₂ /Nm pri 6 % O ₂	Ročný priemer kg S/ADt
SO ₂ , pokiaľ sa vo vápennej peci nespálujú silne koncentrované plyny	5-70	-
SO ₂ pri spaľovaní vysoko koncentrovaných plynov vo vápennej peci	55-120	-
Plynná S (TRS-S + SO ₂ -S), pokiaľ sa vo vápennej peci nespálujú silne koncentrované plyny	-	0,005-0,07
Plynná S (TRS-S + SO ₂ -S) pri spaľovaní silne koncentrovaných plynov v vápennej peci	-	0,055-0,12

(1) „Silne koncentrované plyny“ zahŕňajú metanol a terpentín

Emisie TRS

BAT 25. S cieľom znížiť emisie TRS z pece na pálenie vápna sa má v rámci BAT uplatňovať jedna z techník uvedených v tejto časti alebo ich kombinácia.

	Technika	Opis
a	Riadenie úrovne zvyškového kyslíka	Pozri oddiel 8.7.1.3
b	Riadenie obsahu Na ₂ S vo vstupnom vápenatom (lúhovom) kale	
c	Technik elektrostatického odlučovača (ESP) a alkalickéj práčky	Pozri oddiel 8.7.1.1

Úrovně emisií súvisiace s BAT

Pozri tabuľku 8.7.

Tabuľka 8.7: Úrovně emisií spojené s BAT pre emisie TRS z pece na pálenie vápna

Parameter	Ročný priemer mg S/Nm ³ pri 6 % O ₂
Celková redukovaná síra (TRS)	< 1-10 (1)

(1) Ak sa vo vápenných peciach vyskytuje silne koncentrované pálenie plynov (vrátane metanolu a terpentínu), horná hranica AEL môže byť až 40 mg/Nm³.

Výroba buničiny, papiera a lepenky

Emisie NO_x

BAT 26. S cieľom znížiť emisie NO_x z pece na pálenie vápna sa má v rámci BAT uplatňovať kombinácia techník uvedených v tejto časti.

	Technika	Opis
a	Optimalizácia a riadenie pálenia	Pozri oddiel 8.7.1.2
b	Dobré premiešavanie paliva a vzduchu	
c	Horák s nízkou tvorbou NO _x	
d	Výber paliva, palivo s nízkym obsahom N	

Úrovně emisií súvisiace s BAT

Pozri tabuľku 8.8.

Tabuľka 8.8: Úrovně emisií súvisiace s najlepšimi dostupnými technikami (BAT) pre NO_x z pece na pálenie vápna

Parameter		Ročný priemer mg/Nm ³ pri 6 % O ₂	Ročný priemer kg NO _x ADt
NO _x	Kvapalné palivá	100-200 (1)	0,1-0,2 (1)
	Plynné palivá	100-350 (2)	0,1-0,3 (2)

(1) Ak sa používajú kvapalné palivá z rastlinných zdrojov (napr. terpentín, metanol, talový olej) vrátane palív, ktoré sú vedľajšími produktmi procesov výroby buničiny, je možné, že úroveň emisií sa zvýši na 350 mg/Nm³ (čo zodpovedá 0,35 kg NO_xADt).

(2) Ak sa používajú plynné palivá z rastlinných zdrojov (napr. neskondenzovateľné plyny) vrátane palív, ktoré sú vedľajšími produktmi procesov výroby buničiny, úroveň emisií sa môže zvýšiť až na 450 mg/Nm³ (čo zodpovedá 0,45 kg NO_xADt).

Emisie prachu

BAT 27. S cieľom znížiť emisie prachu z pece na pálenie vápna sa má v rámci BAT používať elektrostatický odľučovač prachu (ESP) alebo kombinácia ESP a práčky plynu (skrubra).

Opis

Pozri oddiel 8.7.1.1.

Úrovně emisií súvisiace s BAT

Pozri tabuľku 8.9.

Tabuľka 8.9: Úrovně emisií prachu súvisiace s BAT z pece na pálenie vápna

Parameter	Systém na odstraňovanie tuhých znečisťujúcich látok	Ročný priemer mg/Nm ³ pri 6 % O ₂	Ročný priemerný kg tuhých znečisťujúcich látok /ADt
Tuhé znečisťujúce látky	Nové zariadenia alebo zariadenia po rozsiahlej modernizácii	10-25	0,005-0,02
	rozsiahlej	10-30 (1)	0,005-0,03 (1)

(1) V prípade existujúcich regeneračných kotlov vybavených elektrostatickým odľučovačom (ESP), ktoré sa blížajú ku koncu prevádzkovej životnosti, je možné, že úroveň emisií sa v procese zvýši až na 50 mg/Nm³ (čo zodpovedá 0,05 kg/ADt).

8.2.2.4. Obmedzenie emisií zo spaľovne silne koncentrovaných zápachajúcich plynov (špeciálna spaľovňa TRS)

BAT 28. S cieľom znížiť emisie SO₂ zo spaľovania silne zápachajúcich plynov v špecializovanom horáku TRS sa má v rámci BAT použiť alkalická práčka SO₂.

Úrovne emisií súvisiace s BAT

Pozri tabuľku 8.10.

Tabuľka 8.10: Úrovne emisií súvisiace s najlepšimi dostupnými technikami (BAT) pre SO₂ a TRS zo spaľovania vysoko koncentrovaných plynov v špeciálnej spaľovni TRS

Parameter	Ročný priemer mg/Nm ³ pri 9 % O ₂	Ročný priemer kg S/ADt
SO ₂	20-120	-
TRS	1-5	
Plynná síra (TRS-S + SO ₂ -S)	-	0,002-0,05 (1)

(1) Tento BAT predpokladá, že prietok plynu je v rozpätí 100-200 Nm³ADt.

BAT 29. S cieľom znížiť emisie NO_x zo spaľovania silne zápachajúcich plynov v špecializovanom horáku TRS sa má v rámci BAT použiť jedna z techník uvedených nižšie alebo ich kombinácia.

	Technika	Opis	Uplatniteľnosť
a	Optimalizácia horáka a pálenia	Pozri oddiel 8.7.1.2	Všeobecne uplatniteľné
b	Postupné pálenie	Pozri oddiel 8.7.1.2	Uplatniteľné pre všetky nové prevádzky a rozsiahle modernizácie. V prípade existujúcich zariadení je táto technika uplatniteľná len vtedy, ak je možnosť inštalácie zariadenia.

Úrovne emisií súvisiace s BAT

Pozri tabuľku 8.11.

Tabuľka 8.11: Úrovne emisií NO_x súvisiace s BAT zo spaľovania silne zápachajúcich plynov v špecializovanom horáku TRS

Parameter	Ročný priemer mg/Nm ³ pri 9 % O ₂	Ročný priemer kg NO _x ADt
NO _x	50-400 (1)	0,01-0,1 (1)

(1) Ak sa existujúce prevádzky nedajú prestavať na postupné spaľovanie, úrovne emisií môžu vyskytnúť až 1 000 mg/Nm³ (čo zodpovedá 0,2 kg/ADt).

8.2.3. Tvorba odpadov

BAT 30. S cieľom predchádzať tvorbe odpadov a minimalizovať množstvo pevného odpadu určeného na likvidáciu sa má v rámci BAT recyklovať prach z EPS regeneračného kotla na čierny výluh späť do výrobného procesu.

Uplatniteľnosť

Ak látky obsahujú neprocesné zložky, možnosti recirkulácie môžu byť obmedzené.

8.2.4. Energetická spotreba a efektívnosť

BAT 31. S cieľom znížiť spotrebu tepelnej energie (pary), maximalizovať prínos použitých nosičov energie a znížiť spotrebu elektriny sa má v rámci BAT uplatňovať kombinácia techník uvedených v tejto časti.

	Technika
a	Použitie účinnej metódy lisovania alebo sušenia a zabezpečenie vysokého obsahu sušiny v kôre
b	Vysoké parné kotle, napr. s nízkou teplotou plynu
c	Účinné sekundárne vykurovacie systémy
d	Uzavreté vodné okruhy vrátane okruhov bieliarní
e	Vysoká úroveň buničiny (technika strednej alebo vysokej konzistencie)
f	Vysoko efektívny odparovač
g	Rekuperácia tepla z rozpúšťacích nádrží, napr. použitím skruberoz výfukových plynov
h	Regenerácia a použitie nízkoteplotných tokov z odpadových vôd a iných zdrojov odpadového tepla na vykurovanie budov, ohrev kotla a úžitkovú vodu
i	Vhodné využitie sekundárneho tepla a sekundárneho kondenzátu
j	Monitorovanie a riadenie procesov použitím pokročilých riadiacich systémov
k	Optimalizácia integrovanej siete výmenníkov tepla
l	Rekuperácia tepla z plynu, ktorý sa tvorí v regeneračnom kotli medzi ESP a ventilátorom
m	Zabezpečenie najvyššej možnej konzistencie buničiny priebehu triedenia a úpravy
n	Použitie riadenia otáčok rôznych veľkých motorov
o	Použitie efektívnych vákuových vývev
p	Vhodná veľkosť potrubia, čerpadiel a ventilátorov
q	Optimalizované plnenie nádrží

BAT 32. S cieľom zvýšiť efektívnosť pri výrobe elektriny sa má v rámci BAT uplatňovať kombinácia techník uvedených v tejto časti.

	Technika
a	Vysoký obsah sušín v čiernom lúhu (zvyšuje účinnosť kotla, výrobu pary a následne aj výrobu energie)
b	Vysoký tlak a teplota v regeneračnom kotle; v nových regeneračných kotloch je možné, že tlak bude najmenej 100 barov (10 MPa) a teplota 510 °C
c	Tlak pary v protitlakovej turbíne čo najvyššia v rámci technických možností
d	Kondenzačná turbína na výrobu energie z prebytočnej pary
e	Vysoká efektívnosť turbíny
f	Ohrev napájacej vody na teplotu blízku bodu varu
g	Ohrev spaľovacieho vzduchu a paliva vstrekaného do kotla

8.3 Závery o BAT pre sulfitové rozvlákňovanie

Pri integrovaných sulfitových celulózkach a papierňach sa okrem záverov o BAT v tomto oddiele uplatňujú aj závery o BAT špecifické pre výrobu papiera uvedené v oddiele 8.6.

8.3.1. Odpadová voda a emisie do vody

BAT 33. S cieľom predchádzať emisiám znečisťujúcich látok do prijímajúcich vôd z celej celulózky a papierne a znížiť ich sa má v rámci BAT používať vhodná kombinácia techník špecifikovaných v oddieloch BAT 13, BAT 14, BAT 15 a BAT 16 a techník uvedených v tejto časti.

	Technika	Opis	Uplatniteľnosť
a	Predĺžené modifikované varenie pred bielením	Pozri oddiel 8.7.2.1	Vzhľadom na niektoré požiadavky na kvalitu buničiny (ak sa vyžaduje vysoká pevnosť) môže byť uplatniteľnosť tejto techniky obmedzená.
b	Delignifikácia kyslíkom pred bielením		Všeobecne uplatniteľné
c	Uzavreté triedenie hnejdej hmoty a efektívne pranie hnejdej hmoty		Uplatniteľnosť tejto techniky je obmedzená v prípade závodov produkujúcich rozpustnú buničinu, kde viacstupňové biologické čistenie odpadových vôd umožňuje zabezpečenie celkovo priaznivejšieho stavu environmentálnych podmienok.
d	Odparovanie výluhov z horúcej alkalickéj extrakcie a pálenie koncentrátov v regeneračnom kotle		V celulózkach vyrábajúcich komerčnú papierovinu s vysokou belosťou a v celulózkach vyrábajúcich špeciálnu buničinu na chemické účely je uplatniteľnosť tejto techniky obmedzená.
e	Bielenie TCF		Uplatniteľné len v zariadeniach, ktoré používajú rovnaké princípy varenia a úpravy pH pri bielení
f	Bielenie v uzavretých cykloch		Uplatniteľnosť tejto techniky môže byť obmedzená faktormi, ako je požadovaná kvalita produktu (napr. čistota, odstránenie nečistôt a svetlosť), číslo kappa za fermentorom, hydraulická kapacita zariadenia a kapacita nádrží, odľučovačov a Regeneračných kotlov a možnosť čistenia skrubero
g	Predbežné bielenie na báze MgO a recirkulácia premývacích kvapalín z predbežného bielenia pri premývaní hnejdej papieroviny		Uplatniteľné vo všetkých zariadeniach, ktoré používajú proces na báze horčíka. Predpokladom je voľná kapacita regeneračného kotla a okruhu úpravy popola
h	Upravenie pH slabého výluhu pred odparovacím zariadením alebo v ňom		Všeobecne použiteľné
i	Anaeróbna úprava kondenzátov z odparovačov.		Uplatniteľné v prípade, že je to nevyhnutne potrebné na ochranu úpravy anaeróbného výtoku.
j	Oddeľovanie a regenerácia SO ₂ z kondenzátov z odparovačov		Všeobecne uplatniteľné
k	Účinné monitorovanie a premývanie únikov vrátane použitia systémov na regeneráciu chemických a energetických látok		

Úrovně emisí súvisiace s BAT

Pozri tabuľku 8.12 a tabuľku 8.13. Tieto úrovne emisií súvisiace s BAT sa neuplatňujú na celulózky na výrobu chemickej buničiny a na výrobu špeciálnej buničiny na chemické použitie.

Referenčný prietok odpadovej vody pre sulfitové celulózky je stanovený v oddiele BAT 5.

Tabuľka 8.12: Úrovně emisií súvisiace s BAT pre priame vypúšťanie odpadovej vody do prijímajúcich vôd z celulózky na výrobu bielennej sulfitovej a magnéziovej buničiny triedy papiera

Parameter	Bielená sulfitová buničina triedy papiera (1)	Magnéziová buničina (1)
	Ročný priemer ADt (2)	Ročný priemer ADt
Chemická spotreba kyslíka (COD)	10-30 (3)	20-35
Suspendované látky (NL)	0,4-1,5	0,5-2,0
Celkový dusík	0,15-0,3	0,1-0,25
Celkový fosfor	0,01-0,05 (3)	0,01-0,07
	Ročný priemer mg/l	
Absorbovateľné organicky viazané halogény (AOX)	0,5-1,5 (4) (5)	

(1) Rozsah BAT-AEL sa vzťahuje na výrobu trhovej buničiny a v prípade integrovaných priemyselných zariadení na ich výrobu buničiny (emisie z výroby papiera nie sú v týchto hodnotách zahrnuté).

(2) Hodnoty BAT-AEL sa neuplatňujú pri celulózkach na výrobu buničiny prirodzene neprepúšťajúcej masnotu.

(3) Hodnoty BAT-AEL pre COD a celkový fosfor sa neuplatňujú na trhovú buničinu z eukalyptového dreva.

(4) Výroba sulfitovej komerčnej buničiny môže zahŕňať fázu jemného bielenia použitím ClO₂ na splnenie požiadaviek na výrobu a môže viesť k emisiám AOX.

(5) Neuplatňuje sa v zariadeniach TCF.

Tabuľka 8.13: Úrovně emisií súvisiace s BAT pre priame vypúšťanie odpadovej vody do prijímajúcich vôd zo sulfitovej celulózky na výrobu NSSC buničiny

Parameter	Ročný priemer kg/ADt (1)
Chemická spotreba kyslíka (CHSK)	3,2-11
Suspendované látky (NL)	0,5-1,3
Celkový dusík	0,1-0,2 (2)
Celkový fosfor	0,01-0,02

(1) Rozsah BAT-AEL sa vzťahuje na výrobu trhovej buničiny a v prípade integrovaných priemyselných zariadení na ich výrobu buničiny (emisie z výroby papiera nie sú v týchto hodnotách zahrnuté).

(2) Z dôvodu vyšších emisií špecifických pre tento proces sa hodnoty BAT-AEL pre celkový dusík neuplatňujú na rozvlákňovanie NSSC na základe amoniaku.

Predpokladá sa, že koncentrácia BOD v upravených výtokoch bude nízka (približne 25 mg/l ako súhrnná vzorka za 24 hodín).

8.3.2. Emisie do ovzdušia

BAT 34. S cieľom zabrániť emisiám SO₂ a znížiť ich sa majú v rámci BAT zbierať všetky vysoko koncentrované prúdy plynu obsahujúce SO₂ z výroby kyslého výluhu, varákov, difúzorov alebo výpustných nádrží a s cieľom regenerovať sírové zložky.

BAT 35. S cieľom predchádzať difúznym emisiám obsahujúcim síru a zapáchajúcim emisiám z premývania, triedenia a odparovačov sa majú v rámci BAT zhromažďovať slabo zapáchajúce plyny a má sa uplatňovať jedna z techník uvedených v tejto časti.

	Technika	Opis	Uplatniteľnosť
a	Pálenie v regeneračnom kotle	Pozri oddiel 8.7.1.3	Neuplatňuje sa na výrobu sulfitovej buničiny na báze vápnika. V týchto prevádzkach sa nepoužívajú regeneračné kotle.
b	Mokrý plynová práčka skruber	Pozri oddiel 8.7.1.3	Všeobecne použiteľné

BAT 36. S cieľom znížiť emisie NO_x z regeneračného kotla sa má v rámci BAT používať optimalizovaný spaľovací systém vrátane jednej z techník uvedených v tejto časti alebo ich kombinácie.

	Technika	Opis	Uplatniteľnosť
a	Optimalizácia regeneračného kotla pri riadení podmienok jeho spaľovania	Pozri oddiel 8.7.1.2.	Všeobecne použiteľné
b	Postupné vstrekovanie použitého výluhu		Uplatniteľné v nových veľkých regeneračných kotloch a pri rozsiahlych modernizáciách regeneračných kotlov.
c	Selektívna nekatalytická redukcia (SNCR)		Renovácia existujúcich regeneračných kotlov môže byť obmedzená problémami súvisiacimi s ukladaním vodného kameňa a následnou zvýšenou potrebou čistenia a údržby. Použitie tejto techniky v prevádzkach na výrobu amoniaku nie je známe, avšak vzhľadom na špecifické vlastnosti odpadového plynu možno očakávať, že SNCR bude neúčinná. V dôsledku rizika výbuchu je táto technika uplatniteľná iba v prevádzkach na báze sodíka.

Úrovně emisií súvisiace s BAT

Pozri tabuľku 8.14.

Tabuľka 8.14: Úrovně emisií NO_x a NH₃ súvisiace s BAT z regeneračného kotla

Parameter	Denný priemer mg/Nm ³ pri 5 % O ₂	Ročný priemer mg/Nm ³ pri 5 % O ₂
NO _x	100-350 (1)	100-270 (1)
NH ₃ (únik amoniaku počas SNCR)		< 5

(1) V prípade celulózy na báze amoniaku sa môžu vyskytnúť vyššie úrovne emisií NO_x: až 580 mg/Nm³ ako denný priemer a až 450 mg/Nm³ ako ročný priemer.

BAT 37. S cieľom znížiť emisie prachu a SO₂ z regeneračného kotla sa má v rámci BAT používať jedna z techník v tejto časti a obmedziť „kyslá prevádzka“ práčok plynu (skrubrov) na minimum požadované na zaistenie ich správneho fungovania.

	Technika	Opis
a	ESP alebo multicyklóny s viacstupňovými Venturiho práčkami	Pozri oddiel 8.7.1.3
b	ESP alebo multicyklóny s viacstupňovými práčkami následne s dvojitém vstupom	

Úrovně emisií súvisiace s BAT

Pozri tabuľku 8.15.

Tabuľka 8.15: Úrovně emisií prachu a SO₂ súvisiace s BAT z regeneračného kotla

Parameter	Priemer za obdobie odberu vzoriek mg/Nm ³ pri 5 % O ₂	
Tuhé znečisťujúce častice	5-20 (1) (2)	
	Denný priemer mg/Nm ³ pri 5 % O ₂	Ročný priemer mg/Nm ³ pri 5 % O ₂
SO₂	100-300 (3) (4) (5)	50-250 (3) (4)

(1) V prípade regeneračných kotlov prevádzkovaných v celulózkach, ktorých surovina pozostáva z viac ako 25 % (na draslík bohatých) vlákien z tvrdého dreva, môžu byť emisie tuhých častíc vyššie a môžu vyskytnúť sa v množstve až 30 mg/Nm³.

(2) Táto úroveň BAT-AEL pre emisie tuhých znečisťujúcich látok sa neuplatňuje pre celulóžky na báze amoniaku.

(3) Vzhľadom na vyššie emisie súvisiace s konkrétnymi procesmi neplatí táto úroveň BAT-AEL týkajúca sa SO₂ pre regeneračné kotly, ktoré sú trvalo prevádzkované v „kyslých“ podmienkach, kde sa sulfíťový výluh používa ako mokré médium v rámci procesu sulfíťovej regenerácie.

(4) V prípade existujúcich viacstupňových Venturiho skrubrov môžu byť emisie SO₂ vyššie a v dennom priemere môžu dosahovať až 400 mg/Nm³ a v ročnom priemere až 350 mg/Nm³.

(5) Neuplatňuje sa počas „kyslej dávky“, t. j. v období, keď prebieha preventívne preplachovanie a čistenie zaneseného povrchu. Počas týchto období môžu emisie dosahovať až 300-500 mg SO₂/Nm³ (pri 5 % O₂) a pri čistení poslednej práčky môžu dosahovať až 1 200 mg SO₂/Nm³ (polhodinové stredné hodnoty pri 5 % O₂).

Úroveň environmentálneho správania súvisiaceho s BAT vyjadruje trvanie kyslej prevádzky približne 240 hodín za rok v prípade práčok plynu (skrubrov) a menej ako 24 hodín za mesiac v prípade poslednej monosulfítovej práčky plynu (skrubra).

8.3.3. Energetická spotreba a efektívnosť

BAT 38. S cieľom znížiť spotrebu tepelnej energie (pary), maximalizovať prínos použitých nosičov energie a znížiť spotrebu elektriny sa má v rámci BAT používať kombinácia techník uvedených v tejto časti.

	Technika
a	Použitie účinnej metódy lisovania alebo sušenia a zabezpečenie vysokého obsahu sušiny v kôre
b	Vysoko účinné parné kotly, napr. s nízkou teplotou plynu
c	Účinný sekundárny vykurovací systém
d	Uzavreté vodné systémy vrátane systémov v bieliarni
e	Vysoká úroveň buničiny (technika strednej alebo vysokej konzistencie)
f	Regenerácia a Použitie nízko teplotných tokov z odpadových vôd a iných zdrojov odpadového tepla na vykurovanie budov, ohrev kotla a úžitkovú vodu
g	Vhodné využitie sekundárneho tepla a sekundárneho kondenzátu
h	Monitorovanie a riadenie procesov použitím pokročilých riadiacich systémov
i	Optimalizácia integrovanej siete výmenníkov tepla
j	Zaistenie čo najkonzistentnejšej buničiny pri triedení a čistení
k	Optimalizované plnenie nádrží

BAT 39. S cieľom zvýšiť efektívnosť pri výrobe elektriny sa má v rámci BAT používať kombinácia techník uvedených v tejto časti.

	Technika
a	Vysoký tlak a teplota v regeneračnom kotle
b	Tlak pary v protitlakovej turbíne čo najnižší v rámci technických možností
c	Kondenzačná turbína na výrobu energie z prebytočnej pary
d	Vysoká efektívnosť turbíny
e	Ohrev napájacej vody na teplotu blízku bodu varu
f	Ohrev spaľovacieho vzduchu a paliva vstrekaného do kotla

8.4 Závěry o BAT týkající se mechanického a chemicko-mechanického rozvlákňování

Závěry o BAT v tomto oddíle se uplatňují na všechny integrované závody na mechanickou výrobu buničiny, papíra a lepenky, mechanické celulózy a celulózy CTMP a CMP. Výroby papíra v integrovaných závodech na mechanickou výrobu buničiny, papíra a lepenky sa okrem záverov o BAT uvedených v tomto oddíle týkajú aj oddiely **BAT 49, BAT 51, BAT 52c a BAT 53**.

8.4.1. Odpadová voda a emisie do vody

BAT 40. S cieľom znížiť používanie čerstvej vody, prietok

odpadovej vody a zaťaženie životného prostredia sa má v rámci BAT používať vhodná kombinácia techník špecifikovaných v oddieloch BAT 13, BAT 14, BAT 15 a BAT 16 a techník uvedených v tejto časti.

	Technika	Opis	Uplatniteľnosť
a	Protiprúdový prietok prevádzkovej vody a oddelenie vodovodných systémov	Pozri kap. 8.7.2.1	Všeobecne uplatniteľné
b	Vysokokonzistentné bielenie		
c	Premývací fáza pred zjemnením mechanickej buničiny z mäkkého dreva prostredníctvom predúpravy štiepok		
d	Nahradenie NaOH Ca(OH) ₂ alebo Mg(OH) ₂ ako zásady pri peroxidovom bielení		Uplatniteľnosť môže byť obmedzená pri najvyšších úrovniach svetlosti.
e	Regenerácia vlákien a výplní a čistenie bielej vody (výroba papiera)		Všeobecne uplatniteľné
f	Optimalizovaný návrh a dizajn nádrží a vaní (výroba papiera)		

Úrovně emisí související s BAT

Pozri tabuľku 16. Tieto hodnoty BAT-AEL sa týkajú aj mechanických celulózk. Referenčný prietok odpadovej vody pre integrované mechanické celulózy a celulózy a papierne CTM a CTMP je stanovený v oddíle BAT 5.

Tabuľka 8.16: Úrovně emisí související s BAT pro přímé vypouštění odpadové vody do přijímajících vod z integrované výroby papíru a lepenky z mechanické buničiny vyráběné na místě

Parameter	Roční průměr kg/ADt (1)
Chemická spotřeba kyslíka (CHSK)	0,9-4,5 (1)
Suspendované látky (NL)	0,06-0,45
Celkový dusík	0,03-0,1 (2)
Celkový fosfor	0,001-0,01
(1) V případě vysoko bielené mechanické buničiny (70 - 100 % vláken konečného papíru) může být úroveň emisí až 8 kg/t.	
(2) Ak nie je možné použiť biologicky odbúrateľné alebo odstrániteľné chelatačné činidlá z dôvodu požiadaviek na kvalitu (napr. vysoká svetlosť), celkové emisie dusíka môžu byť vyššie ako tieto úrovne BAT-AEL a mali by sa posudzovať individuálne.	

Tabuľka 8.17: Úrovně emisí súvisiace s BAT pre priame vypúšťanie odpadovej vody do prijímajúcich vôd z celulózky CTMP alebo CMP

Parameter	Ročný priemer kg/ADt
Chemická spotreba kyslíka (CHSK)	12-20
Suspendované látky (NL)	0,5-0,9
Celkový dusík	0,15-0,18 (1)
Celkový fosfor	0,001-0,01

(1) Ak nie je možné použiť biologicky odbúrateľné alebo odstrániteľné chelatačné činidlá z dôvodu požiadaviek na kvalitu (napr. vysoká svetlosť), celkové emisie dusíka môžu byť vyššie ako tieto úrovne BAT-AEL a mali by sa posudzovať individuálne.

Úroveň BOD vo vyčistenej odpadovej vode by mala byť nízka (približne 25 mg/l v 24-hodinovej vzorke výluhu).

8.4.2. Energetická spotreba a efektívnosť

BAT 41. S cieľom znížiť emisie spotreby tepelnej a elektrickej energie sa má v rámci BAT používať kombinácia techník uvedených v tejto časti.

	Technika	Uplatniteľnosť
a	Použitie energeticky efektívnych rafinérií	Uplatniteľné je v prípade premiestnenia, rekonštrukcie alebo modernizácie výrobných zariadení
b	Veľkoplošná rekuperácia sekundárneho tepla z rafinérií používaných pri výrobe buničiny TMP a CTMP a opätovné použitie získanej pary pri sušení papiera alebo buničiny	Všeobecne uplatniteľné
c	Minimalizácia strát buničiny používaním účinných systémov rafinácie odpadových zvyškov (Sekundárne rafinérie)	
d	inštalácia energeticky úsporných zariadení vrátane automatizovaného riadenia výroby, ktoré nahradia manuálne ovládané systémy	
e	Zníženie používania čistej vody vďaka vnútornej úprave prevádzkovej vody a zavedeniu systémov recirkulácie	
f	Zníženie priamej spotreby pary prostredníctvom dôkladnej integrácie výroby, napríklad použitím tzv. <i>pinč</i> analýzy	

8.5 Závery o BAT týkajúce sa spracovania papiera na recykláciu

Závery o BAT v tomto oddiele sa týkajú všetkých integrovaných celulózok a papierní RCF a celulózok RCF. Okrem záverov o BAT v tomto oddiele sa výroby papiera v integrovaných celulózkach a papierňach RCF a závodoch na výrobu papiera a lepenky uplatňujú tiež **BAT 49, BAT 51, BAT 52c a BAT 53**.

8.5.1. Materiálové hospodárstvo

BAT 42. S cieľom predchádzať kontaminácii pôdy a podzemných vôd alebo znížiť riziko takejto kontaminácie a s cieľom obmedziť rozfukovanie papiera určeného na recykláciu a rozptyľovanie emisií prachu zo skladu papiera určeného na recykláciu sa má v rámci BAT používať jedna z techník uvedených v tejto časti alebo ich kombinácia.

	Technika	Uplatniteľnosť
a	Spevnenie povrchu lokality vyhradenej na skladovanie odpadového papiera	Všeobecne uplatniteľné
b	Prívod kontaminovanej odpadovej vody z priestoru na skladovanie odpadového papiera a jej úprava v čistiarňach odpadových vôd (nekontaminovaná dažďová voda, napr. zo striech, je možné vypúšťať samostatne)	Uplatniteľnosť tejto techniky môže byť obmedzená stupňom znečistenia odpadových vôd (nízka úroveň) alebo veľkosťou čistiarne (v prípade veľkých objemov).
c	Oplotenie priestoru na skladovanie odpadového papiera v sklade, aby sa zabránilo jeho rozfúkaniu vetrom	Všeobecne uplatniteľné
d	Pravidelná úprava skladovacej plochy a zametanie prilahlých ciest a úprava kanalizácie, ktorá znižuje emisie prachu. Tým sa môže znížiť množstvo papiera a vlákien prenášaných vetrom a drvenie papiera v dôsledku prevádzky v budove, ktoré môže vytvárať ďalšie emisie prachu, najmä v období sucha.	Všeobecne uplatniteľné
e	Uskladnenie balíkov papiera alebo voľného papiera pod strechou na ochranu materiálu pred poveternostnými vplyvmi (vlhkosťou, znehodnotením v dôsledku mikrobiologických procesov atď.)	Uplatniteľnosť tohto procesu môže byť obmedzená v závislosti od veľkosti lokality

8.5.2. Odpadová voda a emisie do vody

BAT 43. S cieľom znížiť spotrebu čerstvej vody, prietok odpadovej vody a zaťaženie životného prostredia sa má v rámci BAT používať kombinácia techník uvedených v tejto časti.

	Technika	Opis
a	Oddelenie vodných systémov	Pozri oddiel 8.7.2.1
b	Prietok prevádzkovej vody a recirkulácia vody	
c	Čiastočná recyklácia upravenej odpadovej vody po biologickej úprave	Viacere prevádzky na výrobu výrobkov z recyklovaných vlákien (RCF), najmä prevádzky na výrobu vlnitej a recyklovanej lepenky (Testliner), recyklujú časť biologicky vyčisteného prúdu odpadových vôd a vracajú ho do vodného okruhu.
d	Čírenie bielej vody	Pozri oddiel 8.7.2.1

BAT 44. S cieľom zachovať uzavretie pokročilého vodovodného okruhu v celulózkach a papierňach spracovávajúcich papier určený na recykláciu a s cieľom predísť možným negatívnym účinkom zvýšenej recyklácie prevádzkovej vody sa má v rámci BAT používať jedna z techník uvedených nižšie alebo ich kombinácia.

	Technika	Opis
a	Monitorovanie a priebežná kontrola kvality prevádzkovej vody	Pozri oddiel 8.7.2.1
b	Prevenca a znižovanie biofilmov pomocou metód, ktoré zabezpečujú minimalizáciu emisií biocídnych látok	
c	Odstránenie vápnika z prevádzkovej vody metódou riadeného zrážania uhličitanu vápenatého	

Uplatniteľnosť

Techniky a)-c) sú uplatniteľné v prevádzkach na výrobu produktov z recyklovaných vlákien (RCF) s technologicky vyspelým uzavretým vodným okruhom.

BAT 45. S cieľom predchádzať zaťaženiu životného prostredia odpadovou vodou odtekajúcou do prijímajúcich vôd z celej papierne a znížiť ho sa má v rámci BAT používať vhodná kombinácia techník špecifikovaných v BAT 13, BAT 14, BAT 15, BAT 16, BAT 43 a BAT 44.

V integrovaných papierňach RCF zahŕňajú hodnoty BAT-AEL emisie z výroby papiera, keďže okruhy s bielou vodou zo stroja na výrobu papiera sú úzko spojené s okruhmi na prípravu papieroviny.

Úrovně emisií súvisiace s BAT

Pozri tabuľku 8.18 a tabuľku 8.19.

Úrovně emisií súvisiace s BAT uvedené v Tabuľke 18 sa uplatňujú aj pri celulózkach RCF bez odstraňovania tlačiarenských farieb a úrovne emisií súvisiace s BAT uvedené v Tabuľke 19 sa uplatňujú aj pri celulózkach RCF s odfarbovaním.

Referenčný prietok odpadovej vody pre celulózky a papierne RCF je stanovený v oddiele BAT 5.

Tabuľka 8.18: Úrovně emisií súvisiace s BAT pre priame vypúšťanie odpadovej vody do prijímajúcich vôd z integrovanej výroby papiera a lepenky z buničiny z recyklovaných vlákien vyrábanej bez odstraňovania tlačiarenských farieb priamo na mieste

Parameter	Ročný priemer kg/t
Chemická spotreba kyslíka (CHSK)	0,4 ⁽¹⁾ -1,4
Suspendované látky (NL)	0,02-0,2 ⁽²⁾
Celkový dusík	0,008-0,09
Celkový fosfor	0,001-0,005 ⁽³⁾
Adsorbovateľné organicky viazané halogény (AOX)	0,05 pre mokry papier

(1) V prevádzkach, v ktorých sú vodné okruhy úplne uzavreté, nevznikajú žiadne emisie chemickej spotreby kyslíka.
(2) V existujúcich prevádzkach sa môže táto hodnota zvýšiť až na 0,45 kg/t z dôvodu neustáleho poklesu kvality zberového papiera a ťažkostí spojených s prebiehajúcou modernizáciou čistiarnie odpadových vôd.
(3) V prevádzkach s prietokom odpadových vôd 5 až 10 m³/t je horná časť rozpätia 0,008 kg/t.

Tabuľka 8.19: Úrovně emisií súvisiace s BAT pre priame vypúšťanie odpadovej vody do prijímajúcich vôd z integrovanej výroby papiera a lepenky z buničiny z recyklovaných vlákien vyrábanej s odstraňovaním tlačiarenských farieb priamo na mieste.

Parameter	Ročný priemer kg/t
Chemická spotreba kyslíka (CHSK)	0,9-3,0 0,9-4,0 výrobky z tissue papiera
Suspendované látky (NL)	0,08-0,3 0,1-0,4 výrobky z tissue papiera
Celkový dusík	0,01-0,1 0,01-0,15 výrobky z tissue papiera
Celkový fosfor	0,002-0,01 0,002-0,015 výrobky z tissue papiera
Adsorbovateľné organicky viazané halogény (AOX)	0,05 pre mokrý papier

Úroveň BOD vo vyčistenej odpadovej vode by mala byť nízka (približne 25 mg/l v 24-hodinovej zmiešanej vzorke).

8.5.3. Energetická spotreba a efektívnosť

BAT 46. V rámci BAT sa má znížiť spotreba elektrickej energie v papierňach a celulózkach RCF použitím kombinácie techník uvedených v tejto časti.

	Technika	Uplatniteľnosť
a	Rozvlákňovanie pri vysokej konzistencii, aby sa odpadový papier rozdelil na jednotlivé vlákna.	Uplatniteľné pre všetky nové prevádzky a pre existujúce prevádzky v prípade významnej modernizácie.
b	Efektívne hrubé a jemné triedenie dosiahnuté optimalizáciou konštrukcie rotorov, sít a procesu triedenia, čo je cieľom použiť menšie zariadenia s nižšou špecifickou spotrebou energie.	
c	Koncepcia úspory energie vo fáze prípravy materiálu, ktorá zabezpečuje odstránenie nečistôt čo najskôr v procese opätovného spracovania vlákien s použitím menšieho počtu optimalizovaných častí stroja, čím sa znižuje energetická náročnosť spracovania vlákien.	

8.6 Závery o BAT týkajúcich sa výroby papiera a súvisiacich postupov

Závery o BAT v tomto oddiele sa uplatňujú na všetky neintegrovane papierne, závody na výrobu lepenky a na časť integrovaných sulfátových (kraft), sulfitových, CTMP a CMP celulózok a papierní, v ktorých sa vyrába papier a lepenka.

Oddiely BAT 49, BAT 51, BAT 52c a BAT 53 sa uplatňujú na všetky integrované celulózky a papierne.

Pri integrovaných sulfátových (kraft), sulfitových, CTMP a CMP celulózkach a papierňach sa okrem záverov o BAT uvedených v tomto oddiele uplatňujú aj závery o BAT špecifické pre proces rozvlákňovania.

8.6.1. Odpadová voda a emisie do vody

BAT 47. S cieľom znížiť tvorbu odpadovej vody sa má v rámci BAT používať

kombinácia techník uvedených v tejto časti.

	Technika	Opis	Uplatniteľnosť
a	Optimalizovaný dizajn a dizajn konštrukcie nádrží a vaní	Pozri oddiel 8.7.1.2.	Uplatniteľné pre nové prevádzky a pre existujúce prevádzky v prípade významnej modernizácie
b	Regenerácia vlákien a výplní a Úprava vody bielej vody		Všeobecne uplatniteľné
c	Recirkulácia vody		Všeobecne uplatniteľné. rozpustené organické, anorganické a koloidné materiály slúžia na obmedzenie opätovného použitia vody v sitovej časti
d	Optimalizácia nožníc v papierenskom stroji		Všeobecne uplatniteľné

BAT 48. S cieľom znížiť spotrebu čerstvej vody a emisie do vody zo špecializovaných papierní sa má v rámci BAT používať kombinácia techník uvedených v tejto časti.

	Technika	Opis	Uplatniteľnosť
a	Zlepšenie plánovania výroby papiera	Zlepšenie plánovania na optimalizáciu kombinácií a dĺžky dávok	Všeobecne uplatniteľné
b	Riadenie vodných okruhov v súlade so zmenami vo výrobe	Úprava vodných systémov podľa zmien typu papiera, farby a použitých chemikálií	
c	Čistiareň odpadových vôd pripravená na prevádzku v súlade so zmenou vo výrobe	Nastavenie čističky odpadových vôd tak, aby zodpovedalo zmenám prietoku, nízkej úrovni koncentrácie a rôznym druhom a množstvám chemikálií	
d	Upravenie systému na opätovné spracovanie vlastného vyradeného papiera (rozbité) Upravenie kapacity oddielov		
e	Minimalizácia úniku chemických prísad (napr. mazív alebo vodovzdorných látok), ktoré obsahujú polyfluórované alebo perfluórované zložky alebo k nim prispievajú		uplatniteľné použiť v závody vyrábajúce papier odpudzujúce masť alebo vodu
f	Prechod na pomocné látky s nízkym obsahom AOX (nahradenie napr. Použitia látok zvyšujúcich vlhkosť na báze epichlórhydrínových živíc)		uplatniteľné použiť v Závody vyrábajúce druhy papiera s veľmi vysokým stupňom pevnosti za mokra

BAT 49. S cieľom znížiť zaťaženie životného prostredia emisiami natieracích farieb a spojív, ktoré môžu narušiť biologickú čistiareň odpadových vôd, sa má v rámci BAT používať technika a) uvedená v tejto časti alebo, ak to nie je technicky možné, technika b) uvedená v tejto časti.

	Technika	Opis	Uplatniteľnosť
a	Regenerácia farieb/recyklácia pigmentov	Odpadová voda obsahujúca farby sa zbiera oddelene. Náterové chemikálie je možné napríklad regenerovať: i) ultrafiltrácia; ii) proces triedenia, flokulácie odvodnenie s následným opätovným použitím pigmentov v procese maľovania. Pri tomto procese je možné použiť čistenú vodu.	Pri prebiehajúcej ultrafiltrácii je možné, že uplatniteľnosť tejto techniky bude obmedzená v prípade, že: - objemy odpadových vôd sú veľmi malé - Tvorba odpadovej vody obsahujúcej farbu sa vyskytuje na rôznych miestach v závode - farby sa menia veľmi často alebo - jednotlivé predpísané zmesi farieb sú navzájom nekompatibilné
b	Predčistenie odpadových vôd obsahujúcich farby	Odpadová voda obsahujúca farby sa upravuje, napríklad flokulačnou metódou, aby sa ochránilo následné biologické čistenie odpadovej vody.	Všeobecne uplatniteľné

BAT 50. S cieľom predchádzať zaťaženiu životného prostredia odpadovou vodou odtekajúcou do prijímajúcich vôd z celej celulózky a papierne a znížiť ho sa má v rámci BAT používať vhodná kombinácia techník špecifikovaných v oddieloch BAT 13, BAT 14, BAT 15, BAT 47, BAT 48 a BAT 49.

Úrovně emisí súvisiace s BAT

Pozri tabuľku 8.20 a tabuľku 8.21.

Záver o najlepších dostupných technikách (BAT) v tabuľke 8.20 a tabuľke 8.21 sa vzťahujú aj na výrobu papiera a lepenky v integrovaných celulózkach a papierňach so sulfátovou, sulfitovou, CTMP a CMP výrobou.

Referenčný prietok odpadovej vody neintegrovaných závodov na výrobu papiera a lepenky je stanovený v oddiele BAT 5.

Tabuľka 8.20: Úrovně emisí súvisiace s BAT pre priame vypúšťanie odpadovej vody do prijímajúcich vôd z neintegrovaného závodu na výrobu papiera a lepenky (s výnimkou špecializovaných druhov papiera)

Parameter	Ročný priemer kg/t
Chemická spotreba kyslíka (CHSK)	0,15-1,5 (1)
Suspendované látky (NL)	0,02-0,35
Celkový dusík	0,01-0,1 0,01-0,15 pre tenký papier
Celkový fosfor	0,003-0,012
Adsorbovateľné organicky viazané halogény (AOX)	0,05 pre dekoratívny a mokrý papier/lepennú lepenku
(1) V prípade výroby grafického papiera sa horná časť rozpätia vzťahuje na papierne vyrábajúce papier natieraný škrobom	

Úroveň BOD vo vyčistenej odpadovej vode by mala byť nízka (približne 25 mg/l v 24-hodinovej vzorke výluhu).

Tabuľka 8.21: Úrovně emisií súvisiace s BAT pre priame vypúšťanie odpadovej vody do prijímajúcich vôd z neintegrovaneho závodu na výrobu špecializovaného papiera

Parameter	Ročný priemer kg/t (1)
Chemická spotreba kyslíka (CHSK)	0,3-5 (2)
Suspendované látky (NL)	0,10-1
Celkový dusík	0,015-0,4
Celkový fosfor	0,002-0,04
Adsorbovateľné organicky viazané halogény (AOX)	0,05 pre dekoratívny a mokrý papier/lepennú lepenku

(1) Papierne, ktorých výroba má osobitné charakteristiky, ako sú veľmi časté zmeny druhu papiera (napr. ≥ 5 denne v priemere za rok) alebo ktoré vyrábajú špeciálne druhy papiera s veľmi nízkou gramážou (≤ 30 g/m v priemere za rok)²⁾, môžu mať emisie nad hornou hranicou tohto rozpätia.

(2) Horná hranica rozsahu BAT-AEL sa vzťahuje na papierne vyrábajúce papier s vysokým stupňom mletia, ktoré si vyžaduje intenzívne triedenie, a na papierne s častými zmenami druhu papiera (napr. $\geq 1 - 2$ zmeny denne v ročnom priemere).

8.6.2. Emisie do ovzdušia

BAT 51. S cieľom znížiť emisie VOC zo strojov na natieranie papiera v rámci alebo mimo linky sa má v rámci BAT vybrať zloženie natieracích farieb, pri ktorých možno očakávať zníženie emisií VOC.

8.6.3. Tvorba odpadov

BAT 52. S cieľom minimalizovať množstvo pevného odpadu, ktorý sa má zneškodniť, sa má v rámci BAT predchádzať vytváraniu odpadu a recyklovať s použitím kombinácie techník uvedených v tejto časti (pozri všeobecné BAT 20).

	Technika	Opis	Uplatniteľnosť
a	Regenerácia vlákien a výplní a čírenie bielej vody	Pozri oddiel 8.7.2.1	Všeobecne uplatniteľné
b	Systém recirkulácie vlastného papierového odpadu (<i>rozbitý</i>)	Vlastné vyradenie papiera (<i>rozbité</i>) sa zbiera z rôznych miest alebo fáz výroby papiera, znovu sa vyfúka a pridá späť do látky.	Všeobecne použiteľné
c	Regenerácia zmesí farieb alebo recyklácia pigmentov	Pozri oddiel 8.7.2.1	
d	Zvýšenie použitia kalu z primárneho čistenia odpadových vôd obsahujúceho buničinu	Kal s vysokým obsahom vlákieniny získaný pri úprave odpadových vôd môže byť opätovne použitý vo výrobnom procese	Požiadavky na kvalitu výrobku slúžia na obmedzenie uplatniteľnosti tejto techniky BAT

8.6.4. Energetická spotreba a efektívnosť

BAT 53. S cieľom znížiť emisie spotreby tepelnej a elektrickej energie sa má v rámci BAT používať kombi- nácia techník uvedených v tejto časti.

	Technika	Uplatniteľnosť
a	Energeticky efektívne procesy triedenia (optimalizácia dizajnu rotorov, sít a procesu triedenia)	Uplatniteľné je pre nové prevádzky alebo rozsiahle modernizácie
b	Najlepší postup triedenia s rekuperáciou tepla z triedičov	
c	Optimalizácia odvodnenia v lisovacej časti papierenského stroja a lisu na topánky (<i>lis so širokou zásuvkou</i>)	Neuplatňuje sa pre tissue papier a mnohé špecializované druhy papiera
d	Regenerácia parných kondenzátov a využitie účinných systémov rekuperácie tepla z odpadového vzduchu	Všeobecne uplatniteľné
e	Zníženie priamej spotreby pary prostredníctvom dôkladnej integrácie výroby, napr. použitím tzv. <i>pinč</i> analýzy	
f	Vysoko efektívne rafinérie	Uplatniteľné v nových prevádzkach
g	Optimalizácia prevádzkového režimu existujúcich rafinérií (napr. Zníženie energetickej náročnosti režimu bez záťaže)	Všeobecne použiteľné
h	Optimalizácia dizajnu čerpadla, riadenie pohonu čerpadla s premenlivými otáčkami, bezprevodové pohony	
i	Najmodernejšia technológia rafinácie	
j	Vykurovacie sito parnej skrine s papierovou buničinou na zlepšenie vlastností odvodnenia/odvodňovacej kapacity	Neuplatňuje sa pre tissue papier a mnohé špecializované druhy papiera
k	Optimalizácia systému odsávania (napr. turboventilátory namiesto vodných kruhových čerpadiel)	Všeobecne použiteľné
l	Optimalizácia výroby energie a údržby distribučnej siete	
m	Optimalizácia rekuperácie tepla, vetracieho systému, izolácie	
n	Použitie motorov s vysokou efektívnosťou (EFF1)	
o	Ohrev rozprašovanej vody Použitím výmenníka tepla	
p	Použitie odpadového tepla na sušenie kalu alebo zhustiť kvalitu odvodneného kalu	
q	Rekuperácia tepla z axiálnych ventilátorov (ak sa používajú), ktoré privádzajú vzduch do procesu sušenia	
r	Rekuperácia tepla z odpadového vzduchu zo sušiacej komory (Yankee) prostredníctvom škrabákovvej veže	
s	Rekuperácia tepla z odvádzaného horúceho vzduchu ohrievaného infračerveným žiarením	

8.7 Opis výroby

8.7.1. Opis techník prevencie a riadenia emisií do ovzdušia

8.7.1.1. Tuhé znečisťujúce látky

Technika	Opis
Elektrostatický odlučovač (ESP)	Elektrostatické odlučovače fungujú tak, že časti získajú náboj a oddelia sa elektrickým poľom vplyvom elektrostatického oddielu. Sú schopné pracovať vo veľmi rôznych podmienkach
Alkalická práčka	Pozri oddiel 8.7.1.3 (mokrý skrubber)

8.7.1.2. NO_x

Technika	Opis
Znižovanie pomeru paliva/palivo	Táto technika je založená predovšetkým na týchto prvkoch: - dôkladná kontrola vzduchu používaného pri pálení (nízky obsah prebytočného kyslíka), - minimalizácia vnikania vzduchu do spaľovacej komory netesnosťami, - Upravenie dizajnu spaľovacej komory pece.
Optimalizácia a kontrola pálenia	Táto technika využíva riadiacu technológiu založenú na nepretržitom monitorovaní príslušných parametrov pálenia (napr. O ₂ a CO, pomer paliva/palivo, nespálené zložky). Tvorbu a emisie NO _x možno znížiť úpravou prevádzkových parametrov, distribúcie vzduchu, prebytku kyslíka, regulácie plameňa a teplotného profilu.
Postupné pálenie	Podstatou postupného spaľovania je Použitie dvoch spaľovacích zón, pri ktorom je v prvej komore možné regulovať teplotu a pomer vzduchu. Prvá spaľovacia zóna pracuje za substechiometrických podmienok, kde sa zložky amoniaku pri vysokej teplote menia na elementárny dusík. V druhej zóne sa proces pálenia dokončí pri vyššej teplote a s prídavkom väčšieho množstva vzduchu. Po tomto dvojfázovom pálení spaliny odchádzajú do druhej komory, kde sa z plynov realizuje rekuperácia tepla na výrobu pary používanej vo výrobnom procese.
Výber paliva, palivo s nízkym obsahom N	Použitie palív s nízkym obsahom dusíka znižuje množstvo NO _x z oxidácie dusíka v palive počas pálenia. Pálenie koncentrovaných neskondenzovateľných zápachajúcich plynov (CNCG) alebo palív na báze biomasy zvyšuje množstvo NO _x v porovnaní s vykurovacím olejom a zemným plynom, pretože CNCG a všetky palivá na báze dreva obsahujú viac dusíka ako vykurovací olej a zemný plyn. V dôsledku vyšších teplôt spaľovania sa pri spaľovaní uvoľňuje viac NO _x pri pálení vykurovacieho oleja.
Horák s nízkou tvorbou NO _x	Horáky s nízkou hladinou NO _x Horáky sú založené na princípoch znižovania maximálnych teplôt plameňa, čo spomaľuje pálenie, ale zároveň je úplné a zvyšuje sa prenos tepla (vyššia emisivita plameňa). Môže to súvisieť s Upravením dizajnu spaľovacej komory pece.
Postupné vstrekovanie použitého výluhu	Vstrekovanie použitého sulfitového výluhu do kotla pri rôznych vertikálne rozfázovaných úrovniach zabraňuje vzniku NO _x umožňuje dokonalé pálenie.
Selektívna nekatalytická redukcia (SNCR)	Táto technika je založená na redukcii NO _x na dusík reakciou s amoniakom alebo močovinou pri vysokej teplote. Dymové plyny sa pridávajú do spalín na redukcii NO na N ₂ amoniakálnu vodu (až 25 % NH ₃), zložiek amoniaku alebo roztoku močoviny. Reakcia prebieha optimálne v teplotnom rozsahu približne 830 až 1 050 °C a musí sa zabezpečiť dostatočný retenčný čas na reakciu vstrekaných látok s NO. Dávky amoniaku alebo močoviny sa musia regulovať, aby sa znížilo množstvo NH ₃ udržiavať na nízkej úrovni.

8.7.1.3. Predchádzanie emisiám SO₂/TRS a ich kontrola

Technika	Opis
Vysoký obsah sušiny v čiernom výluhu	So zvyšujúcim sa obsahom sušiny v čiernom výluhu sa zvyšuje aj teplota pálenia. Rámci odparovania sodíka (Na) sú väčšie, pretože je schopný viazať SO ₂ a vytvoriť Nový ² sušenie ⁴ , v prevádzke sa redukuje SO ₂ znižuje sa emisia z regeneračného kotla. Nevýhodou tejto vyššej teploty je, že NO _x .
Výber paliva/palivo s nízkym obsahom S	Použitím palív s nízkym obsahom síry približne 0,02-0,05 % hmotnosti (napr. lesná biomasa, kôra, olej s nízkym obsahom síry, plyny) sa zníži obsah SO ₂ Tvorba oxidu síry obsahujúcej síru v palive počas pálenia.
Optimalizácia pálenia	Techniky, ako je účinný systém kontroly intenzity spaľovania (vzduch/palivo, teplota, čas zdržania), kontrola prebytku kyslíka alebo Určenie vhodnej zmesi vzduchu a paliva.
Riadenie obsahu Na ₂ sušenie vo vstupnom vápennom (kaustifikačnom) kale do pece na pálenie	Efektívne lúhovanie a filtrácia vápenatých (žieravých) kalov znižuje koncentráciu Na ₂ S, čím sa znižuje tvorba sírových zložiek v peci v priebehu procesu opätovného vypaľovania.
Premývanie a regenerácia SO ₂	Vysoko koncentrovaný SO ₂ z výroby kyslého lúhu, z fermentorov, difúzorov alebo expanzných nádrží. sušenie ² sa regeneruje v absorpčných nádržiach pod rôznym tlakom z ekonomických aj environmentálnych dôvodov.
Pálenie zápachajúcich plynov a TRS	Zachytené silne koncentrované plyny sú možné likvidovať pálením v regeneračnej kotli, v samostatných spaľovniach TRS alebo vo vápenke. Zachytené slabo koncentrované plyny sú vhodné na spaľovanie v regeneračnom kotle, v peci na vápenné hmoty, v energetickom kotle alebo na pálenie v spaľovni TRS. Plyny odvádzané z rozpúšťacích nádrží sú možné na pálenie v moderných regeneračných kotloch.
Premývanie a pálenie slabo koncentrovaných plynov v regeneračnom kotle	Pálenie slabo koncentrovaných plynov (veľké objemy, nízky obsah SO ₂) v kombinácii so záložnými systémami. Slabo zápachajúce plyny a iné zápachajúce zložky sa súbežne zhromažďujú na účely spálenia v regeneračnom kotle. Z výfukového plynu regeneračného kotla sa následne regeneruje oxid siričitý prostredníctvom protiprúdových viacfázových práčok plynu (skubrov) a znova sa používa ako chemikália na varenie. Práčky sa používajú ako záložný systém.
Práčka plynu (skruber)	Plynné zlúčeniny sa rozpustia v vhodnej kvapaline (voda alebo alkalický roztok). Zároveň sa mohli odstrániť pevné aj plynné zložky. Po prechode cez práčku sa plyny nasýtia vodou a pred ich vypustením je potrebné vykonať Oddelenie kvapiek. Vzniknutá kvapalina je potrebné spracovať v čistiarni odpadových vôd a nerozpustné látky sa zachytia usadzovaním alebo filtráciou.
ESP alebo multicyklóny s viacstupňovými Venturiho práčkami alebo viacstupňovými práčkami následne po skruberi s dvojitém vstupom	Oddelenie tuhých znečisťujúcich látok prebieha v elektrostatickom odlučovači alebo vo viacstupňovom cyklóne. V prípade sulfitového procesu na báze horčíka sú tuhé znečisťujúce látky zachytené v ESP predovšetkým MgO, ale v menšej miere aj zlúčeniny K, Na alebo Ca. Regeneračný popol MgO sa zmieša s vodou, prečistí sa cez premývanie a uhasí sa za vzniku Mg(OH) ₂ ktorý sa potom používa ako alkalický prací roztok vo viacstupňových práčkach na regeneráciu sírnej zložky kuchynských chemikálií. V prípade procesu s použitím siričitanu amónneho nedochádza k regenerácii amoniakovej bázy (NH ₃), pretože sa v procese pálenia rozkladá na dusík. Po odstránení tuhých znečisťujúcich látok sa spaliny ochladia prechodom cez chladiaci skruber s vodou a následne sa použijú v troj- alebo viacstupňovom skruberi spalin, kde sa v prípade procesu so siričitanom horečnatým SO ₂ v alkalickom roztoku Mg(OH) ₂ , v prípade procesu s amoniakovým sulfitovým siričitanom v 100 % čistom roztoku NH ₃ .

8.7.2. Opis techník na zníženie spotreby použitej čerstvej vody/odpadovej vody a zaťaženia životného prostredia v odpadovej vode

8.7.2.1. Techniky začlenené do výrobného postupu

Technika	Opis
Suché odkôrňovanie	Suché odkôrňovanie guľatiny v bubnoch na suché odkôrňovanie (voda sa používa len na umývanie guľatiny a následne sa recykluje s minimálnym vypúšťaním do čistiarne odpadových vôd).
Bielením úplne bez chlóru (TCF)	Pri bielení úplne bez chlóru (TCF) nie je použitá žiadna chemikália obsahujúca chlór, a preto pri bielení nevznikajú žiadne organické ani organochlórové emisie.
Moderné bielenie bez voľného elementárneho chlóru (ECF)	Moderné bielenie bez voľného elementárneho chlóru (ECF) dosahuje minimalizáciu spotreby oxidu chlórčitého, čo sa dosahuje použitím jedného alebo kombinácie nasledujúcich stupňov bielenia: kyslíkového, hydrolytického s horúcou kyselinou, ozónového stupňa pri strednej a vysokej konzistentnosti, stupňov s použitím atmosférického peroxidu vodíka a stlačeného peroxidu vodíka alebo horúceho stupňa s použitím oxidu chlórčitého.
Predĺžená delignifikácia	Rozšírené Delignifikácia pomocou a) modifikovaného varenia alebo b) kyslíkovej delignifikácie zvyšuje stupeň delignifikácie buničiny (znižuje číslo kappa) pred procesom bielenia, čím sa znižuje potreba použiť bieliace chemikálie a znižuje sa zaťaženie odpadových vôd chemickou spotrebou kyslíka (CHSK). Ak sa pred bielením zníži číslo kappa o jednu jednotku, Chemická spotreba kyslíka uvoľnená v bieliarni sa môže znížiť približne o 2 kg CHSK/ADt. Odstránený lignín je možné regenerovať a použiť s chemikáliami a v systémoch na získavanie energie.
a) Rozšírené modifikované varenie	Predĺžené varenie (dávkové alebo kontinuálne systémy) umožňuje dlhší čas varenia za optimalizovaných podmienok (napr. úroveň alkalických látok vo varnom lúhu sa zníži na začiatku varného procesu a zvýši na konci) a oddelenie maximálneho množstva lignínu pred bielením bez toho, aby sa nežiadúco zhoršila kvalita sacharidov alebo nadmerne znížila pevnosť buničiny. To môže mať obmedzené používanie chemikálií v následnej fáze bielenia a obmedzené organické zaťaženie odpadových vôd z bieliarne.
b) Delignifikácia kyslíkom	Kyslíková delignifikácia je možnosť odstránenia podstatnej časti lignínu, ktorý by sa nemohol odstrániť počas varenia, ak by sa proces varenia musel uskutočniť pri najvyšších hodnotách kappa. Buničina reaguje s kyslíkom v alkalickom prostredí, čím sa odstráni časť zvyškového lignínu.
Uzavreté a efektívne triedenie a premývanie hnedých látok	Triedenie hnedej látky prebieha Použitím štrbinových tlakových triedičov vo viacstupňovom uzavretom cykle. Nečistoty a neporušené kusy sa tak odstraňujú už na začiatku procesu. Pri premývaní hnedej tkaniny sa z vlákien buničiny oddelia rozpustené organické a anorganické chemikálie. Hnedá buničina je možné najprv prať vo fermentore a následne vo vysokých práčkach pred a po kyslíkovej delignifikácii, t. j. pred bielením. To je možné obmedziť prenos znečisťujúcich zložiek do následných fáz úpravy, znížiť spotrebu bieliacich chemikálií a emisie v odpadových vodách. Okrem toho umožňuje aj regeneráciu chemikálií na varenie z umývacej vody. Efektívne premývanie je zabezpečené protiprúdovým viacstupňovým premývaním použitím filtrov a lisov. Vodný systém zariadenia na triedenie hnedej hmoty je úplne uzavretý.
Čiastočná recyklácia technologickej vody v bieliarni	Kyslé a alkalické filtráty sa recyklujú v bieliarni v predchádzajúcom prietoku buničiny. Voda sa upravuje buď v čistiarni odpadových vôd, alebo v niektorých prípadoch premývaním po delignifikácii kyslíkom. Účinné práčky na strednej úrovni premývania sú predpokladom dosiahnutia nízkych emisií. V efektívne fungujúcich (bielenej) prevádzkach dosahuje prietok odpadových vôd z bieliarní 12-25 m ³ ADt.

Technika	Opis
Efektívne monitorovanie (únik) a zachytávanie vrátane ich chemických regenerácia energie	Účinný systém kontroly úniku, premývania a regenerácie, ktorý zabraňuje náhodnému úniku vysoko zaťažených odpadových vôd (organických a niekedy toxických látok alebo s veľmi vysokými hodnotami pH) do sekundárnej čistiarne, zahŕňa: - Monitorovanie vodivosti alebo pH na strategických miestach s cieľom zistiť straty a úniky, - premývanie odtečeného alebo uniknutého výluhu pri najvyššej možnej koncentrácii sušiny, - vrátenie takto zachyteného výluhu a vlákien do procesu na vhodných miestach, - opatrenia na zabránenie úniku zápachajúcich alebo škodlivých prietokov z kritických oblastí úpravy (vrátane talového oleja a terpentínu) do biologicky čistiarne odpadových vôd, - rezervné nádrže dimenzované na dostatočnú kapacitu na zachytávanie a skladovanie toxických a horúcich koncentrovaných výluhov.
Udržiavanie dostatočného vyparovania čierneho výluhu a kapacity regeneračného kotla na zvládanie špičkového zaťaženia	Dostatočná kapacita odparovačov čierneho lúhu a dostatočná kapacita regeneračného kotla umožňujú vyriešiť situáciu, keď je potrebné umiestniť ďalšie dávky lúhu a sušiny zo zachytených únikov alebo odpadovej vody z bieliarne. Zníženie strát je možné u slabo koncentrovaného čierneho lúhu, iných koncentrovaných odpadových vôd a prípadne aj filtrátu z bieliarne. Viacstupňová odparka zahusťuje slabo koncentrovaný čierny lúh, ktorý vzniká vďaka technike prania hnej hmoty a v niektorých prípadoch aj biologický kal z čistiarne odpadových vôd alebo soľný sediment z ClO₂. Dodatočná kapacita na odparovanie nad rámec potreby bežnej prevádzky poskytuje dimenzovanú rezervnú kapacitu na regeneráciu odpadových vôd a úprave prípadných recyklačných tokov výluhov z bieliarne.
Oddeľovanie kontaminovaných (znečistených) kondenzátov a ich opätovné použitie vo výrobe	Oddeľovanie kontaminovaných (znečistených) kondenzátov a opätovné použitie kondenzátov v procese znižuje prevádzkovú spotrebu čistej vody a znižuje množstvo organických látok dodávaných do čistiarne odpadových vôd. Pary a kondenzáty, ktoré boli predtým filtrované a ktoré obsahujú redukované zlúčeniny síry, terpény, metanol a iné organické zlúčeniny, sú vedené vo varnej kolóne proti prúdu. Prchavé látky obsahujúce kondenzát sa hromadia v hornej časti pary ako Neskondenzovateľné plyny a metanol a sú z systému odstránené. Vyčistené kondenzáty sa môžu opätovne použiť vo výrobnom procese, napr. na pranie v bieliarni, na pranie hnedých látok, v kaustifikačnej časti (na pranie a riedenie kaustifikačného kalu, pre odlučovače kalových filtrov), ako médium na pranie TRS vo vápenných peciach alebo ako napájacia voda pre biely lúh. Vyvarené neskondenzovateľné plyny z kondenzátov s najvyššou úrovňou koncentrácie sa vháňajú do systému na premývanie vysoko koncentrovaných zápachajúcich plynov a ich pálenie. Oddeľovanie plynov z mierne kontaminovaných kondenzátov sa vykonáva v systéme nízkej koncentrácie (LVHC) a prebieha ich pálenie.
Odparovanie a pálenie odpadovej vody z horúcej alkalickéj úrovne extrakcie	Zvyšky sa najprv odparovaním zahustia a následne sa pália ako biopalivo v regeneračnom kotli. Uhličitán sodný obsahujúci prach a taveninu zo spodnej časti spaľovacej komory sa rozpustí na účel regenerácie roztoku sodíka.
Recirkulácia premývacích kvapalín z predpierania a ich použitie na pranie hnej látky a Odparovanie na zníženie emisií v priebehu predpierania oxidu horečnatého	Použitím tejto techniky predpokladá sa relatívne nízke číslo kappa vo fáze po varení (napr. 14 - 16), dostatočnú kapacitu nádrží, odlučovačov a Regeneračného kotla, aby boli schopné zvládnuť dodatočné prietoky, možnosť odstránenia inkrustácií z pracieho zariadenia a stredný stupeň svetlosti buničiny ($\leq 87\%$ ISO), pretože táto technika môže v niektorých prípadoch mierne znížiť svetlosť. Pre výrobcov buničiny na trhu a iných výrobcov, ktorí potrebujú dosiahnuť veľmi vysokú úroveň svetlosti ($> 87\%$ ISO), je použitie predbielenia oxidom horečnatým náročné.
Prietok prevádzkovej vody	V integrovaných prevádzkach sa čistá voda privádza predovšetkým prostredníctvom rozprašovačov v papierenskom stroji, odkiaľ sa čerpá proti prúdu do sekcie výroby buničiny.

Technika	Opis
Oddelenie vodných systémov	Vodné systémy rôznych výrobných jednotiek (napr. varne, bieliarne a papierenské stroje) sú oddelené práním a odvodnením buničiny (napr. pracie lisy). Táto separácia umožňuje zabrániť prenosu znečisťujúcich zložiek do následných fáz úpravy a odstránenie rušivých látok z menších objemov.
(Peroxidové) bielenie pri konzistentnej konzistencii	V procese bielenia s vysokou konzistenciou sa buničina pred pridaním bieliacich chemikálií podrobí odvodneniu, napr. pomocou dvojsita alebo iného typu lisovania. Chemikálie na bieliacich látkach sa tak môžu použiť s vyššou účinnosťou, čo vedie k čistejšej buničine, menšiemu množstvu nežiaducich látok vstupujúcich do papierenského stroja a nižšej Chemickej spotrebe kyslíka. Zvyškový peroxid je možné recirkulovať a opätovne použiť.
Regenerácia vlákien a výplní a Úprava bielej vody	Použitie bielej vody z prevádzky možno dosiahnuť pomocou uvedených postupov: a) Zariadenia na "regeneračné procesy" - lapače (zvyčajne bubnové alebo diskové filtre alebo flotáčné jednotky s rozpusteným vzduchom atď.), ktoré odstraňujú pevné látky (vlákna a plnivá) z technologickej vody. Flotácia rozpusteným vzduchom v podsítných vodných okruhoch premieňa nerozpustné látky, jemné častice, jemný koloidný materiál a aniónové látky na vločky, ktoré sa následne odstraňujú. Regeneračné vlákna a plnivá sa vracajú späť do výrobného procesu. Čistá biela voda z násypov sa môže opätovne použiť v sprechových systémoch s menej prísnymi požiadavkami na kvalitu vody. b) Dodatočná ultrafiltrácia predfiltrovanaj bielej vody z podsitia umožňuje získať veľmi čistý filtrát, ktorý vďaka svojej vyhovujúcej kvalite môže byť použitý ako voda pre vysokotlakové umývačky, ako tesniaca voda a voda na rozpúšťanie chemikálií.
Úprava vody bielej vody	Systémy úpravy vody používané takmer výlučne v papierenskom priemysle sú založené na sedimentácii, filtrácii (diskové filtre) a flotácii. Najčastejšie používanou technikou je flotácia rozpusteným vzduchom. Aniónový odpad a jemné častice sa použitím prísad agregujú do fyzikálne spracovateľných vločiek. Ako flokulanty sa používajú vysokomolekulárne polyméry rozpustné vo vode alebo anorganické elektrolyty. Tvorba zhlukov (vločiek) sa potom filtruje v čistiacom reaktore. Použitím flotácie rozpusteným vzduchom (DAF) sa častice rozptýleného pevného materiálu prichytia na vzduchové bubliny.
Recirkulácia vody	Upravená voda sa v jednotke recirkuluje ako procesná voda. V integrovaných závodoch sa upravená voda z papierenských strojov používa v procese varenia buničiny a voda z procesu varenia v procese odkôrňovania. Odpadové vody sa predovšetkým vypúšťajú z miest s najvyššou úrovňou zaťaženia znečisťujúcimi látkami (napr. čistý filtrát z diskového filtra v procese rozvlákňovania, odkôrňovanie).
Optimalizovaný dizajn dizajn nádrží a vaní (výroba papiera)	Nádrže na buničinu a na bielu vodu sú navrhnuté na vyrovnanie výkyvov vo výrobnom procese a premenlivosti prietokov počas nábehu a odstávky.
Trieda prania pred triedením mechanickej buničiny z ihličnatých drevín	V niektorých papierňach sa štiepky z dreva predbežne upravujú technikou tlakového ohrevu, vysokého stlačenia a impregnácie, aby sa zlepšili vlastnosti buničiny. Fáza prania pred triedením a bielením výrazne znižuje Chemickú spotrebu kyslíka tým, že odstraňuje malý, ale vysoko koncentrovaný prúd odpadovej vody, ktorý sa môže podrobiť samostatnej úprave.
Použitie $\text{Ca}(\text{OH})_2$ alebo $\text{Mg}(\text{OH})_2$ namiesto NaOH ako zásady pri peroxidovom bielení	Použitie $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ako bázy umožňuje znížiť chemickú spotrebu kyslíka približne o 30 % a zároveň dosiahnuť vysokú úroveň svetlosti. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ sa používa aj ako náhrada NaOH .
Bielenie v uzavretých cykloch	V prevádzkach sulfítovej zariadení, ktoré používajú sodík ako základ fermentora, je bielenie v uzavretom cykli možné vďaka tomu, že odpadová zmes z bielenia sa môže podrobiť úprave, napríklad ultrafiltrácii, flotácii a separácii živíc a mastných kyselín. Bieliace a pracie filtráty sú možné opätovné použitie v prvej fáze prania po varení a nakoniec sa recyklujú do oddielu chemickej regenerácie.
Upravenie pH slabého výluhu pred odparovaním a vo vnútri odparovača	Neutralizácia sa vykonáva pred odparovaním alebo po prvej fáze odparovania, aby organické kyseliny zostali rozpustené v koncentrácii a mohli sa vypúšťať do regeneračného kotla spolu s použitým výluhom.

Technika	Opis
Anaeróbna úprava kondenzátov z odparovačov	Pozri oddiel 8.7.2.2 (kombinácia anaeróbnej a aeróbnej úpravy).
Destilácia regenerácia SO ₂ z kondenzátov z odparovačov	SO ₂ sa destiluje z kondenzátov; zatiaľ čo koncentráty sa spracovávajú biologicky, destilovaný SO ₂ je určený na regeneráciu ako kuchynská chemikália.
Monitorovanie a nepretržitá kontrola kvality prevádzkovej vody	Pri pokročilých vodovodných systémoch je nevyhnutne potrebná optimalizácia celého systému (vlákno, voda, chemické prísady, energia). Vyžaduje si to nepretržité monitorovanie kvality vody a motiváciu zamestnancov, poznatky a opatrenia súvisiace s krokmi na zaistenie požadovanej kvality vody.
Prevenca a znižovanie biofilmov pomocou metód, ktoré zabezpečujú minimalizáciu emisií biocídnych látok	Stály prísun mikroorganizmov vo vode a vo vláknach vedie k určitej mikrobiologickej rovnováhe v každom mlyne. Biologické disperzanty alebo biocídy sa často používajú na zabránenie nadmernému množeniu mikroorganizmov a usadzovaniu nahromadenej biomasy alebo biofilmov vo vodných okruhoch a zariadeniach. Použitím katalytickej dezinfekcie s peroxidom vodíka sa odstránia biofilmy a mikróby voľne žijúce v procesnej vode a papierovine bez použitia akýchkoľvek biocídov.
Odstránenie vápnika z technologickej vody riadeným zrážaním uhličitanu vápenatého	Zníženie úrovne vápnika prostredníctvom riadeného odstraňovania uhličitanu vápenatého (napr. použitím flotácie rozpusteným vzduchom) znižuje riziko nežiaduceho zrážania uhličitanu vápenatého alebo tvorby usadenín alebo inkrustácií vo vodovodných systémoch a zariadeniach, napr. na valcoch, na sitách, v rozprašovacích dýzach a tryskách, v potrubí alebo v biologických čistiarňach odpadových vôd.
Optimalizácia nožníc v papierenskom stroji	Optimalizácia postrekovačov zahŕňa: a) Použitie procesnej vody (napr. vyčistenej bielej vody) s cieľom dosiahnuť zníženie spotreby čistej vody a b) Použitie špeciálneho dizajnu dýz pre postrekovače.

8.7.2.2. Čistenie odpadových vôd

Technika	Opis
Primárna úprava	Chemická úprava, ako je vyrovňovanie, neutralizácia alebo sedimentácia. Vyrovňovanie (napr. vo vyrovnávacích nádržkách) sa používa na zabránenie veľkým rozdielom v prietoku, teplote a koncentrácii nečistôt, a tým sa zabráni preťaženiu systému čistenia odpadových vôd.
Sekundárna (biologická) úprava	Čistenie odpadových vôd mikroorganizmami môže prebiehať aeróbnym alebo anaeróbnym procesom. V druhom stupni čistenia sa pevné látky a biologický kal odstraňujú z odpadovej vody sedimentáciou, niekedy v kombinácii s flokuláciou.
a) Aeróbná úprava	Pri aeróbnom biologickom čistení odpadových vôd sa biologicky rozložiteľný a koloidný materiál pôsobením mikroorganizmov za prítomnosti vzduchu mení čiastočne na pevnú bunkovú hmotu (biomasu) a čiastočne na oxid uhličitý a vodu. V praxi sa uplatňujú tieto postupy: - jednostupňový alebo dvojstupňový aktivovaný kal, - biofilmové reaktory, - biofilm/aktivovaný kal (kompaktná biologická čistiareň). Táto technika spočíva v kombinácii pohybu lôžkových nosičov s aktivovaným kalom (BAS). Výsledná biomasa (prebytočný kal) sa pred vypustením oddelí od odpadovej vody.
b) Kombinácia anaeróbnej a aeróbnej úpravy	Pri anaeróbnom čistení odpadových vôd dochádza k premene organických látok vplyvom mikroorganizmov za neprítomnosti vzduchu, pričom vzniká metán, uhlíkatý, sírový atď. Proces prebieha vo vzduchotesnej nádrži reaktora. Mikroorganizmy zostávajú v nádrži ako biomasa (kal). Bioplyn vznikajúci pri tomto biologickom procese pozostáva z metánu, oxidu uhličitého a ďalších plynov, ako je vodík a sírový plyn, a je vhodný na výrobu energie. V dôsledku vysokej zostatkovej chemickej spotreby kyslíka by sa anaeróbná úprava mala považovať za prípravu pred aeróbnou úpravou. Vďaka anaeróbnemu spracovaniu možno znížiť množstvo kalu, ktoré vzniká pri biologickom spracovaní.
Terciárna úprava	Technologicky vyspelé čistenie odpadových vôd zahŕňa techniky, ako je filtrácia na odstránenie ďalších pevných látok, nitrifikácia a denitrifikácia na odstránenie dusíka alebo flokulácia/zrážanie následne s filtráciou na odstránenie fosforu. Terciárne čistenie sa vo všeobecnosti používa vtedy, keď primárne biologické čistenie nepostačuje na dosiahnutie nízkych úrovní suspendovaných látok (Suspendované látky), dusíka alebo fosforu, ktoré sa môžu vyžadovať, napr. v dôsledku miestnych podmienok.
Správne navrhnutá čistiareň odpadových vôd	Správne navrhnutá a prevádzkovaná biologická čistiareň odpadových vôd musí mať správne navrhnuté prevádzkové nádrže/rybníky dimenzované tak, aby zodpovedali potrebám pre prevádzku (napr. sedimentačné nádrže), a to tak, aby zvládli hydraulické a metabolické zaťaženie. Nízke emisie NL sú možné, ak je zabezpečené dobré usadzovanie aktivovaného kalu. Pravidelná kontrola návrhu, kapacity a prevádzky čistiarene odpadových vôd uľahčuje dosiahnutie uvedených cieľov.

8.7.3. Opis techník predchádzania vzniku odpadu a nakladania s ním

Technika	Opis
Systém evidencie a nakladania s odpadom	Systémy evidencie a nakladania s odpadmi sa používajú na Určenie uskutočniteľných možností optimalizácie prevencie, opätovného použitia, zhodnotenia, recyklácie a konečného zneškodnenia odpadu. Evidencia odpadu umožňuje identifikovať a klasifikovať druhy, vlastnosti, množstvo a pôvod všetkých častí odpadu.
Oddelený skládok rôznych frakcií odpadu	Oddelený zber rôznych častí odpadu, rozlíšený podľa ich pôvodu a prípadne ich okamžité uskladnenie je možné využiť na zlepšenie možností opätovného použitia a recyklácie. Oddelený zber zahŕňa aj oddelenie a klasifikáciu nebezpečných častí odpadu (napr. zvyšky olejov a vazelín, hydraulické a transformátorové oleje, použité batérie, vyradené elektrické zariadenia, rozpúšťadlá, farbivá, biocídne výrobky alebo zvyšky chemických látok).
Miešanie vhodných zvyškových frakcií	Miešanie vhodných zvyškových frakcií závisí od uprednostňovaných možností opätovného použitia, recyklácie, ďalšej úpravy a zneškodnenia.
Úprava výrobných zvyškov pred ich využitie alebo recyklácia	Úprava zahŕňa napríklad tieto techniky: - odvodnenie, napr. kalu, kôry alebo triedených Zvyškov a v niektorých prípadoch sušenie na zvýšenie opätovnej použiteľnosti pred použitím (napr. na zvýšenie výhrevnosti pred pálením) alebo - odvodnenie na zníženie hmotnosti a objemu na účely prepravy. Na odvodnenie sa používajú pásové lisy, skrutkové lisy, dekantačné odstredivky alebo komorové filtračné lisy, - drvenie odpadových látok, napr. z procesov recyklovaných vlákien (RCF), a znižovanie množstva kovových častí na zlepšenie horľavosti, - biologická stabilizácia pred odvodnením v prípade plánovaného použitia v poľnohospodárstve.
Použitie a recyklácia zvyškov výroba prebieha na lokalite závodu	Procesy materiálového zhodnocovania zahŕňajú techniky, ako sú: - oddeľovanie vlákien z vodných tokov a ich recirkulácia do prírodnej vody z papierenských strojov, - regenerácia chemikálií, pigmentov do farieb atď., - regenerácia kuchynských chemikálií prostredníctvom regeneračných kotlov, kaustifikácie atď.
Energetické použitie odpadu s vysokým obsahom organických látok na papierni alebo inde	Zvyšky po odkôrňovaní, štiepkovaní, triedení atď., ako je kôra, vlákňitý kal alebo iné predovšetkým organické zvyšky, sa vďaka svojej výhrevnosti spaľujú v spaľovniach alebo elektrárnach na biomasu s cieľom získať energiu.
Využitie externe dodaného materiálu	Materiálové zhodnocovanie vhodného odpadu z výroby buničiny a papiera je možné aj v iných priemyselných odvetviach, napríklad: - spaľovanie vo vápenných peciach alebo ako prísada pri výrobe cementu, keramiky alebo tehál (vrátane spätného získavania energie), - kompostovanie papierových kalov alebo Použitie vhodných frakcií odpadu na priame použitie v poľnohospodárstve, - Použitie anorganických odpadových frakcií (napr. piesok, kamene, štrk, popol, vápno) v stavebníctve, pri dláždení, výstavbe ciest, v krycích vrstvách atď. Vhodnosť externého použitia frakcií odpadu sa určuje na základe zloženia odpadu (napr. látky) a dôkazov, že plánovaná činnosť v oblasti recyklácie nebude škodlivá pre životné prostredie alebo zdravie.
Úprava odpadu pred zneškodnením	Úprava odpadu pred jeho zneškodnením zahŕňa opatrenia (odvodnenie, sušenie atď.), ktoré znižujú hmotnosť a objem pri preprave alebo zneškodňovaní.

9. ZÁVEREČNÉ POZNÁMKY A ODPORÚČANIA PRE BUDÚCU PRÁCU

Načasovanie procesu preskúmania

Kľúčové udalosti procesu preskúmania sú zhrnuté takto v tabuľke 9.1.

Tabuľka 9.1: Kľúčové udalosti v procese revízie dokumentu BREF pre celulózu, papier a lepenku

Kľúčová udalosť	danej
Reaktivácia TWG	19. apríla 2006
Zavolajte a vyslovte želanie	31. mája 2006
Úvodné stretnutie	13.-15. novembra 2006
Prvý zber údajov	2007
Druhý zber údajov	2009
Prvý návrh revidovaného dokumentu BREF PP	19. apríla 2010
Ukončenie obdobia na predkladanie pripomienok k prvému návrhu (1 836 prijatých pripomienok)	21. júna 2010
Tretí zber údajov (ovzdušie)	Jar 2011
Druhý návrh revidovaného dokumentu BREF PP	4. mája 2012
Ukončenie obdobia na predkladanie pripomienok k druhému návrhu (1 451 prijatých pripomienok)	13. júla 2012
Záverečné zasadnutie TWG	22.-26. apríla 2013

Po priebehu procesu preskúmania sa uskutočnilo celkovo 31 návštevy na mieste v šiestich členských štátoch EÚ, ktoré pokrývali všetky pododvetvia PP a zahŕňali závody rôznych veľkostí, usporiadania a zložitosti.

Zdrojov informácií a ich rozmanitosť

Priebeh revízie dokumentu BREF pre výrobu celulózy, papier a lepenku (BREF PP) priniesol TPS 3 500 pripomienok. Hlavnými poskytovateľmi informácií boli Konfederácia európskeho papierenského priemyslu (CEPI) a 13 členských štátov EÚ. Tvorba údajov vytvorila rozsiahlu základňu údajov o emisiách a technikách používaných na úrovni závodu: bolo prijatých približne 130 dotazníkov. Všetky tieto dokumenty posúdil EIPPCB. V dôsledku toho sa v revidovanom dokumente BREF PP uvádza viac ako 280 dokumentov (pozri odkazy).

Stupeň konsenzu dosiahnutý priebehom výmeny informácií

Na základe záverov o BAT bola dosiahnutá vysoká úroveň súladu. Vyskytli sa však aj odlišné názory, ako je uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 9.2: Rozdelené pohľady (Split views)

Počet rôznych názorov	Člen TWG	Vyjadrenie iného (nesúhlasného) názoru
2	ESP	Nesúhlasný názor vyjadrilo Španielsko, ktoré sa domnieva, že závery o BAT by nemali odkazovať na úroveň koncentrácie BOD bez uvedenia súvisiaceho toku odpadových vôd.
3	AT, DE, EEB	Nesúhlasný názor vyjadrili Rakúsko a Nemecko s podporou EEB, podľa ktorých sa úrovne emisií súvisiace s BAT (BAT-AEL) pre emisie do vody všeobecne majú vzťahovať na denné priemery.
4	AT, DE, EEB	Nesúhlasný názor vyjadrili Rakúsko a Nemecko s podporou EEB, podľa ktorých sa úrovne emisií súvisiace s BAT (BAT-AEL) pre emisie do ovzdušia všeobecne majú vzťahovať na krátke obdobia spriemerovania, napr. na denné priemery.
6	ES, PT, PL, CEPI	Nesúhlasný názor vyjadrili Španielsko a CEPI s podporou Portugalska a Poľska, podľa ktorých by sa mala horná hranica úrovne emisií súvisiacich s BAT (BAT-AEL) ako ročný priemer plynnej síry (S) pre regeneračné kotle pri výrobe sulfátovej buničiny (BAT 21) zvýšiť z 0,17 na 0,21 kg S/ADt.
8	IT, FR, PL CEPI	Nesúhlasný názor vyjadrilo Taliansko s podporou Francúzska, Poľska a CEPI, podľa ktorých by sa mala horná hranica emisií súvisiacich s BAT (BAT-AEL) pre celkový fosfor pre odpadové vody vypúšťané do vodných tokov z integrovanej výroby papiera a lepenky zo sekundárnych vlákien vyrobených bez odfarbovania v papieri (BAT 45) zvýšiť z 0,005 kg/t na 0,01 kg/t v ročnom priemere

Konanie fóra a následný formálny proces prijímania záverov o BAT

V súlade s článkom 13 ods. 3 smernice fórum vyjadrilo svoje názory na návrh referenčného dokumentu o najlepších dostupných technikách (BAT) pri výrobe buničiny, papiera a lepenky, ktorý bol predložený na zasadnutí fóra 20. septembra 2013:

1. Fórum uvítalo návrh referenčného dokumentu o najlepších dostupných technikách (BAT) pri výrobe buničiny, papiera a lepenky.
2. Fórum vzalo na vedomie diskusie, ktoré sa uskutočnili na jeho zasadnutí 20. septembra 2013, a súhlasilo so zahrnutím zmien a doplnení návrhu referenčného dokumentu o najlepších dostupných technikách (BAT) pri výrobe buničiny, papiera a lepenky do konečného dokumentu, ako sa uvádza v prílohe A.
3. Fórum opätovne potvrdilo, že pripomienky uvedené v prílohe B predstavujú názory ostatných členov fóra, ale v rámci fóra neexistuje konsenzus o tom, aby boli zahrnuté do konečného dokumentu.

Komisia následne zohľadnila stanovisko fóra podľa článku 13 smernice o priemyselných emisiách pri príprave návrhu vykonávacieho rozhodnutia Komisie, v ktorom sa určujú závery o najlepších dostupných technikách (BAT) pri výrobe buničiny, papiera a lepenky. Výbor podľa článku 75 smernice o priemyselných emisiách vydal na svojom zasadnutí 6. mája 2014 kladné stanovisko k tomuto návrhu vykonávacieho rozhodnutia Komisie.

Následne:

- bolo 26. septembra 2014 prijaté Vykonávacie rozhodnutie Komisie 2014/687/EÚ, ktorým sa stanovujú závery o najlepších dostupných technikách (BAT) pri výrobe buničiny, papiera a lepenky, a uverejnené v Úradnom vestníku Európskej únie (Ú. v. EÚ L 284, 30.9.2014, s. 76).

Odporúčania pre budúcu prácu

Výmena informácií odhalila rôzne otázky, ku ktorým je potrebné zhromaždiť ďalšie informácie priebehu ďalšej revízie dokumentu BREF PP. Medzi tieto problémy patrí:

- naliehavá potreba zhromažďovať krátkodobé údaje o emisiách látok znečisťujúcich ovzdušie a vodu a ich zodpovedajúcich tokoch na základe dobre vypracovaného a odsúhlaseného dotazníka pre tieto oblasti: celulózky na výrobu sulfátovej buničiny, celulózky na výrobu sulfátovej buničiny, celulózky na výrobu mechanickej celulózy, celulózky na výrobu RCF bez odľahčovania, celulózky na výrobu RCF s odľahčovaním, neintegrovane papierne a špeciálne papierne;
- naliehavá potreba diskusie o tom, či by emisie hlavných znečisťujúcich látok vypúšťaných priemyslom mali byť vyjadrené ako úroveň znečistenia alebo ako špecifické znečistenie;
- potreba zlepšiť kvalitu a porovnateľnosť vykazovaných údajov (napr. harmonizácia metód na získanie krátkodobých a dlhodobých priemerov, rozlišovanie medzi novými a existujúcimi prevádzkami);
- naliehavá potreba zhromažďovať údaje o spotrebe energie na základe harmonizovanej metodiky (napr. pomocou kritérií uvedených v regulačných nástrojoch, ako je environmentálna značka EÚ);
- informácie o prieskume výroby buničiny používajúcej terciárne spracovanie (zahrnuté aj výroby mimo EÚ);
- potreba zhromažďovať údaje o emisiách CO z vápenných pecí v sulfátovom oddieli a z regeneračných kotlov v sulfátovom oddieli vrátane možných medzisúčastkových vplyvov (NO_x, SO_x, energetická efektívnosť);
- potreby zhromažďovať údaje o SO₂ a TRS a ďalšie údaje o emisiách NO_x z horákov TRS určených pre sulfátový sektor;
- naliehavá potreba zhromažďovať údaje o emisiách zo sulfátových a sulfitových procesov chemickej (viskózovej) buničiny;
- potreba zhromažďovať kontextové informácie v súvislosti s emisiami COD a celkového dusíka pre neintegrovane papierne a papierne na výrobu lepenky (okrem špeciálnych papieri).

Navrhované témy pre budúci výskum a vývoj

Prostredníctvom svojich programov výskumu a technologického rozvoja Komisia realizuje a podporuje množstvo projektov, ktoré sa zaoberajú čistými technológiami, novoobjavenými technológiami na čistenie odpadových vôd a stratégiami recyklácie a riadenia. Tieto projekty slúžia nakoniec užitočným spôsobom na prispievanie k budúcim revíziám dokumentu BREF. Čitateľom sa preto odporúča, aby informovali Európsky úrad IPPC o všetkých výsledkoch výskumu, ktoré sa týkajú rozsahu tohto dokumentu (pozri tiež kapitolu 5 predhovoru k tomuto dokumentu).

Spoločnosť CEPI spustila "projekt dvoch tímov" s cieľom identifikovať prelomové technológie na Zníženie uhlíkovej stopy výroby buničiny a papiera. Príklady prelomových technológií zahŕňajú použitie hlboko eutektických rozpúšťadiel a princíp expanznej kondenzácie s parami.

10. PRÍLOHY

10.1. Príloha I: Stanovenie špecifických emisií pre vypúšťanie odpadových vôd z integrovaných chemických závodov na výrobu buničiny alebo viacproduktových závodov

Metóda posudzovania emisií pre špecifické vypúšťanie z integrovaných závodov na výrobu chemickej buničiny alebo viacproduktových závodov navrhnutá v oddieli 2.1.3 je priamo vysvetlená použitím dvoch príkladov.

Príklad 1: Viacproduktový závod prevádzke pozostávajúci z integrovanej celulózky na výrobu sulfátovej buničiny a papiera, celulózky na výrobu CTMP a papierne RCF

Príkladom takéhoto závodu je viacproduktový závod, ktorý sa zaoberá výrobou bielennej sulfátovej buničiny a nenatieraného bezdrevného papiera, CTMP buničiny, bezdrevného natieraného papiera, ako aj papiera RCF. Odpadové vody zo všetkých oddielov sa pred čistením zmiešavajú a posielajú do primárnej a biologickej čistiarne. Na posúdenie vplyvu zariadenia na životné prostredie sa vykonávajú merania úrovni znečisťujúcich látok a zodpovedajúcich prietokov v konečnom mieste vypúšťania.

Výrobný profil, čistá výroba (2008) a výrobná kapacita závodu sú uvedené v tabuľke 10.1 (údaje boli upravené EIPPCB, keďže príklad je len ilustratívny):

Tabuľka 10.1: Proces výroby v závode na výrobu viacerých produktov

Druhy výroby	Výrobná kapacita [ADt]	Čistá výroba [ADt/deň]
Bielená sulfátová buničina z drevných a listnatých vlákien (väčšina buničiny sa používa v tej istej papieri)	1 320	1 200
CTMP buničina (všetka buničina sa používa v tej istej celulózke na výrobu papiera z drevom)	225	207
Bezdrevný nenatieraný papier	1 345	1 077
Drevný natieraný papier	830	600
Papier na báze odpadového papiera s DIP	370	312
Celková čistá výroba (papier a malý podiel komerčnej buničiny; časti buničiny sa nakupujú na dosiahnutie požadovanej rovnováhy vlákien)	2 570	2 047
Zdroj: Ústav biopolymérov a chemických vlákien, Laboratórium ochrany životného prostredia, Lodž, Poľsko, 2009		

Výpočet emisií pre špecifické priame vypúšťanie odpadových vôd

Metóda výpočtu je uvedená na príklade emisií Chemická spotreba kyslíka. Súčasné Úrovnne pre Chemickú spotrebu kyslíka pre uvedené druhy výroby sú zhrnuté takto v tabuľke 10.2.

Tabuľka 10.2: BAT-AEL pre CHSK pre rôzne druhy výroby v závode s viacerými výrobkami

Druhy výroby	BAT-AEL _{cod} BREF [kg/ADt]	Hodnoty BAT-AEL _{cod} použité na výpočty [kg/ADt]
Bielená sulfátová buničina	7-20 (kapitola 8)	Je na rozhodnutí príslušného miestneho orgánu, či sa má použiť spodný alebo horný limit úrovni BAT-AEL, alebo niečo medzi nimi (napr. pozri body I a II nižšie).
Nenatieraný jemný papier (bezdrevný)	0,15-1,5 (kapitola 8)	
Integrovaná výroba mechanickej celulózy a papiera	0,9-4,5 (kapitola 8)	
Integrovaná výroba papiera RCF s DIP	0,9-3,0 (kapitola 8)	

I. Výpočet na základe hornej hranice BAT-AEL pre COD:

Rovnice (1): zaťaženie Chemická spotreba kyslíka = $1\,200 \times 20 + 1\,077 \times 1,5 + 600 \times 4,5 + 312 \times 3 = 29\,251,5$ kg/deň

Rovnice (2) používanie hodnôt prietoku v rozsahu prietokov uvedených v kapitolách 3.2, 7.2, 5.2 a 6.2:
 $\Sigma \text{prietok} = 1\,200 \times 40 + 1\,077 \times 12,5 + 600 \times 16 + 312 \times 11,5 = 74\,651$ m³/deň

Výpočet prietoku podľa rovnice (2) využitím rovnice (1) priamo dostaneme zodpovedajúcu koncentráciu Chemickej spotreby kyslíka približne 390 mg/l. Ostatní čitatelia môžu uprednostniť prácu len s celkovým znečistením a zodpovedajúcimi prietokmi.

II. Výpočet na základe dolnej úrovne BAT-AEL:

Rovnice (1): zaťaženie Chemická spotreba kyslíka = $1\,200 \times 7 + 1\,077 \times 0,15 + 600 \times 0,9 + 312 \times 3 = 10\,037,55$ kg/deň

Pri zohľadnení rovnakého prietoku vypočítaného v predchádzajúcej časti je možné určiť zodpovedajúcu koncentráciu Chemickej spotreby kyslíka pre tento závod výroby na približne 135 mg/l.

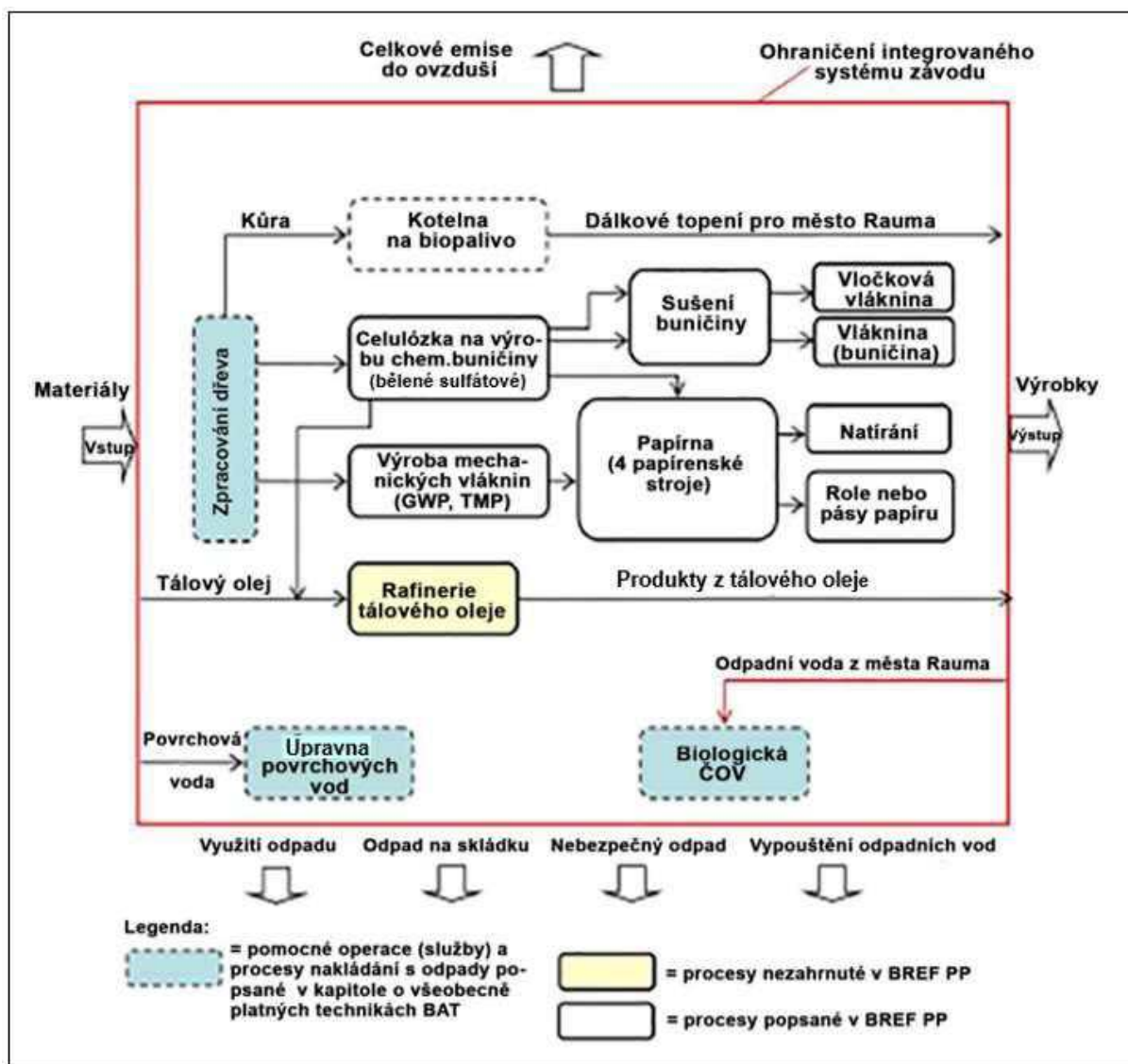
Emisie pre iné parametre znečistenia, napr. BOD, NL, AOX, P_{celkovej}, NO_{celkovej} špecifický prietok odpadových vôd je možné vypočítať rovnakým spôsobom ako v oddiele pre Chemickú spotrebu kyslíka.

Príklad 2: Integrovaná celulózo-papierenská spoločnosť, ktorá sa zaoberá výrobou natieraných a nenatieraných grafických papierov

Príkladom takéhoto závodu je elektráreň na západnom pobreží Fínska pri meste Rauma. Na tom istom mieste sa nachádza aj celulóžka, rafinéria talového oleja, kotol na biopalivá, štyri linky na výrobu papiera, linka na výrobu vločiek, odkornovacia linka s dvoma linkami, dve mlynské linky, tri zariadenia na výrobu TMP, čistiareň povrchových vôd, spoločná biologická čistiareň priemyselných a splaškových odpadových vôd a skládka priemyselného odpadu.

Výrobná kapacita je 600 000 ton sulfátovej buničiny ECF ročne, z čoho 150 000 ton je vločková buničina a 1 280 000 ton je superkalandrovaný papier a ľahký natieraný papier. Kapacita rafinérie talového oleja je 100 000 ton ročne. Kotol na biopalivo zabezpečuje aj diaľkové vykurovanie mesta Rauma.

Na obrázku 10.1 sú znázornené výrobné procesy a ďalšie predovšetkým hlavné operácie v integrovaných závodoch v Raume. V tomto integrovanom prípade sú vlastníckmi a prevádzkovateľmi výroby celulózy a papierní rôzne spoločnosti. Spoločnosť Oy Metsä-Botnia Ab prevádzkuje všetky prevádzky na výrobu sulfátovej buničiny, zatiaľ čo spoločnosť UPM-Kymmene Oyj prevádzkuje mechanickú výrobu buničiny, papierové procesy, linku na výrobu vločkovej buničiny a spoločnú čistiareň odpadových vôd. Kotolňa na biopalivá a rafinéria talového oleja sú tiež prevádzkované nezávislými prevádzkami. Papierny závod má tiež možnosť nakupovať sulfátovú buničinu a vločkovú buničinu inde (nie z závodu Metsä-Botnia).



Obrázok 10.1: Příklad integrovanej celulózky a papierne: výroba a pomocné procesy v Raume

Pridel'ovanie emisií zo spoločnej čistiarne odpadových vôd v závode Rauma vrátane chemickej továrne na buničiny a papier

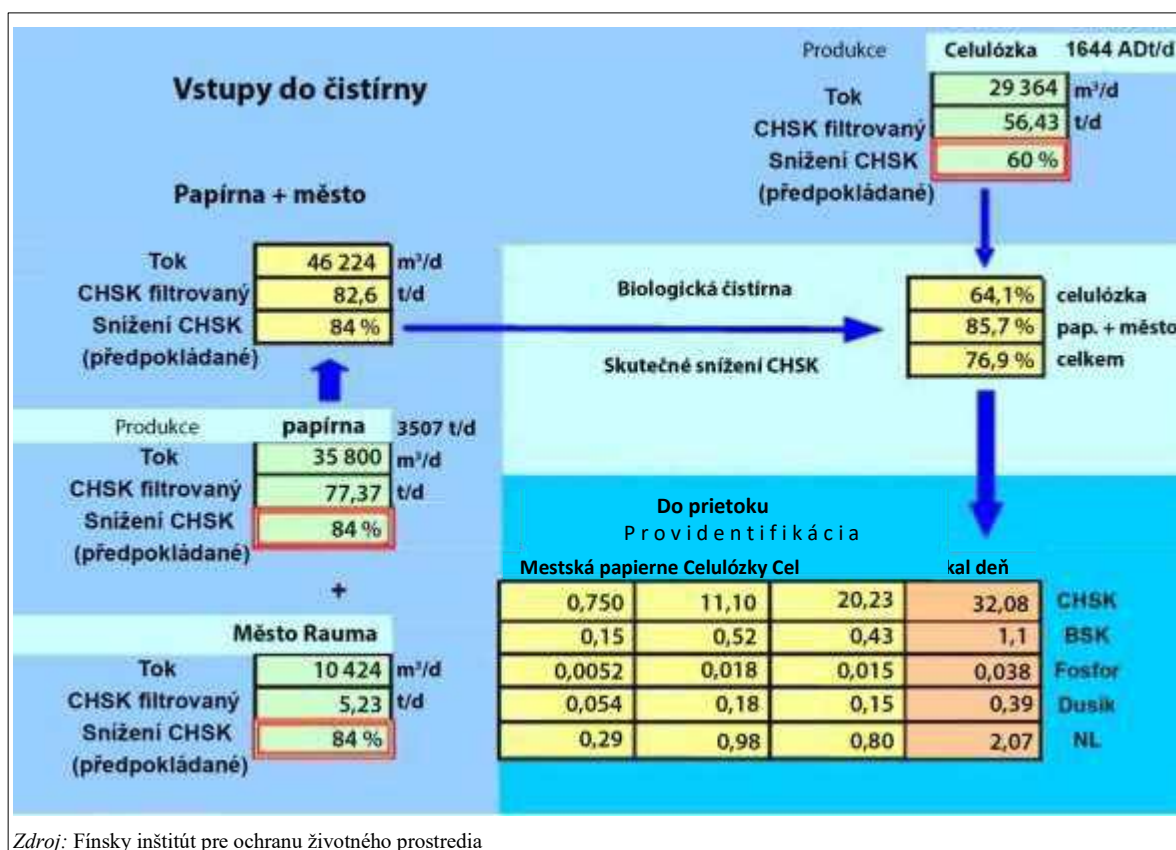
Odpadové vody z týchto dvoch zariadení (a z mesta) sa zmiešavajú a čistia v ČOV s aktivovaným kalom. BOD, fosfor, dusík a celkové suspendované látky sa pridávajú podľa prietoku a nameranej úrovne na výstupe. Maximálny prietok z celulózky je 29 364 m³/deň (~ 17,8 m³/ADt), z Papierne 35 800 m³/deň (~10,2 m³/ADt) a z mesta Rauma 10 424 m³/deň. Možno je to vysvetliť tým, že v biologickej čističke potrebujú baktérie na svoj život určitú minimálnu koncentráciu biologicky rozložiteľného organického materiálu a živín a táto koncentrácia sa vyskytuje v správne dimenzovanom zariadení. Zariadenie je navrhnuté tak, aby sa dosiahla minimálna úroveň BOD a koncentrácia živín sa kontroluje prídávaním týchto prvkov do procesu pre správne fungovanie biologického procesu. Mierne zvýšenie alebo zníženie BOD alebo zaťaženia živinami v zariadení nemá vplyv na výstupnú koncentráciu. Ďalšie BOD sú ľahko spotrebované baktériami a regulácia živín určuje prídavok potrebný na dosiahnutie cieľového výkonu. Prídáním čerstvej vody (prietoku) do procesov a do čistiarne odpadových vôd sa celkové emisie zvyšujú, pretože úroveň koncentrácie zostáva nezmenená. Úroveň suspendovaných látok po procese usadzovania závisí od prietoku, pričom zvýšenie prietoku zvyšuje koncentráciu, a tým aj celkové znečistenie.

V tomto prípade sa emisie Chemickej spotreby kyslíka pridelujú podľa rozpustnej (v praxi filtrovanej) časti Chemickej spotreby kyslíka vo vstupných prietokoch. Zohľadňuje sa však odlišný charakter Chemickej spotreby kyslíka z chemickej celulózy a Chemickej spotreby kyslíka z Papierne. Zníženie Chemickej spotreby kyslíka (COD) v prípade rozpusteného COD z papierne v zariadení s aktivovaným kalom je možné 80-85 %. Zodpovedajúca hodnota Chemickej spotreby kyslíka (COD) chemickej buničiny je zvyčajne 55 - 70 % v závislosti od procesov v závode.

V prípade zariadení v Raume sa pre tieto dve prevádzky stanovili určité predpokladané miery zníženia rozpusteného Chemického spotrebu kyslíka: 84 % pre Papierne a 60 % pre celulózu (pozri obrázok 10.2). Keďže tieto dve hodnoty zníženia nikdy presne nezodpovedajú skutočnému celkovému zníženiu v závode za určité obdobie, musia sa tieto hodnoty upraviť. Táto úprava je zvolená tak, aby viedla k proporcionálne rovnakej zmene emisií pre oba závody v porovnaní so situáciou s predpokladanými hodnotami zníženia: v tomto prípade sú skutočné hodnoty dosiahnutia zníženia Chemickej spotreby kyslíka 64 % pre celulózu a približne 87 % pre Papierňu.

Zníženie pôvodného zaťaženia CHSK z celulózy o 64 % na 56,34 t/deň predstavuje vypúšťanie 20,2 t/deň, čo zodpovedá konkrétnej hodnote pre výrobok 12,3 kg Chemická spotreba kyslíka/ADt, ak predpokladáme výrobu pri maximálnej kapacite (1 644 ADt/deň, 365 pracovných dní). V prípade papierne sa pôvodné zaťaženie CHSK 77,37 t/deň znižuje na 11,1 t/deň (~ 86 %), čo zodpovedá špecifickému zaťaženiu CHSK 3,2 kg CHSK/t, ak predpokladáme výrobu pri maximálnej kapacite (3 507 t/deň, 365 pracovných dní).

Na obrázku 10.2 sú znázornené predpoklady pre rozdelenie emisií zo spoločnej čistiarne odpadových vôd pre integrované závody v prevádzke, ktoré vyrábajú chemickú buničinu, mechanickú buničinu a tlačiarenský papier.



Obrázok 10.2: Pridelovanie emisií zo spoločnej čistiarne odpadových vôd v integrovanom závode Rauma vrátane chemickej výroby buničiny a papiera

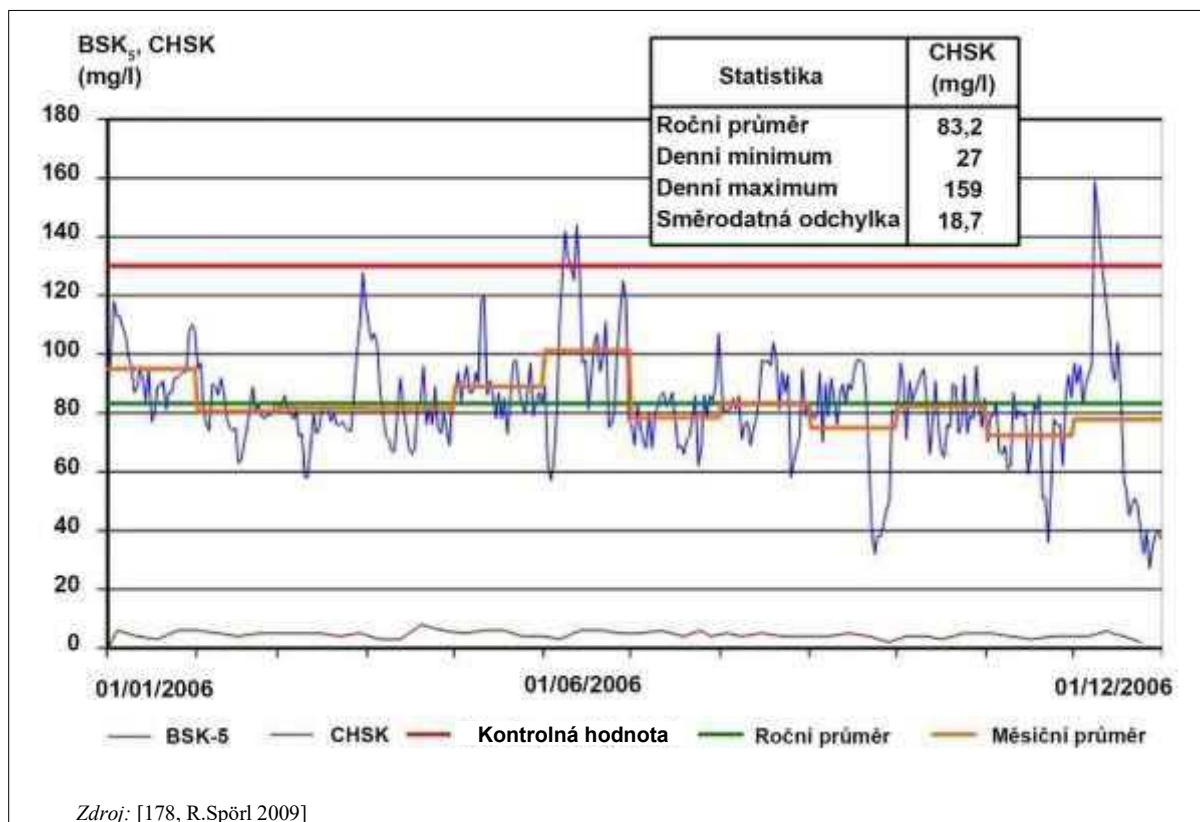
10.2 Príloha II: Kolísanie emisií v čase

10.2.1. Kolísanie emisií priebehu rôznych porovnávacích období

V povoleniach a požiadavkách na povolenia pre výrobu buničín a papieru sa používajú rôzne hodnoty emisií alebo cieľové hodnoty založené na koncentrácii alebo zaťažení v rôznych časových obdobiach (denné, mesačné, ročné priemery). S cieľom podporiť čo najširšie použitie predložených údajov o emisiách sa zdá byť užitočné diskutovať o vzťahoch medzi rôznymi použitými porovnávacími obdobiami a o možnostiach spoľahlivého porovnania týchto údajov a objektívnej interpretácie úrovne BAT-AEL. Údaje uvedené v tomto dokumente predstavujú rôzne porovnávacie obdobia - ročné, mesačné a denné priemery.

Emisie do vody

Emisie do vody (a ovzdušia) za rôzne porovnávacie obdobia sa časom líšia, čo sa musí zohľadniť pri odvodzovaní úrovni BAT-AEL pre daný závod. Emisie COD a BOD₅ pre existujúci príklad mechanickej celulózy a papieru sú uvedené na obrázku 10.3 ako denné, mesačné a ročné priemerné hodnoty. Príklad ukazuje rozsah kolísania emisií priebehu roka a umožňuje prehľad o význame rôznych porovnávacích období (napr. denné, mesačné a ročné priemery). V tomto príklade sú uvedené aj štandardná odchýlka a prípustná medzná hodnota (nameraná hodnota).



Obrázok 10.3: Údaje o emisiách CHSK a BOD po biologickej úprave vyjadrené ako denné, mesačné a ročné priemery

Na základe tohto príkladu a ďalších štúdií ([177, španielske ministerstvo životného prostredia 2009], [178, R.Spörl 2009]) sa diskutuje o hlavných aspektoch súvisiacich s premenlivosťou emisií v čase a priamo sa uvádzajú závery.

- Údaje o emisiách s rôznymi porovnávacími obdobiami vykazujú rôzne rozdiely a majú rôzne absolútne hodnoty. Čím dlhšie je porovnávané obdobie, tým nižšia môže byť možná hodnota príslušného emisného limitu.
- Ročná priemerná hodnota je priemer všetkých nameraných údajov o emisiách v priebehu roka.

- Mesačný priemer je možné vyjadriť ako rozpätie minimum - maximum. Najvyššie priemerné mesačné hodnoty sa v prípade potreby považujú za BAT-AEL, keďže celý mesiac sa považuje za významný časový interval. Žiadne hodnoty sa neberú do úvahy.
- Priemerné denné hodnoty namerané na 24-hodinových vzorkách miešania v priebehu roka vykazujú obvyklé typické správanie v určitom rozsahu, ale možné sú aj prípady vyšších špičkových hodnôt. Použitie najvyššej priemernej dennej hodnoty celej populácie na porovnanie dosiahnutých emisií nepredstavuje skutočný vplyv zariadenia na životné prostredie (na obrázku 10.3 by to zodpovedalo hodnote Chemickej spotreby kyslíka 159 mg/l určenej pre 24-hodinovú zmiešanú vzorku). Tým by sa nadhodnotil význam niekoľkých dní, keď sa vyskytnú výpadky, prerušenia alebo odchýlky od bežných prevádzkových podmienok, čo by následne viedlo k neprimerane vysokým úrovňam emisií. Táto úroveň emisií neodráža skutočný výkon zariadenia dosiahnutý za bežných prevádzkových podmienok.
- Preto sú Úrovně pre porovnávané obdobie denných priemerov založené na súbore údajov s upravenými odľahlými hodnotami. Tento prístup zodpovedá bežným prevádzkovým podmienkam, čo znamená, že mimoriadne výpadky alebo prerušenia sú vylúčené. Bežné krátkodobé prerušenia výrobného procesu (napr. prerušenie pásu v papierenskom stroji) sa však považujú za súčasť bežnej prevádzky Papierne, keďže k prerušeniu pásu dochádza pravidelne, napr. raz denne (alebo častejšie). Počas bežnej prevádzky sú rozdiely v údajoch o emisiách do značnej miery náhodné, a preto je možné odľahlé hodnoty zamietnuť ignorovaním všetkých hodnôt, ktoré sú vyššie alebo nižšie ako ročný priemer plus dvojnásobok štandardnej odchýlky (odľahlé hodnoty $> \text{ročný priemer} + 2 \times \text{STDDEV}$ sa ignorujú). To prakticky zodpovedá 97. percentilu. V našom prípade, pozri obrázok 10.3, by sa hodnoty emisií $> 120 \text{ mg/l}$ a $< 45 \text{ mg/l}$ nebrali do úvahy. V tomto prípade sa za neobvyklé považovali tieto hodnoty: zvýšené hodnoty Chemická spotreba kyslíka vyskytujúce sa v niekoľkých dňoch v júni a decembri, keď boli vyššie hodnoty spôsobené testovaním v rámci zavedenia nového výrobku, ale aj nižšie hodnoty Chemická spotreba kyslíka spôsobené odstávkami v niekoľkých dňoch v septembri a decembri.
- Jednoduchou metódou, ako nezohľadniť neobvyklé špičky pri Určení úrovni, je výpočet 95. percentilu pre priemerné denné hodnoty. Možno sú aj iné percentá a prístupy, ktoré sa používajú v Európe.
- Medzi údajmi o emisiách z rôznych porovnávacích období neexistuje konštantný vzťah. Približné hodnoty sú však možné odvodiť s primeranou presnosťou. Je dôležité si uvedomiť, že všetky tieto aproximácie sú založené na určitých predpokladoch, ktoré je potrebné zohľadniť. Variabilitu emisií možno charakterizovať využitím štandardnej odchýlky. Ďalšou možnosťou je použiť faktory variability, t. j. pomer medzi priemernými dennými/mesačnými hodnotami a priemernou ročnou hodnotou.
- Určenie faktorov variability je možné, napr. pomer medzi dennými priemernými hodnotami a ročným priemerom, čo umožňuje aproximáciu alebo posúdenie úrovni emisií zodpovedajúcich denným, mesačným a ročným priemerným hodnotám.
- Nedávne štúdie o variabilite emisií v priebehu rôznych referenčných období, ktoré sa uskutočnili pre štyri veľké a stredne veľké španielske celulózky a papierne, odvodili faktory variability medzi dennými a ročnými priemernými hodnotami [177, španielske ministerstvo životného prostredia 2009]. Všetky analyzované závody používajú BAT a dosahujú hodnoty emisií v rozmedzí súvisiacom s vykonávaním, ako je uvedené v dokumente BREF. Analýza sa zameriava výlučne na NL a COD. Pri výpočte mesačných a ročných priemerov sa zohľadnili všetky namerané hodnoty, ale na výpočet denných priemerov sa použilo len 95 % denných priemerov - najvyššie namerané hodnoty sa vynechali. Najvyšších 5 % hodnôt sa nezohľadňuje, a preto sa berie do úvahy reprezentatívnejšia situácia, ktorú možno považovať za bežnú prevádzku. Faktory variability alebo pomer medzi ročným priemerom a 95. percentilom priemerných denných hodnôt štyroch zariadení, vyjadrený ako špecifické emisné zaťaženie (kg NL/ADt a kg Chemická spotreba kyslíka/ADt), boli stanovené na 2,3 pre NL a 1,7 pre Chemická spotreba kyslíka. V iných krajinách a papierňach sú tiež údaje s mierne vyššími a nižšími pomermi. V tabuľke 10.3 sú uvedené skutočné namerané a vypočítané údaje o špecifickom zaťažení CHSK pre tri rôzne porovnávacie obdobia (rok, mesiac, deň).

Tabuľka 10.3: Priemerné ročné, mesačné a denné hodnoty špecifických emisií Chemickej spotreby kyslíka zo štyroch závodov

Druh papierne	Chemická spotreba kyslíka kg/ADt			Faktor variability denného/ročného priemeru
	Ročný priemer	Najvyššou mesačným priemerom	95. percentil priemerných denných hodnôt	
Bielená komerčná buničina	11,15	12,82	17,12	1,53
Sulfátová buničina čiastočne integrovaná s výrobou natieraného papiera	7,17	7,95	14,25	1,99
Baliaci papier s bleskom	1,04	1,15	1,85	1,78
Natieraný papier	1,71	2,08	2,65	1,55

Zdroj: [177, španielske ministerstvo životného prostredia 2009]

- Za predpokladu viac-menej bežných diferenčných hodnôt emisií sa v priamo vydannej štúdii navrhol jednoduchý vzorec na prepočet úrovni koncentrácie emisií z jedného porovnávacieho obdobia (napr. denného) na mesačnú alebo ročnú hodnotu emisií využitím štandardnej odchýlky [178, R.Spörl 2009]. V niektorých prípadoch (napr. emisie P, N a NL) sú však rozdiely v prípade odpadových vôd nerovnomerné.
- Rozdiely v hodnotách emisií sa pri rôznych parametroch pohybujú v určitom rozmedzí. Obrázok 10.3 ukazuje, že hodnoty BOD₅ sú stabilnejšie a ako denný priemer sú vždy nižšie ako 25 mg/l. Úrovně emisií Chemickej spotreby kyslíka sa v priebehu času do určitej miery menia.
- Kolísanie emisií v priebehu času v rámci určitého rozsahu je nevyhnutné. Existujú však rôzne opatrenia na zabezpečenie plynulejších procesov a rôzne metódy kontroly emisií. Techniky BAT sú určené na odstránenie a zníženie špičkových emisií.

Čitateľ tohto dokumentu by si mal uvedomiť rozdiel medzi dennými, mesačnými a ročnými priemernými hodnotami emisií. Hodnoty emisií sa musia vždy interpretovať spolu s príslušným porovnávacím obdobím.

Emisie do ovzdušia

Španielska správa o analýze variability emisií do ovzdušia z regeneračných kotlov a vápenných pecí [10, španielske ministerstvo životného prostredia 2012] u uvádza rozdiely medzi hodnotami získanými z dennej vzorky a zodpovedajúcim ročným priemerom. Vypočíta sa pomer medzi maximálnymi dennými hodnotami a ročným Priemerom. Pre denné hodnoty sa použilo len 95 % denných nameraných hodnôt - najvyššie namerané hodnoty boli vylúčené. Tabuľka 10.4 uvádza túto variabilitu v regeneračných kotloch a tabuľka 10.5 v peciach na pálenie vápna.

Tabuľka 10.4: Faktory dennej/ročnej variability v regeneračných kotloch

Variabilita emisií do ovzdušia v regeneračných kotloch						
95. percentil denné hodnoty/ročná priemerná hodnota						
Počet regeneračných kotlov	Parameter					Priemer dennej/ročnej variability v regeneračných kotloch
	Prach	NO _x	SO ₂	TRS	SH ₂	
1	1,6	1,23	2,67		2,35	2,1
2	1,94	1,13	2,17	1,33		
3	1,96			4,2		
4	1,87		2,26	2,71	1,8	
5	2,56	1,18	2,98	1,91	2,0	
6	1,77	1,59	2,52		2,12	
7	1,32	1,27	1,94		2,6	
8	1,77		2,43	3,72	2,07	
Denný/ročný kľzavý priemer	1,85	1,28	2,42	2,77	2,16	
Zdroj: [10, Španielske ministerstvo životného prostredia 2012]						

Tabuľka 10.5: Faktory dennej/ročnej variability vo vápenných peciach

Variabilita emisií do ovzdušia vo vápenkách pri miešaní						
95. percentil dennej hodnoty/ročná priemerná hodnota						
Počet pecí na pálenie vápna	Parameter					Priemer dennej/ročnej variability vo vápenných peciach
	Prach	NO _x	SO ₂	TRS	SH ₂	
1	1,7	1,54	2,56		2,72	2,23
2	1,67			2,4		
3	2,34	2,17	2,81	2,91		
4	1,6	1,33	3,92	1,59	1,55	
5	2,67	1,66	1,99		2,84	
Denný/ročný kľzavý priemer	2,00	1,68	2,82	2,3	2,37	
Zdroj: [10, Španielske ministerstvo životného prostredia 2012]						

10.2.2. Dôvody kolísania emisií a protiopatrenia

Niektoré údaje o emisiách uvedené v tomto dokumente predstavujú priemerné hodnoty za priebeh roka. V ostatných prípadoch sú uvedené denné, mesačné a ročné priemerné hodnoty. Medzi údajmi o emisiách za rôzne porovnávané obdobia môže byť výrazný rozdiel, napr. denné a ročné priemery sa môžu líšiť o 50 % alebo viac. Variabilita jednotlivých emisií v čase závisí od druhov zariadení, zdrojov emisií, usporiadania a prevádzky procesu, kontroly procesu, údržby, príslušných látok a ďalších faktorov.

Kolísanie emisií sa pozoruje najmä v priemerných denných hodnotách. Príčiny kolísania emisií a možné protiopatrenia [177, španielske ministerstvo životného prostredia 2009] sú uvedené priamo.

- I. Variabilita v dôsledku výskytu prechodných javov vo prevádzkových procesoch. Má osobitný vplyv na priemerné denné hodnoty.
- II. Variabilita spôsobená rozdielmi v surovinách (drevo z rôznych regiónov a krajín, zmena druhu dreva, rozdielna kvalita papiera/lepenky z skladu). Nevyhnutné odchýlky priamo spôsobené variabilitou surovín môžu slúžiť na hodnotenie denných a mesačných priemerov a byť významné.

III. Variabilita spôsobená zmenami v druhoch buničiny a papiera.

V niektorých prípadoch si zmeny v druhoch vyrábaného papiera vyžadujú vyprázdenie a vyčistenie systémov bielej vody a buničiny, čo môže spôsobiť možné zvýšenie zaťaženia znečisťujúcimi látkami. Je to zrejmé najmä v prípade špecializovaných alebo farebných papierov. Frekvencia a rozsah takýchto zmien vo vyrábaných druhoch papiera, ako aj ich plánovanie alebo relatívna frekvencia závisia do veľkej miery od rôznych trhových faktorov. Zložky podobných druhov, rozhodnutie o zmenách s cieľom minimalizovať čistiace cykly alebo možnosť špecializácie na konkrétny typ výrobku sú faktory, ktoré je potrebné zohľadniť. Najlepšou metódou je dobrá komunikácia medzi prevádzkovateľom čistiare odpadových vôd a výrobným personálom o významných zmenách v procese. Umožňuje prijať vhodné opatrenia na zabezpečenie požadovaných úrovni emisií.

Kolísanie súvisiace s zmenami v druhoch vyrobeného papiera je významné vzhľadom na denné priemery a môže sa prejaviť aj pri hodnotení mesačných priemerov.

IV. Variabilita spôsobená prevádzkou a riadením procesu.

Tieto odchýlky sú závislé od konštrukcie zariadenia, spôsobu jeho prevádzky, zavedených systémov riadenia a odbornej prípravy, vzdelania a motivácie zamestnancov zariadenia. Zavedenie systému environmentálneho manažerstva znižuje tieto odchýlky. Pri výbere BAT pre toto zavedenie sa zvyčajne odporúča vybrať tie, ktoré zabezpečia vyššiu stabilitu, a uprednostniť ich pred tými, u ktorých je väčšia pravdepodobnosť porúch.

V. Variabilita v prevádzkovej výkonnosti čistiare odpadových vôd.

Umiestnenie havarijnej nádrže alebo záchytnej nádrže na zachytenie náhodných únikov pred ich vniknutím do čističky, čím sa chráni biologická čistička a predchádza sa poškodeniu biologického systému. Použitie vyrovnávacích nádrží pri homogenizácii prítoku do čistiare s ohľadom na hydraulické zaťaženie a organické znečistenie výrazne pomáha zlepšiť výkonnosť zariadenia a znižuje výkyvy v odpadovej vode. Možné poruchy v biologickej čističke alebo v sekundárnej usadzovacej nádrži sa musia pravidelne kontrolovať a v prípadoch potreby sa musia prijať vhodné opatrenia. Proces aktivovaného kalu je citlivý na poruchy, a preto je potrebná kontrola. Tvorbe "objemového kalu" sa musí zabrániť správnou konštrukciou a prevádzkou zariadenia.

Variabilita jednotlivých emisií v čase závisí od druhu zariadenia, zdroja emisií, znečisťujúcich látok, usporiadania a prevádzky procesov, kontroly a údržby procesov, dimenzovania, prevádzky a údržby techník znižovania emisií a ďalších faktorov. Pri porovnávaní údajov z rôznych porovnávacích období je potrebná zvýšená opatrnosť.

Neexistuje žiadne empirické pravidlo na prepočet ročných priemerov na mesačné priemery alebo denné zložené vzorky. V danej oblasti možno určiť, že čím kratší je čas Priemeru, tým väčšie sú rozdiely v emisiách. Priemerné mesačné hodnoty sa v niektorých mesiacoch zvyčajne do určitej miery líšia (v závislosti od výroby, kvality dreva, poveternostných podmienok atď.). Zvyčajne je potrebné použiť štatistickú analýzu na každý prípad, aby sa dala spoľahlivá odpoveď na otázku skutočného rozsahu výkyvov.

Faktory variability

Faktor variability možno definovať ako pomer uvažovanej maximálnej priemernej dennej hodnoty (napr. 95. percentil) k maximálnej mesačnej alebo priemernej ročnej hodnote. Tabuľka 10.3 obsahuje niektoré príklady faktorov variability medzi dennými a ročnými priemermi. Priemer dennej hodnoty (95. percentil) emisií Chemická spotreba kyslíka bol v priemere o 70 % vyššia ako ročný priemer.

Neexistuje žiadna spoľahlivá aritmetická metóda, ktorá by mala za cieľ priame porovnanie krátkodobých a dlhodobých hodnôt alebo vzájomné delenie. Existujú však určité pragmatické prístupy založené na praktických skúsenostiach v rôznych krajinách, ktoré slúžia na poskytnutie čiastočnej predstavy o rádrových rozdieloch vo výsledkoch meraní pre rôzne obdobia Priemeru.

- V Nemecku sa predpokladá, že nameraná (monitorovaná) hodnota na základe priemerného denného odberu vzoriek je približne o 60 % vyššia ako priemerná ročná hodnota vody vypúšťanej z chemických celulózk po biologickej čistení. Napríklad nameraná hodnota založená na 24-hodinovom odbere vzoriek 40 kg Chemická spotreba kyslíka/t buničiny zodpovedá ročnému priemeru 25 kg/t buničiny. Hodnota denného merania sa považuje za vyhovujúcu, ak štyri z piatich odobratých vzoriek sú pod limitom a žiadna hodnota neprekračuje limit o viac ako 100 %.
- Vo Švédsku platí empirické pravidlo, že mesačné priemery môžu byť až o 20 % vyššie ako ročný priemer za ten istý rok.

11. SLOVNÍK POJMOV A SKRATIEK

Účelom tohto slovníka je pomôcť vám pochopiť informácie obsahujúce sa v tomto dokumente. Definície pojmov v tomto slovníku nie sú definíciami v právnom zmysle (hoci niektoré môžu byť rovnaké ako definície uvedené v európskych noriem); ich cieľom je pomôcť čitateľovi pochopiť niektoré kľúčové pojmy v kontexte ich používania v konkrétnom odvetví, na ktoré sa vzťahuje tento dokument.

Slovník je rozdelený do týchto oddielov:

- I. Kódy krajín ISO
- II. Jednotky a konverzné faktory
- III. Chemické prvky
- IV. Chemické vzorce bežne používané v tomto dokumente
- V. Skratky a vymedzenia

I Kódy krajín ISO

Kód ISO	Krajina
<i>Členské štáty</i>	
BE	Belgicko
BG	Bulharsko
CZ	Česká republika
DK	Dánsko
DE	Nemecko
EE	Estónsko
IE	Írsko
EL	Grécko
ES	Španielsko
FR	Francúzsko
IT	Taliansko
CY	Cyprus
LV	Lotyšsko
LT	Litva
LU	Luxembursko
HU	Maďarsko
MT	Malta
NL	Holandsko
AT	Rakúsko
PL	Poľsko
PT	Portugalsko
RO	Rumunsko
SI	Slovinsko
SK	Slovensko
FI	Fínsko
SE	Švédsko
UK	Spojené kráľovstvo
<i>Poznámka:</i> Poradie protokolov členských štátov vychádza z abecedného poradia ich zemepisných názvov v pôvodných jazykoch.	

II Jednotky a konverzné faktory

Termín	Význam
°C	stupňov Celzia
ADt	V tomto dokumente sa špecifická spotreba chemikálií a energie, náklady a emisie vyjadrujú ako „90 % vzducho-suhej buničiny“.
bar	bar (1 013 bar = 100 kPa alebo 1 atm)
BDt	Metrická tona suchej buničiny (používa sa napr. ako referenčná jednotka pre spotrebu energie pri výrobe mechanických vlákien); 100 %; obsah sušiny v buničine; nazýva sa tiež absolútne suchá alebo sušená v peci.
cm	centimeter
d	deň
dB(A)	A-vážené decibely. Hluk (nežiaduci hluk) sa vyjadruje ako logaritmický pomer nameranej úrovne hluku. Jednotka tohto pomeru sa nazýva decibel (dB). Ľudské ucho je menej citlivé na nízkofrekvenčný hluk. Merače hluku používajú filter, ktorý koriguje spektrum hluku v súlade s citlivosťou ucha. Táto hodnota sa nazýva vážená hladina hluku A a vyjadruje sa v
DS (sušina)	rozpustené pevné látky
g	gram
h	hodina
J	joule
K	kelvin (0 °C = 273,15 K)
kg	kilogram (1 kg = 1 000 g)
kWh	kilowatthodina (1 kWh = 3 600 kJ = 3,6 MJ)
l	liter
m	meter
m ³	meter kubický
m ³ svb	objem masívneho dreva bez kôry, → svb
mg	miligram (1 mg = 10 ⁻³ g)
mg/Nm ³	Hmotnosť emitovanej látky v pomere k objemu odpadových plynov za štandardných podmienok (teplota 273,15 K a tlak 1 013 mbar) po korekcii na obsah vodnej pary v odpadových plynach; tieto úrovne koncentrácie sa vždy neuplatňujú pre definovaný
MJ	megajoule (1 MJ = 1 000 kJ = 0,2778 kWh)
MWh	megawatthodina
Nm ³	tandardizovaný kubický meter - neuplatňuje sa na objem odpadového plynu za štandardných podmienok (273,15 K, 1 013 mbar) po korekcii na obsah vodnej pary v odpadovom plyne (suchý plyn).
Pa	pascal (1 Pa = 1 N/m ²)
ppm	počet častíc na milión (jednu milióntinu); hodnota vynásobená molekulovou hmotnosťou vydelená 22,41 = mg/m ³ ; napr. 1 ppmv NO ₂ = 2,05 mg N ₂ /Nm ³ , 1 ppmv SO ₂ = 2,85 mg sušenia ₂ /Nm ³ , 1ppmv CO = 1,25 mg CO/Nm ³ , 1ppmv H ₂ S = 1,71 mg H ₂ sušenie ₃
ppmv	počet častíc na milión, objemovo
s	sekunda
svb	pevný objem dreva bez kôry (m ³)
t	(metrická) tona (1 000 kg alebo 10 ⁶ g)
t/rok	počet ton za rok
μ	mikro = 1 × 10 ⁻⁶ ; napr. μm = mikrometer, μg = mikrogram
% obj.	objemové percento (tiež % v/v)
W	Watt (1 W = 1 Raz)
rok	rok

III Chemické prvky

Symbol	Názov	Symbol	Názov
Al	Hliník	Hg	Ortuť
C	Uhlík	K	Draslík
Ca	Vápník	Mg	Horčík
Cd	Kadmium	Na	Sodík
Cl	Chlór	N	Dusík
Cu	Meď	O	Kyslík
F	Fluór	P	Fosfor
Fe	Železo	Pb	Olovo
H	Vodík	S	Síra

IV Chemické vzorce bežne používané v tomto dokumente

Chemický vzorec	Názov
CaO	Oxid vápenatý (nehasené vápno)
CaCO₃	Uhličitan vápenatý
CH₃CO₃H	Kyselina peroctová
CH₃sušenie	Metylmerkaptán
CH₃SCH₃	Dimetylsulfid
CH₃SSCH₃	Dimetyldisulfid
CO	Oxid uhoľnatý
ClO₂	Oxid chloričitý
H₂SO₄	Kyselina sírová
H₂O₂	Peroxid vodíka
HCl	Kyselina chlorovodíková
HF	Fluorovodík (časť vo vodnej forme ako kyselina fluorovodíková)
MgO	Oxid horečnatý
Mg(OH)₂	Hydroxid horčíka
Mg(HSO₃)₂	Hydrosíran horečnatý
MgSO₄	Síran vápna
NaOH	Hydroxid sodný (kaustická sóda)
NaClO₃	Chlorečnan sodný
Na₂S	Sulfid sodný
Na₂CO₃	Uhličitan sodný
Na₂SiO₃	Kremičitan sodný (vodné sklo)
Na₂S₂O₄	Ditiónit sodný
Na₂SO₄	Síran vápna
Na₂S₂O₃	Tiosíran sodný
NH₄-N	Amoniak (počítaný ako N)
NO₂-N	Dusík (počítaný ako N)
NO₃-N	Dusičnan (počítaný ako N)
NO_x	Súčet oxidu dusnatého (NO) a oxidu dusičitého (NO ₂) vyjadrený ako NO ₂
O₂	Kyslík
O₃	Ozón
SO₂	Oxid siričitý

Skratky a definície

Skratky a skratkové slová	
Absolútne suché	Obsah sušiny v buničine 100 %; nazýva sa tiež absolútne suchý alebo peci sušený.
Aktívny chlór	Bieliace chemikálie obsahujúce chlór sa počítajú ako chlór (Cl_2), t. j. ako keby mali rovnakú hmotnosť na oxidačný ekvivalent ako chlór: $1 \text{ kg Cl}_2 = 1 \text{ kg aktívneho chlóru}$; $1 \text{ kg ClO}_2 = 2,63 \text{ kg aktívneho chlóru}$.
ADt	V tomto dokumente sa špecifická spotreba chemikálií a energie, náklady a emisie vyjadrujú ako „90 % vzducho-suhej buničiny“.
Aeróbny	Procesy „vyžadujúce kyslík“. Procesy, pri ktorých mikroorganizmy rozkladajú biologicky rozložiteľný materiál za prítomnosti kyslíka. Tento pojem sa používa na klasifikáciu prevzdušňovaných biologických čistiarní odpadových vôd.
Aeróbna úprava	Biologické čistenie odpadových vôd, ktoré prebieha za prítomnosti kyslíka.
Vzduchosuché	Vzduchosuchá tona buničiny (ADt) znamená obsah sušiny 90 %; v prípade papiera sa vzduchom vysušený papier vzťahuje na papier s obsahom vlhkosti 6 %.
Alfa-celulóza	Vysoko rafinovaná nerozpustná celulóza, z ktorej boli odstránené cukry, pektín a iné rozpustné látky. Známa aj ako chemická celulóza.
Anaeróbny	Procesy, pri ktorých mikroorganizmy rozkladajú biologicky rozložiteľný materiál za neprítomnosti kyslíka. Používa sa ako jedna z častí procesu čistenia odpadových vôd.
Anaeróbna úprava	Biologické čistenie odpadových vôd, ktoré prebieha za neprítomnosti kyslíka.
AOX	Absorbovateľné organicky viazané halogény na meranie štandardnou metódou pre odpadové vody podľa EN ISO 9562. Princíp spočíva v absorpcii organických zložiek vzorky na aktívnom uhlí, oddelení uhlíka od vzorky filtráciou a spálení uhlíka kyslíkom v špeciálnom zariadení AOX. Pôvodne organicky viazaný halogén vzniká a vytvára HX, ktorý sa absorbuje v elektrolyte, v ktorom sa stanovuje mikrokoulometrickou titráciou. Výsledok sa vyjadruje ako chlorid v mg Cl/l.
Pomocný kotol	"Pomocný" zvyčajne znamená "doplňkový", "dodatočný", "extra", "zvyčajne mimo prevádzky" alebo "malá jednotka na podporu hlavnej činnosti". Papierne a celulóžky vyrábajú väčšinu vlastného tepla a veľkú časť vlastnej elektrickej energie na vlastnú spotrebu vo vlastných kotolniach ako častí svojej hlavnej činnosti. Preto pojem "pomocný kotol", ktorý sa často vyskytuje v literatúre, môže byť zavádzajúci, ak sa vzťahuje na parné kotly, ktoré sú v prevádzke po celý rok a líšia sa veľkosťou, používaným palivom alebo podmienkami zaťaženia. Ak je použitý termín „pomocné kotly“, označuje spaľovacie zariadenie s menovitým tepelným príkonom < 50 MW, ku ktorým patria plynové turbíny s kombinovaným cyklom, reaktory s fluidným ložom, parné bloky, spaľovacie zariadenia používajúce ako palivo zvyšky z výroby celulózy a papiera alebo vedľajšie produkty (napr. kôru, kal, odpadový papier, nepodarky), a spaľovacie zariadenia > 50 MW, ak sú v prevádzke za podmienok zaťaženia špecifických pre dané odvetvie (napr. parné bloky, plynové turbíny s kombinovaným cyklom). V prípade konvenčných väčších spaľovacích zariadení s výkonom
Efektívnosť (čistiace systémy NCG)	Opisuje celkovú účinnosť systémov zberu a čistenia plynov pre silne a slabo koncentrované neskondenzovateľné zápachajúce plyny (NCG) pri výrobe sulfátovej buničiny. Účinnosť čistenia musí zahŕňať primárne spaľovacie a záložné systémy, t. j. percento prietoku plynu do čistiaceho systému bez ohľadu na to, o ktorý čistiaci systém ide. Záložný systém sa považuje za rovnocenný s primárnym systémom a v prípade potreby tohto systému vzniká tvorba mimoriadnych emisií z dočasného zastavenia prevádzky, kým sa nespustí záložný systém. Efektívnosť úpravy by mala zahŕňať aj premývanie (capture) aj pálenie. Ak je napríklad úroveň premývania slabo koncentrovaných plynov 98 % a efektívnosť čistenia v čističke je 99,5 %, konečná efektívnosť je 97,5 %.
BAT	Najlepšie dostupné techniky podľa článku 3 ods. 10 smernice 2010/75/EÚ o priemyselných emisiách (IED).
BAT-AEL	Úroveň emisií súvisiace s najlepšimi dostupnými technikami, ako sú definované v článku 3 ods. 12 smernice 2010/75/EÚ o priemyselných emisiách (IED).
BCTMP	Bielená buničina CTMP.
Biocíd	Účinné látky a prípravky obsahujúce jednu alebo viac účinných látok určené na ničenie, prevenciu alebo dosiahnutie kontroly baktérií alebo rias chemikáliami alebo biologickými prostriedkami. Používajú sa na čistenie surovej vody a na prevenciu a kontrolu rastu baktérií vo vodných okruhoch.

Skratky a skratkové slová	
Biologicky rozložiteľné	Schopnosť organickej látky byť biologicky oxidovaná baktériami. Merania sa uskutočňujú pomocou testu BOD.
Biopalivá	Obnoviteľné paliva získané z rastlín, napr. drevo (vrátane čierneho výluhu a kôry).
Biologický kal	Kal získaný zo systémov s aktivovaným kalom alebo z iných biologických čistiarň odpadových vôd.
Čierny výluh	Použitý lúh z výroby sulfátovej buničiny s anorganickými a rozpustenými organickými látkami.
Vybieliteľnosť	Bieliteľnosť buničiny sa zvyčajne hodnotí stanovením množstva bieliacich chemikálií potrebných alebo spotrebovaných na dosiahnutie určitej špecifikovanej svetlosti.
Bielenie	Proces bielenia vlákien prostredníctvom odstránenia farebných látok alebo ich odfarbením.
BLG	Splynovanie čierneho výluhu.
BOD	Biochemická spotreba kyslíka - množstvo rozpusteného kyslíka, ktoré mikroorganizmy potrebujú na rozklad organického materiálu v odpadovej vode. BOD sa vzťahuje na obsah látok, ktoré môžu byť biochemicky oxidované. BOD možno považovať za ľahko rozložiteľnú časť Chemickej spotreby kyslíka. Jednotka merania je mg O ₂ /l.
BOD₅ alebo 7	Biologická spotreba kyslíka hodnotená využitím štandardného 5-dňového alebo 7-dňového testu.
Suché	Obsah sušiny v buničine 100 %; nazýva sa tiež "peci" alebo "absolútne suchý".
BREF	Referenčný dokument o najlepších dostupných technikách podľa vymedzenia článku 3 ods. 11 smernice 2010/75/EÚ o priemyselných emisiách (IED).
Výmena	Papier, ktorý bol vyhodnený ako odpad kdekoľvek vo výrobnom procese.
Hnedá látka	Suspenzia buničiny nebielenej.
Hnedý lúh	Použitý lúh z výroby sulfitových buničín s anorganickými a rozpustenými organickými látkami.
C	Označuje fázu bielenia s použitím chlóru pomocí molekulárneho chlóru rozptýleného a rozpusteného vo vode. V Európe sa už nepoužíva.
Kaustifikácia	Proces vo vápennom cykle, pri ktorom sa hydroxid (biely lúh) regeneruje v reakcii $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 (\text{s}) + 2 \text{OH}^-$. Zelený lúh.
CCGT	Plynná turbína s kombinovaným cyklom.
CEN	Európsky výbor pre normalizáciu.
CEPI	Konfederácia európskeho papierenského priemyslu.
Krajiny zapojené do CEPI	V roku 2008 sa do CEPI zapojilo 18 európskych krajín: Belgicko, Česká republika, Fínsko, Francúzsko, Holandsko, Maďarsko, Nemecko, Nórsko, Poľsko, Portugalsko, Rakúsko, Rumunsko, Slovensko, Spojené kráľovstvo, Španielsko, Švajčiarsko, Švédsko, Taliansko. Krajiny z EÚ-27, ktoré neboli zapojené do CEPI, sú: Bulharsko, Cyprus, Dánsko, Estónsko, Grécko, Írsko, Lotyšsko, Litva, Luxembursko, Malta, Slovinsko. Výroba v jedenástich zvyšných členských štátoch EÚ predstavuje menej ako 5 % celkovej výroby buničiny a
Zmena druhu papiera používaného pri výrobe	Jedna alebo viac zmien výrobku na papierenskom stroji za týchto typických okolností: – zmeny gramáže do 5 g/m ² alebo viac; alebo – zmeny vo viac ako jednej merateľnej charakteristike, napr. svetlosť, vlhkosť, pórovitosť atď. – zmeny v zložení buničiny (rôzne druhy buničiny alebo pomer drevných a listnatých vlákien) alebo – Zmena chemikálií v procesnom papieri (zmena funkčnosti výrobku alebo povrchu) v priebehu výroby.
Kogeneračné	Zariadenie na kombinovanú výrobu elektriny a tepla (kogenerácia).
Chemická buničina	Vláknitý materiál získaný odstránením značnej časti necelulózových zložiek zo suroviny, ktoré možno odstrániť chemickou úpravou (varením, delignifikáciou, bielením).
CNCG	Koncentrované neskondenzovateľné zápachajúce plyny, označované aj ako silne koncentrované zápachajúce plyny. Ide o plyny obsahujúce TRS z varenia, Odparovania a oddeľovania kondenzátu.
COD	Chemická spotreba kyslíka udávajúca množstvo chemicky oxidovateľného organického materiálu v odpadovej vode (neuplatňuje sa pri dichrómovej oxidačnej analýze).

Skratky a skratkové slová	
Efektívnosť premývania NCG	Pojem používaný pri výrobe sulfátovej buničiny. Účinnosť zachytávania CNCG možno vyjadriť ako emisie CNCG v kg S/ADt / množstvo vyprodukovaného CNCG v kg S/ADt. Účinnosť zberu DNCG možno vyjadriť ako emisie DNCG v kg S/ADt / vyprodukovaný DNCG v kg S/ADt. Celulóžky musia pravidelne vykonávať merania, počítať alebo odhadovať prietoky unikajúceho plynu a zaznamenávať čas dočasného odstavenia, prietok plynu a približný obsah látok vápna v uvoľnenom zápachajúcom plyne.
Zmiešaná vzorka	Zmiešaná vzorka sa vzťahuje na vzorku vody, ktorá sa odoberá nepretržite počas určitého časového obdobia, alebo na vzorku zloženú z viacerých vzoriek, ktoré sa odoberajú buď nepretržite, alebo postupne počas priebehu určitého časového obdobia (napr. počas 24 hodín)
Kondenzát	Kvapalina, napr. voda, získaná po ochladení plynu alebo pary.
Konzistencia	Hmotnostné percento buničiny sušenej na vzduchu (alebo v peci) v látke alebo suspenzii látok. Rozlišujeme nízku konzistentnosť (3-5 %, LC), strednú konzistentnosť (10-15 %, MC) a vysokú konzistentnosť (30-50 %, HC).
Gaučová žumpa (Gaučová žumpa, odpadová žumpa)	Komora pod koncom lisovacej časti tvárniaceho zariadenia na zachytávanie orezaných okrajov a odtrhnutých pásov z výroby papiera/lepenky.
Účinok medzi zložkami	Možný prenos ekologického vplyvu z jedného oddelenia na druhé. Tak je to napríklad v prípade, keď je nainštalovaný filter na zníženie emisií do ovzdušia; vzduch je čistý, ale dochádza k tvorbe odpadu.
CSF	Kanadská štandardná voľnosť - miera rýchlosti odvodnenia vody z buničiny, čím menšie číslo, tým pomalšie odvodnenie buničiny.
CTMP	Chemická buničina.
D	Označuje fázu bielenia využitím vodného roztoku oxidu chloričitého (ClO ₂).
DAF	Flotácia rozpusteným vzduchom.
Priemerná denná hodnota, voda	Priemer za obdobie odberu vzoriek 24 hodiny, pričom sa odoberie zložená vzorka priamo úmerná prietoku. Časovo proporcionálne vzorkovanie je možné použiť za predpokladu, že sa preukáže dostatočná stabilita prietoku.
Priemerná denná hodnota, merania	Priemer za 24 hodiny na základe platných hodinových priemerov pri nepretržitých meraniach
DAV	Priemer dennej hodnoty.
Delignifikácia	Rozpúšťanie a odstraňovanie lignínu z drevných štiepok (varenie: počiatková, objemová a Zvyšková delignifikácia) alebo z vlákien (fáza kyslíka a bielením).
Denitrifikácia	Biologický proces redukcie dusičnanov, pri ktorom je možné nakoniec vzniknúť molekulárny dusík (N ₂) v oddieli medziproduktov plyných oxidov dusíka.
Odfarbovanie	Proces odstraňovania tlačiarenskej farby z potlačeného odpadového papiera, ktorý však zahŕňa aj všeobecné odstraňovanie iných nežiaducich materiálov (proces odľahčovania).
DG	Generálne riaditeľstvo (Európska komisia).
Rozptýlené emisie	Emisie vznikajúce pri priamom (neusmernenom) kontakte prchavých látok alebo prachu s prostredím za bežných prevádzkových podmienok. Rozptýlené emisie vznikajú počas bežnej prevádzky chemických celulóžok a sú emitované ako slabo koncentrované plyny z ventilačného systému nádrží a zariadení v linke na výrobu vlákien, pri odparovaní, v fermentore na výrobu talového oleja a v kaustifikačnom zariadení (napr. rozpúšťanie taveniny). Minimalizácia je možná konverziou na zachytené emisie (napr. premývania) a následným Upravením (spaľovaním) NCG.
DIP	Bielená zberová buničina - buničina vyrobená z recyklovaného tlačiarenskeho papiera, napr. novinového papiera, procesmi znižovania tlačiarenskej farby (bielenie).
Priame merania	Špecifická kvantifikácia emitovaných zložiek pri zdroji.
Vypúšťanie	Fyzické vypúšťanie látok cez určený výstup, t. j. kanálový systém (napr. kanalizácia, odtok).
Rozptyl	Mechanické upravenie odpadových papierových vlákien na dispergáciu častíc atramentu.
DLN	Špecifický druh horáka s nízkou hladinou NO _x ; DLN znamená suchý horák s nízkym obsahom NO _x (tzv. suché NO _x), ktorý sa používa najmä v plynových turbínach. Znižuje NO _x Použitím slabo predmiešaného spaľovania vo viaczónoch spaľovacích zariadeniach a použitím regulačného zariadenia, ktoré usmerňuje palivo do rôznych spaľovacích zón.

Skratky a skratkové slová	
DNCG	Zriedené neskondenzovateľné zápachajúce plyny, označované aj ako slabo koncentrované zápachajúce plyny. Ide o plyny obsahujúce TRS, ak nejde o silne koncentrované zápachajúce plyny (napr. plyny z nádrží, premývacích filtrov, zásobníkov štiepky, filtrov vápenatého kalu alebo sušiacich zariadení).
Sedimenty, kal	Kal zeleného lúhu.
Suchý koniec	Časť procesu výroby papiera/lepenky po vytvorení papierového pásu.
DS (sušina)	Sušiny vyjadrené v % hmotnosti.
DTPA	Kyselina dietyléntriaminopentaoctová (chelačné činidlo používané pri bielení peroxidom).
DTVG	Rozpustené z rozpúšťacej nádrže. Plyny s veľmi vysokým obsahom síry.
Prach	Ak sa stanoví ako "hmotnostná koncentrácia prachu" z odpadových plynov podľa vhodnej štandardnej metódy (napr. gravimetrická metóda podľa EN 13284-1): Pevné častice akéhokoľvek tvaru, štruktúry alebo hustoty rozptýlené v plynnej fáze, ktoré zostávajú pred a na špecifickom filtri po sušení za predpísaných podmienok.
E	Označuje fázu alkalického extrakcie v bieliarni, ktorá používa hydroxid sodný (NaOH).
EC	Európska komisia.
ECF	Žiadny elementárny chlór. Fáza bielenia s oxidom chloričitým, ale bez elementárneho plynného chlóru.
Ľahké ECF	Rovnaké ako ECF, ale s menším množstvom oxidu chloričitého, zvyčajne do 10 kg ClO ₂ ADt. Potrebne je mať na pamäti, že pojem "Ľahké EKF" nemá v technickej komunite jasné vymedzenie.
ECO	Ekonomizér. Zariadenie na ohrev napájacej vody kotla (vody pre parný cyklus) výmenou tepla s odpadovým plynom.
EDTA	Kyselina etyléndiamintetraoctová, chelačné činidlo.
EIPPCB	Európsky úrad pre integrovanú prevenciu a zníženie znečisťovania.
Odstrániteľnosť	Vlastnosť organickej látky, ktorá zabezpečuje, že látka môže byť odstránená z odpadových vôd, napr. adsorpciou na biomasu; nemusí byť nevyhnutne rovnocenná s biologickou
EMAS	Systém Spoločenstva pre environmentálne riadenie závodov a audit.
Emisie	Priame alebo nepriame uvoľňovanie látok, vibrácií, tepla alebo hluku z jednotlivých alebo rozptýlených zdrojov v zariadení do ovzdušia, vody alebo pôdy (ako je definované v
Úrovně emisí a spotřeby súvisiace s	BAT-AEL.
Emisný faktor	Vypočítaná priemerná úroveň emisií danej látky pre daný zdroj na jednotku činnosti alebo produktu, napr. kg CHSK/ADt.
EMS	Systém environmentálneho riadenia.
EN ISO 14001	Európska norma (EN) vydaná Medzinárodnou organizáciou pre normalizáciu (ISO) o normách environmentálneho riadenia.
Koncová technika	Technika, ktorá znižuje emisie alebo spotrebu pri konečnom použití Použitím dodatočného procesu, ale menej mení základné fungovanie základného procesu. Synonymá: sekundárna technika, redukčná technika.
E/O	Extrakčná fáza bielenia hydroxidom sodným s následným pridaním plynného kyslíka ako spevňovadla.
EOP	Extrakčná bieliaca fáza s využitím hydroxidu sodného, následne pridaním roztoku kyslíka a peroxidu vodíka ako spevňujúceho činidla.
E/P	Extrakčná fáza bielenia hydroxidom sodným následne s pridaním roztoku peroxidu vodíka ako spevňujúceho činidla.
EPA	Agentúra na ochranu životného prostredia.
ESP	Elektrostatický odlučovač.
ETS	Európske sympóziu hygienického papiera, Európska asociácia výrobcov hygienického
EÚ	Európska únia.
EÚ-10	Česká republika, Estónsko, Cyprus, Litva, Lotyšsko, Maďarsko, Malta, Poľsko, Slovensko a Slovinsko.

Skratky a skratkové slová	
EÚ-15	Členské štáty Európskej únie pred 1. májom 2004. Belgicko, Dánsko, Fínsko, Francúzsko, Grécko, Holandsko, Írsko, Luxembursko, Nemecko, Portugalsko, Rakúsko, Španielsko, Švédsko a Taliansko.
EÚ-25	EÚ-15 + EÚ-10: Členské štáty Európskej únie od 1. mája 2004 do 31. decembra 2006.
EÚ-27	Členské štáty Európskej únie od 1. januára 2007.
EUR	Európska menová jednotka.
Eutrofizácia	Znečistenie príjemných vôd odpadovými vodami, hnojivami vyplavovanými z pôdy a priemyselným odpadom (anorganické dusičnany a fosforečnany). Tieto zložky stimulujú rast rias, znižujú obsah kyslíka vo vode, a preto zabíjajú živočíchy s vysokou potrebou kyslíka.
Odsávaný vzduch	Prúd vzduchu (odpadový plyn) zo zariadenia kontaminovaného plynými zložkami, zvyčajne na nízkej úrovni.
FAS	Kyselina formamidinsulfónová; redukčné bieliace činidlo.
FEI	Fínsky inštitút ochrany životného prostredia.
FF	Textilný filter.
Výplne	Prísady/pigmenty na výrobu papiera, zvyčajne minerálny kaolín, krieda, mastenec alebo uhličitany vápnika.
Jemné častice	Materiál vo forme malých častíc pri výrobe papiera/lepenky, zvyčajne definovaný ako materiál do 75 mikróv.
Flokulant	Látka, ktorá spôsobuje zhlukovanie alebo zhlukovanie suspendovaných častíc.
Flokulácia	Aglomerácia destabilizovaných častíc na mikrovločky a následne na objemné vločky, ktoré slúžia na usadzovanie a následne sa nazývajú flokulanty.
Odpadový plyn	Odpadový plyn, ktorý vystupuje do ovzdušia cez komín, čo je potrubie alebo kanál používaný na odvod spalín z pece, sušičky, pece, kotla alebo parného generátora.
Popolček	Anorganické zvyšky po pálení odvádzané odpadovými plynmi zo spaľovacieho kotla, napr. kotla na kôru.
Častá zmena druhov papiera	Jedna alebo viac výmen výrobkov na papierenskom stroji za deň v ročnom priemere, ak je splnená jedna alebo viacero z týchto podmienok: (i) zmeny hmotnosti väčšie alebo rovné 5 g/m ² (ii) zmeny vo viac ako jednej merateľnej vlastnosti výrobku, napr. svetlosť, vlhkosť, pórovitosť atď. iii) zmeny vo vláknovom zložení (rôzne druhy vlákien alebo pomer drevných a listnatých vlákien) iv) zmeny v procesných chemikáliách používaných pri výrobe papiera (zmena hmotnosti alebo povrchovej funkcie) v priebehu výroby.
FSC	Forest Stewardship Council (certifikačný systém; označenie pre výrobky, ktoré boli vyrobené v súlade so zásadami prírody blízkeho obhospodarovania lesov).
FTOH	Fluorotelomerné alkoholy.
Fugitívne emisie	Fugitívne emisie vznikajúce v dôsledku únikov priebehu nepravideľnej prevádzky. Prvou možnosťou minimalizácie je prevencia založená na dobrej údržbe, meraniach (Monitorovaní) a riadení procesov.
Zanáška	Zmes rôznych materiálov, ktoré sú zmiešané v suspenzii látok na výrobu papiera alebo lepenky. Hlavnými zložkami sú vláknitý materiál (buničina), plnivá, zmäkčovadlá, prísady na zvýšenie pevnosti za mokra alebo iné prísady a farbivá.
Gramáž	Hmotnosť v gramoch na meter štvorcový papiera/lepenky (g/m ²).
Zelený lúh	Vodný roztok sulfidu sodného a uhličitanu sodného. Medziprodukt pri chemickej regenerácii síranov.
Kal zo zeleného lúhu	Kal zo spracovania zeleného lúhu.
GW	Buničina z drevnej hmoty.
Osvedčené procesy	Termín používaný na označenie techniky, metódy, procesu alebo činnosti, ktorá sa považuje za účinnejšiu pri dosiahnutí konkrétneho výsledku ako akákoľvek iná technika, metóda alebo proces.
Listnatá buničina	Skupina drevín, ktorá zahŕňa osiku, buk, brezu a eukalyptus. Na rozdiel od drevných vlákien sa používa pojem listnaté vlákno.
Skriňa Bay	Tu sa začína dávkovanie buničínovej suspenzie do prevádzky.
HexA	Kyselina hexurónová.
Kyselina hexurónová	Skupina nenasýtených urónových kyselín vznikajúcich za alkalických podmienok varenia z xylanov v buničine.
HC	Vysoká konzistencia - úroveň buničiny/vlákná v rozmedzí 30-50 % obsahu sušiny.
HHV	Vyššia výhrevnosť.

Skratky a skratkové slová	
HP	Vysoký tlak (pary).
IED	Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2010/75/EÚ z 24. novembra 2010 o priemyselných emisiách (integrovane prevencia a kontrola znečisťovania životného
Imise	Výskyt a úroveň znečisťujúcich látok, zápachu alebo hluku v okolitom prostredí.
IMPEL	Sieť Európskej únie na zavedenie a prebiehanie kontrol v oblasti životného prostredia.
zariadením	Stacionárna technická jednotka, v ktorej prebieha na tom istom mieste jedna alebo viacero činností uvedených v prílohe I k smernici o priemyselných emisiách a všetky ostatné priamo súvisiace činnosti, ktoré sú s týmito činnosťami technicky spojené a ktoré môžu mať vplyv na emisie a znečistenie.
Kontrola	Proces pozostávajúci z inšpekcií, kontrol, testov a overovaní v priemyselnom podniku, ktoré vykonávajú úradné orgány alebo interní či externí odborníci s cieľom analyzovať a vyhodnotiť postupy, prevádzkové režimy, prevádzkové podmienky procesu a súvisiacich zariadení, mechanickú integritu, úrovne výkonnosti, záznamy a dosiahnuté výsledky v priemyselnom podniku.
Integrovaná výroba alebo integrovaný závod	Ak sa buničina/vláknina a papier vyrábajú na tom istom mieste. Pred výrobou papiera/lepenky je buničina Suchá. Výroba papiera alebo lepenky je priame súvisenie s výrobou buničiny/vláknina.
IPPC	Integrovaná prevencia a zníženie znečistenia.
IR	Infračervené žiarenie.
ISO	Medzinárodná organizácia pre normalizáciu.
ISO	ISO (Medzinárodná organizácia pre normalizáciu) jednotka svetlosti buničiny.
ISV	Objemový index kalu - objem v ml, ktorý zaberá 1 gram aktivovaného kalu po usadení za stanovených podmienok počas stanoveného času, zvyčajne 30 minút.
I-TEQ	Medzinárodné ekvivalenty toxicity používané na kvantifikáciu dioxínov a furánov.
JRC	Spoločné výskumné centrum.
Číslo kappa	Meria zvyškový obsah lignínu v nebielenej buničine, ktorý sa stanovuje po výrobe buničiny a pred bielením. Čím vyššie je číslo kappa, tým menej lignínu. Číslo kappa je
Sulfátová buničina	Chemická buničina vyrobená s využitím sulfidu sodného predovšetkým ako chemikálie na varenie. Drevné štiepky sa varia v alkalickom varnom lúhu, roztoku hydroxidu sodného a sulfitu sodného (biely lúh).
LAeq	Ekvivalentná kontinuálna hladina akustického tlaku A.
LC	Nízka konzistencia - úroveň buničiny/vláknina v rozmedzí 3 - 5 % obsahu sušiny.
LCP	Veľké spaľovacie zariadenia, pozri BREF LCP a prílohu IV smernice o priemyselných
LCA	Hodnotenie životného cyklu.
LCV	Vyššia výhrevnosť.
Lignín	Drevom látka, aromatický polymér v bunkovej stene rastlín. Viazacia látka z prírodných vlákien. Pri rozvlákňovaní sa lignín rozpúšťa spolu so sacharidmi v procese.
pálenie	Jednotka v cyklu regenerácie síranov. V tejto peci sa vápenný kal opäť spaľuje na vápno: $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{teplo} \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2$.
pálenie	Obsahuje najmä uhličitý vápenatý z kaustifikácie pri výrobe bieleho lúhu.
LP	Nízky tlak (pary).
LVHC	Malý objem vysoko koncentrovaných neskondenzovateľných plynov.
LWC	Lahký natieraný papier.
Magnefite	Proces výroby sulfitovej buničiny na báze horčíka.
Doplnené chemikálie	Doplnenie nakúpených chemikálií na účely pokrytia strát rôznych druhov chemikálií.
Komerčná buničina	Buničina vyrábaná a sušená v papierňach na jednom mieste na predaj výrobcovi papiera na inom mieste.
MBR	Membránový bioreaktor.
MBBR	Biologický reaktor s pohyblivým lôžkom.
MC	Stredná konzistencia - úroveň buničiny/vláknina v rozmedzí 8-15 % obsahu sušiny.

Skratky a skratkové slová	
opatrenia	Technika alebo kombinácia techník.
Nameraná hodnota	Výsledok merania.
merania	Súbor operácií na určenie kvantitatívnej hodnoty.
Systém merania	Kompletný súbor meracích prístrojov a iného zariadenia vrátane všetkých pracovných postupov, ktoré sa používajú na vykonávanie predpísaných meraní.
Mechanické vlákno	Papierová buničina vyrábaná výlučne mechanickým spôsobom z rôznych surovín, napr. brúsením dreva na brúsny povrch (drevná buničina) alebo úprave drevných štiepok alebo pilín v rafinérii (rafinérska mechanická buničina). Mechanické vlákno obsahuje rozsiahle množstvo necelulózových zložiek.
MF živica	Melamín-formaldehdydová živica.
MLSS	Suspendované látky v zmiešanom lúhu.
Kompenzácia vlhkosti biomasy	Rozsahy celkovej efektívnosti zariadení na kombinovanú výrobu tepla a elektrickej energie sa vypočítajú využitím palív s nižšou výhrevnosťou a kompenzáciou vlhkosti biomasy podľa $LCV_{af} = LCV_{suchá} \times (1 - m_{oddiel}) - l_{25} \times m_{oddiel}$ [168, M.Huhtinen a kol. 2000], kadeň: LCV_{af} vyššia výhrevnosť spaľovaného paliva $LCV_{suchá}$ vyššia výhrevnosť suchého paliva m_{oddiel} hmotnosť vody v palive (kg H ₂ O/kg paliva)
MS	Člen Európskej únie.
Závod na výrobu viacerých produktov	Výrobný závod vyrábajúci buničinu/vlákno, papier a výrobky na báze dreva v širokej škále druhov (rezaný materiál, chemická buničina, mechanická buničina alebo buničina z úpravy zberového papiera, rôzne druhy papiera a lepenky a vedľajšie produkty na báze dreva). Závod môže vyrábať viacero produktov (rôzne druhy buničiny/vlákná), ale nemusí byť integrovaný (t. j. vyrábať buničinu/vlákno aj papier).
MWC	Strednej ťažkosti natieraný papier.
NCG	Neskondenzovateľné zápachajúce plyny sa nazývajú zápachajúce plyny z výroby sulfátovej buničiny. Zahŕňajú CNCG (koncentrované) a DNCG (zriedený).
Obsah N v čiernom výluhu (BL)	Obsah dusíka v čiernom výluhu. N sa stanovuje jednou z týchto analytických metód: (modifikovaná) KCL-SFS 5507, modifikovaná Kjeldahlova metóda, metóda KCL, metóda Buchi-O, ISO 11261, metóda SP 0528 (prvková analýza Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, SE), SCN tepelne vodivý článok atď. Nepoužíva sa žiadna harmonizovaná metóda.
Neintegrováná výroba alebo neintegrováný závod	"Neintegrováná výroba" znamená: (a) výroba komerčnej buničiny (na predaj) v papierňach, ktoré neprevádzkujú papierenské stroje, alebo b) výroba papiera/lepenky len s použitím buničiny vyrobennej v iných papierňach (komerčná buničina).
Neutralizácia	Zvýšte pH kyslých roztokov alebo znižujte pH alkalických roztokov na neutrálnu pH (pH 7).
Nitrifikácia	Biologický proces podporovaný baktériami, ktorý prevádza amoniak najprv na dusík a potom na dusičnany.
Nm₃	Normálny suchý plyn za štandardných podmienok (273,15 K a 1 013 mbar, po korekcii na obsah vodnej pary v odpadových plynoch).
NPE	Neprevádzkové prvky, ktoré sa môžu hromadiť pri zatvorení vodovodných okruhov v závodoch na výrobu papiera, napr. Al, Si, Ca, Mg, Mn.
NSSC	Neutrálna NSSC polobuničina je najbežnejším typom polobuničiny, ktorá sa vyrába kombináciou chemických a mechanických techník rozvlákňovania. Pri tomto procese sa drevné štiepky čiastočne varia, aby sa oslabili väzby medzi vláknami a lignínom. Štiepky sa potom mechanicky spracúvajú v rafinérii.
O	Označuje fázu bielenia s plynným kyslíkom (O ₂).
OTNOC	Výroby bežných prevádzkových podmienok.
Oxidovaný biely lúh	Tvorba sa vyskytuje pri oxidácii NSSC na tiosíran, zvyčajne vzduchom.
P	Označuje alkalickú bieliacu fázu s peroxidom vodíka (H ₂ O ₂) ako kvapalina.
Paa	Označuje fázu bieliacich kyselín peroctových (CH ₃ COOOH). Používa sa pri bielení TCF.
papier	Vláknitá sieť s prídavkom rôznych chemikálií. Podľa základnej hmotnosti je možné ju rozlíšiť ako: Papier < 150 g/m ² < lepenky < 250 g/m ² < kartón.
PCDD/F	Polychlórované dibenzo-p-dioxíny/furány.

Skratky a skratkové slová	
PEFC	Schvaľovací program certifikácie lesov.
PFC	Perfluóvané a polyfluóvané chemikálie.
PFOA	Kyselina perfluóroktánová.
PFOS	Perfluóroktánsulfonová kyselina/perfluóroktánsulfonát kyseliny.
PGW	Lisované drevo (rozvlákňovanie).
Analýzy štipcov	Metóda analýzy a optimalizácie spotreby energie v procesoch a zariadeniach. Procesy integrovaná metóda vhodná na určenie toho, kde a koľko energie by sa malo použiť pre termodynamicky optimalizovaný systém. Prevádzkové údaje sú prezentované ako súbor energetických prietokov alebo prietokov ako funkcia tepelného zaťaženia v závislosti od teploty. Tieto údaje priamo poskytujú zložené krivky, jednu pre všetky horúce prúdy (uvolňujúce teplo) a jednu pre všetky studené prúdy (vyžadujúce teplo).
Parameter	Merateľná premenná reprezentujúca predovšetkým hlavné vlastnosti štatistickej skupiny.
pevných	technika. Akýkoľvek materiál, ktorý je v čase merania pevný. Celkové tuhé látky označujú všetky anorganické a organické tuhé a kvapalné materiály (kvapôčky a aerosóly), ktoré môžu byť prítomné v odpadových vodách.
Živica (smola)	Živicový materiál v čerstvých vláknach.
PM_{2,5}	Pevné častice prechádzajúce cez selektívny filter s efektívnosťou odstraňovania 50 % pre aerodynamický priemer 2,5 µm.
PM₁₀	Pevné častice prechádzajúce cez selektívny filter s efektívnosťou odstraňovania 50 % pre aerodynamický priemer 10 µm.
látok	Jednotlivá látka alebo skupina látok, ktoré môžu poškodiť alebo nepriaznivo ovplyvniť prostredie.
Napájanie	Pojem výkon sa vzťahuje na elektrickú energiu.
Tlakový difúzor	Zariadenie na premývanie buničiny, v ktorom sa buničina premýva vytlačaním pod
Výrobná kapacita	Hmotnosť produktov (vzduchom vysušených látok), ktoré zariadenie dokáže vyprodukovať priebehu určitého času (deň, mesiac, rok).
Rozvlákňovanie	Proces spracovania surových vlákien (napr. dreva) alebo recyklovaných vlákien na buničinu/vláknno na použitie pri výrobe papiera/lepenky.
Q	Označuje kyslé bielenie, pri ktorom sa na odstránenie kovov používa komplexotvorné (chelačné) činidlo, EDTA alebo DTPA, najmä pri bielení peroxidom vodíka.
Kvalita údajov	V závislosti od kvality údajov možno údaje poskytované v rámci výmeny informácií o BAT rozdeliť do kategórií: D: namerané údaje na základe štatistickej analýzy E: odborný názor založený na viacerých výsledkoch meraní M: čísla modelov (napr. výsledky úpravy prietoku N) Odpoveď: znalecký posudok založený na záveroch vyvođených z analógie.
RCF	Recyklované vlákna; vlákna získaná úpravou zberového papiera.
Regenerácia	Definované v rámcovej smernici ES o odpadoch ako akákoľvek činnosť, predovšetkým s výsledkom, že odpad slúži na užitočný účel nahradením iných materiálov, ktoré by sa inak použili na plnenie konkrétnej funkcie, alebo odpad pripravený na plnenie takejto funkcie v zariadení alebo v podniku.
Regeneračný kotol	Parný kotol a chemický reaktor v systéme na regeneráciu síranov a siričitanov; pri vysokej teplote sa páli čierny lúh alebo hnedý lúh na výrobu pary a elektrickej energie.
Recyklácia	Definované v rámcovej smernici ESP o odpadoch ako akákoľvek činnosť regeneračnej prevádzky, ktorou sa odpadové materiály premieňajú na výrobky, materiály alebo látky na pôvodné alebo iné účely.
Buničina z papiera/lepenky	Buničina, ktorá už prešla výrobou papiera alebo lepenky.
Opätovné použitie	Rámcová smernica ESP o odpadoch ju definuje ako akúkoľvek prevádzku, v ktorej sa výrobky alebo komponenty, ktoré nie sú odpadovej povahy, opätovne používajú na ten
Referenčné podmienky	Podmienky, ktoré sú predpísané napr. v súvislosti s prevádzkou procesu, pri odbere vzoriek alebo pri určovaní úrovni emisií.
Zušľacht'ovanie	Proces mechanického upravenia vlákien na zvýšenie pevnosti.
Efektívnosť odstraňovania	Vyjadruje, ako efektívne funguje proces liečby. Zvyčajne sa vyjadruje ako percento odstráneného znečistenia v porovnaní s pôvodným emisným znečistením.
RMP	Mechanické vlákno z rafinérie.

Skratky a skratkové slová	
Odvodnenie	Tá časť zrážok a roztopeného snehu, ktorá sa nevsiakne, ale pohybuje sa ako suchozemský
Lapač	Prístroj používaný na regeneráciu vlákien a výplní z bielej vody. Zvyčajne funguje na princípe filtrácie, usadzovania, flokulácie alebo flotácie.
SC	Superkalandrovaný papier.
Sedimenty	Anorganické usadeniny v prevádzkovom zariadení (príležitostne môžu obsahovať organické látky).
Práčka plynov	Zariadenie na úpravu kvapalných plynov.
SEPA	Švédska agentúra pre ochranu životného prostredia.
SEC	Špecifická spotreba energie.
SGW	Drevo z brúsenia na brúsnom kameni (buničina).
Klastry vlákien	Zväzky vlákien, t. j. nerozvláknené v oddiele varne.
Index objemu kalu (SVI)	Index objemu kalu je objem v mililitroch, ktorý zaberá 1 gram suspenzie po 30 minútach usadzovania. SVI sa bežne používa na merania (monitorovanie) vlastností usadzovania aktivovaného kalu a iných biologických suspenzií.
SNCR	Selektívna nekatalytická redukcia.
Mydlo	Produkt reakcie medzi zásadami v lúhu používanom na výrobu sulfátovej buničiny a frakciami mastných kyselín v dreve, ktoré sa vyzrážajú pri odparovaní vody v lúhu používanom na výrobu buničiny.
Ihličnatá buničina	Drevo z ihličnanov, ktoré zahŕňajú borovicu a smrek. Pojem drevné vlákno sa používa na rozdiel od listnatého vlákna.
Papierne na výrobu špeciálnych druhov papiera	Závod, ktorý vyrába rôzne druhy papiera a lepenky na špeciálne účely (priemyselné a nepriemyselné), ktoré sa vyznačujú neštandardnými vlastnosťami, relatívne malým predajom na konečné použitie alebo aplikáciami s menším použitím a ktoré sú často špeciálne navrhnuté pre konkrétneho zákazníka alebo skupinu konečných používateľov. Medzi príklady tejto širokej kategórie špeciálnych papierov zahŕňajú okrem iného cigaretové papiere, filtračné papiere, metalizovaný papier, termopapier, samolepiace papiere, samolepiace etikety, liaty papier, ako aj sadrokartón na krycie nátery a špeciálne papiere na voskovanie, izoláciu, pokrývanie striech, asfaltovanie a iné špecifické aplikácie alebo úpravy. Všetky tieto triedy zahŕňajú štandardné druhy papiera.
Špecifická spotreba vody	Množstvo čerstvej vody použitej v priebehu výroby (povrchová voda, podzemná voda), ktorá sa odoberá z vonkajších zdrojov. Táto potreba čerstvej vody neuplatňuje sa na čistú výrobu suchého vzduchu a vyjadruje sa ako m ³ ADt. Čerstvá voda, ktorá sa používa len na účely chladenia (t. j. voda, ktorá neprichádza do styku s vláknami a prísadami) a ktorá sa vypúšťa priamej do prietoku, sa nezapočítava. Okrem toho sa odpadové vody, ktoré vznikajú pri tvorbe pary a elektriny na mieste v zariadeniach, nezapočítavajú.
SS	Suspendované látky.
SSL	Použitý NSSC lúh. Kvapalina, ktorá zostáva po procese sulfátového rozvláknovania, pri ktorom sa drevo tepelne a tlakovo spracuje na celulóзовú buničinu s NSSC.
Lepiace hmoty	Materiály, ktoré sú hromadne zlepené; lepkavé nečistoty v zberovom papieri.
Látok (papierovina)	Pri výrobe papiera/lepenky zmiešaná suspenzia triedených vlákien a pridaných výplní a chemických prísad, ktorá je použitá na formovanie (tvarovanie) papiera.
Oddeľovanie (striper)	Destilačná kolóna na úpravu kondenzátu.
Sulfidit (%)	$\text{Sulfidit (\%)} = \frac{2[\text{HS}^-] - [\text{OH}^-] + [\text{HS}^-]}{[\text{HS}^-] + [\text{HS}^-]} \times 100$ Pomer sírových iónov k súčtu hydroxidových a sírových iónov v bielom lúhu. Pomer sa vyjadruje ako mol/mol.
NSSC buničina	Chemická buničina, v ktorej sa predovšetkým používajú rôzne siričitany alebo hydrosiričitany.
Prehrievač pary	Parné potrubie v hornej časti kotla, v ktorom teplota pary vyrobenej v prevádzke zvyšuje teplotu nasýtenej pary.
SUSD	Spustenie/zastavenie prevádzky.
Vysoký olej	Kvapalný produkt pozostávajúci z látok extrahovateľných z čierneho výluhu.
TCF	Úplne bez chlóru. Bielenie buničiny bez použitia chemických zložiek chlóru.
BAT (podľa smernice o priemyselných emisiách)	Zahŕňajú použitú technológiu, ako aj spôsob, akým je každé zariadenie navrhnuté, vyrobené, udržiavané, prevádzkované a vyradené z prevádzky.

Skratky a skratkové slová	
Termomechanické vlákno	Papierová hmota vyrábaná výlučne mechanickými prostriedkami z rôznych surovín, zvyčajne z dreva. V procese výroby termomechanickej buničiny sa surovina predbežne tepelne upraví. Termomechanické vlákno obsahuje rozsiahle množstvo necelulózových zložiek.
TMP	Termomechanické vlákno.
Celkový dusík (N_{celkovej})	Celkový dusík (N_{celkovej}) uvádzaný ako N zahŕňa organický dusík, voľný amoniak a amoniak ($NH_4^{+}-N$), dusík ($NO_{2-}-N$) a dusičnany ($NO_{3-}-N$).
Celkový fosfor (P_{celkovej})	Celkový fosfor (P_{celkovej}), uvádzaný ako P, zahŕňa rozpustený fosfor plus všetok nerozpustný fosfor, ktorý sa do odpadových vôd dostáva vo forme zrážok alebo v
TOC	Celkový organický uhlík; alternatívne merania CHSK. Analytická metóda používaná na stanovenie organického obsahu vzoriek odpadových vôd.
Efektívnosť úpravy	Pozrite si efektívnosť.
TRS	Celková redukovaná síra v odpadovom plyne. Súčet týchto redukovaných zápachajúcich zlúčenín síry vznikajúcich v procese buničiny: sírových, metylmerkaptán, dimetylsulfid a dimetyldisulfid, vyjadrený ako síra.
NL	Celkový obsah suspendovaných látok (v odpadovej vode). Suspendované látky pozostávajúce z malých úlomkov vlákien, výplní, jemných častíc, neusadenej biomasy (agregácia mikroorganizmov) a iných malých častíc.
Terpentín	Zmes terpénov, najmä pinénu, získaná parnou destiláciou borovicovej živice, regenerovaná regeneračným procesom kondenzácie plynov uvoľnených z fermentora počas dávkovania dreveného vlákna v procese výroby bielenej buničiny.
TWG	Výrobná pracovná skupina.
UASB	Anaeróbna kalová procesa/proces s prietokom zhora nadol.
UBA	Umweltbundesamt - spolková agentúra (úrad) pre životné prostredie, napr. v Nemecku alebo Rakúsku.
Viskozita buničiny	Používa sa na hodnotenie stupňa degradácie celulózy v priebehu dávkovania a bielenia. Oddiel je v ml/g.
VOC (prchavé organické látky)	Prchavé organické zložky.
% obj.	Objemové percentá.
Mokrý koniec skrubera	Časť procesu výroby papiera pred vytvorením papierového pásu.
Biely lúh	Alkalický kuchynský lúh; vodný roztok NaOH a Na_2S na výrobu sulfátovej buničiny.
Bielej vody voda	Všeobecný pojem pre všetku vodu z papierenského procesu, ktorá bola oddelená od suspenzie látky alebo buničiny v papierenskom stroji alebo na zariadeniach, ako sú zahusťovače, práčky, regenerátory a mlynčeky. Obsahuje určité množstvo vlákien a môže obsahovať rôzne množstvá výplní a farbív.
Drevom vyrobený papier alebo	Papier a lepenky obsahujúce veľké množstvo necelulózových zložiek (veľmi veľa, viac ako 5 %) ako základnú zložku vlákninového zloženia.
Bezdrevený papier alebo lepenka	Papier a lepenky, ktoré vo svojom vlákninovom zložení obsahujú v zásade len chemickú celulózu; v praxi však môžu obsahovať malé množstvá iných vlákien alebo buničiny (menej ako 5 % necelulózových zlúčenín).
WID	Smernica Európskeho parlamentu a Rady ESP 2000/76/ES zo 4. decembra 2000 o pálení odpadov (smernica o pálení odpadov).
ČOV	Čistiareň.
Sušiaci valec Yankee	Veľký jednoduchý valec používaný predovšetkým na sušenie tissue papierov alebo
Priemerná ročná hodnota, voda (znečistenie)	Priemer (vážený dennými hodnotami výroby) denných priemerov stanovených s uvedenou frekvenciou pre príslušné parametre v priebehu roka, vyjadrený ako hmotnosť emitovaných látok na jednotku hmotnosti vyrobených alebo spracovaných výrobkov alebo materiálov.
Priemerná ročná hodnota, vzduch	Priemer za obdobie jedného roka na základe platných hodinových priemerov z meraní nepretržite.
Výnosy	Množstvo uplatniteľných vlákien po rozvláknení, bielením alebo zosvetlení vyjadrené ako percento uplatniteľných vlákien vo vzťahu k vstupným surovinám.
Z	Označuje bieliacu fázu používajúcu plynný ozón (O_3).

Definície CEPI pre druhy celulózy (buničiny) a papiera

1. Definície papierov

1.1. Grafické papiere

Papier: Papier používaný predovšetkým na tlač novín. Výroba sa uskutočňuje najmä z mechanickej buničiny a zberového papiera s malým množstvom výplní alebo bez nich. Plošná hmotnosť sa zvyčajne pohybuje od 40 g/m² až 52 g/m², ale môže sa vyskytnúť až 65 g/m². Papier je strojovo dokončený alebo ľahko kalandrovaný, biely alebo slabo zafarbený a používa sa v kotúčových tlačiarenských strojoch na tlač, ofset alebo flexotlač. Harmonizovaný kód CEPI pre papier je 100 000 000.

Mechanická bez povrchovej úpravy: Papier vhodný na tlačiarenské alebo iné grafické účely, ktorého menej ako 90 % vláknového zloženia tvoria vlákna z chemických buničín. Tento typ je známy aj ako papier z drevom alebo papier z drevom a časopisový papier, napr. silne plnený superkalandrovaný papier pre výrobky, tlačný valcovou hlbkotlačou alebo ofsetovou metódou. Harmonizovaný kód CEPI pre nenatieraný mechanický papier je 211 000 000.

Bez povrchovej úpravy bez dreva: Papier vhodný na tlačiarenské alebo iné grafické účely, ktorého najmenej 90 % vláknového zloženia tvoria vlákna chemickej buničiny. Nenatieraný bezdrevný papier je možné vyrábať z rôznych výplní s rôznym obsahom minerálnych plnív a rôznych dokončovacích procesov, ako je klíženie, kalandrovanie, strojové glazovanie a tlač vodným lúčom. Tento druh zahŕňa väčšinu kancelárskych papierov, napr. firemné formuláre, kopírovacie, počítačové, listové a knižné papiery. Táto kategória zahŕňa pigmentované a "natierané" papiere na lisy (náter menej ako 5 g na stranu). Harmonizovaný kód CEPI pre nenatieraný bezdrevný papier je 231 000 000.

Potiahnuté papiere: Všetky papiere vhodné na tlačiarenské alebo iné grafické účely a potiahnuté na jednej alebo oboch stranách minerálmi, napr. bieliacim ílom (kaolínom), uhličitanom vápenatým atď. Natieranie môže prebiehať rôznymi metódami, na stroji alebo mimo neho, a môže byť doplnené superkalcináciou. Natierané mechanické papiere sa vyrábajú z vlákien pripravených predovšetkým (90 %) mechanickým vláknovým procesom a sú známe aj ako natierané drevené papiere. Natierané bezdrevné papiere sa vyrábajú z vlákien pripravených predovšetkým (90 %) chemickým rozvlákňovaním a sú známe aj ako natierané voľné pásy. Harmonizovaný kód CEPI pre natierané mechanické papiere je 212 000 000 a pre natierané bezdrevné papiere 232 000 000.

1.2. Tissue papier a papiere pre domácnosť

Táto kategória zahŕňa širokú škálu rôznych tissue papierov na použitie v domácnosti alebo v komerčnom a priemyselnom prostredí. Príkladmi zahŕňajú toaletný papier a papierové vreckovky na tvár, kuchynské utierky, uteráky a priemyselné tampóny. Niektoré tissue papiere sa používajú aj v výrobe detských plienok, menštruačných vložiek atď. Základnú papierovinu tvorí panenská buničina alebo regeneračné vlákna, prípadne ich zmesi. Vo výrobných štatistikách je uvedená hmotnosť základnej buničiny pred premenou na hotové výrobky. Štatistika dovozu a vývozu však zahŕňa obchod so základnými papierenskými výrobkami, ako aj s hotovými výrobkami. Harmonizovaný kód CEPI pre tissue a domáce papiere je 700 000 000.

1.3. Balenie

Materiály na krabice: Papiere a lepenky používané predovšetkým pri výrobe vlnitej lepenky. Vyrábajú sa z rôznych kombinácií primárnych a sekundárnych vlákien a slúžia na bielenie, nebielenie alebo mramorovanie. Fluting je stredná papierová hmota s vonkajšími vrstvami nazývanými krycie vrstvy. Patria sem druhy ako Kraftliner, Testliner, fluting z chemické polobuničiny a fluting na bázi odpadového papiera (Wellenstoff). Hlavné oblasti použitia zahŕňajú krabice z vlnitej lepenky, dopravu a skladovanie

obaly a displeje pri výrobe výrobkov. Sú známe aj ako lepenka, vlnité krabicové materiály, kartónová lepenka, krycia lepenka alebo vlnitý papier. Harmonizovaný kód CEPI pre krabicové výrobky je 300 000 000.

Lepenky: jednovrstvové alebo viacvrstvové, maľované alebo nemaľované. Výroba sa realizuje z primárnych alebo sekundárnych vlákien a má dobrú ohybnosť, tuhé vlastnosti a schopnosť drážkovania. Používa sa predovšetkým na škatule na spotrebné výrobky, ako sú mrazené potraviny alebo kozmetika, a na nádoby na tekutiny. Je tiež známa ako plochá lepenka, skladacia lepenka, kartónová lepenka alebo prepravná kartónová lepenka. Harmonizovaný kód CEPI pre lepenku je 400 000 000.

Baliace papiere (do 125 g/m²): Papiere, ktorých predovšetkým používanie je na balenie alebo balenie, vyrobené z akejkoľvek kombinácie primárnych alebo sekundárnych vlákien, tiež bielené. Môžu byť podrobené rôznym procesom konečnej úpravy alebo označovania. Zahŕňajú vreckový papier, iné sulfátové baliace papiere, NSSC papier a neumývateľné papiere. Harmonizovaný kód CEPI pre baliaci papier je 500 000 000.

Ostatné papiere predovšetkým na účely balenia: Táto kategória zahŕňa všetky papiere a lepenky používané predovšetkým na baliace účely, ktoré nie sú uvedené vyššie. Zvyčajne sa vyrábajú z druhotných (sekundárnych) vlákien, napr. sivá lepenka prechádza transformáciou, ktorá môže byť v niektorých prípadoch určená na iné použitie ako balenie, vrátane balenia kníh a hier. Je tiež známa ako sivá lepenka. Harmonizovaný kód CEPI pre ostatný baliaci papier je 600 000 000.

1.4. Špeciálne (iné)

Ostatné papiere a lepenky na priemyselné a špeciálne účely: Táto široká kategória zahŕňa cigaretové papiere, filtračné papiere, termopapier, samoprepisovací papier, samolepiace etikety, ako aj sadrokartónové dosky na krycie vrstvy a špeciálne papiere na voskovanie, izoláciu, strešné krytiny, asfaltovanie a iné špecifické aplikácie alebo upravenia. Harmonizovaný kód CEPI pre špeciálne papiere a lepenky je 800 000 000.

2. Definícia buničiny (buničina)

Druhy buničiny (vlákna) sa klasifikujú podľa výrobného procesu. Hlavné druhy sú:

2.1. Mechanické vlákenniny

Drevo z brúsenia: Buničina vyrobená brúsením dreva na brúsnom kameni na relatívne krátke vlákna. Toto vlákno sa používa najmä na výrobu novinového papiera a papierov na báze dreva, ako sú LWC (ľahké natierané) a SC papiere. Harmonizovaný kód CEPI je 923 000 000.

Termomechanická buničina (TMP): Buničina pred vstupom do tlakovej rafinácie. TMP má rovnaké konečné použitie ako buničina vyrobená z drevnej hmoty mletím na brúsnom kameni. Varianty oboch uvedených procesov vyrábajú drevnú buničinu mletím na brúsnom kameni a mechanickú buničinu v rafinérii. Harmonizovaný kód CEPI je 923 400 000.

2.2. Chemické polobuničiny

Chemická: Polotuhá látka vyrábaná dvojstupňovým procesom, ktorý zahŕňa čiastočné rozkladanie chemikáliami a následné mechanické spracovanie v diskovej rafinácii. Táto buničina sa používa predovšetkým na výrobu vlnitej vrstvy na výrobu vlnitej lepenky. Harmonizovaný kód CEPI je 921 000 000.

Chemická buničina (CTMP): Buničina sa vyrába podobným spôsobom ako TMP, ale drevené časti sa pred vstupom do rafinérie chemicky upravujú. Toto vlákno má vlastnosti vhodné na výrobu tissue papiera. Niektoré vlákna CTMP sa používajú na druhy výrobkov určené pre tlač a písanie. Vlákno CTMP je v harmonizovanom systéme Rady pre colnú spoluprácu klasifikované ako chemická polobuničina. V štatistikách FAO a iných priemyselných štatistikách sa takéto chemické termomechanické vlákna zaraďujú do skupiny mechanických vlákien.

2.3. Chemické buničiny

NSSC: Buničina vyrobená dávkovaním drevných štiepok v tlakovej nádobe v prítomnosti hydrosulfitového lúhu. Konečné použitie siaha od tlačiarenských a písacích papierov až po tissue papiery a zdravotnícke papiere, textílie a rôzne chemikálie (deriváty celulózky).

Bielenej (kraft): Buničina vyrábaná dávkovaním drevných štiepok v tlakovej nádobe za prítomnosti hydroxidu sodného ako lúhu. Buničina môže byť nebielená alebo bielená. Oblasť konečného použitia sú široké, bielená buničina sa používa najmä na grafické papiere, tissue papiere a lepenky. Nebielená buničina sa zvyčajne používa na potahy z vlnitej lepenky, baliace, vreckové a vreckové papiere, obálky a iné nebielené špeciálne papiere. Harmonizovaný kód CEPI je 922 100 000.

2.4. Ostatné buničiny

Vlákno vyrobené z iných vlákien ako drevných, napr. z lisovaných zvyškov cukrovej trstiny, pšeničnej slamy, kenafu, bavlnených handier a konope.

2.5. Vláknniny so zosvetľovaním

Buničina vyrobená zo zberového papiera, z ktorého boli odstránené tlačiarenské farby a iné nečistoty.

LITERATÚRA

- [1] Finnish BAT Report, *The Finnish Background Report for the EC Documentation of Best Available Techniques for Pulp and Paper Industry*, Ministry of Environment in Finland, 1997.
- [2] CEPI, *Annual Statistics 2008. European Pulp and Paper Industry*, CEPI, 2009.
- [3] CEPI, *Harmonised List for Paper and Board Grades*, 2007.
- [4] CEPI, *Sustainability Report 2009*, CEPI, 2009, p. 60.
- [5] Bentley et al., 'Mill report: McKinley Paper goes from zero to success in less than four years', *TAPPI Journal*, Vol. 82, No. 1, 1999-03-25, 1999.
- [6] BMU Austria, *Sector Waste Management Concept for Paper and Pulp Industry. Prevention-Utilisation-Disposal*, Ministry of Environment, Vienna, Austria, 1995.
- [7] Italian TWG, *BAT and economy of scale in the paper sector*, 2007, p. 12.
- [8] Borschke et al., 'Papermaking in view of an optimized waste and water management', *Das Papier*, Vol. 21. Jahrg., No. 6A, 1997, p. V 146-153, 1997.
- [9] Directive 2004/8/EC, 'Directive 2004/8/EC of the European Parliament and of the Council of 11 February 2004 on the promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market and amending Directive 92/42/EEC', Vol. L52, No 50, 21.02.2004, 2004.
- [10] Spanish Ministry of Environment, *Variability analysis of Recovery Boiler and Lime kiln Pulp and Paper. Industry air emissions over different averaging periods*, 2012.
- [11] Braunsperger et al., 'Slime Control without Chemicals', *Wochenbl.f.Papierfabrikat.*, Vol. 124 (1996), No. 5, 1996, pp. p. 192-194.
- [12] Directive 2010/75/EU, 'Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control)', *Official Journal of the European Union*, Vol. L 334, 17.12.2010, 2010, pp. 17-119.
- [13] Landälv et al., 'A status report on the Chemrec renewable motor fuels and demonstration plant projects', *PulPaper 2010 Conference*, 2010, Helsinki, Finland.
- [14] CEPI, *BAT in the Manufacturing of Pulp*, CEPI, 1997.
- [15] CEPI, *BAT for Paper Manufacturing*, CEPI, 1998.
- [16] CEPI, *BAT in the Manufacturing of Pulp. Complementary Information on BAT Candidates*, CEPI, 1998.
- [17] Nurmesniemi, *Tertiary treatment of biologically treated waste water from the pulp and paper mill - internal report assessing findings of the WWF report on the Celco pulp mill in Valdivia, Chile*, Sora Enso Oyj, Environmental affairs, 2010, p. 2.
- [18] RAIZ, *Partial closure of bleach plant*, RAIZ – Instituto de Investigação da Floresta e do Papel, 2011.
- [19] G.Sousa, 'Extended modified cooking (batch or continuous) to a low Kappa', Personal Communication, 2011.
- [20] Pikka, 'Advances in eucalyptus pulp bleaching technology', *3rd ICEP -International Colloquium on Eucalyptus Kraft Pulp*, 2007, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.
- [21] Diedrich et al., 'In-line biological process water treatment in a zero effluent discharge paper mill', *Das Papier*, Vol. 51, No. 6A, p. V153-V159, 1997.
- [22] Driessen et al., *Anaerobic treatment of pulp and paper mill effluents – status quo and new developments. Water Science & Technology 55 (2007), No. 6, 223-230, 2007.*

- [23] Dutch Notes on BAT, *Dutch Notes on BAT for Paper and Board from Recycled Fibres*, 1996.
- [24] Furtado, 'Effect of the acid stage in ECF bleaching on Eucalyptus globulus kraft pulp bleachability and strength.', *Pulp and paper Canada*, Vol. 12, 102, 2001.
- [25] ISO, Technical committee 207, 2010.
- [26] Edelmann et al., 'Towards effluent free paper mill', *Das Papier*, Vol. 21. Jahrg., No. 6A, 1997, pp. 138-145.
- [27] Edelmann et al., 'Closed water cycles and environmental issues in paper production', *International Conference on process integration*, 1999, Copenhagen.
- [28] CEN 643, European list of standard grades of recovered paper and board, 2001.
- [29] ISO, ISO 14001: 2004, 2004.
- [30] DG Environment, What is Emas?, 2010.
- [31] IAF, International Accreditation Forum website, 2010.
- [32] Vakkilainen, Pulp Mill Energy and Recovery Processes. Lecture 13: Malodorous gas handling (DNCG, CNCG). 8-17 Nov. 2007, Helsinki University of Technology Department of Forest Products Technology, 2007.
- [33] COM, Assessment of the data collection on air emissions from European kraft pulp mills, Febr - April 2011, 2011.
- [34] Kankkonen et al., 'Enhancing the power generation in a modern greenfield pulp mill. Proceedings of the 2010 International Chemical Recovery Conference, March 29 - April 1, Williamsburg, Virginia, USA, Vol. 2, pp. 323-335', *2010 International Chemical Recovery Conference, March 29 - April 1*, 2010, Williamsburg Lodge, Williamsburg, Virginia, USA.
- [35] Raukola et al., 'Increasing power generation with black liquor recovery boiler', *2002 TAPPI Fall Technical Conference, September 8-11*, 2002, San Diego, California, USA.
- [36] SCAN, SCAN CM-45:00, revised 2000: COD and TOC removable by washing, 2000.
- [37] B.Eckert et al., 'Improving fiber yield through borate autocausticizing', *Tappi/Solutions!*, Vol. April 2005, 2005, pp. 33-34.
- [38] M.Björk et al., 'Partial borate autocausticizing trial increases capacity at Swedish mill', *Tappi Journal*, Vol. 4, No 9, 2005, 2005, pp. 15-19.
- [39] M.Michniewicz et al., 'The technique for sodium carbonate autocausticization with sodium metaborate', *Polish Paper Review*, Vol. 66, No 5, 2010, 2010, pp. 263-268.
- [40] B.Bujanovic et al., 'Comparative studies of kraft and kraft-borate pulping of black spruce', *Journal of Pulp and Paper Science*, Vol. 29, No 6, 2003, 2003, pp. 190-196.
- [41] H.Tran et al., 'Partial autocausticizing of kraft smelt with sodium borates', *Tappi/Solutions!*, Vol. Sept. 2001, 2001, pp. 1-16.
- [42] Botnia Rauma, 'Air emissions - Botnia Rauma mill. Presentation given during a mission to Finland, 23.02.2009', Personal Communication, 2009.
- [43] Evans, 'An overview of the water recovery process at Millar Western's', *CPPA Spring Conference*, 1991, Whistler, B.C. 1991.
- [44] Evans, 'Startup of Millar Western's zero discharge BCTMP mill in Meadow Lake', *Tappi Pulping Conference*, 1992, Boston, MA.
- [45] Evans et al., 'Meadow Lake's success opens the door for kraft bleach plant closure', *Pacific Paper Expo*, 1993, Vancouver, B.C.
- [46] M. Lundberg et al., 'Effect of Ammonia Injection on Black Liquor Recovery Boiler NO_x Emissions and Ash Chemistry, TAPPI Engineering, Pulping & Environmental

- Conference, Aug. 24-27, 2008', *TAPPI Engineering, Pulping & Environmental Conference, Aug. 24-27, 2008*, 2008, Portland, Oregon, USA.
- [47] FEI, *The aquatic environmental impact of pulping and bleaching operations - an overview*, The Finnish Environment, 1996.
 - [48] Mao et al., 'Effect of chloride and potassium on borate autocausticizing reactions during black liquor combustion', *Pulp & Paper Canada*, Vol. 107 (10), 2006, pp. T201-204.
 - [49] N.Berglin et al., 'Experiences from feeding and co-firing of lignin powder in a lime kiln', *International Chemical Recovery Conference, March 29 – April 1, 2010*, 2010, Williamsburg, Virginia, USA.
 - [50] Decision 2000/532/EC, 'Commission Decision 2000/532/EC of 3 May 2000 replacing Decision 94/3/EC establishing a list of wastes pursuant to Article 1(a) of Council Directive 75/442/EEC on waste and Council Decision 94/904/EC establishing a list of hazardous waste pursuant to Article 1(4) of Council Directive 91/689/EEC on hazardous waste', *Official Journal of the European Communities*, Vol. L 226, 6.9.2000, 2000, pp. 3-22.
 - [51] R.Honkanen, 'Experiences in Various Chloride Removal Technologies', *International Chemical Recovery Conference, March 29 - April 1, 2010*, 2010, Williamsburg, Virginia, USA.
 - [52] Goncalves et al., 'Factors affecting chloride and potassium removal efficiency of a recovery boiler precipitator ash treatment system.', 2009.
 - [53] Fromson et al., 'Good project execution: a science not an art', *47th Annual General Conference*, 1993, Roorua, Australia, April 1993.
 - [54] N.DeMartini et al., *Black Liquor Gasification – State of the Art*, ForestCluster Ltd., 2010.
 - [55] M.Naqvi et al., 'Bio-refinery system in a pulp mill for methanol production with comparison of pressurized black liquor gasification and dry gasification using direct causticization', *Applied Energy*, 2011.
 - [56] Naqvi et al., 'Black liquor gasification integrated in pulp and paper mills: A critical review.', *Bioresource Technology*, Vol. 101 (2010), 2010, pp. 8001-8015.
 - [57] O.Grigoray, *Gasification of Black Liquor as a Way to Increase Power Production at Kraft Pulp Mills. Maser's thesis*, Lappeenranta University of Technology, Faculty of Technology, 2009, p. 86.
 - [58] K.Grönblad et al., 'Ombyggnad av sodapanna SP-7 i Skutskär (Rebuild of recovery boiler SP-7 in Skutskär)', *Sodahuskonferens, ÅF-IPK*, 2000, Stockholm, Sweden.
 - [59] Hamm et al., 'Anaerober Abbau von Abwässern altpapierverarbeitender Papierfabriken', *Das Papier*, Vol. 45, No. 10A, 1991, pp. p. V55-V63.
 - [60] Hamm, 'Utilization and final disposal of paper mill waste - what is the answer', *Wochenbl. F. Papierfabr*, Vol. Nr. 9, 409 - 413, 1996.
 - [61] Wallén et al., 'Operational performance of Billerud Gruvön's new recovery boiler with environmental friendly solutions. TAPPI Proceedings: Fall Technical Conference, 8-11 September 2002', *TAPPI Fall Technical Conference, Sept. 2002*, 2002, San Diego, California, USA.
 - [62] Hedenberg, *Nitrogen and phosphorus in pulp wood*, Miljö 95/96, 1996.
 - [63] Salmenoja, 'NO_x emissions from kraft pulp mills. Presentation given during a mission to Rauma in February 2009', Personal Communication, 2009.
 - [64] J.Malmström, *NO_x emissions from Swedish recovery boilers*, Swedish Forest Industries Federation, 2010.
 - [65] N.DeMartini et al., *Final summary report on nitrogen oxide emissions from Finnish pulp mills*, Finnish Recovery Boiler Committee, 2010.

- [66] FRBC, *NO_x emissions from recovery boilers – why discrepancy between Finnish and Swedish values*, Finnish Recovery Boiler Committee, 22.12.2010, 2010, p. 12.
- [67] Hynninen, *Study for the Finnish Forest Industries Federation on tertiary treatment*, Biosim Networking Group AB, Föglö, Finland, 2008, p. 1.
- [68] IFP, *Biodegradability of chemical additives for papermaking and paper converting*, Institute of Paper Science and Technology, Darmstadt, Germany, 1997, 1997.
- [69] IFP, *Report on BAT for the Production of Case making Materials (Testliner and Wellenstoff)*, Institute of Paper Science and Technology, Darmstadt, Germany, 1998.
- [70] González, 'Submitted environmental performance data and background information from the eucalyptus-based kraft pulp mill UPM S.A. Fray Bentos, Uruguay', Personal Communication, 2011.
- [71] Pöyry, *Tech/Econ Evaluation of Water Pollution Control in Pulp Mills*, 1992.
- [72] R.Campo et al., 'Celtejo plays in the top division', *Results Pulp & Paper*, Vol. 3, No 2009, 2009, p. 2.
- [73] ASPAPEL/CELPA, Environmental issues specific to eucalyptus-based kraft pulp- making, 2010.
- [74] Pöyry, *Techno-Economic Study on the Reduction Measures, Based on BAT of Emissions (water, waste, air) from the Paper and Board Manufacturing Industry*, EU, 1994.
- [75] Pöyry, *A compilation of BAT techniques in Pulp and Paper Industry*, Jaakko Pöyry Oyj, 1997.
- [76] Pöyry, *BAT emissions of the pulp and paper industry in the European Union. Strategic background paper*, 1998.
- [77] Costa et al., 'Low environmental impact bleaching sequences for attaining high brightness level with Eucalyptus SPP pulp', *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, Vol. Vol. 26, No. 1, Jan. - March 2009, 2009, pp. 11-22.
- [78] Hostachy, 'Ozone-enhanced bleaching of softwood kraft pulp (peer-reviewed)', *Tappi-Journal*, Vol. August 2010, 2010, pp. 14-21.
- [79] Dyllick and Hamschmidt, '(quoted in) Klemisch H. and R. Holger, Umweltmanagementsysteme in kleinen und mittleren Unternehmen – Befunde bisheriger Umsetzung', *KNI Papers 01/ 02, January 2002, p 15*, Vol. 73, 2000, p. 15.
- [80] Koepp-Bank, 'Biologische Reinigung des Abwassers einer altpapierverarbeitenden Papierfabrik', *Allg. Papier-Rdsch*, Vol. 115, No. 40, 1991, pp. p. 1092-1098.
- [81] Krieger, 'New developments in rejects and sludge dewatering', *Paper Technology*, Vol. 39, No. 4, 1998, pp. p. 45-50.
- [82] Clausen J., M. Keil and M. Jungwirth, *The State of EMAS in the EU. Eco-Management as a Tool for Sustainable Development – Literature Study*, Institute for Ecological Economy Research (Berlin) and Ecologic, Institute for International and European Environmental Policy, 2002, p. 15.
- [83] Reg. 1221/, 'Regulation (EC) No 1221/2009 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the voluntary participation by organisations in a Community eco-management and audit scheme (EMAS), repealing Regulation (EC) No 761/2001 and Commission Decisions 2001/681/EC and 2006/193/EC', *Official Journal of the European Union*, Vol. L 342, 22.12.2009, 2009, pp. 1-45.
- [84] T.Lind et al., 'Electrostatic precipitator performance and trace element emissions from two kraft recovery boilers', *Environmental Science & Technology*, Vol. Vol. 40, No. 2, January 15, 2006.
- [85] P.Mikkanen, *Fly ash particle formation in kraft re-covey boilers.*, Helsinki University of Technology: VTT Publications, Espoo, 2000, p. P421.

- [86] Merkel, 'Waste Paper Treatment and Energy Consumption', *WfP*, Vol. No.5, 1997, pp. p. 211-215.
- [87] Jouttijärvi et al., 'Controlling the eutrophying properties of biologically treated wastewater from pulp and paper mills', *6th International Conference on the Fate and Effects of Pulp and Paper Mill Effluents. April 9-12, 2006*, 2006, Vitoria, Brazil.
- [88] CEN, *EN 13725:2003 Air quality - Determination of odour concentration by dynamic olfactometry*, CEN, 2003.
- [89] RFC NL 1, 'Personal communication with expert from the RCF NL 1 based corrugated base paper mill ', Personal Communication, 2010.
- [90] J.Schrijver et al., 'Biocides for deposit control in the production of corrugated base paper, in: Chemical additives for the proction of pulp & paper', *Edited by ZELLCHEMING TC 'Chemical Additives'*, 2008, pp. 319 -339.
- [91] Möbius, *Pulp and paper industry wastewater. Biological treatment of wastewater from pulp and paper manufacturing*, Munich, Germany, 1997, p. 2nd Edition.
- [92] F.Schmidt et al., 'Filtrationsanlagen zur Verbesserung der Ablaufqualiltät in biologischen Abwasserreinigungsanlagen (engl. Filtration units enhancing the quality of final effluents from biological waste water treatment)', *Wochenbl. f. Papierfabrikation (WfP)*, Vol. 5, 2002, pp. 309 - 311.
- [93] Mönnigmann et al., 'Abwasserfreie Papierfabrik - Traum oder Alptraum?', *Das Papier*, Vol. 50, No. 6, 1996, pp. p. 357-364.
- [94] F.Schmid et al., *Vergleichende Betrachtung und Anwendungsempfehlungen zum Einsatz von On-line-Messtechnik in biologischen Abwasserreinigungsanlagen der Papierindustrie*, Paper Research Institute PTS, 2002.
- [95] M.Cordes-Tolle et al., 'Einsatz und Erfahrungen mit On-line-Messgeräten bei der Überwachung von biologischen Abwasserreinigungsanlagen', *ipw Das Papier 2000*, Vol. No. 7, 2000, pp. T 114-T 118.
- [96] Nokelainen et al., 'Wet end control-results and new possibilities', *Pulp & Paper Conference "EcoPaper/Tech"*, 1995, Helsinki, June.
- [97] Nokelainen et al., 'Control of retention and ash', *PIRA Conference Proceedings " Use of minerals in Papermaking "*, 1997, Manchester, UK.
- [98] G.Weinberger et al., 'Optimierung von Betriebsbedingungen zur Vermeidung von Betriebsstörungen in biologischen Abwasserreinigungsanlagen, in: Betrieb biologischer Abwasserreinigungsanlagen – Optimale Konzepte und Vermeidung von Betriebsstörungen', *Betrieb biologischer Abwasserreinigungsanlagen – Optimale Konzepte und Vermeidung von Betriebsstörungen*, PTS-Manuskript: PTS-MS 50219, 2002, Munich, Germany.
- [99] Nygard et al., *Coating chemical regeneration by ultrafiltration*, 1997.
- [100] M.Cordes-Tolle, *Optimierung und Kontrolle der Stickstoff- und Phosphorversorgung, in: Betrieb biologischer Abwasserreinigungsanlagen – Der Weg zur stabilen Anlage*, Paper Research Institute PTS, 2000.
- [101] G.Weinberger, *Steigerung der Leistungsfähigkeit und der Betriebssicherheit anaerober Reinigungsprozesse in der Papierindustrie durch Verbesserung der Schlammigenschaften (engl.: Increase of the performance and reliability of anaerobic purification processes in the paper industry by improving the sludge properties)*, Paper Research Institute PTS, 2004, p. 85.
- [102] I.S.Kim et al., 'The effect of calcium on the membrane biofouling in the membrane bioreactor (MBR)', *Water Research*, Vol. 40, No 14, 2006, pp. 2756-2764.
- [103] P.Fischer, 'Product and system technology of Voith Paper Environmental Solutions for sustainable paper production', *Tappsa Journal*, Vol. Sept 2008, 2008, pp. 30-34.

- [104] Paper and Timber, 'Firing pulp and paper making residues at small power plants', *Paper and Timber*, Vol. Vol. 75, No No. 8, 1993.
- [105] F.Hutter, 'Strategie der Energieversorgung in der Papierindustrie (engl: strategy of energy supply in the paper industry)', *Wochenblatt für Papierfabrikation*, Vol. 23-24, 2007, p. 1280.
- [106] F.Hutter, 'Data related to the environmental performance of the recently built CCGT plant at the paper and cartonboard mill in RCF DE 2', Personal Communication, 2010.
- [107] H.Schwarz, 'Personal communication about the MBR built at Köhler Pappen Gengenbach', Personal Communication, 2010.
- [108] Krieger, Bellmer, 'Investment and operating costs for sludge dewatering machinery', Personal Communication, 2010.
- [109] PARCOM, *BAT and BEP for the Sulphite and Kraft Pulp Industry*, 1994.
- [110] N.Kaindl, 'Advanced waste water treatment at LCA Laakirchen AG, presentation during a site visit on 15 May 2009', Personal Communication, 2009.
- [111] Möbius, 'Waste water in the pulp and paper industry - today and in retrospect', *PTS Water & Environmental Technology Symposium, 10./11.Vov. 2009*, 2009, Munich, Germany.
- [112] Kaindl, 'Weitergehende Abwssereinigung mittels Ozonung and nachfolgender Biofiltration', *ipw Das Papier 2007*, Vol. No. 1, 2006, pp. T130-T135.
- [113] PTS, *Operation of biological Wastewater Treatment Plants - Reasons and Prevention of Disturbances*, Papiertechnische Stiftung PTS (The Paper Technology Specialists), 1998.
- [114] PTS-FB, *Measures for reduction of gaseous emissions from paper and coating machines*, Munich: Papiertechnische Stiftung (PTS), 1997, p. 108.
- [115] C.H.Möbius et al., 'Combined ozonation and biofilm treatment for reuse of papermill waste waters', *Water Science and Technology*, Vol. 49, No. 4, 2004, pp. 319 - 323.
- [116] Rampotas et al., 'The netfloc system - the tool to remove extractives and NPE', *Tappi Minimum Effluent Mill Conference*, 1996, Tappi.
- [117] Kaindl, *Weitergehende Reinigung von mechanisch und biologisch vorgereinigtem Abwasser der Papierindustrie mittels Ozonbehandlung und nachfolgender Biofiltration (Engl.: Advanced purification of mechanical and biological pre-treated paper mill effluent by ozonation and subsequent biofiltration)*, Technical University of Vienna, Austria, 2009, p. Doctoral thesis.
- [118] A.Helble et al., 'Current experience with the use of membrane bioreactor technology for the treatment of papermill effluent', *PTS Water & Environment Technology Symposium*, 2009, Munich, Germany.
- [119] Botnia, Annual Report 2009, 2010.
- [120] RIZA, *A Broad Approach to Water Loop Closure at Papierfabriek Doetinchem (and Appendix Report)*, RIZA, 1997.
- [121] RIZA, *The evaluation of substances and preparations in the context of the pollution of Surface water Act*, Riza, 1997.
- [122] Veracel, Sustainability 2008, 2009.
- [123] Roitto et al., 'Environment-friendly coating: recycling of coating chemicals', *Executive conference on profitable making of coated papers*, 1997.
- [124] Mäntyniemi, 'Novel solutions for pulp mill energy intensification', *Pulpaper 2010. Implementing the new rise*, 2010, Helsinki, Finland.
- [125] Schwarz et al., 'Peripheral subsystems for water, sludge and rejects', *WfP*, Vol. No. 18, 1995, pp. p. 792-802.
- [126] Sebbas, 'Reuse of kraft mill secondary condensates', *Tappi Journal*, Vol. July 1988, 1988.

- [127] SEPA report, *Reduction of Atmospheric Emissions from Pulp Industry*, Swedish EPA, 1992.
- [128] P.McKeough et al., 'Higher-value energy products from biomass - a technology overview', *Pulpaper 2010. Implementing the new rise*, 2010, Helsinki, Finland.
- [129] SEPA report, *Environmental Impact of Pulp and Paper Mill Effluents. A strategy for Future Environmental Risk Assessments*, 1997.
- [130] SEPA report, *Energy conservation in the pulp and paper industry*, 1997.
- [131] SEPA report, *Aspects on Energy and Environment Costs in Connection with Production of Kraft Pulp, Recycled Fibre and TMP*, 1997.
- [132] Solid waste handbook, *Solid waste handbook for the paper industry*, 1996.
- [133] A.v.Heiningen, 'Overview of forest biorefinery concepts; opportunities and challenges', *Pulpaper 2010. Implementing the new rise*, 2010, Helsinki, Finland.
- [134] Södra Värö, 'Personal communication during a site visit carried out 17 February 2009', Personal Communication, 2009.
- [135] KRAFT SE 1 mill, 'Personal Communication with the environmental affairs manager of the KRAFT SE 1 mill in Sweden', Personal Communication, 2010.
- [136] Sweet et al., 'Millar Western's zero liquid effluent market BCTMP mill one year after start-up', *Pacific Coast and Western Branches Conference*, 1993, CPPA, Whistler.
- [137] K.Touminen, 'Future pulp mill with energy products', *Pulpaper 2010 - Implementing the new rise*, 2010, Helsinki, Finland.
- [138] PP TWG, *Questionnaires for data collection 2009*, EIPPCB, 2009.
- [139] ASPAPEL, *Guía de gestión de residuos (fábricas de pasta, papel y cartón). Engl: Guidelines for waste management (pulp, paper and cartonboard mills)*, ASPAPEL, 2008, p. 109.
- [140] Tappi proceedings, 'Design considerations for cost-effective kraft and sulphite pulping liquor spill control system', *Tappi Pulping Conference. Minimum effluent Mill Symposium*, 1996, Tappi.
- [141] Kuula et al., 'Ultrafiltration membrane technology – more efficiency through water and coating color recycling', *17th International Paper Symposium Munich 2-4 April 2008*, 2008, Munich, Germany.
- [142] C.Finke et al., *Coating colour recovery within paper production. Final report within the environmental innovation program of the German Ministry of Environment*, German EPA (Umweltbundesamt, UBA), 2009, p. 53.
- [143] T.Sutela et al., 'Ultrafiltration membrane technology enables runnability improvements and reduced water consumption in paper and board mills', *Chemical technology in papermaking*, PTS Munich, 2006, Munich, Germany.
- [144] Sutela, 'Long term experience of ultrafiltration at paper industry', *PTS Seminar 'Membrane technology in the paper industry'*, 2008, Munich, Germany.
- [145] UBA Report, *Avoidance of wastewater by closed water loops with in-line process water treatment in a paper mill*, German EPA, 1996.
- [146] Möbius, *Abwasser der Papier- und Zellstoffindustrie 3. Auflage*, November 2002, Revision Dezember 2008 (engl.: Waste water from the pulp and paper industry), 2008.
- [147] J.Sommer et al., 'Reststoffverwertung in der Papierindustrie am Beispiel des Heizkraftwerkes Wörth der Papierfabrik Palm - Konzept, Realisierung, Inbetriebnahme und erste Betriebserfahrungen', *Berliner Abfallwirtschafts- und Energiekonferenz – Optimierung der Abfallverbrennung*, 2009, Berlin, Germany.

- [148] Voith, 'Mastering environmental and economic challenges with the integrated paper mill concept', *9th IWA Symposium on Forest Industry Wastewaters, June 17, 2009*, 2009, Fredericton, New Brunswick, Canada.
- [149] H.Hilbert, 'Leistungsvergleich Schwebebettreaktor und Anaerob-Stufe zur Hochlastbehandlung von Abwässern einer Deinking-Papierfabrik (engl. Comparison of the performance of a moving bed reactor with an anaerobic stage for the treatment of high-loaded effluents of a deinking mill)', *GWF Wasser - Abwasser*, Vol. 149, No. 4, 2008, pp. 355-363.
- [150] Bülow et al., 'Complete water system closure', *Pulp and Paper International*, Vol. No. 8, 2003, pp. 14-17.
- [151] Bülow et al., 'Schließung des Wasserkreislaufs einer Altpapier verarbeitenden Papierfabrik unter besonderer Berücksichtigung der Calcium-Problematik', *ipw/Das Papier*, Vol. No. 1, 2003, pp. 31-38.
- [152] I.Demel et al., 'Kriterien für die Rückführung biologisch gereinigter Wässer in die Produktion (engl. Criteria for re-circulation of biologically treated process waters)', *ipw/Das Papier*, Vol. No. 1 and 2, 2004, pp. No. 1, p. 37-40, No. 2, p. 33-35.
- [153] J.Sundholm, *Mechanical pulping. Book 5*, Finnish Paper Engineer's Association & TAPPI, Helsinki, 1998, p. Papermaking Science and Technology.
- [154] Virtapohja et al., 'Accelerated biodegradation of EDTA in a conventional activated sludge plant under alkaline conditions', *TAPPI Environmental Conference*, 1997, Minnesota, USA.
- [155] Ward et al., 'Millar Western Meadow Lake. A success story in effluent treatment', *Joint Conference of Environment Canada and the German Ministry of Environment*, 1993, Munich, Germany.
- [156] LD Leipzig, 'Monthly selfmonitoring reports from Stora Enso Sachsen GmbH (Aug. 2008 - July 2009)', Personal Communication, 2010.
- [157] KRAFT SE 1 mill, 'Daily average emission data over the year 2009 of the waste water treatment plant of the KRAFT SE 1 mill', Personal Communication, 2010.
- [158] RFC NL 1, 'Daily average emission data of the waste water treatment plant RCF NL 1 over the year 2009', Personal Communication, 2010.
- [159] Steube et al., 'The greatest possible reduction in BOD, COD, AOX and EDTA in the biological effluent treatment plant of the Stendal pulp mill', *PTS Symposium Water and Environmental Technology 2005*, 2005, Munich, Germany.
- [160] LVSA, 'Selfmonitoring report of the waste water treatment plant of the kraft pulp mill Stendal, DE (2008)', Personal Communication, 2009.
- [161] C.Hoelger et al., 'Phosphonate als ökologisch sinnvolle Alternative zu DTPA - Ergebnisse einer Studie bei MD Albbruck (Engl. Phosphonates as an ecologically sound alternative to DTPA - Results of a study at MD Albbruck)', *Wochenbl. f. Papierfabrikation*, Vol. 136 (2008), No. 11-12, 2008, pp. 666-669.
- [162] U.Hamm, *Technical evaluation of the use of chelating agents at the SE Hagen paper mill (German: Fachliche Bewertung des Komplexbildnereinsatzes bei der Stora Enso Kabel GmbH & Co. KG, Hagen)*, PMV, Technical University Darmstadt, 2009, p. 55.
- [163] J.Lahtinen et al., 'Water and energy savings in vacuum generation - how to utilise modern process and variable speed drive technology', *Symposium Water and Environmental Technology*, PTS Munich, 2009, Munich, Germany.
- [164] M.Kara, 'Energy use, visions and technology, opportunities in Finland', 2007, Helsinki, Finland.
- [165] ZELLCHEMING, *Chemical additives for the production of pulp and paper. Functional essential - ecological beneficial.*, Deutscher Fachverlag, 2008.

- [166] KRAFT SE 1 mill, 'Daily average emission data of the bubbling fluidised bed boiler equipped with SNCR from the KRAFT SE 1 mill', Personal Communication, 2010.
- [167] BMUJF, *Emissionsbegrenzung und Anwendungsbereiche von Gasturbinen und GuD-Anlagen*, Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, 1999.
- [168] M.Huhtinen et al., *Combustion of bark*, TAPPI PRESS, 2000, p. Papermaking Science and Technology, Book 6B.
- [169] Nilsson et al., *Continuum - Rethinking BAT Emissions of the Pulp and Paper Industry in the European Union*, The Finnish Environment Institute, 2007, p. 41.
- [170] Pöyry, *Combined heat and power. Report by order of CEPI*, 2010.
- [171] R.Morin, 'Daily average data over a complete year (2008) from the Södra Värö kraft pulp mill ', Personal Communication, 2009.
- [172] A.Schweizer, 'Daily average data over a complete year for the recovery boiler and the lime kiln of Zellstoff Pöls AG, AU', Personal Communication, 2010.
- [173] J.Queiser, 'Pulp mill Arneburg. On-line transfer of emission data 2009 to the competent authority ', Personal Communication, 2009.
- [174] M.Ahlroth et al., *3FS Förutsättningar för framtidens sodapanna - En värmeteknisk studie. (Engl. The opportunities of future recovery boilers - A process study)*, Thermal Engineering Research Institute Värmeforsk, 2009, p. 265 pages.
- [175] Recovery Boiler Committee, *Recommended procedure for incineration of noncondensable gases. Second, updated version dated March 31, 2006*, Finnish Recovery Boiler Committee, 2006.
- [176] Hämäläinen, 'Technical description of malodorous gas collection in Botnia mills', Personal Communication, 2009.
- [177] Spanish Ministry of Environment, *Variability analysis of pulp and paper sector emissions to water over different averaging periods. Presented in the framework of the European process for the review of the Pulp and Paper BREF*, 2009.
- [178] R.Spörl, *Revision des BVT-Merkblattes für die Papier- und Zellstoffherstellung. Teilbericht 2: Vergleichbarkeit von Berichtsdaten*, Paper Research Institute PTS Munich, 2009.
- [179] O. Blum, 'Optimierung des Wärmehaushalts – Reduzierung der Ablauftemperatur im Vorfluter', *PTS Seminar Wasserkreisläufe in der Papiererzeugung*, 2006, Munich, Germany.
- [180] A.Well, 'Simulation zur Prognose für die Rückführung von biologisch gereinigtem Abwasser', *PTS Seminar Betrieb biologischer Abwasserreinigungsanlagen*, 2006, Dresden, Germany.
- [181] Kappen et al., *Reduzierung der spezifischen Abwassermenge durch Optimierung der Wasserkreisläufe bei der Erzeugung holzfreier Papiere*, Paper Research Institute PTS, 2003.
- [182] J.Kappen et al., 'Utilisation of waste heat - one essential approach to the carbon dioxide problem', *Pulpaper 2004*, 2004, Helsinki, Finland.
- [183] J.Kappen et al., 'Modelling and simulation in pulp and paper industry, Proceedings of Model Validation Workshop, Espoo, Finland, 2005 ', *COST Action E36 Modelling and simulation in pulp and paper industry*, Vol. 1455–0873, VTT Technical Research Centre of Finland, 2005, Espoo, Finland.
- [184] Alonso et al., *Main specifications of different software packages. COST E36 Modelling and Simulation in the pulp and paper industry*, COST, 2006.

- [185] J. +Zürcher, 'Turbair vacuum systems. The most efficient vacuum systems for dewatering; Proceedings of the COST Strategic Workshop 'Improving Energy Efficiency in Papermaking', Amsterdam 9.-11. June 2008', 2009.
- [186] Lahtinen et al., 'Water and energy savings in vacuum generation - How to utilize modern process and variable speed drive technology; in H.-J. Öller (ed.), Proceedings 'PTS-Symposium Water & Environmental Technology 2009', 2009, 2.
- [187] Bussmann et al., 'Geruchs- und Schleimeliminierung in der Papierindustrie. Einsatz des 'Mol Clean'-Verfahrens bei Pappen- und Wellpappenrohpapierherstellern (engl.: Odour and slime elimination in the paper industry)', *Allgemeine Papier-Rundschau (APR)*, Vol. 03, No 2008, 2008, pp. 24-28.
- [188] Pöyry, *Odour emission from pulp and paper production*, Pöyry Management Consulting Oy, 2010, p. 5.
- [189] Norrström, *Steam and power generation in pulp and paper mills*, ÅF-Engineering AB, Stockholm, Sweden, 2010, p. 22.
- [190] TBU Stubenvoll, *Description of technical measures for reduction of NO_x emissions from fluidised bed boilers. Final report (in German)*, Technisches Büro für Umweltschutz - TBU, 2004.
- [191] FFIF, *Energy efficiency in the Finnish pulp and paper industry*, 2007.
- [192] GIRL, 'Determination and assessment of odour in ambient air (Guideline on odour in ambient air/GOAA) dated 29 February 2008, translated version from March 2003, in 2009 an updated and complemented version has been published (in German only)', *Niedersächsischen Ministerialblatt*, 2008.
- [193] Axegård et al., *Ecocyclic Pulp Mill - "KAM". Final report 1996-2002*, STFI (now Innventia), Stockholm, 2003.
- [194] Francis, *Reporting guidelines for energy use in pulp and paper operations*, FPInnovations - Paprican, 2007, p. 110.
- [195] CEN, *EN 16001:2009: Energy management systems - Requirements with guidance for use*, July 2009, 2009.
- [196] Blum, 'Energy efficiency analysis – cost effectiveness in energy consumption', *PTS news, Munich*, Vol. 2006, 2006.
- [197] IEA, *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions. In support of the G8 Plan of Action*, IEA, 2007, p. 324.
- [198] Porle, *Electrostatic precipitators for industrial applications. REHVA Guidebook*, REHVA - Federation of European Heating and Air-conditioning Associations, 2005, p. 117.
- [199] Herrlander, 'E-mail communication on key elements on ESP application in the pulp and paper sector, January 2010', Personal Communication, 2010.
- [200] REACH Regulation (EC) No 1907/, 'Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH)', *Official Journal of the European Union*, Vol. L 396, 30.12.2006, 2006, pp. 1-849.
- [201] Ingemansson Technology AB, *Report 12-01823-A. A consequential study (in Swedish) made for the Swedish Forest Industry Federation (SFIF)*, Swedish Forest Industry Federation (SFIF), 2005.
- [202] Svanberg, 'Telephone interviews, January 2010, with representatives of Swedish pulp and paper mills (Rottneros/Utansjö mill, Stora Enso/Norrundet mill, Arctic Paper/Håfreström mill)', Personal Communication, 2010.

-
- [203] Directive 2000/76/EC, 'Directive 2000/76/EC of the European Parliament and of the Council of 4 December 2000 on the incineration of waste', *Official Journal of the European Communities*, Vol. L 332, 28.12.2000, 2000, pp. 91-111.
- [204] Portugal, *Phosphorus emissions from the production of eucalyptus kraft pulp – update*, Portuguese TWG, 2007, p. 3.
- [205] WFD 98/EC, 'Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives', *Official Journal of the European Union*, Vol. L 312, 22.11.2008, 2008, pp. 3-30.
- [206] Akso Nobel, *Complete degradation of EDTA in biological waste water treatment plants*, Akso Nobel, 2007, p. 2.
- [207] T.Tamminen, et al., 'Dust and flue gas chemistry during rapid changes in the operation of black liquor recovery boilers: Part 3 - Gaseous emissions', *Tappi Journal*, Vol. Vol. 1, No. 7 (September 2002), 2002, pp. 25-29.
- [208] Langi et al., *Fate and degradation of complexing agents used in pulp and paper production*, Ekolab Environmental Ltd, 2007.
- [209] Aschacher et al., *New complexing agents for the pulp and paper industry*, Holz Forschung, 2007, p. 3.
- [210] T.Tamminen, et al., 'Dust and flue gas chemistry during rapid changes in the operation of black liquor recovery boilers: Part 2 - Dust composition', *Tappi Journal*, Vol. Vol. 1, No. 6 (August 2002), 2002.
- [211] Technical University of Denmark and Novozymes, *Proposal of five enzyme applications in pulp and paper industry for BAT or Emerging Techniques*, Technical University of Denmark and Novozymes, 2007.
- [212] T.Tamminen, et al., 'Dust and flue gas chemistry during rapid changes in the operation of black liquor recovery boilers: Part 1 - Dust formation', *Tappi Journal*, Vol. Vol. 1, No. 5 (July 2002), 2002, pp. 27-31.
- [213] Pelin, 'Text proposal on the preparation of ClO₂ for the bleaching of pulp', Personal Communication, 2009.
- [214] Seveso II Directive (96/82/EC), 'Council Directive 96/82/EC of 9 December 1996 on the control of major accident hazards involving dangerous substances (Seveso II Directive)', *Official Journal of the European Communities*, Vol. L 010, 14.01.1997, 1996, pp. 13-33.
- [215] Aubriot, 'Performance data of the biological waste water treatment plant of the Tembec sulphite pulp mill, Tartas', Personal Communication, 2009.
- [216] Patt, *Einsatz von Komplexbildnern in der TCF-Bleiche von Magnesiumbisulfitzellstoffen*, University of Hamburg, Chemical Technology of Wood, 2009, p. 8.
- [217] Lenzing, 'Technical descriptions and emissions from the evaporation and incineration of the EOP concentrates in a sodium boiler', Personal Communication, 2009.
- [218] Karlsen, *Borregaard's sodium liquor (biofuel) boiler projects*, Borregaard Industries Ltd., 2008.
- [219] SCA Mannheim, 'Emissionsdaten der Rauchgasreinigungsanlage der SCA Mannheim (Emissionsfernüberwachung)', Personal Communication, 2009.
- [220] Kroiß, 'Emissions to water for the Lenzing AG sulphite mill (viscose)', Personal Communication, 2009.
- [221] Sankari, 'Confidential material about AES and ISA in mill scale (kraft and mechanical pulp)', Personal Communication, 2009.
- [222] S. Metsärinne et al., *Biodegradation of novel amino acid derivatives suitable for complexing agents in pulp bleaching applications*, *Science of the Total Environment*, 2007, p. 45-51.
-

- [223] H. Hyvönen et al., 'Studies on biodegradable chelating ligands: complexation of iminodisuccinic acid (ISA) with Cu(II), Zn(II), Mn(II) and Fe(III) ions in aqueous solution', *Green Chemistry*, Vol. 5, 2003, p. 410-414.
- [224] Aschacher, 'Comments and supplements on a draft text on 'Reduction of emissions from the use of chelating agents in the peroxide stages of the bleach' plant'', Personal Communication, 2009.
- [225] Hupa, *Nitrogen oxide emissions from pulp mills and the factors affecting them – a summary of the current knowledge*, Report for the Finnish Recovery Boiler Committee, 2005, p. 15.
- [226] Vakkilainen et al., 'Nitrogen Oxide Emissions from Recovery Boilers/Pulp Mills – Scandinavian Perspective', *TAPPI Engineering, Pulping, Environmental Conference*, 2005, Philadelphia, USA.
- [227] SCA Aschaffenburg, 'Personal communication on 'Example 1: Energetic utilisation of rejects from RCF mills without de-inking in reject incineration plants'; reviewing and updating information', Personal Communication, 2009.
- [228] Sappi Stockstadt, 'Example of organic loads before and after treatment from the Stockstadt mill, Sappi Fine Paper Europe ', Personal Communication, 2009.
- [229] Stubenvoll et al., *Overview of NO_x and Dust emissions of the Austrian pulp and paper industry*, Umweltbundesamt, 2007.
- [230] Selling, 'Contributions to the text 'Closed loop bleaching in a sodium based sulphite mill using ultrafiltration, flotation and separation'', Personal Communication, 2009.
- [231] Schwarz, 'E-mail communication in June/July 2009', Personal Communication, 2009.
- [232] Symposium Slovenia, 'Providing the Cardboard Manufacturer MM-Karton in Hirschwang, Austria with Energy from Operational Waste', *Symposium, Slovenian Paper Industry*, 2007, 2007, Slovenia.
- [233] Hamm et al., 'Sulfatzellstoffe ein vergleich ihrer umweltbelastungen', *Das Papier*, Vol. 2003, No T22, 2003, pp. 42-49.
- [234] Schwarz, 'Kleinverbrennungsanlage für die thermische Reststoffverwertung auf Basis der Schleuderradtechnik für die Papierindustrie', *Wochenblatt für Papierfabrikation (WfP)*, Vol. 23-24, No 2007, 2007, p. 73.
- [235] Schwarz, 'Comparison and development of waste paper handling in Germany, Europe and globally', *ipw Das Papier 2007 T130-T135*, Vol. 10, No 2007, 2007, p. 6.
- [236] COM, 'Data from questionnaires from 8 sulphite pulp mills in Europe', Personal Communication, 2009.
- [237] Bajpai, *Environmentally benign approaches for pulp bleaching*, Elsevier B.V., 2005.
- [238] Stora Enso Oyj Heinola Fluting Mill, *Production scheme of a Neutral Sulphite Semi Chemical mill (220000 t/yr) with chemical and energy recovery units*, 2009.
- [239] Garseg, *Process flow of a sulphite mill producing speciality pulp and various products based on the conversion of the spent sulphite liquor*, 2009.
- [240] Biocel Paskov, *Preparation of chlorine dioxide by the 'Kesting method' (Biocel Paskov a.s.)*, 2009.
- [241] Biocel Paskov, *Scheme of the manufacturing of fodder yeast and separation of lignosulfonates from the spent sulphite liquor*, 2009.
- [242] Sappi Ehingen, *Pressure screens for final screening*, 2009.
- [243] Biocel Paskov, 'Example for an ECF bleaching sequence for sulphite paper pulping', Personal Communication, 2009.
- [244] Pulp and Paper TWG, *Questionnaires for data collection*, 2007.

- [245] van Tuijl, 'Typical fibre line of a sulphite pulp mill manufacturing pulp for papermaking', Personal Communication, 2009.
- [246] Sappi Ehingen, *Areal view of an integrated sulphite pulp mill that produces coated fine paper including power plant and wastewater treatment plant*, 2009.
- [247] TÜV Süd, *Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an der Laugenverbrennungsanlage; Ybbstaler Zellstoff GmbH Kematen; 20.03.2009*, 2009.
- [248] Hamm, *Revision of Best Available Technique Reference Document (BREF) for the Pulp & Paper Industry*, UBA Germany (Federal Environmental Agency Germany), 2007.
- [249] Blum et al., *Revision of best available technique reference document for the pulp & paper industry: use of energy saving techniques*, UBA Germany (Federal Environmental Agency Germany) and PTS München, 2009.
- [250] Questionnaires, 'Received questionnaires from the following sulphite pulp mills', Personal Communication, 2009.
- [251] TÜV-Bayern, *Bericht über die Abnahmemessung NO_x-Minderung am Laugenkessel*, 2009.
- [252] Johansson et al., *Drying of bio fuel utilizing waste heat*, S.E.P. Scandinavian Energy Project AB, 2004.
- [253] Mondi Neusiedler/Ybbstaler Zellstoff, 'Personal Communication via E-mail', Personal Communication, 2009.
- [254] Kunz, 'Personal communication via E-mail', Personal Communication, 2009.
- [255] Peter, 'Personal communication via E-mail', Personal Communication, 2009.
- [256] Kogler, 'Personal Communication via E-mail', Personal Communication, 2009.
- [257] Soedra, 'Personal communication', Personal Communication, 2009.
- [258] Botnia, *Areal view Botnia*, 2008.
- [259] COM Communication 2006/C90/04, 'Commission Communication on the results of the risk evaluation and the risk reduction strategies for the substances: Dibutylphthalate; 3,4-Dichloroaniline; Di-'isodecyl' phthalate; 1,2-Benzenedicarboxylic acid, di-C9-11-branched alkyl esters, C10-rich; Di-'isononyl' phthalate; 1,2-Benzenedicarboxylic acid, di-C8-10-branched alkyl esters, C9-rich; Ethylenediaminetetraacetate; Methyl acetate; Monochloroacetic acid; n-Pentane; Tetrasodium ethylenediaminetetraacetate (2006/C 90/04)', *Official Journal of the European Commission*, 2006.
- [260] COM Recommendation 2006/283/EC, 'COMMISSION RECOMMENDATION of 11 April 2006 on risk reduction measures for the substances: Dibutylphthalate; 3,4- Dichloroaniline; Di-'isodecyl'phthalate; 1,2-Benzenedicarboxylic acid, di-C9-11-branched alkyl esters, C10-rich; Di-'isononyl' phthalate; 1,2-Benzenedicarboxylic acid, di-C8-10-branched alkyl esters, C9-rich; Ethylenediaminetetraacetate; Methyl acetate; Monochloroacetic acid; n-Pentane; Tetrasodiummethylenediaminetetraacetate (2006/283/EC)', *Official Journal of the European Commission L 104/45*, Vol. 13.04.2006, 2006.
- [261] Papermaking Science & Technology, *Papermaking Science and Technology, Chemical Pulping, Book 6A*, Fapet Oy, Jyväskylä Finland, 2000.
- [262] ISO 7827, *Water quality - Evaluation in an aqueous medium of the ultimate aerobic biodegradability of organic compounds - Method by analysis of dissolved organic carbon (DOC)*, ISO, 1994, p. 7.
- [263] Directive 2008/105/EC, 'Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy, amending and subsequently repealing Council Directives 82/176/EEC, 83/513/EEC,

- 84/156/EEC, 84/491/EEC, 86/280/EEC and amending Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council', *Official Journal of the European Union*, Vol. L 348, 24.12.2008, 2008, pp. 84-97.
- [264] WFD 2000/60/EC, 'Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy', *Official Journal of the European Communities*, Vol. L 327, 22.12.2000, 2000, pp. 1-72.
- [265] Directive 1999/31/EC, 'Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste', *Official Journal of the European Communities*, Vol. L 182, 16.07.1999, 1999, pp. 1-19.
- [266] Ragnar, Kvaerner, *The technology of oxygen delignification and bleaching of chemical pulp*, Kvaerner, 2002.
- [267] Lenzing, *Modern recovery boiler technology*, Lenzing, 2009.
- [268] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Energy Efficiency (ENE BREF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2009.
- [269] COM, *Reference Document on the General Principles of Monitoring (MON REF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2003.
- [270] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document to Industrial Cooling Systems (ICS BREF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2001.
- [271] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants (LCP BREF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2006.
- [272] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide (CLM BREF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2013.
- [273] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration (WI BREF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2006.
- [274] CTP, *Study on BREF-Application and suggestions on supporting tools*, LUCENSE SCpA (Ed.), 2002.
- [275] Inquiry Ojanen, *Inquiry of measures related to closing down pulp and paper mills - summary of replies*, Southeast Finland Regional Environment Centre, 2009.
- [276] Sixta, *Handbook of pulp*, Wiley-VCH, Weinheim, 2006.
- [277] Loquenz, *SCA Mannheim Chemical recovery - an expert report on the emission situation including possibilities for improvement*, 2007.
- [278] Wickstroem, 'Membrane processing allows Stora Nymölla to go 'green'', *Tappi Minimum Effluent Mills Symposium, October 23-24, 1997*, 1997, San Francisco.
- [279] TNO, 'Membrane technology in the pulp and paper industry', *Cost Action E14 "Towards ZLE in fibre supply for Paper Making"*, in November 5, 1999., 1999, Madrid, Spain.
- [280] Wickstroem, 'Pretreatment of waste water from the oxygen stages in an ultrafiltration plant followed by aerobic treatment of the total effluent', Personal Communication, 2009.
- [281] Project PaperBREF, *Technical guidelines (water management concept) for paper makers in European regions with difficult boundary conditions on how to operate mills with minimum water use*, 2002.

KONTAKT S EÚ

Osobne

V celej Európskej únii sú stovky stredísk Europe Direct. Adresu najbližšieho centra nájdete na internete (european-union.europa.eu/contact-eu/meet-us_en).

Telefonicky alebo písomne

Europe Direct je služba, ktorá odpovedá na vaše otázky o Európskej únii. Túto službu môžete kontaktovať:

- na bezplatnej linke: 00 800 6 7 8 9 10 11 (u niektorých operátorov môžu byť tieto hovory spoplatnené)
- na obvyklom telefónnom čísle: +32 22999696,
- prostredníctvom nasledujúceho formulára: european-union.europa.eu/kontakt-eu/write-us_en.

VYHĽADÁVANIE INFORMÁCIÍ O EÚ

Online

Informácie o Európskej únii vo všetkých úradných jazykoch EÚ sú k dispozícii na webovej stránke Europa (european-union.europa.eu).

Publikácie EÚ

Publikácie EÚ si môžete pozrieť alebo objednať na adrese op.europa.eu/en/uverejnenie. Viaceré kópie bezplatných publikácií môžete získať, ak kontaktujete Europe Direct alebo miestne dokumentačné centrum. (european-union.europa.eu/kontakt-eu/meet-us_en).

Právo EÚ a súvisiace dokumenty

Prístup k právnym informáciám EÚ vrátane všetkých právnych predpisov EÚ od roku 1951 vo všetkých oficiálnych jazykových verziách nájdete na stránke EUR-Lex. (eur-lex.europa.eu).

Otvorené údaje z EÚ

Portál data.europa.eu poskytuje prístup k otvoreným súborom údajov inštitúcií, orgánov a agentúr EÚ. Môžete si ich bezplatne stiahnuť a opätovne využiť na komerčné aj nekomerčné účely. Portál tiež poskytuje prístup k množstvu súborov údajov z európskych krajín.

Útvar Európskej komisie pre vedu a poznatky

Spoločné výskumné centrum

Poslanie JRC

Poslaním Spoločného výskumného centra ako útvaru Európskej komisie pre vedu a poznatky je podporovať politiky EÚ nezávislými dôkazmi v priebehu celého politického cyklu.



EU Science Hub
joint-research-centre.ec.europa.eu



@EU_ScienceHub



EU Science Hub-Joint Research Centre



EU Science, Research and innovation



EU Science Hub



EU Science