ISSN 1831-9424

European Commission

SPRÁVA JRC - VEDA PRE POLITIKU

Referenčný dokument o najlepších dostupných technikách (BAT) pre odvetvie spracovania železných kovov

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

Aries, E., Gómez Benavides, J., Mavromatis, S., Klein, G., Chronopoulos, G., Roudier, S.

2022



EUR 31321 EN

Upozornenie:

odborná korektúra prekladu nebola vykonaná

Táto publikácia predstavuje správu v rámci vedy pre politiku Spoločného výskumného centra (JRC), útvaru Komisie pre vedu a poznatky. Jej cieľom je poskytnúť vedeckú podporu procesu tvorby európskej politiky založenú na dôkazoch. Obsah tejto publikácie nemusí nevyhnutne vyjadrovať pozíciu alebo stanovisko Európskej komisie. Európska komisia ani žiadna osoba konajúca v jej mene nenesie zodpovednosť za prípadné použitie tejto publikácie. Informácie o metodike a kvalite údajov použitých v tejto publikácii, ktorých zdrojom nie je Eurostat ani iné útvary Komisie, by mali používatelia získať kontaktom s odkazovaným zdrojom. Použité označenia a prezentácia materiálu na mapách neznamenajú vyjadrenie akéhokoľvek názoru časťou Európskej únie na právny štatút akejkoľvek krajiny, územia, mesta alebo priestoru alebo ich orgánov, ani na vymedzenie ich hraníc.

Kontaktné informácie
Názov: Európsky úrad IPPC, Riaditeľstvo B JRC – Rast a inovácie, Európska komisia Adresa:
Edificio Expo, c/ Inca Garcilaso 3, E-41092 Sevilla, Španielsko
E-mail: JRC-B5-EIPPCB@ec.europa.eu Tel.: +34 95 4488 284

Vedecké centrum EÚ
https://joint-research-centre.ec.europa.eu

JRC131649

EUR 31321

SK

PDF ISBN 978-92-76-59143-6 ISSN 1831-9424 doi:10.2760/196475 KJ-NA-31-321-SK-N

Luxembursko: Úrad pre vydávanie publikácií Európskej únie 2022

© Európska únia 2022



Politika využitia dokumentov Európskej komisie sa vykonáva rozhodnutím Komisie 2011/833/EÚ z 12. decembra 2011 o opakovanom použití dokumentov Komisie (Ú. v. EÚ L 330, 14.12.2011, s. 39). Ak nie je uvedené inak, využitie tohto dokumentu je povolené na základe licencie Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).. To znamená, že využitie je povolené pod podmienkou, že sa uvedú príslušné údaje a prípadné zmeny.

Na akékoľvek použitie alebo reprodukovanie fotografií alebo iného materiálu, ktorý nie je vo vlastníctve Európskej únie/Európskeho spoločenstva pre atómovú energiu, je potrebné požiadať o povolenie priamo držiteľov autorských práv. Európska únia/Európske spoločenstvo pre atómovú energiu nevlastní autorské práva k nasledujúcim prvkom:
Autorské práva k obrázku na obálke v smere hodinových ručičiek zľava: 1. Horúca oceľ na dopravníku©Laurentiu Iordache – stock.adobe.com; 2. Zvitok horúceho kovu na dopravnom páse©MIRACLE MOMENTS – stock.adobe.com; 3. Výrobný proces zinkovaných oceľových výrobkov©nskyr2 – stock.adobe.com; 4. stroj s dopravníkovým pásom so žiariacim kovovým rámom vo výrobnej linke oceliarne©industrieblick – stock.adobe.com; 5. Kovové diely pozinkované v zinkovom kúpeli©bogdanvija
– stock.adobe.com.

Ako citovať túto správu: Aries, E., Gómez Benavides, J., Mavromatis, S., Klein, G., Chronopoulos, G. a Roudier, S., *Referenčný dokument o najlepších dostupných technikách (BAT) pre odvetvie spracovania železných kovov*, Úrad pre vydávanie publikácií Európskej únie, Luxemburg 2022, doi:10.2760/196475, JRC131649.

Abstrakt

Referenčný dokument (BREF) o najlepších dostupných technikách (BAT) pre odvetvie spracovania železných kovov je súčasťou série dokumentov, v ktorých sa predkladajú výsledky výmeny informácií medzi členskými štátmi EÚ, príslušnými priemyselnými odvetviami, mimovládnymi organizáciami podporujúcimi ochranu životného prostredia a Komisiou, s cieľom vypracovať, preskúmať a v prípade potreby aktualizovať referenčné dokumenty o BAT, ako sa to vyžaduje v článku 13 ods. 1 smernice 2010/75/EÚ o priemyselných emisiách (ďalej len „smernica"). Tento dokument uverejňuje Európska komisia podľa článku 13 ods. 6 smernice.

BREF pre odvetvie spracovania železných kovov sa týka prevádzky valcovní na valcovanie za tepla s kapacitou presahujúcou 20 ton surovej ocele za hodinu, nanášania ochranných povlakov z roztavených kovov so spracúvaným množstvom väčším ako dve tony surovej ocele za hodinu (čo zahŕňa povrchovú úpravu ponorom do roztaveného kovu a kusové zinkovanie), povrchovej úpravy železných kovov pomocou elektrolytických alebo chemických postupov, ak objem používaných vaní presahuje 30 m3 (keď sa vykonáva pri valcovaní za studena, ťahaní drôtu alebo kusovom zinkovaní, ako je to uvedené v bodoch 2.3 písm. a), 2.3 písm. c) a 2.6 prílohy I k smernici 2010/75/EÚ. Tento BREF sa okrem toho týka nezávisle prevádzkovaného čistenia odpadových vôd, na ktoré sa nevzťahuje smernica 91/271/EHS, ako je uvedené v bode 6.11 prílohy I k smernici 2010/75/EÚ, pod podmienkou, že hlavná záťaž znečisťujúcou látkou pochádza z činností, na ktoré sa vzťahuje tento BREF.

BREF sa ďalej týka aj týchto činností:

- valcovania za studena a ťahania drôtu, ak sú priamo spojené s valcovaním za tepla a/alebo povrchovou úpravou ponorom do roztaveného kovu,
- zhodnocovania kyseliny, ak je priamo spojená s činnosťami, na ktoré sa vzťahuje tento BREF,
- kombinovaného čistenia odpadových vôd rôzneho pôvodu pod podmienkou, že na čistenie odpadových vôd sa nevzťahuje smernica 91/271/EHS a že hlavná záťaž znečisťujúcou látkou pochádza z činností, na ktoré sa vzťahuje tento BREF,
- procesov spaľovania priamo spojených s činnosťami, na ktoré sa vzťahuje tento BREF, pod podmienkou, že:
  1. plynné produkty spaľovania sa dostanú do priameho kontaktu s materiálom (ako je priamy ohrev suroviny alebo priame sušenie suroviny) alebo
  2. sálavé a/alebo vodivé teplo sa prenáša cez pevnú stenu (nepriamy ohrev)
     - bez použitia sprostredkujúceho teplonosného média (to zahŕňa ohrev galvanizačnej vane) alebo
     - keď plyn (napr. H_2) pôsobí ako sprostredkujúce teplonosné médium v prípade poklopového žíhania.

Dôležitými otázkami v oblasti vykonávania smernice 2010/75/EÚ v odvetviach spracovania železných kovov (FMP) sú emisie do ovzdušia a vody, ako aj spotreba energie a vody. Kapitola 1 obsahuje všeobecné informácie o odvetví FMP a o priemyselných postupoch a technikách používaných v tomto odvetví. Kapitoly 2 až 6 obsahujú informácie o používaných postupoch a technikách, environmentálnej výkonnosti zariadení, technikách na prevenciu alebo zníženie vplyvu prevádzkovaných zariadení na životné prostredie a nových technikách za každé špecifické odvetvie FMP (t. j. valcovanie za tepla, valcovanie za studena, ťahanie drôtu, kontinuálna povrchová úprava ponorom do roztaveného kovu a kusové zinkovanie).
Kapitola 7 obsahuje informácie o emisiách z procesov spoločných pre viac ako jedno odvetvie (t. j. emisiách do ovzdušia z regenerácie kyseliny a emisiách do vody z čistiarní odpadových vôd spracúvajúcich odpadové vody pochádzajúce z viac ako jedného odvetvia FMP). Kapitola 8 obsahuje informácie o spoločných priemyselných postupoch, systémoch čistenia emisií a všeobecných technikách, ktoré sa používajú vo viac ako jednom odvetví FMP. Kapitola 9 obsahuje závery o BAT, ako sú vymedzené v článku 3 ods. 12 smernice, a to všeobecné aj odvetvovo špecifické. Kapitola 10 obsahuje záverečné poznámky a odporúčania pre budúcu prácu. V kapitole 11 sa uvádza niekoľko príloh obsahujúcich zoznam zariadení, z ktorých sa zbierali údaje, a ďalšie informácie o špecifických technických otázkach.

Poďakovania

Túto správu vypracoval Európsky úrad pre integrovanú prevenciu a kontrolu znečistenia (EIPPCB) Spoločného výskumného centra Európskej komisie – Riaditeľstvo B: Rast a inovácie pod dohľadom Serge Roudiera (vedúci EIPPCB) a Mikela Alvareza Lanbadasa (poverený vedúci Útvaru obehového hospodárstva a priemyselného vedenia).

Autormi tohto BREF sú Eric Aries, Jorge Gómez, Stilianos Mavromatis, Gabriele Klein, Georgios Chronopoulos a Serge Roudier.

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

Hlavnými dodávateľmi informácií boli:

- spomedzi členských štátov EÚ: Belgicko, Česko, Dánsko, Fínsko, Francúzsko, Grécko, Holandsko, Luxembursko, Nemecko, Poľsko, Portugalsko, Rakúsko, Rumunsko, Slovensko, Spojené kráľovstvo, Španielsko, Švédsko a Taliansko (do 31. 1. 2020),
- spomedzi subjektov odvetvia: CEFIC (Európska rada pre chemický priemysel), EGGA (Európske združenie všeobecných zinkovní), ESA (Európske združenie výrobcov tesnení), EUROFER (Európske združenie oceliarskeho priemyslu), EUROMETAUX (Európske združenie neželezných kovov), FEAD (Európska federácia odpadového hospodárstva a environmentálnych služieb), ORGALIM (Európske technologické odvetvia),
- spomedzi environmentálnych mimovládnych organizácií: EEB (Európska environmentálna kancelária).

K interným diskusiám a zasadnutiam pracovnej skupiny realizovaným na účely vypracovania tohto dokumentu počas svojho pôsobenia v EIPPCB v období posudzovania pripomienok významne prispeli Thomas Brinkmann (GR CLIMA) a Benoit Zerger (GR ENV).

Celý tím EIPPCB poskytol príspevky a partnerské preskúmanie.

Túto správu upravila Anna Atkinson a naformátovali Carlos Javier Muñoz Crespo, Carmen Ramirez a Daniela Antonova.

Tento dokument je jedným zo série plánovaných dokumentov uvedených ďalej (v čase prípravy tohto dokumentu neboli všetky ešte vypracované):

Referenčný dokument o najlepších dostupných technikách (BREF)	**Kód**
Odvetvie výroby keramiky	CER
Spoločné systémy nakladania s odpadovými plynmi a ich čistenia v chemickom odvetví	WGC
Spoločné systémy spracovania odpadových vôd a plynov a nakladania s nimi v chemickom odvetví	CWW
Emisie zo skladovania	EFS
Energetická efektívnosť	ENE
Odvetvie spracovania železných kovov	*FMP*
Potravinárske, nápojárske a mliekarenské odvetvie	FDM
Priemyselné chladiace systémy	ICS
Intenzívny chov hydiny a ošípaných	IRPP
Výroba železa a ocele	IS
Veľké spaľovacie prevádzky	LCP
Veľkovýroba anorganických chemikálií – odvetvie amoniaku, kyselín a hnojív	LVIC-AAF
Veľkovýroba anorganických chemikálií – odvetvie tuhých a ďalších látok	LVIC-S
Odvetvie veľkovýroby organických chemikálií	LVOC
Nakladanie s hlušinou a odpadom z ťažby	MTWR
Výroba skla	GLS
Výroba organických čistých chemikálií	OFC
Odvetvia neželezných kovov	NFM
Výroba cementu, vápna a oxidu horečnatého	CLM
Výroba chlóru a alkálií	CAK
Výroba polymérov	POL
Výroba buničiny, papiera a lepenky	PP
Výroba špeciálnych anorganických chemikálií	SIC
Výroba veľkoplošných materiálov na báze dreva	WBP
Rafinácia minerálnych olejov a plynu	REF
Odvetvie bitúnkov a vedľajších živočíšnych produktov	SA
Kováčsky a zlievárensky priemysel	SF
Povrchová úprava kovov a plastov	STM
Povrchová úprava využívajúca organické rozpúšťadlá vrátane konzervácie dreva a výrobkov z dreva chemikáliami	STS
Vyčiňovanie koží a kožušín	TAN
Textilné odvetvie	TXT
Spaľovanie odpadu	WI
Spracovanie odpadu	WT
Referenčný dokument (REF)	
Hospodárske vplyvy a dosah na viaceré zložky životného prostredia	ECM
Monitorovanie emisií do ovzdušia a vody zo zariadení, na ktoré sa vzťahuje smernica IED	ROM

Elektronické verzie návrhov a záverečných dokumentov sú verejne dostupné a možno ich stiahnuť zo stránky 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).

Tento dokument je pracovným návrhom Európskeho úradu IPPC (Spoločného výskumného centra Komisie). Nejde o oficiálnu publikáciu Európskej únie a nemusí nevyhnutne odrážať stanovisko Európskej komisie.

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 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, 17.5.2011, s. 3].

Členovia fóra vymenovali technických expertov, ktorí tvoria technickú pracovnú skupinu (TWG), ktorá bola hlavným zdrojom informácií pri vypracúvaní tohto dokumentu. Prácu TWG viedol Európsky úrad IPPC (Spoločného výskumného centra Komisie).

3 Štruktúra a obsah tohto dokumentu

Kapitola 1 obsahuje všeobecné informácie o priemyselnom odvetví spracovania železných kovov a o priemyselných postupoch a technikách používaných v tomto odvetví.

Kapitoly 1 až 6 obsahujú nižšie uvedené informácie o špecifických odvetviach FMP (t. j. valcovaní za tepla, valcovaní za studena, ťahaní drôtu, kontinuálnej povrchovej úprave ponorom do roztaveného kovu a kusovom zinkovaní). V prípade každého odvetvia FMP je kapitola štruktúrovaná nasledovne (X predstavuje číslo kapitoly):

- Oddiel X.1 obsahuje všeobecné informácie o odvetví FMP.
- Oddiel X.2 obsahuje informácie o použitých postupoch a technikách.
- Oddiel X.3 obsahuje údaje a informácie týkajúce sa environmentálnej výkonnosti zariadení odvetvia, ktoré boli v prevádzke v čase prípravy tohto dokumentu, a to z hľadiska súčasných emisií, spotreby a povahy surovín a využívania energie.
- V oddiele X.4 sa podrobnejšie opisujú techniky na prevenciu alebo, ak to nie je možné, na zníženie vplyvu prevádzkovaných zariadení v tomto odvetví na životné prostredie, na ktoré sa prihliadalo pri určovaní BAT. Tieto informácie zahŕňajú, ak je to relevantné, úrovne environmentálnej výkonnosti (napr. úrovne emisií a spotreby), ktoré možno dosiahnuť pomocou techník, súvisiace monitorovanie a náklady, ako aj otázky dosahu techník na viaceré zložky životného prostredia.
- Oddiel X.5 obsahuje informácie o nových technikách, ako sú vymedzené v článku 3 ods. 14 smernice.

Kapitola 7 obsahuje informácie o emisiách z postupov spoločných pre viac ako jedno odvetvie, t. j. emisiách do ovzdušia z regenerácie kyseliny a emisiách do vody z čistiarní odpadových vôd spracúvajúcich odpadové vody, pochádzajúcich z viac ako jedného odvetvia FMP. Ostatné toky z iných odvetví ako FMP môžu byť spracované spoločne, ale hlavná záťaž znečisťujúcou látkou pochádza z postupov odvetvia FMP.

Údaje o emisiách do vody z prevádzok čističiek odpadových vôd iba z jedného odvetvia FMP možno nájsť v príslušných kapitolách 1 až 6 venovaných špecifickým odvetviam.

Kapitola 8 obsahuje informácie o spoločných priemyselných postupoch, systémoch čistenia emisií a všeobecných technikách, ktoré sa používajú vo viac ako jednom odvetví FMP. Podrobnejšie sa v nej opisujú techniky na prevenciu alebo, ak to nie je možné, na zníženie vplyvu zariadení v tomto odvetví na životné prostredie, na ktoré sa prihliadalo pri určovaní BAT. Tieto informácie zahŕňajú, ak je to relevantné, úrovne environmentálnej výkonnosti (napr. úrovne emisií a spotreby), ktoré možno dosiahnuť pomocou techník, súvisiace monitorovanie a náklady, ako aj otázky dosahu techník na viaceré zložky životného prostredia. Techniky špecifické pre jednotlivé odvetvia, ktoré je potrebné zvážiť pri určovaní BAT (t. j. techniky, ktoré je potrebné zvážiť a ktoré sa uplatňujú špecificky v jednom odvetví), sú opísané v kapitolách 1 až 6.

Kapitola 9 obsahuje závery o BAT, ako sú vymedzené v článku 3 ods. 12 smernice, a to všeobecné aj odvetvovo špecifické. Kapitola 10 obsahuje záverečné poznámky a odporúčania pre budúcu prácu. A napokon kapitola 11 obsahuje niekoľko príloh obsahujúcich zoznam zariadení, z ktorých sa zbierali údaje, a ďalšie informácie o špecifických technických otázkach.

4 Zdroje informácií a odvodenie BAT

Tento dokument vychádza z informácií získaných z viacerých zdrojov, najmä prostredníctvom pracovnej skupiny TWG, ktorá bola zriadená osobitne na účely výmeny informácií podľa článku 13 smernice. Informácie zhromaždil a posúdil Európsky úrad IPKZ (Spoločného výskumného centra Komisie), ktorý viedol prácu na určovaní BAT, pričom sa riadil zásadami technickej odbornosti, transparentnosti a neutrality. Týmto ďakujeme TWG za jej prácu a rovnako ďakujeme všetkým ostatným prispievateľom.

Závery o BAT boli vypracované v rámci opakovaného procesu, ktorý zahŕňal tieto kroky:

- identifikácia kľúčových environmentálnych problémov v odvetví spracovania železných kovov,
- preskúmanie techník, ktoré sú najvhodnejšie na riešenie týchto kľúčových problémov,
- určenie najlepších úrovní environmentálnej výkonnosti na základe dostupných údajov v Európskej únii a na celom svete,
- skúmanie podmienok, za ktorých sa dosiahli tieto úrovne environmentálnej výkonnosti, ako sú náklady, dosah na viaceré zložky životného prostredia a hlavné hnacie sily pri realizácii techník,
- výber najlepších dostupných techník (BAT), s nimi súvisiacich úrovní emisií (a iných úrovní environmentálnej výkonnosti) a súvisiace monitorovanie pre toto odvetvie podľa článku 3 ods. 10 a prílohy III k smernici.

V každom z týchto krokov a v spôsobe, akým sú v tomto dokumente informácie predložené, zohralo kľúčovú úlohu odborné posúdenie Európskeho úradu IPPC a pracovnej skupiny TWG.

Ak boli k dispozícii hospodárske údaje, uviedli sa spolu s opismi techník uvedenými v oddieloch o *technikách špecifických pre jednotlivé odvetvia, ktoré je potrebné zvážiť pri určovaní BAT*. Tieto údaje poskytujú určitý prehľad o veľkosti nákladov a prínosov. Skutočné náklady a prínosy použitia techniky však môžu do značnej miery závisieť od konkrétnej situácie v príslušnom zariadení, ktorú nie je možné v tomto dokumente úplne zhodnotiť. Keďže chýbajú údaje o nákladoch, závery o ekonomickej životaschopnosti techník sa vyvodzujú z pozorovaní existujúcich zariadení.

5 Preskúmanie referenčných dokumentov o BAT (dokumentov BREF)

BAT je dynamický koncept, a preto je preskúmanie dokumentov BREF kontinuálnym procesom. Môžu sa napríklad objaviť nové opatrenia a techniky, veda a technológie sa neustále vyvíjajú a do odvetví sa úspešne zavádzajú nové postupy. S cieľom zohľadniť takéto zmeny a ich dôsledky pre BAT sa tento dokument bude pravidelne revidovať a v prípade potreby zodpovedajúcim spôsobom aktualizovať.

6 Kontaktné informácie

Všetky pripomienky a návrhy je potrebné zaslať Európskemu úradu IPPC Spoločného výskumného centra (JRC) na túto adresu:

Európska komisia
Riaditeľstvo JRC B – Rast a inovácie Európsky úrad
IPPC
Budova Expo
c/ Inca Garcilaso, 3
E-41092 Sevilla, Španielsko
Telefón: +34 95 4488 284
E-mail: JRC-B5-EIPPCB@ec.europa.eu
Internet:
http://eippcb.jrc.ec.europa.eu

PREDSLOV I

ROZSAH PÔSOBNOSTI XXXV

1 VŠEOBECNÉ INFORMÁCIE O ODVETVÍ SPRACOVANIA ŽELEZNÝCH KOVOV 36

2 VALCOVANIE ZA TEPLA 39

2.1 VŠEOBECNÉ INFORMÁCIE O VALCOVANÍ ZA TEPLA 39

2.1.1 Ploché výrobky valcované za tepla 39

2.1.2 Dlhé výrobky valcované za tepla 40

2.1.3 Kapacita valcovní na valcovanie za tepla v Európe 41

2.1.4 Rúry valcované za tepla 43

2.2 POUŽÍVANÉ POSTUPY A TECHNIKY PRI VALCOVANÍ ZA TEPLA 45

2.2.1 Prehľad postupu 45

2.2.1.1 Valcovacie stolice štvorcových predvalkov/Bramové valcovne 47

2.2.1.2 Valcovne pásov za tepla 47

2.2.1.3 Valcovne hrubých plechov 51

2.2.1.4 Tyčové a drôtové trate 52

2.2.1.5 Valcovne profilov 53

2.2.1.6 Rúrové valcovne 56

2.2.2 Povrchová úprava a úprava vstupného materiálu 58

2.2.3 Pece na opakovaný ohrev a pece na tepelné spracovanie 59

2.2.3.1 Dávkovacie pece 59

2.2.3.2 Kontinuálne pece 60

2.2.4 Odstraňovanie okovín 62

2.2.5 Ohraňovanie 62

2.2.6 Zdrsňovanie 62

2.2.7 Valcovanie pásov/dokončovacia trať 63

2.2.8 Valcovanie tyčí/dokončovacia trať 63

2.2.9 Valcovanie plechov 63

2.2.10 Valcovanie kruhov 64

2.2.11 Preprava valcovaného materiálu medzi valcovacími stolicami 64

2.2.12 Chladiace linky 64

2.2.13 Výroba tenkých a hrubých plechov 65

2.2.14 Tepelné spracovanie plechu 65

2.2.15 Morenie a olejovanie ocele valcovanej za tepla 66

2.2.16 Dielňa valcov 66

2.2.17 Vodné okruhy/hospodárenie s vodou vo valcovniach na valcovanie za tepla 66

2.2.18 Nakladanie s odpadmi a vedľajšími produktmi vo valcovniach na valcovanie za tepla 69

2.3 SÚČASNÁ SPOTREBA A ÚROVNE EMISIÍ V PRÍPADE VALCOVNÍ NA VALCOVANIE ZA TEPLA 71

2.3.1 Prehľad tokov hmoty 71

2.3.2 Spotreba energie 72

2.3.3 Spotreba materiálu 79

2.3.3.1 Spotreba olejov 79

2.3.3.2 Spotreba kyselín 81

2.3.4 Spotreba vody 85

2.3.5 Emisie do ovzdušia 87

2.3.5.1 Emisie do ovzdušia z mechanického spracovania, čistenia plameňom a zvárania 87

2.3.5.2 Emisie do ovzdušia z ohrevu 87

2.3.5.2.1 Emisie prachu ... 87
2.3.5.2.2 Emisie SO_2 ... 88
2.3.5.2.3 Emisie NO_X ... 88
2.3.5.2.4 Emisie CO ... 96
2.3.5.3 Emisie do ovzdušia z morenia ... 96
2.3.5.4 Obrázky s úrovňami emisií do ovzdušia ... 96
2.3.6 Emisie do vody ... 121
2.3.7 Rezíduá ... 121
2.4 TECHNIKY, KTORÉ TREBA ZOHĽADNIŤ PRI URČOVANÍ BAT O VALCOVANÍ ZA TEPLA ... 125
2.4.1 Povrchová úprava a úprava vstupného materiálu ... 128
2.4.1.1 Uzavreté čistenie plameňom (okrem ručného čistenia plameňom) kombinované s odsávaním vzduchu a spracovaním odpadových plynov ... 128
2.4.1.2 Uzavreté brúsenie kombinované s odsávaním vzduchu a spracovaním odpadových plynov ... 130
2.4.1.3 Počítačom riadená kontrola kvality (CAQC) ... 132
2.4.1.4 Ohraňovanie alebo orezávanie klinovitých brám ... 133
2.4.1.5 Pozdĺžne delenie brám ... 133
2.4.2 Pece na opakovaný ohrev a pece na tepelné spracovanie ... 134
2.4.2.1 Systém riadenia plynov zo spracovania ... 134
2.4.2.2 Optimalizovaná konštrukcia dverí pece ... 137
2.4.2.3 Regeneračný horák ... 138
2.4.2.4 Rekuperačný horák ... 140
2.4.2.5 Kyslíkovo-palivové spaľovanie ... 141
2.4.2.6 Bezplameňové spaľovanie ... 147
2.4.2.7 Pulzný horák ... 150
2.4.2.8 Nízkoemisné horáky NO_x ... 152
2.4.2.9 Selektívna katalytická redukcia (SCR) ... 153
2.4.2.10 Selektívna nekatalytická redukcia (SNCR) ... 156
2.4.2.11 Recirkulácia spalín (FGR) ... 158
2.4.2.12 Optimalizovaná konštrukcia sklzníc na zníženie stôp po sklzniciach ... 159
2.4.2.13 Zníženie energetických strát prostredníctvom zariadenia na prepravu suroviny 161
2.4.2.14 Rekuperácia tepla z chladenia sklzníc ... 162
2.4.2.15 Zachovanie tepla počas prepravy suroviny ... 163
2.4.2.16 Horúce/priame vsádzanie ... 166
2.4.2.17 Odlievanie na hotovo pre tenké bramy s následným valcovaním ... 169
2.4.2.18 Odlievanie na hotovo pre oceľové profily tvaru „H" s následným valcovaním ... 173
2.4.2.19 Všeobecné techniky na zvýšenie energetickej efektívnosti ohrevu a techniky rekuperácie tepla zo spalín ... 174
2.4.3 Odstraňovanie okovín ... 175
2.4.3.1 Odstraňovanie okovín rozprašovaním vody spúšťané snímačmi ... 175
2.4.3.2 Používanie vysokotlakových skladovacích zariadení ... 175
2.4.4 Ohraňovanie ... 176
2.4.4.1 Kalibrovací lis ... 176
2.4.4.2 Automatická regulácia šírky vrátane regulácie krátkeho zdvihu ... 178
2.4.5 Zdrsňovanie ... 179
2.4.5.1 Počítačom podporovaná optimalizácia valcovania ... 179
2.4.6 Doprava valcovaného materiálu z prípravného poradia do hotovného poradia dokončovacej trate ... 180
2.4.6.1 Boxy na zvitky ... 180
2.4.6.2 Pece na regeneráciu zvitkov ... 181
2.4.6.3 Ohrev okrajov pásu ... 182
2.4.7 Valcovanie ... 182
2.4.7.1 Optimalizácia orezávania ... 182
2.4.7.2 Zníženie trenia valcovania ... 183
2.4.7.3 Nútené medzistolicové chladenie pásov ... 184
2.4.7.4 Regulácia napätia pásu medzi stolicami ... 185
2.4.7.5 Kontrola profilu pásu a rovinnosti ... 186

2.4.7.6 Chladenie pracovných valcov ... 187
2.4.7.7 Automatizácia dokončovacej trate – procesná a základná automatizácia ... 188
2.4.7.8 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií pre mechanické procesy a zváranie v kombinácii so spracovaním odpadových plynov ... 188
2.4.7.9 Použitie rozprašovačov vody v prípade nízkej úrovne tvorby prachu ... 190
2.4.7.10 Hydraulické navijaky s krokovým ovládaním ... 191
2.4.7.11 Kontrola tvaru suroviny počas valcovania ... 192
2.4.7.12 Priebežné tepelné spracovanie (zrýchlené chladenie) ... 192
2.4.7.13 Termomechanická valcovacia operácia ... 193
2.4.7.14 Trojvalcová stolica ... 194
2.4.8 Chladiace linky ... 196
2.4.8.1 Optimalizované vodné čerpadlá pre laminárne toky ... 196
2.4.9 Morenie a olejovanie ocele valcovanej za tepla (HRPO) ... 197
2.4.10 Dielňa valcov ... 197
2.4.10.1 Recyklácia opotrebovaných pracovných valcov a úprava brúsneho kalu ... 197
2.4.11 Úprava vody a tvorba odpadovej vody ... 199
2.4.11.1 Polouzavreté a uzavreté vodné okruhy ... 199
2.4.11.2 Úprava a opakované využitie procesnej vody obsahujúcej okoviny a olej pri valcovaní za tepla ... 199
2.5 NOVÉ TECHNIKY VALCOVANIA ZA TEPLA ... 209
2.5.1 Organický Rankinov cyklus (ORC) – rekuperácia tepla z odpadových plynov pecí valcovní na opakovaný ohrev ... 209
2.5.2 Elektrické zváranie sochorov s použitím rozprašovačov vody a zariadení na elimináciu iskier na potlačenie fugitívnych emisií prachu ... 211
3 VALCOVANIE ZA STUDENA ... 215
3.1 VŠEOBECNÉ INFORMÁCIE O VALCOVANÍ ZA STUDENA ... 215
3.1.1 Ploché výrobky valcované za studena ... 215
3.2 POUŽÍVANÉ POSTUPY A TECHNIKY PRI VALCOVANÍ ZA STUDENA ... 217
3.2.1 Prehľad postupu ... 217
3.2.2 Morenie nízkolegovanej a legovanej HR ocele ... 219
3.2.3 Žíhanie (I) a morenie (I) vysokolegovanej HR ocele ... 220
3.2.4 Valcovanie za studena morených pásov valcovaných za tepla ... 222
3.2.4.1 Nízkolegovaná a legovaná oceľ ... 222
3.2.4.2 Vysokolegovaná oceľ ... 224
3.2.5 Žíhanie nízkolegovanej a legovanej ocele ... 225
3.2.5.1 Poklopové žíhanie ... 225
3.2.5.2 Kontinuálne žíhanie ... 227
3.2.6 Žíhanie (II) a morenie (II) vysokolegovanej ocele ... 228
3.2.7 Popúšťanie pásu valcovaného za studena ... 229
3.2.7.1 Nízkolegovaná a legovaná oceľ ... 229
3.2.7.2 Vysokolegovaná oceľ ... 230
3.2.8 Konečná úprava ... 230
3.2.9 Valcovne na valcovanie za studena na pútnickej stolici ... 231
3.2.10 Dielňa valcov ... 232
3.2.11 Hospodárenie s vodou a procesnými kúpeľmi vo valcovniach na valcovanie za studena ... 232
3.2.11.1 Systémy mazania valcovacej medzery: použitie emulzie alebo čistého oleja ... 232
3.2.11.2 Systém odmasťovacieho roztoku ... 234
3.2.11.3 Systémy chladiacej vody ... 234
3.2.11.4 Čistenie odpadových vôd ... 236
3.2.12 Nakladanie s odpadmi a vedľajšími produktmi vo valcovniach na valcovanie za studena ... 236
3.3 SÚČASNÁ SPOTREBA A ÚROVNE EMISIÍ V PRÍPADE VALCOVNÍ NA VALCOVANIE ZA STUDENA ... 238
3.3.1 Prehľad tokov hmoty ... 238
3.3.2 Spotreba energie ... 239

3.3.3 Spotreba materiálu ... 244
3.3.3.1 Spotreba olejov ... 244
3.3.3.2 Spotreba kyselín ... 246
3.3.4 Spotreba vody ... 253
3.3.5 Emisie do ovzdušia ... 253
3.3.5.1 Emisie do ovzdušia z mechanického spracovania a zvárania ... 253
3.3.5.2 Emisie do ovzdušia z ohrevu (žíhania) ... 254
3.3.5.3 Emisie do ovzdušia z morenia ... 257
3.3.5.4 Emisie do ovzdušia z valcovacích stolíc a konečnej úpravy ... 258
3.3.5.5 Obrázky s koncentráciami emisií do ovzdušia ... 258
3.3.6 Emisie do vody ... 281
3.3.7 Rezíduá ... 281
3.4 TECHNIKY, KTORÉ TREBA ZOHĽADNIŤ PRI URČOVANÍ BAT O VALCOVANÍ ZA STUDENA ... 282
3.4.1 Morenie ... 282
3.4.1.1 Laserový zvárací stroj ... 282
3.4.1.2 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií z odvíjania a mechanického predbežného odstraňovania okovín ... 285
3.4.1.3 Regenerácia kyseliny chlorovodíkovej rozprašovacím pražením ... 286
3.4.1.4 Regenerácia kyseliny chlorovodíkovej vo fluidnom lôžku ... 288
3.4.1.5 Prevádzka na morenie pásov HCl bez výtoku ... 289
3.4.1.6 Regenerácia kyseliny sírovej kryštalizáciou ... 291
3.4.1.7 Regenerácia nitračnej zmesi (HNO_3 a HF) rozprašovacím pražením ... 292
3.4.1.8 Regenerácia nitračnej zmesi (HNO_3 a HF) iónovou výmenou ... 294
3.4.1.9 Regenerácia nitračnej zmesi (HNO_3 a HF) difúznou dialýzou ... 295
3.4.1.10 Regenerácia nitračnej zmesi (HNO_3 a HF) odparovaním ... 296
3.4.1.11 Magnetické čerpadlá (nízkolegovaná a legovaná oceľ) ... 297
3.4.1.12 Úprava kyslých odpadových vôd ... 298
3.4.1.13 Trojkyselinové morenie pre nehrdzavejúcu oceľ ... 300
3.4.1.14 Chemická redukcia šesťmocného Cr(VI) oxidom siričitým ... 301
3.4.2 Valcovanie ... 302
3.4.2.1 Kontinuálne valcovanie pre nízkolegovanú a legovanú oceľ ... 302
3.4.2.2 Prevádzka na morenie spojená s tandemovou valcovňou ... 303
3.4.2.3 Optimálna voľba valcovacieho oleja a emulzného systému ... 304
3.4.2.4 Zníženie trenia valcovania ... 305
3.4.2.5 Monitorovanie a úprava kvality valcovacej emulzie ... 305
3.4.2.6 Predchádzanie kontaminácii valcovacej emulzie ... 306
3.4.2.7 Minimalizácia spotreby oleja/valcovacej emulzie ... 308
3.4.2.8 Čistenie a opakované použitie valcovacej emulzie ... 308
3.4.2.9 Úprava použitej valcovacej emulzie ... 310
3.4.2.10 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií z valcovania ... 313
3.4.3 Žíhanie ... 314
3.4.3.1 Spätné kaskádové odmastenie ... 314
3.4.3.2 Predodmasťovanie horúcou vodou ... 315
3.4.3.3 Regeneračné alebo rekuperačné horáky pre žíhacie pece ... 316
3.4.3.4 Nízkoemisný horák NO_X pre žíhacie pece ... 317
3.4.3.5 Selektívna katalytická redukcia (SCR) v kontinuálnych žíhacích linkách ... 318
3.4.3.6 Rekuperácia tepla na ohrev odmasťovacieho kúpeľa ... 321
3.4.4 Popúšťanie ... 322
3.4.4.1 Optimalizácia systémov používania emulzie pre mokré popúšťanie ... 322
3.4.4.2 Suché popúšťanie ocele a nízkoobjemové mazanie pri mokrom popúšťaní ... 323
3.4.4.3 Čistenie emulzie popúšťania ... 324
3.4.4.4 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií z mokrého popúšťania ... 325
3.4.4.5 Odsávanie vzduchu a čistenie emisií pri suchom popúšťaní ocele ... 326
3.4.5 Konečná úprava ... 327
3.4.5.1 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju ... 327
3.4.5.2 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií z vyrovnávania a zvárania ... 328

3.4.6 Dielňa valcov 329
3.4.6.1 Čistenie a opakované použitie brúsnej emulzie 329
3.4.6.2 Tvarovanie pracovných valcov 330
3.5 NOVÉ TECHNIKY VALCOVANIA ZA STUDENA 333
3.5.1 Organický Rankinov cyklus (ORC) – rekuperácia tepla z prebytočnej energie zo zvitkov v poklopových žíhacích peciach 333
4 ŤAHANIE DRÔTU 335
4.1 VŠEOBECNÉ INFORMÁCIE O ŤAHANÍ DRÔTU 335
4.2 POUŽITÉ PROCESY A TECHNIKY PRI ŤAHANÍ DRÔTU 336
4.2.1 Prehľad postupu ťahania drôtu 336
4.2.2 Príprava valcovaného drôtu 337
4.2.2.1 Mechanické odstraňovanie okovín z drôtov 338
4.2.2.2 Chemické odstraňovanie okovín (morenie) drôtov 338
4.2.2.3 Použitie mydlového (mazacieho) nosiča 338
4.2.3 Ťahanie 339
4.2.3.1 Suché ťahanie drôtu 339
4.2.3.2 Mokré ťahanie drôtu 339
4.2.4 Tepelné spracovanie drôtu 339
4.2.4.1 Poklopové žíhanie nízkouhlíkového oceľového drôtu 339
4.2.4.2 Kontinuálne (priebežné) žíhanie nízkouhlíkového oceľového drôtu 340
4.2.4.3 Kontinuálne (priebežné) žíhanie drôtu z nehrdzavejúcej ocele 340
4.2.4.4 Patentovanie 340
4.2.4.5 Kalenie a popúšťanie oleja (olejové popúšťanie) 341
4.2.4.6 Odstraňovanie napätia 341
4.2.5 Priebežné morenie 341
4.3 SÚČASNÁ SPOTREBA A ÚROVNE EMISIÍ V PRÍPADE ŤAHANIA DRÔTU 343
4.3.1 Prehľad tokov hmoty 343
4.3.2 Spotreba energie 344
4.3.3 Spotreba materiálu 344
4.3.3.1 Spotreba kyselín 344
4.3.4 Spotreba vody 344
4.3.5 Emisie do ovzdušia 344
4.3.5.1 Emisie do ovzdušia zo suchého ťahania 344
4.3.5.2 Emisie do ovzdušia z ohrevu 344
4.3.5.3 Emisie do ovzdušia z morenia 345
4.3.6 Emisie do vody 346
4.3.7 Rezíduá 346
4.3.8 Obrázky spotreby a úrovní emisií 348
4.4 TECHNIKY, KTORÉ TREBA ZOHĽADNIŤ PRI URČOVANÍ BAT O ŤAHANÍ DRÔTU 356
4.4.1 Mechanické odstraňovanie okovín 356
4.4.1.1 Recyklácia okovín 356
4.4.1.2 Regenerácia a opakované použitie brokovacieho média 357
4.4.2 Chemické odstraňovanie okovín/morenie valcovaného drôtu 359
4.4.2.1 Regulácia emisií z morenia 359
4.4.2.2 Regenerácia kyseliny 359
4.4.2.3 opakované použitie použitej kyseliny ako druhotnej suroviny 359
4.4.3 Suché ťahanie 360
4.4.3.1 Uzavretý ťahací stroj kombinovaný s odsávaním vzduchu a čistením emisií 360
4.4.3.2 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií pre emisie z ťahacieho stroja .. 361
4.4.3.3 Uzavretý okruh pre chladiacu vodu 361
4.4.3.4 Použitie ťahacích mydiel s nízkym obsahom bóraxu 362
4.4.4 Mokré ťahanie 363
4.4.4.1 Uzavretý okruh pre chladiacu vodu 363
4.4.4.2 Čistenie ťahacieho maziva/chladiacej kvapaliny 363

4.4.4.3 Spracovanie odpadových ťahacích mazív: olej a olejové emulzie 364
4.4.4.4 Úprava a zneškodňovanie odpadu z ťahacieho maziva: mydlové emulzie 365
4.4.5 Poklopové žíhanie drôtu 365
4.4.5.1 Prepláchnutie ochranného plynu 365
4.4.6 Kontinuálne (priebežné) žíhanie nízkouhlíkového drôtu 366
4.4.6.1 Plávajúce ochranné vrstvy alebo kryty nádrží na povrchu olovnatých kúpeľov .. 366
4.4.6.2 Minimalizácia prenosu olova..... 367
4.4.6.3 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju a úprava emisií z olovnatého kúpeľa 368
4.4.6.4 Uzavretý okruh prevádzky kaliaceho kúpeľa a čistenia odpadových vôd..... 368
4.4.7 Patentovanie.....369
4.4.7.1 Optimalizovaná prevádzka rúry 369
4.4.8 Kalenie a popúšťanie oleja.....370
4.4.8.1 Prepláchnutie ochranného plynu..... 370
4.4.8.2 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií pre emisie z olejových kaliacich kúpeľov..... 370
4.4.9 Tepelné spracovanie drôtu (rôzne postupy) 371
4.4.9.1 Indukčný ohrev drôtu 371
4.4.10 Priebežné morenie.....372
4.5 NOVÉ TECHNIKY ŤAHANIA DRÔTU 373
5 KONTINUÁLNA POVRCHOVÁ ÚPRAVA PONOROM DO ROZTAVENÉHO KOVU ... 375
5.1 VŠEOBECNÉ INFORMÁCIE O KONTINUÁLNEJ POVRCHOVEJ ÚPRAVE PONOROM DO ROZTAVENÉHO KOVU 375
5.2 POUŽITÉ POSTUPY A TECHNIKY PRI KONTINUÁLNEJ POVRCHOVEJ ÚPRAVE PONOROM DO ROZTAVENÉHO KOVU 376
5.2.1 Prehľad postupu kontinuálnej povrchovej úprave ponorom do roztaveného kovu 376
5.2.2 Zinkovanie plechu (zinkový povlak a povlak zo zliatiny zinku) 377
5.2.2.1 Morenie..... 377
5.2.2.2 Odmasťovanie..... 378
5.2.2.3 Tepelné spracovanie 379
5.2.2.4 Ponáranie do roztaveného kovu (zinkovanie) 380
5.2.2.5 Galvanické žíhanie..... 381
5.2.2.6 Konečná úprava 382
5.2.2.7 Následné úpravy 383
5.2.2.8 Okruhy chladiacej vody 384
5.2.2.9 Vodné okruhy/hospodárenie s vodou 387
5.2.3 Hliníkovanie plechu.....388
5.2.4 Pokovovanie drôtu ponorom za tepla 389
5.2.4.1 Kontinuálne morenie drôtu 389
5.2.4.2 Tavidlovanie 389
5.2.4.3 Ponáranie do roztaveného kovu (zinkovanie drôtu)..... 390
5.2.4.4 Konečná úprava drôtu..... 390
5.3 SÚČASNÁ SPOTREBA A ÚROVNE EMISIÍ V PRÍPADE KONTINUÁLNEJ POVRCHOVEJ ÚPRAVY PONOROM DO ROZTAVENÉHO KOVU POKOVOVANIE.....391
5.3.1 Prehľad tokov hmoty kontinuálneho pokovovania 391
5.3.2 Spotreba energie.....392
5.3.3 Spotreba materiálu..... 394
5.3.3.1 Spotreba olejov..... 394
5.3.3.2 Spotreba kyselín 394
5.3.4 Spotreba vody..... 396
5.3.5 Emisie do ovzdušia..... 396
5.3.5.1 Emisie do ovzdušia z ohrevu..... 396
5.3.5.2 Emisie do ovzdušia z odmasťovania..... 398
5.3.5.3 Emisie do ovzdušia z morenia..... 399
5.3.5.4 Obrázky s úrovňami emisií do ovzdušia..... 399

5.3.6 Emisie do vody 407
5.3.7 Rezíduá 407
5.4 TECHNIKY, KTORÉ TREBA ZOHĽADNIŤ PRI URČOVANÍ BAT O KONTINUÁLNEJ povrchovej úprave ponorom do roztaveného kovu 408
5.4.1 Zinkovanie plechu 408
5.4.1.1 Odmasťovanie 408
5.4.1.1.1 Spätné kaskádové odmastenie 408
5.4.1.1.2 Čistenie a opakované použitie odmasťovacieho roztoku 409
5.4.1.1.3 Použitie pece s priamym plameňom v prípade nanášania povlakov na oceľové plechy ponorom do roztaveného kovu 410
5.4.1.1.4 Žmýkacie valce 412
5.4.1.2 Tepelné spracovanie 413
5.4.1.2.1 Systém indukčného ohrevu 413
5.4.1.3 Ponáranie do roztaveného kovu (zinkovanie) 414
5.4.1.3.1 Vzduchové nože na kontrolu hrúbky povlaku 414
5.4.1.3.2 Stabilizácia pásu 415
5.4.1.4 Galvanické žíhanie 417
5.4.1.4.1 Veža na galvanické žíhanie vybavená indukčným ohrevom 417
5.4.1.5 Následné úpravy 420
5.4.1.5.1 Čistenie a opakované použitie fosfátovacieho alebo pasivačného roztoku . 420
5.4.1.5.2 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju z chemických kúpeľov alebo nádrží pri následnej úprave (t. j. fosfátovanie a pasivácia) 421
5.4.1.5.3 Uzavreté nádrže kombinované s odsávaním vzduchu v prípade kontinuálnej následnej úpravy 422
5.4.1.5.4 Minimalizácia vynášania chemického roztoku 423
5.4.1.5.5 Použitie valcových nanášacích strojov v prípade pásov 424
5.4.1.5.6 Predchádzanie používaniu zlúčenín šesťmocného chrómu pri pasivácii – použitie iných roztokov s obsahom kovov 426
5.4.1.5.7 Predchádzanie používaniu zlúčenín šesťmocného chrómu pri pasivácii – použitie roztokov organických polymérov 428
5.4.1.6 Konečná úprava 429
5.4.1.6.1 Zber a úprava emulzie z popúšťania 429
5.4.1.7 Čistenie odpadových vôd v zinkovacej linke 429
5.4.2 Hliníkovanie a cínovanie (terne) plechov 429
5.4.3 Pokovovanie drôtu ponorom za tepla (zinkovanie) 430
5.4.3.1 Tavidlovanie 430
5.4.3.1.1 Zakrytý tavidlový kúpeľ 430
5.4.3.2 Ponáranie do roztaveného kovu (zinkovanie drôtu) 430
5.4.3.2.1 Zinkový kúpeľ: správna prevádzková prax 430
5.4.3.2.2 Zachytávanie emisií a úprava odsávaného vzduchu 431
5.4.3.2.3 Stieranie vzduchom alebo dusíkom 432
5.4.3.2.4 Mechanické stieranie 432
5.5 NOVÉ TECHNIKY KONTINUÁLNEJ POVRCHOVEJ ÚPRAVY PONOROM DO ROZTAVENÉHO KOVU 434
5.5.1 Prúdové nanášanie pár 434
6 KUSOVÉ ZINKOVANIE 437
6.1 VŠEOBECNÉ INFORMÁCIE O KUSOVOM ZINKOVANÍ 437
6.2 POUŽITÉ POSTUPY A TECHNIKY PRI KUSOVOM ZINKOVANÍ 439
6.2.1 Prehľad nanášania povlakov ponorom do roztaveného kovu 439
6.2.2 Manipulácia so surovinami 441
6.2.3 Príprava vstupných surovín 441
6.2.4 Odmasťovanie 441
6.2.5 Morenie 442
6.2.5.1 Morenie v kyseline chlorovodíkovej 442
6.2.5.2 Morenie v H_2SO_4 442
6.2.6 Odstraňovanie 443
6.2.7 Oplachovanie 443

6.2.8 Tavidlovanie 443
6.2.9 Ponáranie do roztaveného kovu 444
6.2.10 Konečná a následná úprava 446
6.3 SÚČASNÁ SPOTREBA A ÚROVNE EMISIÍ PRE KUSOVÉ ZINKOVANIE 447
6.3.1 Prehľad tokov hmoty kusového zinkovania 447
6.3.2 Spotreba energie 448
6.3.3 Spotreba materiálu 449
6.3.4 Spotreba vody 451
6.3.5 Emisie do ovzdušia 451
6.3.5.1 Emisie do ovzdušia z ohrevu a sušenia surovín 451
6.3.5.2 Emisie do ovzdušia z morenia 452
6.3.5.3 Emisie do ovzdušia z ponoru do roztaveného kovu 452
6.3.6 Rezíduá 453
6.3.7 Obrázky spotreby a úrovní emisií 456
6.4 TECHNIKY, KTORÉ TREBA ZOHĽADNIŤ PRI URČOVANÍ BAT O KUSOVOM ZINKOVANÍ 476
6.4.1 Odmasťovanie 476
6.4.1.1 Pomalé zdvíhanie obrobkov 476
6.4.1.2 Biologická úprava odmasťovacieho kúpeľa („biologické odmastňovanie“) 477
6.4.2 Morenie a odstraňovanie 479
6.4.2.1 Oddelené morenie a odstraňovanie 479
6.4.2.2 Odparovacia regenerácia (HCl) 480
6.4.2.3 Odstraňovanie zinku iónovou výmenou 481
6.4.2.4 Odstraňovanie železa oxidáciou a zrážaním 483
6.4.2.5 Odstraňovanie zinku extrakciou rozpúšťadlom 483
6.4.2.6 Obmedzený prevádzkový rozsah pre otvorené moriace kúpele s kyselinou chlorovodíkovou 486
6.4.2.7 Odsávanie bočným poklopom alebo vekom 488
6.4.2.8 Uzavretá časť predúpravy s extrakciou 490
6.4.3 Oplachovanie 493
6.4.4 Tavidlovanie 493
6.4.5 Ponáranie do roztaveného kovu 493
6.4.5.1 Optimalizovaný čas ponoru 493
6.4.5.2 Pomalé vyberanie obrobkov z kúpeľa 494
6.4.5.3 Modifikovaný tavidlový roztok na zvýšenie obsahu hliníka v kúpeli 494
6.4.5.4 Zhodnocovanie a využitie častíc obsahujúcich zinok z parného odfuku (rúrová konečná úprava) 495
6.4.5.5 Nanášanie tenkého filmu pri kusovom zinkovaní 496
6.4.6 Emisie do vody 497
6.4.6.1 Vypúšťanie odpadových vôd pri kusovom zinkovaní 497
6.5 NOVÉ TECHNIKY PRE KUSOVÉ ZINKOVANIE 498

7 SÚČASNÁ SPOTREBA A ÚROVNE EMISIÍ PRE PROCESY SPOLOČNÉ PRE VIAC AKO JEDNO ODVETVIE 499

7.1 REGENERÁCIA KYSELINY 499
7.1.1 Emisie do ovzdušia 499
7.2 ČISTENIE ODPADOVÝCH VÔD Z TOKOV Z VIAC AKO JEDNÉHO ODVETVIA 506
7.2.1 Emisie do vody 506

8 TECHNIKY, KTORÉ TREBA ZOHĽADNIŤ PRI URČOVANÍ BAT VO VIAC AKO JEDNOM ODVETVÍ 549

8.1 TECHNIKY ENVIRONMENTÁLNEHO MANAŽÉRSTVA 549
8.1.1 Systém environmentálneho manažérstva (EMS) 549

8.1.2 Register chemikálií použitých v procese a tokov odpadových vôd a odpadových plynov 552
8.1.3 Systém manažérstva chemikálií (CMS) 553
8.2 MONITOROVANIE 555
8.2.1 Prehľad 555
8.2.2 Monitorovanie emisií do vody 555
8.2.3 Monitorovanie emisií organizovane odvádzaných do ovzdušia 556
8.3 VŠEOBECNÁ ENVIRONMENTÁLNA VÝKONNOSŤ 558
8.3.1 Zostavenie a vykonávanie plánu prevencie a kontroly únikov a úkapov 558
8.3.2 Používanie olejotesných záchytných nádrží alebo jám 559
8.3.3 Predchádzanie úkapom a únikom kyseliny a ich riešenie 560
8.3.4 Techniky skladovania a manipulácie so zvitkami 560
8.3.5 Zostavenie a realizáciu plánu riadenia OTNOC na zníženie emisií počas OTNOC 564
8.4 NEBEZPEČNÉ LÁTKY 567
8.4.1 Predchádzanie používaniu zlúčenín šesťmocného chrómu pri pasivácii 567
8.5 ENERGETICKÁ EFEKTÍVNOSŤ 568
8.5.1 Plán energetickej efektívnosti a energetické audity 568
8.5.2 Záznam o energetickej bilancii 569
8.5.3 Všeobecné techniky na zvýšenie energetickej efektívnosti ohrevu 570
8.5.3.1 Optimálna konštrukcia pece na ohrev suroviny 570
8.5.3.2 Optimalizácia spaľovania 572
8.5.3.3 Automatizácia a ovládanie pece 572
8.5.3.4 Systém riadenia plynov zo spracovania 574
8.5.3.5 Poklopové žíhanie so 100 % vodíkom 575
8.5.3.6 Optimálna koncepcia galvanizačnej vane 578
8.5.3.7 Optimálna prevádzka galvanizačnej vane 579
8.5.4 Všeobecné techniky rekuperácie tepla zo spalín 580
8.5.4.1 Predohrev suroviny 580
8.5.4.2 Sušenie obrobkov 582
8.5.4.3 Predohrev spaľovacieho vzduchu 583
8.5.4.4 Kotol na rekuperáciu odpadového tepla 588
8.6 MATERIÁLOVÁ EFEKTÍVNOSŤ 591
8.6.1 Techniky na zvýšenie materiálovej efektívnosti pri odmasťovaní 591
8.6.1.1 Použitie vstupnej suroviny s nízkou kontamináciou olejom a mazivom 591
8.6.1.2 Všeobecné techniky na zvýšenie efektívnosti odmasťovania 591
8.6.1.3 Minimalizácia vynášania odmasťovacieho roztoku 592
8.6.1.4 Spätné kaskádové odmastenie 592
8.6.1.5 Čistenie a opakované použitie odmasťovacieho roztoku 592
8.6.2 Techniky na zvýšenie materiálovej efektívnosti pri morení 595
8.6.2.1 Ohrev kyseliny pomocou výmenníkov tepla alebo ponorným spaľovaním 595
8.6.2.2 Minimalizácia korózie ocele 597
8.6.2.3 Mechanické predbežné odstraňovanie okovín 598
8.6.2.4 Elektrolytické morenie vysokolegovanej ocele 599
8.6.2.5 Oplachovanie po alkalickom odmastení 600
8.6.2.6 Všeobecné techniky na zvýšenie efektívnosti morenia 601
8.6.2.7 Čistenie moriaceho kúpeľa a opakované použitie voľnej kyseliny 602
8.6.2.8 Spätné kaskádové morenie 602
8.6.2.9 Minimalizácia vynášania moriacej kyseliny 603
8.6.2.10 Turbulentné morenie 604
8.6.2.11 Použitie inhibítorov morenia 605
8.6.2.12 Aktivované morenie pri morení v kyseline chlorovodíkovej 606

8.6.3 Techniky na zvýšenie materiálovej efektívnosti pri tavení 608
8.6.3.1 Oplachovanie obrobkov po morení 608
8.6.3.2 Optimalizované tavidlovanie 610
8.6.3.3 Odstránenie železa a opakované použitie taviaceho roztoku 611
8.6.3.4 Získavanie solí z použitého taviaceho roztoku na výrobu taviacich prostriedkov 616
8.6.3.5 Minimalizácia vynášania taviaceho roztoku 616
8.6.4 Techniky na zvýšenie materiálovej efektívnosti pri ponáraní do roztaveného kovu 617
8.6.4.1 Zníženie tvorby spodnej trosky 617
8.6.4.2 Prevencia, zachytávanie a opakované použitie rozstreku zinkom pri kusovom zinkovaní 618
8.6.4.3 Zníženie tvorby zinkového popola 618
8.6.5 Techniky na zhodnotenie použitej moriacej kyseliny 619
8.7 VYUŽÍVANIE VODY A PRODUKCIA ODPADOVÝCH VÔD 633
8.7.1 Plán hospodárenia s vodami a audity vodného hospodárstva 633
8.7.2 Oddeľovanie tokov vody 634
8.7.3 Minimalizácia kontaminácie technologickej vody uhľovodíkmi 635
8.7.4 opakované použitie a/alebo recyklovanie vody 636
8.7.5 Spätné kaskádové preplachy 637
8.7.6 Recyklácia alebo opakované použitie oplachovej vody 640
8.7.7 Chladiace vodné systémy 641
8.8 VŠEOBECNÉ TECHNIKY NA ZNÍŽENIE EMISIÍ DO OVZDUŠIA 644
8.8.1 Techniky na konci potrubia 644
8.8.1.1 Odlučovač kvapiek 644
8.8.1.2 Elektrostatický odlučovač (ESP) 644
8.8.1.3 Textilný filter 644
8.8.1.4 Selektívna katalytická redukcia (SCR) 644
8.8.1.5 Selektívna nekatalytická redukcia (SNCR) 645
8.8.1.6 Optimalizácia koncepcie a prevádzkovania SNCR/SCR 646
8.8.1.7 Mokré čistenie 648
8.8.2 Emisie do ovzdušia z ohrevu 648
8.8.2.1 Využitie elektriny vyrobenej z bezemisných zdrojov energie na ohrev 648
8.8.2.2 Používanie palív s nízkym obsahom prachu alebo popola 651
8.8.2.3 Obmedzenie unášania prachu 651
8.8.2.4 Použitie paliva alebo kombinácie palív s nízkym obsahom síry 652
8.8.2.5 Použitie paliva alebo kombinácie palív s nízkym potenciálom tvorby NO_X 652
8.8.2.6 Automatizácia a ovládanie pece 653
8.8.2.7 Optimalizácia spaľovania 653
8.8.2.8 Horák s nízkou tvorbou NO_X 653
8.8.2.9 Recirkulácia spalín 656
8.8.2.10 Obmedzenie teploty predohrevu vzduchu 658
8.8.2.11 Bezplameňové spaľovanie 661
8.8.2.12 Kyslíkovo-palivové spaľovanie 661
8.8.2.13 Selektívna katalytická redukcia (SCR) 661
8.8.2.14 Selektívna nekatalytická redukcia (SNCR) 662
8.8.3 Emisie do ovzdušia z odmasťovania 662
8.8.3.1 Uzavreté odmasťovacie nádrže kombinované s odsávaním vzduchu v prípade kontinuálneho odmasťovania 662
8.8.3.2 Emisie do ovzdušia z odmasťovacích činností pri kusovom zinkovaní 663
8.8.4 Emisie do ovzdušia z morenia v HR, CR, HDC a WD 664
8.8.4.1 Poklopové morenie v nádržiach vybavených vekom alebo uzatváracími poklopmi kombinované s odsávaním výparov 664
8.8.4.2 Kontinuálne morenie v uzavretých nádržiach kombinované s odsávaním výparov 666
8.8.4.3 Mokré čistenie, po ktorom nasleduje odlučovač kvapiek 667
8.8.5 Techniky redukcie NO_X pri morení v nitračnej zmesi 674
8.8.5.1 Morenie vysokolegovanej ocele bez kyseliny dusičnej 675

8.8.5.2 Pridanie peroxidu vodíka alebo močoviny do moriacej kyseliny 676
8.8.5.3 Mokré čistenie s pridaním oxidačného činidla (napr. peroxidu vodíka) 680
8.8.5.4 Selektívna katalytická redukcia (SCR) pri morení v nitračnej zmesi 681
8.8.5.5 Porovnanie metód redukcie NO_X pre morenie v nitračnej zmesi 682
8.8.6 Emisie do ovzdušia z ponoru do roztaveného kovu 684
8.8.6.1 Málo dymiace tavidlo 684
8.8.6.2 Minimalizácia prenosu taviaceho roztoku 686
8.8.6.3 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju 686
8.8.6.4 Uzavreté vane kombinované s odsávaním vzduchu 689
8.8.7 Emisie do ovzdušia z olejovania 691
8.8.7.1 Elektrostatické olejovanie 691
8.8.7.2 Uzavretý olejovací stroj s odsávaním vzduchu a následným odlučovačom kvapiek 693
8.8.7.3 Kontaktné mazanie 693
8.8.7.4 Olejovanie bez stlačeného vzduchu 694
8.8.8 Emisie do ovzdušia zo zhodnotenia kyseliny 695
8.8.8.1 Použitie paliva alebo kombinácie palív s nízkym obsahom síry a/alebo nízkym potenciálom tvorby NO_x 695
8.8.8.2 Automatizácia a ovládanie pece 695
8.8.8.3 Optimalizácia spaľovania 695
8.8.8.4 Horáky s nízkou tvorbou NO_X 695
8.8.8.5 Mokré čistenie, po ktorom nasleduje odlučovač kvapiek 696
8.8.8.6 Selektívna katalytická redukcia (SCR) 696
8.9 VŠEOBECNÉ TECHNIKY NA ZNIŽOVANIE EMISIÍ DO VODY 697
8.9.1 Adsorpcia 697
8.9.2 Aeróbna úprava 697
8.9.3 Chemické zrážanie 697
8.9.4 Chemická redukcia 697
8.9.5 Koagulácia a flokulácia 697
8.9.6 Vyrovnávanie 698
8.9.7 Filtrácia 698
8.9.8 Flotácia 698
8.9.9 Nanofiltrácia 698
8.9.10 Neutralizácia 698
8.9.11 Fyzické oddelenie 699
8.9.12 Reverzná osmóza 699
8.9.13 Sedimentácia 699
8.9.14 Čistenie vody kontaminovanej olejom alebo tukom 699
8.10 VŠEOBECNÉ TECHNIKY NA ZNÍŽENIE HLUKU A VIBRÁCIÍ 705
8.10.1 Plán riadenia hluku a vibrácií 705
8.10.2 Vhodné umiestnenie zariadenia a budov 705
8.10.3 Prevádzkové opatrenia 705
8.10.4 Zariadenie s nízkou hlučnosťou 705
8.10.5 Zariadenia na kontrolu hluku a vibrácií 706
8.10.6 Znižovanie hluku 706
8.11 REZÍDUÁ 707
8.11.1 Všeobecné techniky nakladania s rezíduami 707
8.11.1.1 Plán nakladania s rezíduami 707
8.11.1.2 Predúprava olejových okovín na ďalšie použitie 707
8.11.1.3 Použitie okovín 711
8.11.1.4 Použitie kovového šrotu 711
8.11.1.5 Recyklácia kovov a oxidov kovov zo suchého čistenia odpadových plynov 712
8.11.1.6 Použitie olejového kalu 712
8.11.1.7 Tepelná úprava hydroxidového kalu zo zhodnotenia nitračnej zmesi 713
8.11.2 Techniky spracovania rezíduí pri zinkovaní 715

8.11.2.1 Recyklácia prachu z textilných filtrov 715
8.11.2.2 Recyklácia zinkového popola a vrchnej trosky 715
8.11.2.3 Recyklácia spodnej trosky 716
8.11.2.4 Predchádzanie environmentálnym rizikám pri skladovaní rezíduí obsahujúcich zinok 717
8.11.3 Techniky spracovania rezíduí pri ťahaní drôtu 717
8.11.3.1 Predchádzanie environmentálnym rizikám pri skladovaní rezíduí obsahujúcich olovo 717
8.11.3.2 Recyklácia rezíduí obsahujúcich olovo z ťahania drôtu 718

9 ZÁVERY O NAJLEPŠÍCH DOSTUPNÝCH TECHNIKÁCH (BAT) PRE ODVETVIE SPRACOVANIA ŽELEZNÝCH KOVOV 721

9.1 ROZSAH PÔSOBNOSTI 721
9.2 VYMEDZENIE POJMOV 723
9.3 SKRATKY 726
9.4 VŠEOBECNÉ ASPEKTY 727
9.4.1 Najlepšie dostupné techniky 727
9.4.2 BAT-AEL a orientačné rozsahy úrovne emisií v prípade emisií do ovzdušia 727
9.4.3 BAT-AEL týkajúce sa emisií do vody 728
9.4.4 Ďalšie rozsahy úrovne environmentálnej výkonnosti súvisiace s najlepšími dostupnými technikami (BAT-AEPL) 729
9.4.4.1 BAT-AEPL týkajúce sa špecifickej spotreby energie (energetickej efektívnosti) . 729
9.4.4.2 BAT-AEPL týkajúce sa špecifickej spotreby vody 729
9.4.4.3 BAT-AEPL týkajúce sa špecifickej spotreby materiálu 729
9.5 VŠEOBECNÉ ZÁVERY O BAT PRE ODVETVIE SPRACOVANIA ŽELEZNÝCH KOVOV 730
9.5.1 Všeobecná environmentálna výkonnosť 730
9.5.2 Monitorovanie 734
9.5.3 Nebezpečné látky 739
9.5.4 Energetická efektívnosť 739
9.5.5 Materiálová efektívnosť 743
9.5.6 Využívanie vody a produkcia odpadových vôd 748
9.5.7 Emisie do ovzdušia 749
9.5.7.1 Emisie do ovzdušia z ohrevu 749
9.5.7.2 Emisie do ovzdušia z odmasťovania 753
9.5.7.3 Emisie do ovzdušia z morenia 754
9.5.7.4 Emisie do ovzdušia z ponoru do roztaveného kovu 756
9.5.7.5 Emisie do ovzdušia z olejovania 757
9.5.7.6 Emisie do ovzdušia z následnej úpravy 757
9.5.7.7 Emisie do ovzdušia zo zhodnotenia kyseliny 758
9.5.8 Emisie do vody 759
9.5.9 Hluk a vibrácie 761
9.5.10 Rezíduá 763
9.6 ZÁVERY O BAT PRE VALCOVANIE ZA TEPLA 765
9.6.1 Energetická efektívnosť 765
9.6.2 Materiálová efektívnosť 767
9.6.3 Emisie do ovzdušia 768
9.7 ZÁVERY O BAT PRE VALCOVANIE ZA STUDENA 769
9.7.1 Energetická efektívnosť 769
9.7.2 Materiálová efektívnosť 770
9.7.3 Emisie do ovzdušia 770
9.8 ZÁVERY O BAT PRE ŤAHANIE DRÔTU 772
9.8.1 Energetická efektívnosť 772
9.8.2 Materiálová efektívnosť 772
9.8.3 Emisie do ovzdušia 772

9.8.4 Rezíduá 773
9.9 ZÁVERY O BAT PRE NANÁŠANIE POVLAKOV NA PLECHY A DRÔTY PONORENÍM DO ROZTAVENÉHO KOVU 774
9.9.1 Materiálová efektívnosť 774
9.10 ZÁVERY O BAT PRE KUSOVÉ ZINKOVANIE 775
9.10.1 Rezíduá 775
9.10.2 Materiálová efektívnosť 775
9.10.3 Emisie do ovzdušia 776
9.10.4 Vypúšťanie odpadovej vody 777
9.11 OPISY TECHNÍK 778
9.11.1 Techniky na zvýšenie energetickej efektívnosti 778
9.11.2 Techniky na zníženie emisií do ovzdušia 779
9.11.3 Techniky na zníženie emisií do vody 780
10 ZÁVEREČNÉ POZNÁMKY A ODPORÚČANIA PRE BUDÚCU PRÁCU 781
11 PRÍLOHY 789
11.1 ZOZNAM ZARIADENÍ/PREVÁDZOK, KTORÉ SA ZÚČASTNILI NA ZBERE ÚDAJOV Z ROKU 2018 REVÍZIA ZBERU PRE FMP BREF 789
11.2 VYSVETLENIE IDENTIFIKÁCIE EMISNÉHO BODU 798
11.3 INFORMÁCIE O DRUHOCH OCELE, KATEGÓRIÁCH OCELE A OCEĽOVÝCH VÝROBKOCH V ODVETVÍ FMP 801
11.3.1 Druhy ocele 801
11.3.2 Oceľové výrobky 802
11.4 INFORMÁCIE O NAHLÁSENOM POUŽÍVANÍ BAT V RÔZNYCH ODVETVIACH FMP 804
11.5 SPAĽOVACÍ PROCES (PROCESY) PRI POUŽITÍ VZDUCHU OBOHATENÉHO KYSLÍKOM ALEBO ČISTÉHO KYSLÍKA: NORMALIZÁCIA NA ZÁKLADE OXIDU UHLIČITÉHO VZNIKAJÚCEHO POČAS SPAĽOVANIA 815
11.6 PRÍKLADY VÝPOČTU ŠPECIFICKEJ SPOTREBY ENERGIE NA OPAKOVANÝ OHREV, MEDZIOHREV A DOHREV V PROCESOCH VALCOVANIA ZA TEPLA 817
11.7 PRÍKLAD VÝPOČTU PRIEMERNÉHO ROČNÉHO VÝROBNÉHO VÝKONU PRI KUSOVOM ZINKOVANÍ 821
11.8 PRÍKLADY VÝPOČTU ŠPECIFICKEJ SPOTREBY MATERIÁLU 822
11.9 POROVNANIE METÓD REDUKCIE NO_x PRE PECE 823
SLOVNÍK 825
I KÓDY ISO KRAJÍN 825
II. MENOVÉ JEDNOTKY 826
III. JEDNOTKY A MERANIA 827
IV. SKRATKY 828
V. SKRATKY 829

REFERENCIE 835

Zoznam obrázkov

Obrázok 1.1: Výrobky tvarované za tepla a za studena, na ktoré sa vzťahuje tento BREF 36
Obrázok 2.1: Prehľad výrobkov valcovaných za tepla 46
Obrázok 2.2: Typické konštrukcie valcovne pásov za tepla 48
Obrázok 2.3: Výroba pásov za tepla s dvoma zariadeniami na odlievanie tenkých brám, dvoma pecami na opakovaný ohrev a jedným hotovným poradím valcovacej trate; kapacita 2 Mt/rok ... 49
Obrázok 2.4: Výroba pásov za tepla s dvoma zariadeniami na odlievanie tenkých brám, dvoma pecami na opakovaný ohrev, jedným kontinuálnym prípravným poradím, ohrievačom tyčí a hotovným poradím valcovacej trate; kapacita 3 Mt/rok 49
Obrázok 2.5: Výroba pásov za tepla s jedným zariadením na odlievanie tenkých brám priamo spojeným s jedným kontinuálnym prípravným poradím, indukčným ohrevom tyčí a nekonečným alebo polonekonečným hotovým poradím valcovacej trate; kapacita 2 Mt/rok 50
Obrázok 2.6: Typická konfigurácia Steckelovej valcovne 50
Obrázok 2.7: Steckelova valcovňa s navíjacími pecami 51
Obrázok 2.8: Typická konfigurácia valcovne hrubých plechov s jednou 4-valcovou horizontálnou valcovacou stolicou 51
Obrázok 2.9: Typické usporiadanie valcovne drôtu 52
Obrázok 2.10: Profilované valce pre štetovnicové profily 54
Obrázok 2.11: Univerzálne stolice na výrobu produktov s paralelnými prírubami 54
Obrázok 2.12: Usporiadanie valcovne ťažkých profilov 55
Obrázok 2.13: Usporiadanie valcovne ťažkých/stredných profilov pre štetovnice 55
Obrázok 2.14: Príklady prierezov oceľových profilov tvaru „H" 56
Obrázok 2.15: Valcovňa stredných profilov zásobovaná liatymi oceľovými profilmi tvaru „H" 56
Obrázok 2.16: Tŕňová valcovňa 57
Obrázok 2.17: Dierkovacia valcovňa 58
Obrázok 2.18: Jamová pec 60
Obrázok 2.19: Narážacia pec 60
Obrázok 2.20: Pec s pohyblivým nosníkom 61
Obrázok 2.21: Typická konštrukcia pece s otočným ohniskom 61
Obrázok 2.22: Usporiadanie valcov dokončovacej sekcie úpravy valcovaného drôtu 63
Obrázok 2.23: Materiál narezaný na polotovary po ohreve v indukčnej peci a profily zohriate v dávkovacej peci po rezaní za studena 64
Obrázok 2.24: Profily dierované, lisované a valcované v radiálnej valcovacej stolici a v axiálnej valcovacej stolici 64
Obrázok 2.25: Rôzne druhy vodného chladenia 65
Obrázok 2.26: Príklad prietokového vodného systému 66
Obrázok 2.27: Príklad polouzavretého vodného okruhu 67
Obrázok 2.28: Príklad uzavretého vodného okruhu 68
Obrázok 2.29: Vodné okruhy pre valcovňu pásov za tepla 68
Obrázok 2.30: Použitie vodných okruhov vo valcovni na valcovanie za tepla 69
Obrázok 2.31: Prehľad vstupov/výstupov pre valcovne na valcovanie za tepla 71
Obrázok 2.32: Špecifická spotreba energie (MJ/t spracovanej suroviny) na opakovaný ohrev suroviny . 75
Obrázok 2.33: Špecifická spotreba energie (MJ/t spracovanej suroviny) pre medziohrev suroviny 76
Obrázok 2.34: Špecifická spotreba energie (MJ/t spracovanej suroviny) pre dohrev suroviny 77
Obrázok 2.35: Špecifická spotreba energie (MJ/t spracovanej suroviny) pre valcovacie procesy 78
Obrázok 2.36: Špecifická spotreba oleja (kg/t produkcie) vo valcovniach na valcovanie za tepla 80
Obrázok 2.37: Špecifická spotreba HCl (kg/m^2 upraveného povrchu) v prevádzkach HRPO 82
Obrázok 2.38: Špecifická spotreba H_2SO_4 (kg/m^2 upraveného povrchu) v prevádzkach HRPO 83
Obrázok 2.39: Špecifická spotreba HF/HNO_3 (kg/m^2 upraveného povrchu) v prevádzkach HRPO 84
Obrázok 2.40: Špecifická spotreba vody (m^3/t produkcie) vo valcovniach na valcovanie za tepla 86
Obrázok 2.41: Emisie NO_X a teplota predohrevu vzduchu pre dohrev tepelne spracovateľskej pece v SSAB Oxelösund, Švédsko 89
Obrázok 2.42: Emisie $_X$ NO a teplota predohrevu vzduchu 90
Obrázok 2.43: Vplyv druhu paliva na teplotu plameňa 91
Obrázok 2.44: Koncentrácie emisií NO_X v závislosti od funkcie druhu palív používaných pri peci na opakovaný ohrev (COG a HFO) 91
Obrázok 2.45: Kontinuálne merané koncentrácie emisií NO_X pre narážacie pece v Tata Steel IJmuiden (prevádzka 110 HR2-1) zobrazujúce kolísania NO_X počas roka 92
Obrázok 2.46: Kontinuálne merané koncentrácie emisií NO_X na dvoch peciach s pohyblivým nosníkom z Tata Steel IJmuiden (prevádzka 110 HR2-2) zobrazujúce kolísania NO_X počas roka 93
Obrázok 2.47: Emisie prachu z mechanického spracovania, čistenia plameňom a zvárania (mg/Nm^3) – časť 1 z 2 98
Obrázok 2.48: Emisie prachu z mechanického spracovania, čistenia plameňom a zvárania (mg/Nm^3) – časť 2 z 2 99

Obrázok 2.49: Emisie olova z mechanického spracovania, čistenia plameňom a zvárania (mg/Nm^3) ... 100
Obrázok 2.50: Emisie niklu z mechanického spracovania, čistenia plameňom a zvárania (mg/Nm^3) 101
Obrázok 2.51: Emisie prachu z ohrevu surovín (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pre 100 % zemný plyn 102
Obrázok 2.52: Emisie prachu z ohrevu surovín (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pre palivá iné ako 100 % zemný plyn 103
Obrázok 2.53: Emisie SO_2 z ohrevu surovín (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pre 100 % zemný plyn..... 104
Obrázok 2.54: Emisie SO_2 z ohrevu surovín (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pre palivá iné ako 100 % zemný plyn 105
Obrázok 2.55: Emisie NO_X z opakovaného ohrevu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pre 100 % zemný plyn – časť 1 z 2..... 106
Obrázok 2.56: Emisie NO_X z opakovaného ohrevu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pre 100 % zemný plyn – časť 2 z 2..... 107
Obrázok 2.57: Emisie NO_X z medziohrevu a dohrevu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pre 100 % zemný plyn 108
Obrázok 2.58: Emisie NO_X z medziohrevu a dohrevu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pre palivá iné ako 100 % zemný plyn 109
Obrázok 2.59: Emisie NO_X z opakovaného ohrevu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pre 100 % zemný plyn pre opakovaný ohrev plochých výrobkov 110
Obrázok 2.60: Emisie NO_X z opakovaného ohrevu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pre palivá iné ako 100 % zemný plyn na opakovaný ohrev plochých výrobkov 111
Obrázok 2.61: Emisie NO_X z opakovaného ohrevu, medziohrevu a dohrevu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pre 100 % zemný plyn, bez predohrevu vzduchu 112
Obrázok 2.62: Emisie NO_X z opakovaného ohrevu, medziohrevu a dohrevu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pre palivá iné ako 100 % zemný plyn, bez predohrevu vzduchu 113
Obrázok 2.63: Emisie NOx z opakovaného ohrevu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pre 100 % zemný plyn, s teplotou predohrevu vzduchu a cieľovou teplotou suroviny – časť 1 z 2 114
Obrázok 2.64: Emisie NO_X z opakovaného ohrevu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pre 100 % zemný plyn, s teplotou predohrevu vzduchu a cieľovou teplotou suroviny – časť 2 z 2 115
Obrázok 2.65: Emisie NO_X z medziohrevu a dohrevu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pre 100 % zemný plyn, s teplotou predohrevu vzduchu a cieľovou teplotou suroviny 116
Obrázok 2.66: Emisie NO_X z opakovaného ohrevu a dohrevu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pre palivá iné ako 100 % zemný plyn, s teplotou predohrevu vzduchu a cieľovou teplotou suroviny 117
Obrázok 2.67: Emisie CO z opakovaného ohrevu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pre 100 % zemný plyn ... 118
Obrázok 2.68: Emisie CO z medziohrevu a dohrevu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pre 100 % zemný plyn 119
Obrázok 2.69: Emisie CO z opakovaného ohrevu a dohrevu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pre palivá iné ako 100 % zemný plyn 120
Obrázok 2.70: Špecifická tvorba rezíduí obsahujúcich olej (kg/t) 122
Obrázok 2.71: Špecifická tvorba okovín (kg/t)..... 123
Obrázok 2.72: Špecifická tvorba filtračného prachu (kg/t)..... 124
Obrázok 2.73: Znázornenie odstraňovania okovín (príklad s mokrým EP)..... 128
Obrázok 2.74: Znázornenie znižovania emisií z brúsenia..... 130
Obrázok 2.75: Brúsny stroj vybavený systémom čistenia odpadových plynov v Tata Steel IJmuiden .. 130
Obrázok 2.76: Dostupné teplo v závislosti od teploty odpadových plynov pre rôzne teploty predohrevu vzduchu..... 142
Obrázok 2.77: Schéma typického kyslíkového horáka pracujúceho so 100 % kyslíkom 143
Obrázok 2.78: Schéma horáka so vstrekovaním kyslíka externou tyčou 143
Obrázok 2.79: Emisie NO_X v závislosti od výkonu paliva pre pec na opakovaný ohrev 301 (SSAB, Borlänge) 145
Obrázok 2.80: Emisie NO_X v závislosti od výkonu paliva pre pec na opakovaný ohrev 302 (SSAB, Borlänge) 145
Obrázok 2.81: Priemerné mesačné emisie NO_X (vyjadrené v mg/MJ) v SSAB Borlänge (pec 301) – pred inštaláciou bezplameňového spaľovania (čierne body), po inštalácii bezplameňového spaľovania v častiach pece (hnedé body) a po úplnej inštalácii bezplameňového spaľovania v peci (žlté bodky) 149
Obrázok 2.82: Spotreba energie (vyjadrená v GJ/t) v SSAB Borlänge (pec 301) – pred inštaláciou bezplameňového spaľovania (modré body), po inštalácii bezplameňového spaľovania v častiach pece (červené body) a po kompletnej inštalácii bezplameňového spaľovania v peci (čierne body) 149
Obrázok 2.83: Schéma pece s pohyblivým nosníkom s De-NO_X 154
Obrázok 2.84: Koncentrácie emisií NO_X v narážacích peciach (č. 21 a 22) v Tata Steel IJmuiden so SCR a SNCR a pri peciach s pohyblivým nosníkom (č. 23 a 24) so SCR 154

Obrázok 2.85: Konštrukcia líšt sklzníc v peci na opakovaný ohrev pred valcovaním za tepla 159
Obrázok 2.86: Konštrukcia sklznice s dvomi rúrami pre pece na opakovaný ohrev 160
Obrázok 2.87: Pohľad zhora na rozmiestnenie sklzníc v peci na opakovaný ohrev (pravá časť schémy je vstup do pece, zatiaľ čo ľavá časť je výstup z pece) 160
Obrázok 2.88: Typická schéma odparovacieho chladenia sklzníc pece 162
Obrázok 2.89: Upravené skladovanie na zvýšenie teploty vsádzky 165
Obrázok 2.90: Tok materiálu – vsádzanie za studenia verzus vsádzanie za tepla 166
Obrázok 2.91: Typický vývoj teploty počas liatia tenkých brám nasledovaného valcovaním 169
Obrázok 2.92: Schéma procesu kompaktnej výroby pásov (CSP) 170
Obrázok 2.93: Schéma procesu radovej výroby pásov (ISP) 170
Obrázok 2.94: Konfigurácie kvalitnej výroby pásov (QSP) a nekonečné koncepty (QSP-E) kvalitnej výroby pásov 171
Obrázok 2.95: Schéma procesu nekonečnej výroby pásov (ESP) 171
Obrázok 2.96: Spotreba energie pre konvenčné valcovne pásov za tepla (HSM) v porovnaní s výrobnými procesmi ESP a CSP 172
Obrázok 2.97: Schéma komponentov a obrázok kalibrovacieho lisu 177
Obrázok 2.98: Prevádzka systému automatickej regulácie šírky 178
Obrázok 2.99: Usporiadanie boxu na zvitky 180
Obrázok 2.100: Systém optimalizácie orezávania 183
Obrázok 2.101: Schéma trojvalcovej stolice 195
Obrázok 2.102: Kruhová usadzovacia nádrž (zvislá) 200
Obrázok 2.103: Horizontálna usadzovacia nádrž 201
Obrázok 2.104: Schéma lamelového odlučovača 201
Obrázok 2.105: Skrutkový čírič 202
Obrázok 2.106: Príklad štrkovej filtrácie s detailným zobrazením spätného preplachovania 203
Obrázok 2.107: Príklad filtrov s drôtenou sieťkou zobrazujúci detailne činnosť spätného preplachovania 203
Obrázok 2.108: Prevzdušňovací lapač jemných okovín 204
Obrázok 2.109: Magnetická filtrácia (napríklad vysokogradientná MF) 205
Obrázok 2.110: Príklad systému recirkulácie vody pre valcovňu na valcovanie za tepla 206
Obrázok 2.111: Úprava preplachovej vody 207
Obrázok 2.112: Schéma organického Rankinovho cyklu 210
Obrázok 2.113: Schéma znázorňujúca princípy elektrického zvárania sochorov s použitím rozprašovačov vody v kombinácii so zariadením na zachytávanie iskier na potlačenie fugitívnych emisií prachu 212
Obrázok 3.1: Typické konfigurácie valcovní pásov za studena 218
Obrázok 3.2: Moriaca linka prepojená s linkou na valcovanie za studena s konvenčným dávkovým spracovaním verzus kontinuálnym žíhaním a spracovaním 219
Obrázok 3.3: Schéma kontinuálnej moriacej linky 220
Obrázok 3.4: 4-valcová stolica vo valcovni na valcovanie za studena 222
Obrázok 3.5: 6-valcová stolica vo valcovni na valcovanie za studena 223
Obrázok 3.6: Typická 20-valcová stolica na valcovanie nehrdzavejúcej ocele 225
Obrázok 3.7: Schéma žíhacej pece s poklopom 226
Obrázok 3.8: Príklad teplôt počas cyklu poklopového žíhania 227
Obrázok 3.9: Príklad kontinuálnej žíhacej pece 228
Obrázok 3.10: Obrázok a podrobná schéma valcovne na valcovanie za studena na pútnickej stolici ... 231
Obrázok 3.11: Všeobecný tok emulzie 233
Obrázok 3.12: Tok odmasťovacieho roztoku (kontinuálna žíhacia linka) 234
Obrázok 3.13: Systém chladiacej vody pre valcovňu na valcovanie za studena 235
Obrázok 3.14: Systém chladiacej vody pre morenie v HCl a poklopové žíhanie 235
Obrázok 3.15: Systém chladiacej vody pre kontinuálnu žíhaciu linku 235
Obrázok 3.16: Prehľad vstupov/výstupov pre valcovne na valcovanie za studena 239
Obrázok 3.17: Špecifická spotreba energie (MJ/t spracovanej suroviny) pri valcovaní 241
Obrázok 3.18: Špecifická spotreba energie (MJ/t spracovanej suroviny) pre kontinuálne žíhanie po valcovaní 242
Obrázok 3.19: Špecifická spotreba energie (MJ/t spracovanej suroviny) pre poklopové žíhanie po valcovaní 243
Obrázok 3.20: Špecifická spotreba oleja (kg/t spracovanej suroviny) vo valcovniach na valcovanie za studena 245
Obrázok 3.21: Znázornenie morenia v HCl a zhodnocovania kyseliny 246
Obrázok 3.22: Znázornenie morenia v H_2SO_4 a jej regenerácie 247
Obrázok 3.23: Znázornenie morenia nehrdzavejúcej ocele v kyseline HNO_3-HF (vrátane regenerácie) 248
Obrázok 3.24: Špecifická spotreba HCl (kg/m^2 upraveného povrchu) vo valcovniach na valcovanie za studena 249
Obrázok 3.25: Špecifická spotreba H_2SO_4 (kg/m^2 upraveného povrchu) vo valcovniach na valcovanie za studena 250
Obrázok 3.26: Špecifická spotreba HNO_3 (kg/m^2 upraveného povrchu) vo valcovniach na valcovanie za studena 251
Obrázok 3.27: Špecifická spotreba HF (kg/m^2 upraveného povrchu) vo valcovniach na valcovanie za studena 252

Obrázok 3.28: Špecifická spotreba vody (m^3/t spracovanej suroviny) vo valcovniach na valcovanie za studena 253
Obrázok 3.29: Príklad parametrov vsádzky počas fázy ohrevu a súvisiacich emisií NO_X (ppm) vrátane špecifických aspektov, ktoré je potrebné zvážiť pri meraní emisií NO_X z poklopových žíhacích pecí, najmä vplyv predohrevu vzduchu na emisie NO_X 255
Obrázok 3.30: Testovací príklad emisií NO_X (ppm) a vplyv výkonu horáka počas celého žíhacieho cyklu vo valcovni na valcovanie za studena C.D. Wälzholz zobrazujúci rozdiely medzi priemernou emisnou koncentráciou počas žíhacieho cyklu a maximálnou emisnou koncentráciou 256
Obrázok 3.31: Emisie prachu z mechanického spracovania a zvárania – časť 1 z 2 259
Obrázok 3.32: Emisie prachu z mechanického spracovania a zvárania – časť 2 z 2 260
Obrázok 3.33: Emisie olova z odstraňovania okovín pred morením 261
Obrázok 3.34: Emisie niklu z odstraňovania okovín pred morením 262
Obrázok 3.35: Emisie prachu z ohrevu surovín (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pri použití 100 % zemného plynu 263
Obrázok 3.36: Emisie prachu z ohrevu surovín (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pri palivách iných ako 100 % zemný plyn 264
Obrázok 3.37: Emisie SO_2 z ohrevu surovín (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pri použití 100 % zemného plynu 265
Obrázok 3.38: Emisie SO_2 z ohrevu suroviny (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pri palivách iných ako 100 % zemný plyn 266
Obrázok 3.39: Emisie NO_X z ohrevu surovín (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pri použití 100 % zemného plynu 267
Obrázok 3.40: Emisie NO_X z ohrevu suroviny (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pri palivách iných ako 100 % zemný plyn 268
Obrázok 3.41: Emisie NO_X z ohrevu suroviny (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) s použitím 100 % zemného plynu, bez predohrevu vzduchu 269
Obrázok 3.42: Emisie NO_X z ohrevu suroviny (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pri palivách iných ako 100 % zemný plyn, bez predohrevu vzduchu 270
Obrázok 3.43: Emisie NO_X z ohrevu suroviny (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pri použití 100 % zemného plynu, s teplotou predohrevu vzduchu a vstupnou a cieľovou teplotou suroviny 271
Obrázok 3.44: Emisie NO_X z ohrevu suroviny (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pri palivách iných ako 100 % zemný plyn, s teplotou predohrevu vzduchu a vstupom suroviny a cieľovou teplotou 272
Obrázok 3.45: Emisie CO z ohrevu vstupných surovín (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pri použití 100 % zemného plynu 273
Obrázok 3.46: Emisie CO z ohrevu suroviny (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pri iných palivách ako 100 % zemný plyn 274
Obrázok 3.47: Emisie prachu z morenia (mg/Nm^3) vo valcovniach na valcovanie za tepla, valcovanie za studena a nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu 275
Obrázok 3.48: Emisie HCl z morenia (mg/Nm^3) vo valcovniach na valcovanie za tepla, valcovanie za studena a nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu 276
Obrázok 3.49: Emisie SO_X z morenia (mg/Nm^3) vo valcovniach na valcovanie za tepla a za studena .. 277
Obrázok 3.50: Emisie $_X$ NO z morenia (mg/Nm^3) vo valcovniach na valcovanie za tepla a za studena . 278
Obrázok 3.51: Emisie HF z morenia (mg/Nm^3) vo valcovniach na valcovanie za tepla a za studena 279
Obrázok 3.52: Emisie TVOC z valcovacích stolíc a konečnej úpravy (mg/Nm^3) 280
Obrázok 3.53: Schéma laserového zváracieho stroja (bočný pohľad a horný pohľad) 284
Obrázok 3.54: Závislosť využitia oplachovej vody od obsahu železa 289
Obrázok 3.55: Príklad morenia v HCl bez výtoku a príklad regenerácie kyseliny 290
Obrázok 3.56: Systém na štiepenie použitých emulzií 311
Obrázok 3.57: Klasický odmasťovací proces 315
Obrázok 3.58: Prehľad kontinuálnej žíhacej linky vo valcovni na valcovanie za studena SSAB Borlänge (Švédsko) 319
Obrázok 3.59: Schéma úpravy odpadových plynov z kontinuálnej žíhacej linky pomocou SCR vo valcovni na valcovanie za studena SSAB Borlänge (Švédsko) 319
Obrázok 3.60: Koncentrácie emisií NO_X vo valcovni na valcovanie za studena SSAB Borlänge (Švédsko) pred a po systéme čistenia emisií SCR 320
Obrázok 3.61: Efektívnosť čistenia emisií v systéme SCR (%), spotreba amoniaku vyjadrená v kg/h a prietoky odpadových plynov vyjadrené v kNm^3/h vo valcovni na valcovanie za studena SSAB Borlänge (Švédsko) 320
Obrázok 3.62: Znižovanie prachu pri činnostiach tvarovania brokovaním 331
Obrázok 4.1: Výroba nízkouhlíkového pozinkovaného drôtu 336
Obrázok 4.2: Výroba vysokouhlíkového pozinkovaného drôtu 337

Obrázok 4.3: Bilancia vstupov a výstupov pre prevádzku ťahania drôtu 343
Obrázok 4.4: Špecifická spotreba energie (MJ/t spracovanej suroviny) pre ťahanie drôtu 349
Obrázok 4.5: Špecifická spotreba vody (m^3/t produkcie) v prevádzkach ťahania drôtu 350
Obrázok 4.6: Emisie prachu z ťahania drôtu (mokré a suché ťahanie) 351
Obrázok 4.7: Emisie prachu z ohrevu surovín 352
Obrázok 4.8: Emisie SO_2 z ohrevu surovín 353
Obrázok 4.9: Emisie NO_X a CO z ohrevu surovín 354
Obrázok 4.10: Emisie HCl z morenia valcovaného drôtu (mg/Nm^3) v prevádzkach ťahania drôtu 355
Obrázok 5.1: Všeobecná štruktúra linky na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu určenej na spracovanie zvitkov valcovaných za tepla spojenej s moriacou časťou 377
Obrázok 5.2: Usporiadania odmasťovacích liniek 378
Obrázok 5.3: Všeobecná štruktúra linky na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu vybavenej pecou s priamym plameňom na spracovanie zvitkov valcovaných za tepla a zvitkov valcovaných za studena 380
Obrázok 5.4: Všeobecná štruktúra linky na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu vybavenej odmasťovacou sekciou a pec so sálavými trubicami na spracovanie zvitkov zvyčajne valcovaných za studena 380
Obrázok 5.5: Detail trojvalcového systému používaného pri kontinuálnom ponáraní do roztaveného kovu 381
Obrázok 5.6: Schéma sekcie nanášania povlakov žíhacej linky 382
Obrázok 5.7: Typická konfigurácia chladiaceho okruhu s chladiacimi vežami 386
Obrázok 5.8: Chladiaci vodný systém s výmenníkmi tepla 387
Obrázok 5.9: Postup hliníkovania 388
Obrázok 5.10: Bilancia vstupov a výstupov pre kontinuálne linky na nanášanie povlakov na plechy ponorením do roztaveného kovu za tepla 391
Obrázok 5.11: Špecifická spotreba energie (MJ/t spracovanej suroviny) na ohrev suroviny pred ponorením plechov a drôtu do roztaveného kovu 393
Obrázok 5.12: Špecifická spotreba oleja (kg/t produkcie) v prevádzkach na povrchovú úpravu plechov a drôtov ponorením do roztaveného kovu 395 Obrázok 5.13: Špecifická spotreba čerstvej vody (m^3/t produkcie) v prevádzkach na povrchovú úpravu plechov a drôtov ponorením do roztaveného kovu 396
Obrázok 5.14: Korelácia medzi teplotou predohrevu vzduchu, výkonom horáka a emisiami NO_X nameranými v pilotnej prevádzke so sálavými trubicami prevádzkovanej spoločnosťou ArcelorMittal (Astúrias, Španielsko) 398
Obrázok 5.15: Emisie prachu z ohrevu suroviny plechu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) 400
Obrázok 5.16: Emisie SO_2 z ohrevu suroviny plechu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) 401
Obrázok 5.17: Emisie NO_X a CO z ohrevu suroviny plechu a drôtu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) 402
Obrázok 5.18: Emisie NO_X a CO z ohrevu suroviny plechu a drôtu bez predohrevu vzduchu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) 403
Obrázok 5.19: Emisie NO_X a CO z ohrevu suroviny plechu a drôtu s teplotou predohrevu vzduchu, vstupnou teplotou suroviny a cieľovými teplotami (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) 404
Obrázok 5.20: Emisie CO z ohrevu suroviny plechu a drôtu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) 405
Obrázok 5.21: Emisie TVOC z odmasťovania plechov 406
Obrázok 5.22: Príklad systému recyklácie odmasťovacieho roztoku 409
Obrázok 5.23: Schéma pece s priamym plameňom 411
Obrázok 5.24: Časť chemickej predúpravy pre linky na nanášanie povlakov na plechy ponorením do roztaveného kovu za tepla (príklad) 412
Obrázok 5.25: Schéma časti povlakovania zinkovacej linky na nanášanie povlakov ponorením do roztaveného kovu s ovládačmi vzduchových nožov a snímačom hrúbky povlaku 414
Obrázok 5.26: Schéma elektromagnetického stabilizátora 416
Obrázok 5.27: Schéma žíhacej veže vybavenej indukčným ohrevom 417
Obrázok 5.28: Schéma žíhacej indukčnej pece 418
Obrázok 5.29: Valčekový nanášač 425
Obrázok 5.30: Schéma zariadenia na prúdové nanášanie pár na povlakovanie pohybujúceho sa oceľového pásu zinkom 434
Obrázok 6.1: Typický postup pre všeobecnú zinkovňu 439
Obrázok 6.2: Princíp zinkovania rúr 440
Obrázok 6.3: Schéma toku materiálu pre všeobecné zinkovne 447
Obrázok 6.4: Špecifická spotreba energie (kWh/t spracovanej suroviny) pri kusovom zinkovaní 456
Obrázok 6.5: Špecifická spotreba energie (kWh/t spracovanej suroviny) pri kusovom zinkovaní vrátane ročnej výrobnej kapacity (výroba/objem ponárania do roztaveného kovu) 457
Obrázok 6.6: Špecifická spotreba energie (kWh/t spracovanej suroviny) na ohrev vsádzky galvanizačnej vane 458
Obrázok 6.7: Špecifická spotreba (kg/t pozinkovanej ocele) kyslých odmasťovacích roztokov v prevádzkach na kusové zinkovanie 459
Obrázok 6.8: Špecifická spotreba (kg/t pozinkovanej ocele) alkalických odmasťovacích roztokov v prevádzkach na kusové zinkovanie 460
Obrázok 6.9: Špecifická spotreba HCl (kg/t pozinkovanej ocele) pri morení v prevádzkach na kusové zinkovanie 461

Obrázok 6.10: Špecifická spotreba inhibítorov morenia (kg/t pozinkovanej ocele) pri morení v prevádzkach na kusové zinkovanie 462
Obrázok 6.11: Špecifická spotreba tavidla (kg/t pozinkovanej ocele) pri morení v prevádzkach na kusové zinkovanie 463
Obrázok 6.12: Emisie NO_X a CO z ohrevu galvanizačnej vane (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) 464 Obrázok 6.13: Emisie NO_X a CO zo sušenia surovín (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka)..... 465
Obrázok 6.14: Emisie HCl z morenia (mg/Nm^3) v prevádzkach na kusové zinkovanie 466
Obrázok 6.15: Emisie prachu z ponárania do roztaveného kovu (mg/Nm^3) v prevádzkach na kusové zinkovanie 467
Obrázok 6.16: Emisie prachu z ponárania do roztaveného kovu (mg/Nm^3) v prevádzkach na kusové zinkovanie
málo dymiace tavidlo..... 468
Obrázok 6.17: Špecifická produkcia použitého alkalického odmasťovacieho roztoku (kg/t) 469
Obrázok 6.18: Špecifická tvorba použitého kyslého odmasťovacieho roztoku (kg/t)..... 470
Obrázok 6.19: Špecifická tvorba olejového kalu z odmasťovacieho roztoku (kg/t) 471
Obrázok 6.20: Špecifická tvorba použitej HCl z morenia a odstraňovania (kg/t)..... 472
Obrázok 6.21: Špecifická tvorba použitého tavidla (kg/t) 473
Obrázok 6.22: Špecifická tvorba spodnej trosky (kg/t) 474
Obrázok 6.23: Špecifická tvorba zinkového popola (kg/t)..... 475
Obrázok 6.24: Znázornenie biologického odmasťovania 478
Obrázok 6.25: Príklad znázornenia regenerácie HCl odparovaním..... 480
Obrázok 6.26: Príklad hmotnostnej bilancie pre regeneráciu HCl odparovaním..... 480
Obrázok 6.27: Vývojový diagram odstraňovania zinku z moriacich kúpeľov 482
Obrázok 6.28: Schéma procesu extrakcie rozpúšťadlom 484
Obrázok 6.29: Limitná krivka pre prevádzku otvorených moriacich kúpeľov v HCl 487
Obrázok 6.30: Systémy extrakcie (bočným poklopom alebo vekom) používané pri prevádzke otvorených moriacich nádrží 489
Obrázok 6.31: Schéma uzavretej časti predúpravy pri kusovom pozinkovaní..... 490
Obrázok 7.1: Emisie prachu z regenerácie kyseliny (mg/Nm^3)..... 501
Obrázok 7.2: Emisie HCl z regenerácie kyseliny (mg/Nm^3) 502
Obrázok 7.3: Emisie SO_2 z regenerácie kyseliny (mg/Nm^3) 503
Obrázok 7.4: Emisie NO_X z regenerácie kyseliny (mg/Nm^3)..... 504
Obrázok 7.5: Emisie HF z regenerácie kyseliny (mg/Nm^3)..... 505
Obrázok 7.6: Emisie kadmia (µg/l) pri priamom vypúšťaní..... 510
Obrázok 7.7: Emisie kadmia (µg/l) pri nepriamom vypúšťaní 511
Obrázok 7.8: Emisie ChSK (mg/l) pri priamom vypúšťaní 512
Obrázok 7.9: Emisie ChSK (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní..... 513
Obrázok 7.10: Emisie chrómu (mg/l) pri priamom vypúšťaní..... 514
Obrázok 7.11: Emisie chrómu (mg/l) pri priamom vypúšťaní (zoradené podľa kategórie ocele)..... 515
Obrázok 7.12: Emisie chrómu (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní..... 516
Obrázok 7.13: Emisie chrómu (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní (zoradené podľa kategórie ocele) 517
Obrázok 7.14: Emisie chrómu VI (µg/l) pri priamom vypúšťaní..... 518
Obrázok 7.15: Emisie chrómu VI (µg/l) pri nepriamom vypúšťaní 519
Obrázok 7.16: Emisie fluoridov (mg/l) pri priamom vypúšťaní 520
Obrázok 7.17: Emisie fluoridov (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní..... 521
Obrázok 7.18: Emisie železa (mg/l) pri priamom vypúšťaní..... 522
Obrázok 7.19: Emisie železa (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní 523
Obrázok 7.20: Emisie ortuti (µg/l) pri priamom vypúšťaní..... 524
Obrázok 7.21: Emisie ortuti (µg/l) pri nepriamom vypúšťaní 525
Obrázok 7.22: Index emisií uhľovodíkových olejov (mg/l) pri priamom vypúšťaní..... 526
Obrázok 7.23: Index emisií uhľovodíkových olejov (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní 527
Obrázok 7.24: Emisie niklu (mg/l) pri priamom vypúšťaní..... 528
Obrázok 7.25: Emisie niklu (mg/l) pri priamom vypúšťaní (zoradené podľa kategórie ocele)..... 529
Obrázok 7.26: Emisie niklu (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní 530
Obrázok 7.27: Emisie niklu (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní (zoradené podľa kategórie ocele) 531
Obrázok 7.28: Emisie olejov (mg/l) pri priamom vypúšťaní..... 532
Obrázok 7.29: Emisie olejov (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní..... 533
Obrázok 7.30: Emisie fosforu (mg/l) pri priamom vypúšťaní..... 534
Obrázok 7.31: Emisie fosforu (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní 535
Obrázok 7.32: Emisie olova (µg/l) pri priamom vypúšťaní..... 536
Obrázok 7.33: Emisie olova (µg/l) pri nepriamom vypúšťaní..... 537
Obrázok 7.34: Emisie cínu (mg/l) pri priamom vypúšťaní..... 538
Obrázok 7.35: Emisie cínu (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní 539
Obrázok 7.36: Emisie nerozpustných tuhých látok (mg/l) pri priamom vypúšťaní..... 540
Obrázok 7.37: Emisie nerozpustných tuhých látok (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní 541
Obrázok 7.38: Emisie TOC (mg/l) pri priamom vypúšťaní..... 542

Obrázok 7.39: Emisie TOC (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní 543
Obrázok 7.40: Celkové emisie nerozpustných tuhých látok (mg/l) pri priamom vypúšťaní 544
Obrázok 7.41: Celkové emisie nerozpustných tuhých látok (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní 545
Obrázok 7.42: Emisie zinku (mg/l) pri priamom vypúšťaní 546
Obrázok 7.43: Emisie zinku (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní 547
Obrázok 8.1: Kontinuálne zlepšovanie v modeli EMS 550
Obrázok 8.2: Podpera zvitkov s gumou zodpovedajúcou geometrii zvitku 561
Obrázok 8.3: Podpera zvitkov s olejovými odkvapkávacími miskami 561
Obrázok 8.4: Kliešte na zvitky s chráničom 562
Obrázok 8.5: Magnet v tvare C na zdvíhanie zvitkov 562
Obrázok 8.6: Stohovač s tŕňmi na manipuláciu a prepravu zvitkov 563
Obrázok 8.7: Chemické reakcie v rámci 100 % poklopového žíhania vo vodíku 576
Obrázok 8.8: Princíp predohrevu brám pomocou odpadových plynov 580
Obrázok 8.9: Potenciálne úspory paliva pri predohreve spaľovacieho vzduchu 583
Obrázok 8.10: Schéma systému regeneračného horáka 584
Obrázok 8.11: Schéma samorekuperatívneho horáka 585
Obrázok 8.12: Typické rekuperátory odpadových plynov 586
Obrázok 8.13: Typický kompaktný rekuperátor 586
Obrázok 8.14: Schéma systému regeneratívneho horáka v sálavých trubiciach 587
Obrázok 8.15: Typický rekuperačný horák v sálavých trubiciach 588
Obrázok 8.16: Základná schéma kotla na rekuperáciu odpadového tepla 589
Obrázok 8.17: Príklad znázornenia keramickej filtrácie odmasťovacieho roztoku 593
Obrázok 8.18: Princíp výmenníkov tepla 596
Obrázok 8.19: Princíp ponorného spaľovania 596
Obrázok 8.20: Rôzne druhy moriacich nádrží 604
Obrázok 8.21: Zobrazenie aktivovaného morenia 607
Obrázok 8.22: Spätné kaskádové oplachovanie v prevádzke na kusové zinkovanie 609
Obrázok 8.23: Zobrazenie regenerácie tavidla 611
Obrázok 8.24: Schéma procesu elektrolytickej oxidácie 612
Obrázok 8.25: Vákuový chladiaci kryštalizačný proces pre H_2SO_4 620
Obrázok 8.26: Regenerácia kyseliny odparovaním 621
Obrázok 8.27: Princíp difúznej dialýzy 622
Obrázok 8.28: Postup regenerácie kyseliny HCl vo fluidnom lôžku 623
Obrázok 8.29: Postup regenerácie kyseliny HCl rozprašovacím pražením 624
Obrázok 8.30: Zobrazenie postupu výroby vysokočistých oxidov 625
Obrázok 8.31: Postup regenerácie nitračnej zmesi rozprašovacím pražením 626
Obrázok 8.32: Princíp štiepenia solí bipolárnymi membránami 628
Obrázok 8.33: Postup odparovania na regeneráciu nitračnej zmesi 629
Obrázok 8.34: Oplachovacie systémy 638
Obrázok 8.35: Schéma horáka s nízkymi emisiami NO_X s internou recirkuláciou spalín 653
Obrázok 8.36: Schematický príklad horáka s nízkymi emisiami NOx so stupňovitým prívodom vzduchu 654
Obrázok 8.37: Schéma horáka vybaveného FGR 657
Obrázok 8.38: Vplyv recirkulácie spalín na emisie NO_X 657
Obrázok 8.39: Príklad vzťahu NOX a teploty predohrevu vzduchu pre pec s pohyblivým nosníkom spaľujúcu zemný plyn 660
Obrázok 8.40: Príklad vzťahu medzi NO_X a teplotou predohrevu vzduchu pre (prevažne) pec na opakovaný ohrev spaľujúcu COG 660
Obrázok 8.41: Príklad vzťahu medzi NOX a teplotou predohrevu vzduchu pre pec na opakovaný ohrev spaľujúcu COG 661
Obrázok 8.42: Konštrukčné princípy pre uzavreté moriace nádrže 666
Obrázok 8.43: Princíp náplňových práčok 668
Obrázok 8.44: Princíp krížovej práčky 669
Obrázok 8.45: Princíp tanierových práčok 670
Obrázok 8.46: Princíp filtra výparov 671
Obrázok 8.47: Schéma vstrekovania H_2O_2 do recirkulačného okruhu moriacej kyseliny 678
Obrázok 8.48: Schéma vstrekovania H_2O_2 do moriacich kúpeľov cez rozprašovacie potrubie 678
Obrázok 8.49: Obojstranné periférne odpadové potrubie s pomocnými zariadeniami 687
Obrázok 8.50: Extrakcia veka v prevádzke na kusové zinkovanie 687
Obrázok 8.51: Stacionárny kryt 689
Obrázok 8.52: Presúvateľný kryt s vertikálne sa pohybujúcimi bočnými stenami 690
Obrázok 8.53: Princíp ultrafiltrácie 702
Obrázok 8.54: Prietok použitého odmasťovacieho roztoku (príklad kontinuálnej žíhacej linky) 703
Obrázok 8.55: Schéma prevádzky s rotačnou pecou na tepelné spracovanie olejových okovín 709

Obrázok 8.56: Obrázok rotačnej pece na tepelné spracovanie olejových okovín v integrovanej prevádzke ArcelorMittal 709
Obrázok 8.57: Tepelné spracovanie (t. j. kalcinácia a spekanie) hydroxidového kalu získaného po neutralizácii použitých kyselín 714
Obrázok 11.1: Schéma všeobecného systému odpadových vôd 799
Obrázok 11.2: Schéma rôznych usporiadaní potrubných trás v bežnej čistiarni odpadových vôd 799

ROZSAH PÔSOBNOSTI

Dokument BREF o odvetví spracovania železných kovov sa týka týchto činností uvedených v prílohe I k smernici 2010/75/EÚ:

2.3 Spracovanie železných kovov:
- a) prevádzka valcovní na valcovanie za tepla s kapacitou presahujúcou 20 ton surovej ocele za hodinu;
- c) nanášanie ochranných povlakov z roztavených kovov so vstupom viac ako 2 tony surovej ocele za hodinu; čo zahŕňa povrchovú úpravu ponorom do roztaveného kovu a kusové zinkovanie.

2.6 Povrchová úprava železných kovov pomocou elektrolytických alebo chemických procesov, kde objem používaných vaní presahuje 30 m^3, ak sa vykonáva pri valcovaní za studena, ťahaní drôtu alebo kusovom pozinkovaní.

6.11 Nezávisle prevádzkované čistenie odpadových vôd, na ktoré sa nevzťahuje smernica 91/271/EHS, za predpokladu, že hlavná záťaž znečisťujúcou látkou pochádza z činností, na ktoré sa vzťahuje tento BREF.

Tento dokument sa týka aj týchto činností:

- valcovania za studena a ťahania drôtu, ak sú priamo spojené s valcovaním za tepla a/alebo povrchovou úpravou ponorom do roztaveného kovu,
- regenerácie kyseliny, ak je priamo spojená s činnosťami, na ktoré sa vzťahuje tento BREF,
- kombinovaného čistenia odpadových vôd rôzneho pôvodu pod podmienkou, že na čistenie odpadových vôd sa nevzťahuje smernica 91/271/EHS a že hlavná záťaž znečisťujúcou látkou pochádza z činností, na ktoré sa vzťahuje tento BREF,
- procesov spaľovania priamo spojených s činnosťami, na ktoré sa vzťahuje tento BREF, pod podmienkou, že:
  1. plynné produkty spaľovania sa dostanú do priameho kontaktu s materiálom (ako je priamy ohrev suroviny alebo priame sušenie suroviny) alebo
  2. sálavé a/alebo vodivé teplo sa prenáša cez pevnú stenu (nepriamy ohrev)
     - bez použitia sprostredkujúceho teplonosného média (to zahŕňa ohrev galvanizačnej vane) alebo
     - keď plyn (napr. H_2) pôsobí ako sprostredkujúce teplonosné médium v prípade poklopového žíhania.

Tento dokument sa nezaoberá týmito činnosťami:

- pokovovaním žiarovým striekaním,
- elektrolytickým pokovovaním a bezprúdovým pokovovaním; na to sa môže vzťahovať BREF pre povrchovú úpravu kovov a plastov (STM).

Ďalšie referenčné dokumenty, ktoré by mohli byť relevantné pre činnosti, na ktoré sa vzťahuje tento dokument BREF, sú:

- výroba železa a ocele(IS),
- veľké spaľovacie prevádzky (LCP),
- povrchová úprava kovov a plastov (STM),
- úprava povrchu pomocou organických rozpúšťadiel (STS),
- úprava odpadu (WT),
- monitorovanie emisií do ovzdušia a vody zo zariadení, na ktoré sa vzťahuje smernica o priemyselných emisiách (ROM),
- hospodárske vplyvy a dosah na viaceré zložky životného prostredia (ECM),
- emisie zo skladovania (EFS),
- energetická efektívnosť (ENE),
- priemyselné chladiace systémy (ICS).

1 VŠEOBECNÉ INFORMÁCIE O ODVETVÍ SPRACOVANIA ŽELEZNÝCH KOVOV

Valcovanie za tepla a za studena tvoriace súčasť odvetvia spracovania železných kovov obsahuje rôzne výrobné metódy, ako je valcovanie za tepla, valcovanie za studena a ťahanie ocele. Vyrába sa veľké množstvo polotovarov a hotových výrobkov v rôznych výrobných linkách.

V literatúre zaoberajúcej sa odvetvím železných kovov sa používajú rôzne spôsoby rozdelenia a štruktúrovania odvetvia a poskytovania údajov. V niektorých správach sa rozlišuje podľa procesu tvarovania: za tepla – za studena; alebo podľa tvaru konečného výrobku: plochý – dlhý.

V iných zdrojoch (napr. NACE[1]) sa rozdeľuje odvetvie do skupín: výroba železa a ocele (vrátane väčšiny výrobkov valcovaných za tepla a za studena, ako aj kontinuálne poťahovaných pásov), výroba oceľových rúr a „iné prvotné spracovanie ocele" (ťahanie za studena, valcovanie úzkych pásov za studena, ťahanie drôtu atď.).

Zostaviť všeobecné informácie o odvetví, štatistické údaje (produktivita, počet/veľkosť prevádzok, distribúcia atď.) a ekonomické informácie je náročné, pretože vo väčšine dostupných zdrojov údajov sa používa odlišný základ a rozdeľuje odvetvie rôzne, čím sa znemožňuje porovnanie uvedených údajov.

Na prezentáciu všeobecných informácií o odvetví tvarovania za tepla a za studena v tomto dokumente BREF bol zvolený prehľad v súlade s vyrábanými výrobkami, ako je znázornené na obrázku 1.1.



Obrázok 1.1: Výrobky tvarované za tepla a za studena, na ktoré sa vzťahuje tento BREF

[1] Všeobecná priemyselná klasifikácia hospodárskych činností v rámci Európskeho spoločenstva.

Odvetvie spracovania železných kovov zahŕňa aj procesy, pri ktorých sa používajú povlaky z neželezných kovov, napr. zinku, na výrobky zo železných kovov zobrazené na obrázku 1.1. Tieto povlaky sa často nanášajú kontinuálnym spôsobom (často v súvislosti s výrobou železného výrobku), ako je to v prípade kontinuálneho nanášania povlakov na plechy ponorením do roztaveného kovu a pozinkovania drôtu. Výrobky zo železných kovov alebo oceľové konštrukčné diely sa tiež zinkujú v kusoch (kusové zinkovanie), zvyčajne ako v rámci subdodávateľskej činnosti v odvetví kusového zinkovania.

2 VALCOVANIE ZA TEPLA

2.1 Všeobecné informácie o valcovaní za tepla

2.1.1 Ploché výrobky valcované za tepla

V tabuľke 2.1 sa uvádzajú údaje o výrobe jednotlivých plochých výrobkov a o celkovej výrobe plochých výrobkov v roku 2019 v Európe. Údaje sa nahlasujú za nasledujúce ploché výrobky valcované za tepla:

- **Široké ploché výrobky**: ploché výrobky valcované za tepla so šírkou nad 150 mm až do 1 250 mm vrátane a hrúbkou zvyčajne nad 4 mm. Vždy sa dodávajú v tyčiach, t. j. vo zvitkoch. Špeciálnou požiadavkou je, aby hrany boli pravouhlé. Široké ploché výrobky sa valcujú zo štyroch strán (alebo v skriňových kalibroch).
- **Úzke pásy**: za tepla valcované pásy so šírkou zvyčajne do 600 mm, ktoré sa ihneď po poslednom valcovacom prechode navíjajú do zvitkov. Výroba sa meria okamžite po ukončení valcovacieho cyklu, t. j. pred orezaním alebo rektifikáciou.
- **Široké pásy**: pásy valcované za tepla so šírkou typicky nad 600 mm.
- **Hrubé plechy**: hrubé plechy vyrábané v kvartovalcovniach, napr. kvarto plechy.

Tabuľka 2.1: Výroba plochých výrobkov v Európe v roku 2019

	Široké ploché výrobky [tis. t]	Úzke pásy [tis. t]	Široké pásy [tis. t]	Hrubé plechy [tis. t]	Ploché výrobky valcované za tepla celkom [tis. t]
Rakúsko	0	0	4 593,2	678,7	**5 271,9**
Belgicko	0	11,4	8 540,5	425,2	**8 990,8**
Bulharsko	0	0	0	242,1	**242,1**
Česká republika	41,2	0	440,5	397,6	**879,4**
Dánsko	0	0	0	548,5	**548,4**
Fínsko	0	0	1 649,3	400,3	**2 049,6**
Francúzsko	0	0	9 065,7	677,1	**9 759,5**
Nemecko	81,8	949,6	18 903,0	2 695,2	**22 656,2**
Grécko	0	0	0	0	**0**
Maďarsko	0	0	1 528,2	0,2	**1 528,4**
Taliansko	167,2	0	8 874,7	1 934,6	**11 005,5**
Luxembursko	0	0	0	0	**0**
Holandsko	0	0	6 111,8	0	**6 129,2**
Poľsko	0	0	2 590,6	164,8	**2 755,5**
Portugalsko	0	0	0	0	**0**
Rumunsko	0	0	1 332,2	660,0	**1 992,2**
Slovensko	0	0	3 413,0	0	**3 412,9**
Slovinsko	0	0	106,9	237,7	**344,6**
Španielsko	0	0	3 887,6	463,5	**4 391,0**
Švédsko	0	0	2 541,1	583,1	**3 124,2**
Spojené kráľovstvo	278,6	27,2	3 183,1	221,6	**3 710,5**
Celkom	**568,8**	**988,2**	**76 761,4**	**10 330,6**	**88 792,5**

Pozn.: referenčný rok 2019.
Zdroj: [1, EUROFER 2021]

Pokiaľ ide o celkovú produkciu plochých výrobkov valcovaných za tepla, Nemecko je najväčším výrobcom s viac než dvojnásobnou produkciou oproti ďalším najväčšími výrobcom (Taliansko, Francúzsko, Belgicko a Holandsko). Prevažnú väčšinu plochých výrobkov valcovaných za tepla tvoria široké pásy.

2.1.2 Dlhé výrobky valcované za tepla

V tabuľke 2.2 sa uvádzajú údaje o výrobe jednotlivých dlhých výrobkov a o celkovej výrobe dlhých výrobkov v roku 2019 v Európe. Údaje sa nahlasujú za nasledujúce dlhé výrobky valcované za tepla:

- **koľajnice a príslušenstvo**: zahŕňajú ťažké aj ľahké železničné koľajnice, koľajnice pre električky a výrobky pre iné koľajové systémy (napr. žeriavové koľajnice, mostové koľajnice, žliabkové koľajnice), ako aj príslušenstvo valcované za tepla (napr. podvaly, stykovacie dosky, podkladnice),
- **betonárska oceľ**: okrúhle prierezy, priemer 6 – 40 mm, väčšinou s rebrami na povrchu,
- **obchodná tyčová oceľ**: okrúhle, štvorcové, obdĺžnikové, šesťhranné, osemhranné, prierezy v tvare L, v tvare [, v tvare I menšie ako 1 600 mm^2,
- **ťažké profily**: celá produkcia nosníkov a štetovnicových profilov,
- **valcovaný drôt**: valcované výrobky za tepla s kruhovým prierezom s priemerom od 5 mm do 14 mm.

Tabuľka 2.2: Výroba dlhých výrobkov v Európe v roku 2019

	Koľajnice a príslušenstvo [tis. t]	Betonárska oceľ [tis. t]	Obchodná tyčová oceľ [tis. t]	Ťažké profily [tis. t]	Valcovaný drôt [tis. t]	Celkové dlhé výrobky valcované za tepla [tis. t]
Rakúsko	536,3	250,0	189,7	11,5	494,5	**1 482,1**
Belgicko	0	0	0	0	557,2	**557,2**
Bulharsko	0	686,0	0	0	0	**686,0**
Česká republika	268,0	154,4	680,0	166,3	1 506,6	**2 897,3**
Dánsko	0	0	131,4	0	0	**131,4**
Fínsko	0	0	168,3	0	0	**168,3**
Francúzsko	288,3	743,2	958,6	0	1 677,6	**3 667,8**
Nemecko	5,3	1 798,4	2 430,7	1 771,2	5 610,8	**11 622,7**
Grécko	0	981,6	0	0	309,9	**1 291,5**
Maďarsko	0	332,8	0	0	0	**332,8**
Taliansko	182,7	3 015,5	3 432,7	695,9	5 001,8	**12 328,8**
Luxembursko	49,8	0	68,0	1 427,2	0	**2 020,6**
Holandsko	0	0	0	0	127,8	**127,8**
Poľsko	318,5	1 815,0	668,2	1 168,8	1 066,1	**5 174,0**
Portugalsko	0	996,1	0	0	785,6	**1 781,7**
Rumunsko	0	142,8	61,4	110,3	39,5	**354,1**
Slovensko	0	0	0	0	0	**0**
Slovinsko	0	0	179,6	0	0	**179,6**
Španielsko	272,2	1 510,2	1 401,0	2 661,2	2 937,0	**8 781,6**
Švédsko	0	0	463,0	0	33,3	**496,3**
UK	172.0	342,0	693,7	801,6	775,5	**2 785,1**
Iní národní výrobcovia	0	0	40,2	5,4	0	**45,6**
Celkom	**2 093,1**	**12 768,3**	**11 566,5**	**8 819,4**	**20 923,7**	**56 912,3**

Pozn.: referenčný rok 2019.
Zdroj: [1, EUROFER 2021]

Dve hlavné výrobné krajiny sú Taliansko a Nemecko, nasledované Španielskom a Poľskom. Najväčšiu časť odvetvia dlhých výrobkov z hľadiska tonáže predstavuje výroba valcovaného drôtu, ktorá tvorí približne tretinu celkovej produkcie, nasledovaná betonárskou oceľou a obchodnou tyčovou oceľou, pričom každá z nich predstavuje približne pätinu produkcie.

2.1.3 Kapacita valcovní na valcovanie za tepla v Európe

V roku 2021 bolo v EÚ 27 a Spojenom kráľovstve v prevádzke celkovo 302 valcovní na valcovanie za tepla (vrátane valcovní na valcovanie za tepla pre ploché a dlhé výrobky). Celkový počet a menovitá kapacita (vyjadrená v t/h) týchto prevádzok sú uvedené v tabuľke 2.3.

Tabuľka 2.3: Počet a menovitá kapacita (vyjadrená v t/h) valcovní na valcovanie za tepla prevádzkovaných v EÚ 27 a Spojenom kráľovstve v roku 2021

			Rozsah menovitej kapacity (t/h)											
Typ valcovne		**Celkom**	**0 – 19**	**20 – 39**	**40 – 59**	**60 – 79**	**80 – 99**	**100 – 119**	**120 – 149**	**150 – 199**	**200 – 299**	**300 – 399**	**400 – 499**	**> 500**
Valcovacia stolica štvorcových predvalkov/bramová valcovňa	Kombinovaná menovitá kapacita (t/h)	563	65	34	87	63	0	108	0	0	205	0	0	0
Valcovacia stolica štvorcových predvalkov/bramová valcovňa	Počet zariadení	11	5	1	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0
Valcovňa sochorov/ťažkých tyčí	Kombinovaná menovitá kapacita (t/h)	723	154	107	199	80	183	0	0	0	0	0	0	0
Valcovňa sochorov/ťažkých tyčí	Počet zariadení	23	13	3	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0
Valcovňa ťažkých profilov	Kombinovaná menovitá kapacita (t/h)	1 027	25	135	188	131	186	225	137	0	0	0	0	0
Valcovňa ťažkých profilov	Počet zariadení	17	2	4	4	2	2	2	1	0	0	0	0	0
Valcovňa stredných profilov	Kombinovaná menovitá kapacita (t/h)	1 275	58	152	217	200	537	112	0	0	0	0	0	0
Valcovňa stredných profilov	Počet zariadení	24	5	5	4	3	6	1	0	0	0	0	0	0
Valcovňa ľahkých profilov/valcovňa tyčí	Kombinovaná menovitá kapacita (t/h)	4 725	358	810	1 204	1 082	712	410	148	0	0	0	0	0
Valcovňa ľahkých profilov/valcovňa tyčí	Počet zariadení	122	47	24	23	15	8	4	1	0	0	0	0	0
Valcovňa drôtu	Kombinovaná menovitá kapacita (t/h)	2 195	10	134	253	630	354	333	137	342	0	0	0	0
Valcovňa drôtu	Počet zariadení	31	2	5	5	9	4	3	1	2	0	0	0	0
Valcovňa pásov za tepla	Kombinovaná menovitá kapacita (t/h)	11 949	32	0	105	0	0	428	422	702	1 153	2 158	2 348	4 600
Valcovňa pásov za tepla	Počet zariadení	39	2	0	2	0	0	4	3	4	5	6	5	8
Valcovňa hrubých plechov	Kombinovaná menovitá kapacita (t/h)	2 077	83	137	194	572	349	103	137	502	0	0	0	0
Valcovňa hrubých plechov	Počet zariadení	35	9	5	4	8	4	1	1	3	0	0	0	0

Zdroj: [1, EUROFER 2021]

2.1.4 Rúry valcované za tepla

Odvetvie oceľových rúr v EÚ predstavuje priemernú ročnú produkciu 12,2 milióna ton a obrat viac ako 12 miliárd EUR. Európske odvetvie oceľových rúr je plnohodnotnou súčasťou oceliarskeho priemyslu a využíva približne 10 % produkcie surovej ocele v EÚ.

V roku 2019 pozostávalo odvetvie oceľových rúr EÚ 27 zo 150 výrobných zariadení v 17 krajinách EÚ, ktoré zamestnávali 55 000 priamych zamestnancov.

Tabuľka 2.4 obsahuje súhrn údajov o globálnom trhu s oceľovými rúrami za obdobie 2019 – 2020. EÚ predstavuje 7 % svetovej produkcie ocele na výrobu rúr, zatiaľ čo Čína predstavuje viac ako 50 % svetovej produkcie.

Tabuľka 2.4: Globálny trh s oceľovými rúrami (2019 – 2020)

	Celkom [mil. t]	Bezšvové [mil. t]	Malé zvárané [mil. t]	Veľké zvárané [mil. t]
Svetová produkcia oceľových rúr	172	43	107	22
Produkcia oceľových rúr v EÚ 27	12,2	3,6	7.7	0,9
Spotreba oceľových rúr v EÚ 27	11,7	2,4	8,4	0,9
Export oceľových rúr v EÚ 27	3,1	1,7	0,9	0,5
Dovoz oceľových rúr do EÚ 27	2,6	0,5	1,6	0,5
Svetová produkcia ocele	1 875	NA	NA	NA
Produkcia ocele v EÚ	150	NA	NA	NA

NA: nie je k dispozícii
Zdroj: [2, EUROFER 2021]

Oceľové rúry pokrývajú tri kategórie výrobkov, ktoré sa výrazne líšia z hľadiska výrobného procesu, surovín a investičných požiadaviek. Tieto kategórie sú klasifikované ako:

- bezšvové rúry,
- veľké zvárané oceľové rúry s kruhovým prierezom s vonkajším priemerom nad 406,4 mm,
- malé zvárané oceľové rúry s kruhovým prierezom s vonkajším priemerom do 406,4 mm vrátane, spolu so zváranými oceľovými rúrami s nekruhovým prierezom akéhokoľvek priemeru.

Bezšvový proces je v podstate proces horúceho vytláčania z oceľového sochora. Bezšvové rúry dokončené za tepla sa môžu ďalej spracovať ťahaním za studena. Zvárací proces je zvyčajne procesom tvárnenia za studena (s výnimkou pol tucta prevádzok v EÚ 27) z plochého oceľového výrobku, plechu, zvitku alebo pásu.

Odvetvie sa zameriava na bezšvové rúry dokončované za tepla s celkovým počtom 30 prevádzok v 10 krajinách, ktoré patria 15 skupinám. Bezšvová výroba ťahaním za studena, ako aj výroba zváraním, je oveľa rozptýlenejšia a charakteristická značným počtom malých nezávislých výrobcov.

Približne 30 % vyrobených rúr tvoria bezšvové rúry a zo zvyšných 70 % zváraných rúr predstavuje približne 7 % rúry s veľkým priemerom. Väčšinu celkového odvetvia oceľových rúr tvoria rúry s malým priemerom s podielom 63 %. Odvetvie oceľových rúr dodáva široký sortiment výrobkov pre rozmanitú škálu odvetví konečného použitia:

- energia, ťažba a preprava ropy a plynu, výroba energie a petrochémia,
- stavebníctvo,
- strojárstvo a strojárenská výroba,
- doprava vrátane automobilového priemyslu,
- spotrebný tovar vrátane kovového nábytku, bicyklov, radiátorov, hračiek.

Tabuľka 2.5 obsahuje údaje o výrobe oceľových rúr v jednotlivých členských štátoch v roku 2019.

Tabuľka 2.5: Výroba oceľových rúr v roku 2019

Krajina	Bezšvové rúry [tis. t]	Zvárané rúry [tis. t]	Rúry celkom [tis. t]
Rakúsko	427	219	645
Belgicko	0	0	0
Bulharsko	0	153	153
Chorvátsko	0	0	0
Cyprus	0	0	0
Česká republika	259	247	506
Dánsko	0	0	0
Estónsko	0	0	0
Fínsko	0	294	294
Francúzsko	274	214	488
Nemecko	1 112	1 221	2 333
Grécko	0	448	448
Maďarsko	0	69	69
Írsko	0	0	0
Taliansko	564	3 478	4 042
Lotyšsko	0	16	16
Litva	0	0	0
Malta	0	0	0
Holandsko	0	249	249
Poľsko	105	649	754
Portugalsko	0	0	0
Rumunsko	423	134	557
Slovenská republika	178	55	233
Slovinsko	0	0	0
Španielsko	195	1 095	1 290
Švédsko	81	15	95
Zdroj: [2, EUROFER 2021]			

2.2 Používané postupy a techniky pri valcovaní za tepla

2.2.1 Prehľad postupu

Pri valcovaní za tepla sa veľkosť, tvar a metalurgické vlastnosti oceľových brám, predvalkov, sochorov alebo ingotov menia opakovaným stláčaním horúceho kovu (teplota v rozmedzí od 1 050 °C do 1 300 °C) medzi elektricky poháňanými valcami. Oceľový vstupný materiál pre valcovanie za tepla sa líši formou a tvarom v závislosti od technologického postupu a od výrobku, ktorý sa má vyrábať.

Liate ingoty, prevažne so štvorcovým prierezom, sa používajú na výrobu brám a predvalkov v bramových/predvalkových valcovniach. Bramy a predvalky sa ďalej spracúvajú na plechy alebo pásy v iných valcovniach. Od používania liatych ingotov a bramovania/predvalkovania sa upúšťa, pretože z dôvodu kontinuálneho odlievania je už zastarané. V čase zostavovania tohto dokumentu sa viac ako 98 % surovej ocele vyrobenej v Európe kontinuálne odlieva do polotovarov, ako sú bramy, predvalky alebo sochory [3, EUROFER 2020]. Iba malá časť sa odlieva do samostatných kokíl na výrobu ingotov pre niektoré špeciálne výrobky (napr. hrubé plechy).

Bramy (400 – 2 500 mm široké a 40 – 500 mm hrubé) sú polotovary, kontinuálne liate výrobky na valcovanie plochých výrobkov. Patria sem **tenké bramy** (840 mm až 1 560 mm široké a 50 mm až 60 mm hrubé).

Sochory (štvorcového alebo obdĺžnikového tvaru s prierezmi od 2 500 mm^2 do 14 400 mm^2 (50 mm x 50 mm až 120 mm x 120 mm) a **predvalky (**štvorcového alebo obdĺžnikového tvaru s prierezmi od 14 000 mm^2 až po približne 100 000 mm^2 (120 mm x 120 mm až po 250 mm x 400 mm) sú polotovary z kontinuálneho odlievania používané na valcovanie dlhých výrobkov.

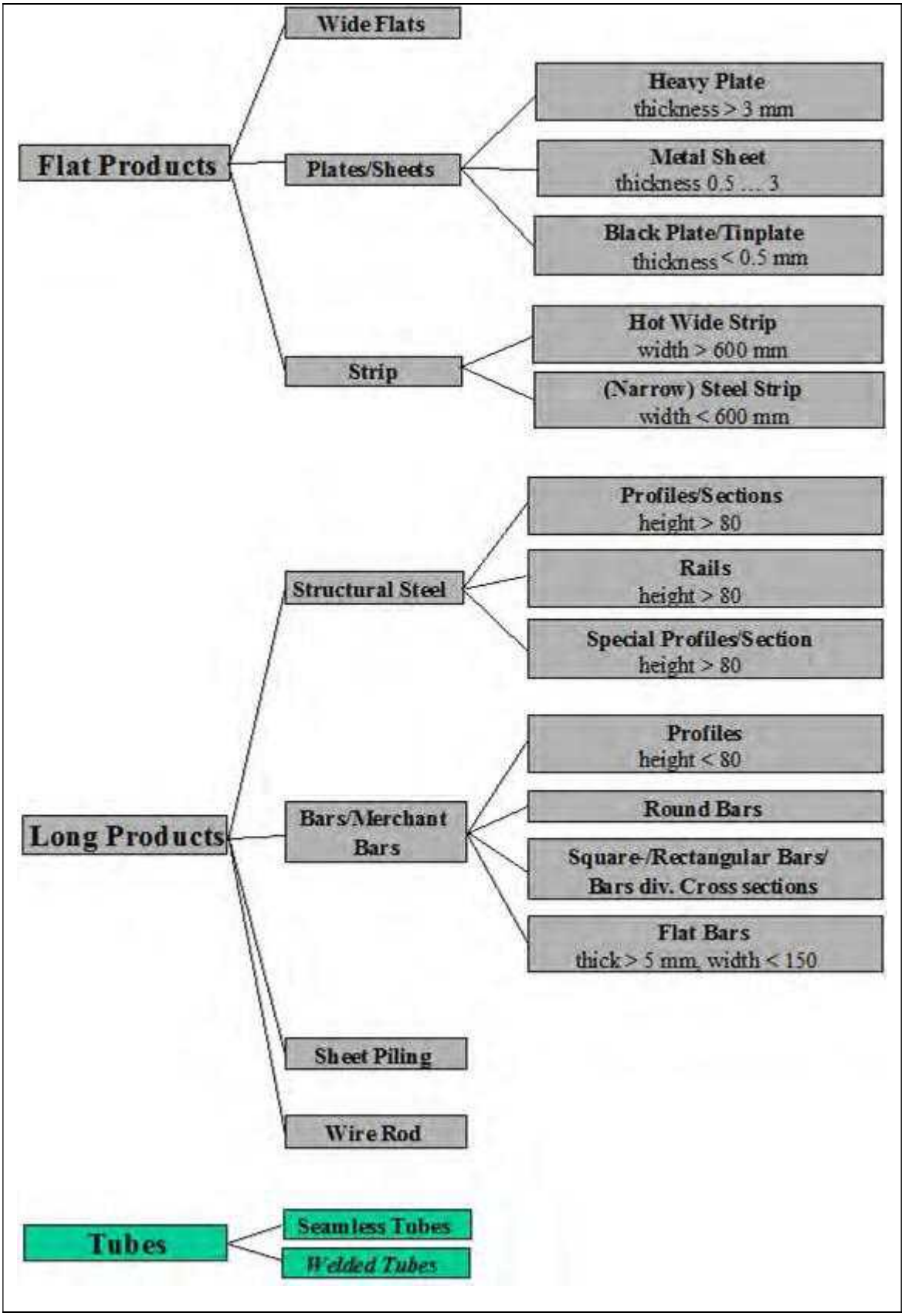
Nosníkové predvalky (s rozmermi od 170 mm x 240 mm až po 500 mm x 1120 mm) sa kontinuálne odlievajú do tvaru blízkeho konečnému. Polotovary na nosníky sa používajú na valcovanie dlhých výrobkov. [4, EUROFER 1998]

Valcovacie trate za tepla obvykle zahŕňajú nasledujúce procesné kroky:

- uskladnenie surovín a manipulácia s nimi,
- povrchová úprava (brúsenie, čistenie plameňom) a príprava (rezanie na požadovaný rozmer) surovín,
- opakované ohriatie na teplotu valcovania,
- odstraňovanie okovín,
- valcovanie (zdrsňovanie vrátane redukcie šírky, valcovania na konečný rozmer a vlastnosti),
- chladenie,
- navíjanie (v prípade pásového materiálu),
- dokončovanie (orezávanie, delenie, strihanie).

Výrobky získané valcovaním za tepla sa zvyčajne klasifikujú do dvoch základných typov podľa tvaru: ploché a dlhé výrobky. Rúry sa v tomto dokumente označujú aj pojmom „dlhý výrobok".

Na obrázku 2.1 je znázornený prehľad výrobkov vyrábaných na rôzne účely a použitia.



Obrázok 2.1: Prehľad valcovaných výrobkov valcovaných za tepla

Valcovne na valcovanie za tepla sa klasifikujú podľa typu výrobku, ktorý vyrábajú, a podľa svojich konštrukčných vlastností. Nasledujúce kapitoly poskytujú prehľad o rôznych usporiadaniach valcovní a výrobných postupoch. Podrobnejšie informácie o jednotlivých krokoch spracovania, ktoré sú v rôznych valcovniach často podobné, sa uvádzajú nižšie.

2.2.1.1 Valcovacie stolice štvorcových predvalkov/bramové valcovne

Valcovacie stolice štvorcových predvalkov a bramové valcovne sa používajú na valcovanie liatych ingotov na polotovary, ako sú predvalky a bramy, na ďalšie spracovanie v iných valcovniach. Surovina sa ohrieva v ohrevných jamách na približne 1 300 °C a následne sa tvaruje na ťažkých dvojvalcových reverzných valcovacích stoliciach v 15 – 30 valcovacích prechodoch.

Materiál určený na valcovanie sa posúva po valčekových dráhach, polohuje sa pomocou manipulátorov a privádza sa do valcovacej medzery. Materiál sa počas série priechodov opakovane otáča o 90° okolo svojej pozdĺžnej osi.

Hlavný rozdiel medzi predvalkovými a bramovými stolicami spočíva vo väčšej výške stolíc používaných na valcovanie brám. To súvisí s charakteristikami produktu; keďže predvalkové stolice sa používajú hlavne na valcovanie plochých polotovarov, vyžadujú si väčšiu výšku zdvihu horných valcov.

Ďalším valcovacím systémom je univerzálna bramová stolica. Pracovné páry valcov sú usporiadané horizontálne a vertikálne za sebou. Zvislé valce tvoria úzke strany.

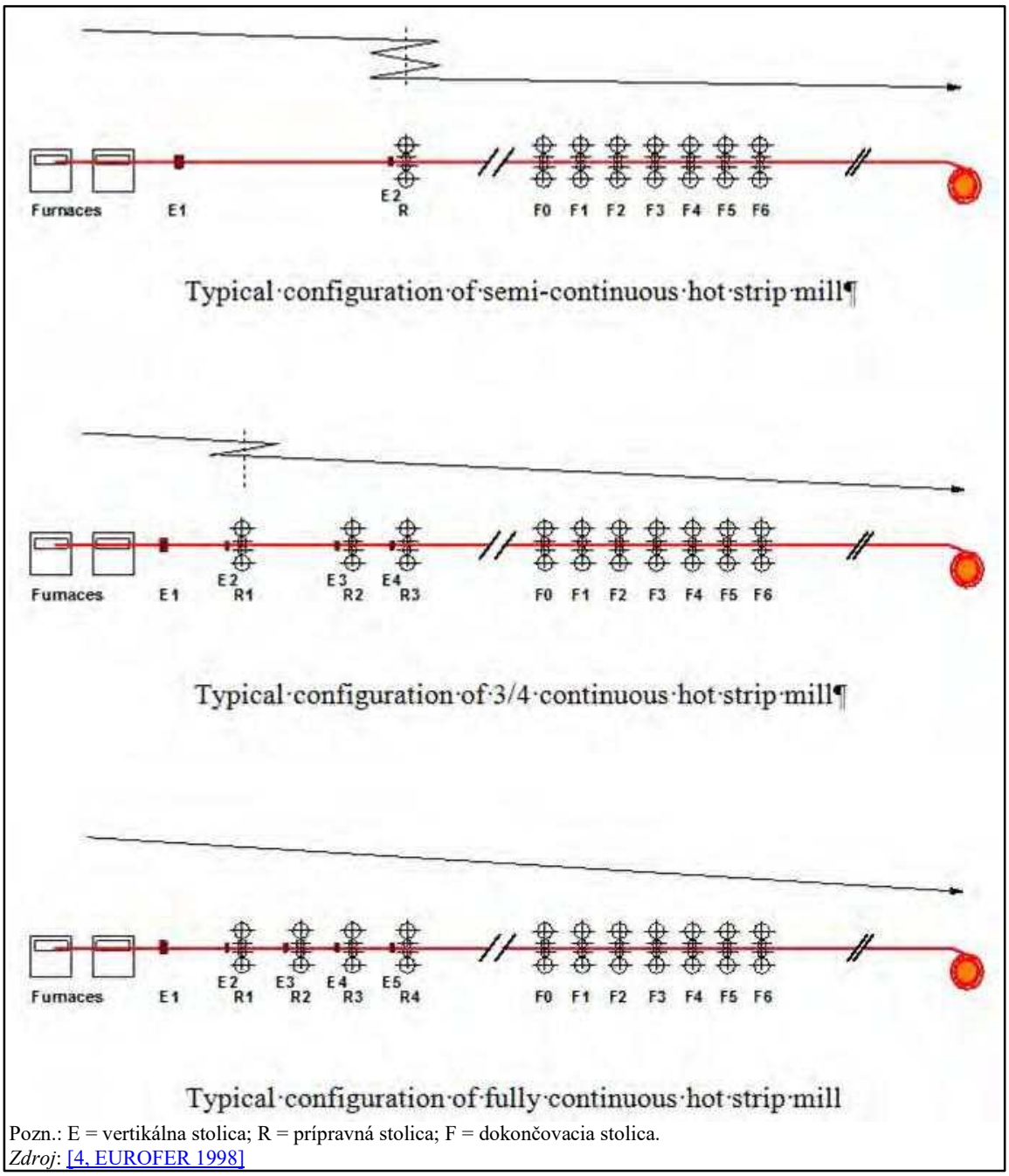
Valcované polotovary sa na oboch koncoch ostrihávajú nožnicami a delia sa na objednané dĺžky. Povrchové chyby výrobku možno odstrániť plameňovým opaľovaním (čistením). [5, Ullmann's 1994]

S rastom kontinuálne liatych výrobkov sa počet a význam bramových a predvalkových valcovní znížil. V roku 2019 zostáva v prevádzke iba 11 bramových a predvalkových valcovní (pozri tabuľku 2.3).

2.2.1.2 Valcovne na valcovanie pásov za tepla

Pri výrobe pásov za tepla prechádza ohriata brama – po odstránení okovín – cez prípravné poradie, kde sa jej hrúbka zredukuje z približne 120 – 300 (500) mm na približne 20 – 50 mm (prenosový pás). Zdrsňovanie môže zahŕňať aj zmenšenie šírky.

Toto zdrsňovanie sa vykonáva buď v niekoľkých prechodoch cez individuálnu valcovaciu stolicu opakovaným reverzovaním, alebo kontinuálnym prechodom cez niekoľko prípravných stolíc. Označenia valcovní pásov (polokontinuálna valcovňa pásov za tepla, 3/4 kontinuálna valcovňa na valcovanie pásov za tepla a kontinuálna valcovňa na valcovanie pásov za tepla, pozri obrázok 2.2) pochádzajú z tejto konfigurácie prevádzok. V závislosti od konfigurácie je rozsah výroby od 1,5 Mt/rok až do 5,5 Mt/rok.



Pozn.: E = vertikálna stolica; R = prípravná stolica; F = dokončovacia stolica.
Zdroj: [4, EUROFER 1998]

Obrázok 2.2: Typické konštrukcie valcovne na valcovanie pásov za tepla

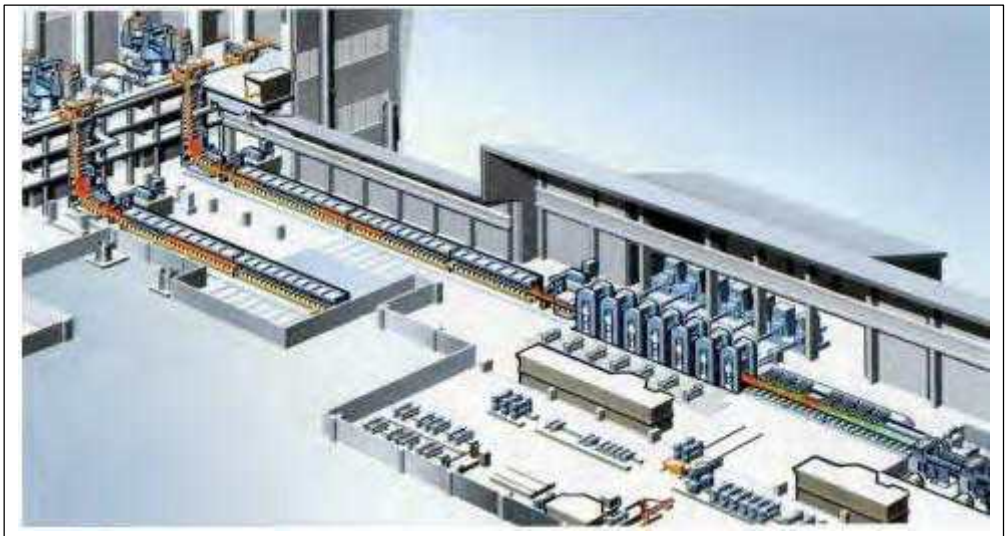
Materiál zredukovaný na prenosový pás je smerovaný do dokončovacej trate cez medziľahlú valčekovú dráhu, ktorá je v niektorých prípadoch kombinovaná s takzvaným boxom na zvitky. Pred vstupom do trate valcovacích stolíc na úbytok hrúbky na konečný rozmer (medzi 1,2 mm a približne 20 mm) sa prenosový pás orezáva. Valcovanie s reguláciou teplotou v dokončovacej trati zahŕňajúce riadené chladenie pásu inštalované na výstupnej valčekovej dráhe, zabezpečuje požadované technologické parametre (pevnosť, húževnatosť atď.) pásu valcovaného za tepla. Na konci valcovne sa hotový výrobok navíja do zvitku.

Pásy valcované za tepla, ktoré nie sú určené na ďalšie spracovanie vo valcovniach na valcovanie za studena, sa čiastočne predávajú s valcovanými hranami pásu, ale v závislosti od plánovaného externého použitia sa pás musí upraviť. Toto dokončovanie zvitkov zahŕňa bočné orezávanie, rezanie na úzke pásy na pozdĺžnych deliacich linkách a rezanie na plechy. [4, EUROFER 1998]

Prepojené zariadenie na odlievanie tenkých brám s valcovňou na valcovanie pásov za tepla

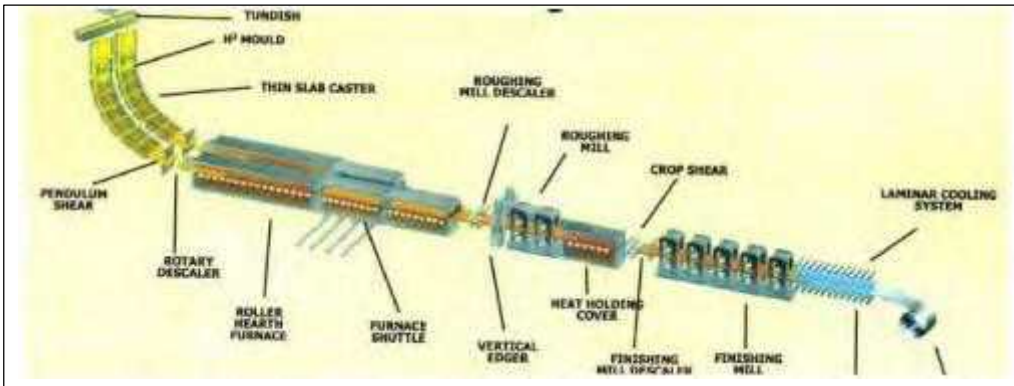
Za posledných 20 rokov boli zavedené nové typy valcovní na valcovanie pásov za tepla. Konvenčná brama ako vstupný materiál s hrúbkou v rozsahu 200 – 250 mm je nahradený tenkou bramou s hrúbkou v rozsahu 45 – 70 mm. V tomto prípade je kontinuálna ohrievacia pec pre tenké bramy zvyčajne umiestnená za kontinuálnym zariadením na odlievanie tenkých brám, po ktorom nasleduje konvenčné hotovné poradie valcovacej trate. Takéto usporiadania zaisťujú vyšší výkon a zníženú spotrebu energie v ohrievacích peciach.

Existuje niekoľko konfigurácií spojeného zariadenia na odlievanie tenkých brám a valcovne na valcovanie pásov za tepla (pozri obrázky 2.3 až 2.5). V závislosti od konfigurácie je rozsah výroby od 1 Mt/rok až do 3 Mt/rok. [6, EUROFER 2019]



Zdroj: [6, EUROFER 2019]

Obrázok 2.3: Výroba pásov valcovaných za tepla s dvoma zariadeniami na odlievanie tenkých brám, dvoma ohrievacími pecami a jedným hotovným poradím valcovacej trate; kapacita 2 Mt/rok



Zdroj: [6, EUROFER 2019]

Obrázok 2.4: Výroba pásov valcovaných za tepla s dvoma zariadeniami na odlievanie tenkých brám, dvoma ohrievacími pecami, jedným kontinuálnym prípravným poradím, ohrievačom tyčí a hotovným poradím valcovacej trate; kapacita 3 Mt/rok

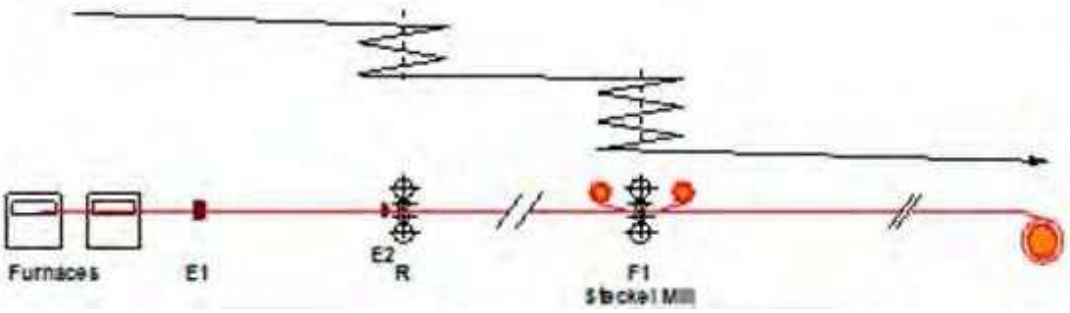


Zdroj: [6, EUROFER 2019]

Obrázok 2.5: Výroba pásov valcovaných za tepla s jedným zariadením na odlievanie tenkých brám priamo spojeným s jedným kontinuálnym prípravným poradím, indukčným ohrievačom tyčí a nekonečným alebo polonekonečným hotovným poradím valcovacej trate; kapacita 2 Mt/rok

Steckelova valcovňa

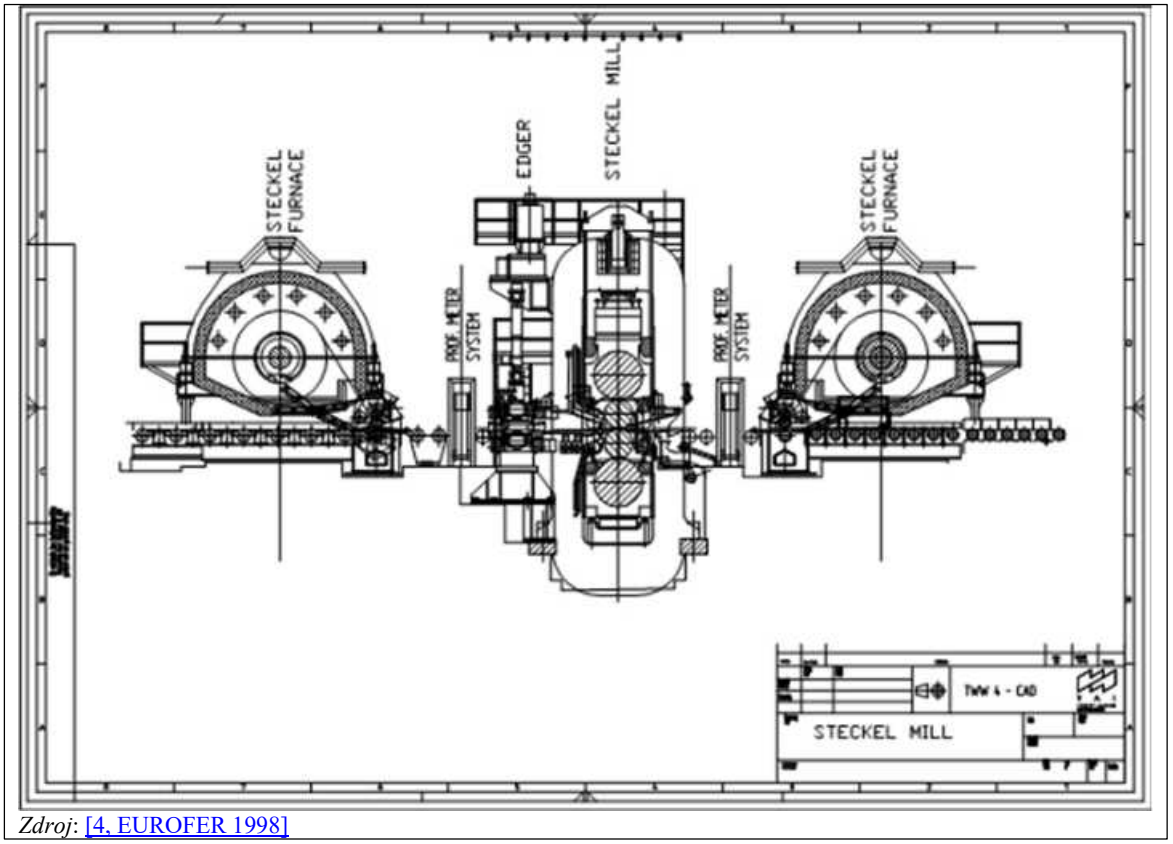
Špeciálnou metódou výroby pásu za tepla je valcovanie v takzvaných Steckelových valcovniach. Tu sa surovina zvyčajne spracúva na pás reverzným valcovaním cez prípravnú stolicu a dokončovaciu stolicu, v niektorých prípadoch dokonca reverzným valcovaním len cez jednu stolicu.



Pozn.: E = vertikálna stolica; R = prípravná stolica; F = dokončovacia stolica.
Zdroj: [4, EUROFER 1998]

Obrázok 2.6: Typická konfigurácia Steckelovej valcovne

Aby sa počas pomerne dlhého procesu tvarovania udržali tepelné straty v rozumných medziach a aby sa jednoduchšie manipulovalo s relatívne dlhým pásom, sú po oboch stranách valcovacej stolice (dokončovacej stolice) pripojené ohrievané navíjacie zariadenia označované ako Steckelove navíjačky, kde sa valcovaný materiál dočasne skladuje.



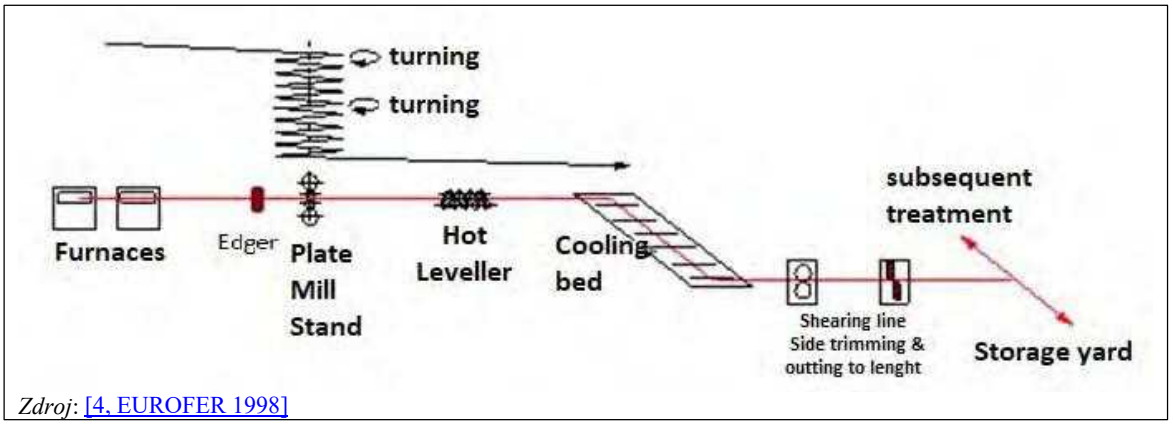
Zdroj: [4, EUROFER 1998]

Obrázok 2.7: Steckelova valcovňa s navíjacími pecami

2.2.1.3 Valcovňa hrubých plechov

Výroba hrubých plechov (hrúbka medzi 5,0 mm a 380 mm, šírka do 5,2 m) sa vykonáva reverzným spôsobom na jednej alebo dvoch valcovacích stolicach alebo tandemovým spôsobom. Záujem o dve horizontálne stolice spočíva vo zvýšení výrobnej kapacity (približne o 50 % v porovnaní s jednou stolicou) a v zlepšení schopnosti termomechanických valcovacích režimov. [3, EUROFER 2020], [6, EUROFER 2019]

Po valcovaní sa plechy umiestnia na chladiace lôžko (priečny presun) a ochladia na izbovú teplotu a/alebo teploty do maximálne 500 °C na ďalšie spracovanie. [4, EUROFER 1998]



Zdroj: [4, EUROFER 1998]

Obrázok 2.8: Typická konfigurácia valcovne hrubých plechov s jednou 4-valcovou horizontálnou valcovacou stolicou

V špeciálnych prípadoch sa valcovaný výrobok tepelne spracúva systémami vodného chladenia (napr. vodnými clonami) bezprostredne po valcovaní za tepla. Rovnačky za tepla a/alebo za studena na vyrovnanie dosiek sú umiestnené pred alebo za chladiacim lôžkom.

Po procese chladenia v chladiacom lôžku sa vykonáva sekundárne spracovanie plechov v prevádzkach konečnej úpravy (strihanie, bočné orezávanie, rezanie na dĺžku). Časť produkcie je pred expedíciou podrobená dodatočnému tepelnému spracovaniu. Takéto úpravy zahŕňajú žíhanie, mäkké žíhanie, žíhanie na odstránenie pnutia, normalizačné žíhanie, kalenie a popúšťanie.

Oplášťenia
Špeciálne výrobky ako viacvrstvové plechy (oplášťenia) si vyžadujú osobitnú prípravu a techniku valcovania (najmä dvojteplotné valcovanie). V takýchto výrobkoch je povrchový materiál odolný voči korózii trvalo spojený s lacnejšou, možno pevnejšou, uhlíkovou oceľou.

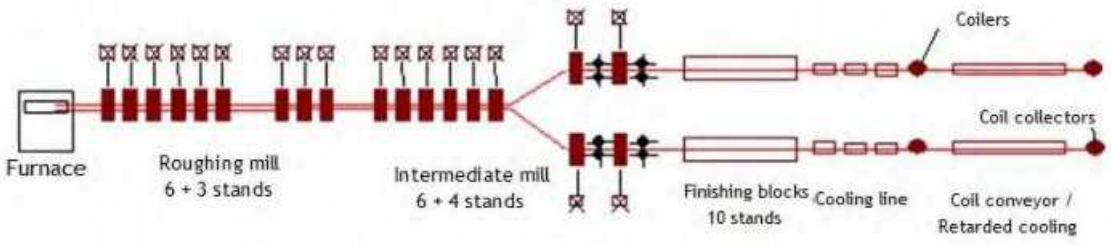
Prvý krok zahŕňa výrobu „sendvičov", ktoré pozostávajú z plchov oplášťenia a podkladového materiálu s hrúbkou v presnom pomere na vytvorenie požadovanej veľkosti plechu s objednaným percentom kovov. Zostava sa potom valcuje na požadovanú hrúbku, šírku a dĺžku, pričom sa oba materiály trvalo spoja pomocou vysokého valcovacieho tlaku.

Pri valcovaní sú úbery zvyčajne obmedzené a konečné teploty sú starostlivo regulované. V niektorých prípadoch sa sendviče v prvej fáze valcujú na bramy, režú na požadované rozmery a v druhom ohreve sa finálne valcujú buď vo valcovniach na valcovanie za tepla, alebo na valcovni hrubých plechov. Niekedy sú potrebné tepelné úpravy na dosiahnutie požadovanej koróznej odolnosti a fyzikálnych vlastností, pričom výsledné okoviny sa odstraňujú pieskovaním alebo brokovaním. [4, EUROFER 1998]

2.2.1.4 Tyčové a drôtové trate

Tyče a drôty (valcovaný drôt) predstavujú valcované výrobky za tepla s relatívne malými prierezmi vyrábané vo forme zvitkov alebo tyčí. Pre valcovaciu operáciu sa používajú profilované valce, ktoré dávajú oceli jej požadovaný konečný tvar.

Valcovaný drôt
Valcované drôty majú všeobecne kruhový prierez s priemerom od 5 mm do 14 mm. Väčšie prierezy a rôzne tvary prierezu ako oválny, štvorcový, šesťhranný, osemhranný atď. môžu byť tiež valcované vo valcovniach drôtových tyčí pomocou vhodne tvarovaných valcov. Valcovaný drôt za tepla sa používa hlavne na ďalšie spracovanie ťahaním za studena alebo valcovaním za studena.



Pozn.: Príklad dvojprúdovej drôtovej trate s 30-stolicovými valcovňami drôtu a riadeným ochladzovaním systému Stelmor.

Obrázok 2.9: Typické usporiadanie valcovne drôtu

Sochory privádzané do valcovní drôtu sa ohrievajú na teplotu valcovania za tepla v narážacích peciach alebo peciach s pohyblivým nosníkom. Medzi výstupom z pece a prvou valcovacou stolicou je nainštalovaný systém na odstraňovanie okovín.

Valcovne drôtu sú kontinuálne valcovne s prípravnou, strednou a dokončovacou časťou. Valcovacie stolice sú dvojvalcové a ich počet je všeobecne vyšší ako 25, v závislosti od prierezu sochorov vstupujúcich do valcovne (80 – 155 mm). Prípravná a stredná časť môžu byť viacprúdové (až do štyroch prúdov), zatiaľ čo dokončovacia časť je vždy jednoprúdová.

Orezávacie nožnice sú inštalované medzi jednotlivými časťami valcovne a používajú sa na zabezpečenie čistého rezu na zlepšené zavedenie do nasledujúcej valcovacej stolice. Orezávacie nožnice sa používajú aj na rezanie tyče počas valcovacieho procesu v prípade poruchy v nadväzujúcej časti valcovne.

Tepelné spracovanie valcovaného drôtu priamo v trati sa vykonáva pomocou vodných chladiacich rámp umiestnených medzi poslednými valcovacími stolicami a navijakmi, po ktorom nasleduje vzduchové chladenie zvitkov uložených na dopravníkových pásoch. Riadený prúd vzduchu dodáva valcovanému drôtu požadovanú mikroštruktúru na ďalšie spracovanie (chladenie systémom Stelmor®). [4, EUROFER 1998]

Tyče
Tyče valcované za tepla v podstate zahŕňajú dva druhy oceľových výrobkov, **obchodné ocele** alebo konštrukčné ocele s okrúhlym, štvorcovým, obdĺžnikovým, šesťhranným, osemhranným prierezom, prierezom v tvare L, [, I menším ako 1 600 mm^2 a **betonársku výstuž** (roxory) s okrúhlym prierezom, s priemerom 6 – 40 mm, väčšinou s rebrami na povrchu.

Valcovne tyčí sú podobné prvým častiam valcovní na valcovaný drôt. Zvyčajne majú jednoprúdové dvojvalcové valcovne s prípravnou, strednou a dokončovacou skupinou, za ktorými nasledujú nožnice, ktoré režú produkt valcovaný za tepla na dlhé tyče, ktoré sa potom dopravujú do chladiaceho lôžka. Vysokokapacitnými valcovňami sú všetky kontinuálne so striedajúcimi sa horizontálnymi a vertikálnymi stolicami, zatiaľ čo valcovne s nižšou kapacitou sú „otvoreného" typu.

Po ochladení sa tyče režú na komerčné dĺžky a môžu byť vyrovnané pomocou stroja na rovnanie za studena.

Betonárska výstuž sa často tepelne spracúva priamo v linke intenzívnym chladením vodou na dosiahnutie vysokej pevnosti v ťahu. Iným spôsobom zvýšenia pevnosti v ťahu roxorov je mechanické spracovanie po ochladení: tyče sa deformujú krútením nad ich medzu klzu, až kým sa nedosiahne požadovaná pevnosť v ťahu. [4, EUROFER 1998]

Ťahanie oceľových tyčí za studena
Ťahanie za studena sa týka výroby oceľových tyčí alebo profilov ťahaním za studena, brúsením alebo lúpaním oceľových tyčí valcovaných za tepla na „lesklé oceľové tyče" s tvarom a vlastnosťami požadovanými používateľmi. Dokončovaním za studena počas činností ťahania za studena sa vytvrdzuje a zvyšuje pevnosť ocele v ťahu, pričom sa súčasne znižuje jej ťažnosť, čo môže vyžadovať tepelné spracovanie žíhaním výrobku po ťahaní. Lesklé oceľové tyče majú prevažne kruhový, štvorcový, obdĺžnikový alebo šesťhranný prierez, ale podľa požiadaviek je možné vyrobiť všetky druhy prierezov. Výrobkami sú tyče z nelegovanej ocele, tyče z legovanej ocele rôznych druhov vrátane rýchloreznej ocele a inej nástrojovej ocele a tvary a profily z rôznych druhov ocele. [7, COM 1997]

Lesklé oceľové tyče sa používajú v priemyselných odvetviach, ako je výroba motorových vozidiel, strojov, elektrických zariadení a ďalšie odvetvia, kde je vysokokvalitný základný materiál povinný.

2.2.1.5 Valcovne profilov

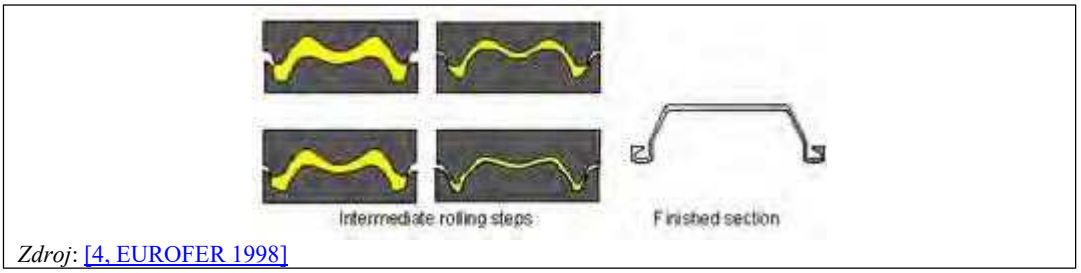
Podobne ako pri väčšine ostatných druhov valcovní aj valcovne profilov sú rozdelené na prípravnú, strednú a dokončovaciu stolicu, pred ktorými je medzi ohrievacou pecou a prípravným poradím nainštalovaný stroj na odstraňovanie okovín.

Prípravné stolice sú vo všeobecnosti reverzné, dvojvalcové. Valce majú niekoľko súborov profilov, ktoré sa používajú postupne. Horný valec sa môže pohybovať vertikálne, aby sa postupne zmenšovala medzera medzi valcami, a tým sa zmenšil priechodný prierez.

Orezávacie nožnice alebo píly na delenie za tepla sú zvyčajne nainštalované medzi jednotlivými časťami valcovní a používajú sa na zabezpečenie čistého rezu čela tyče na uľahčenie zavedenia do nasledujúcej valcovacej stolice.

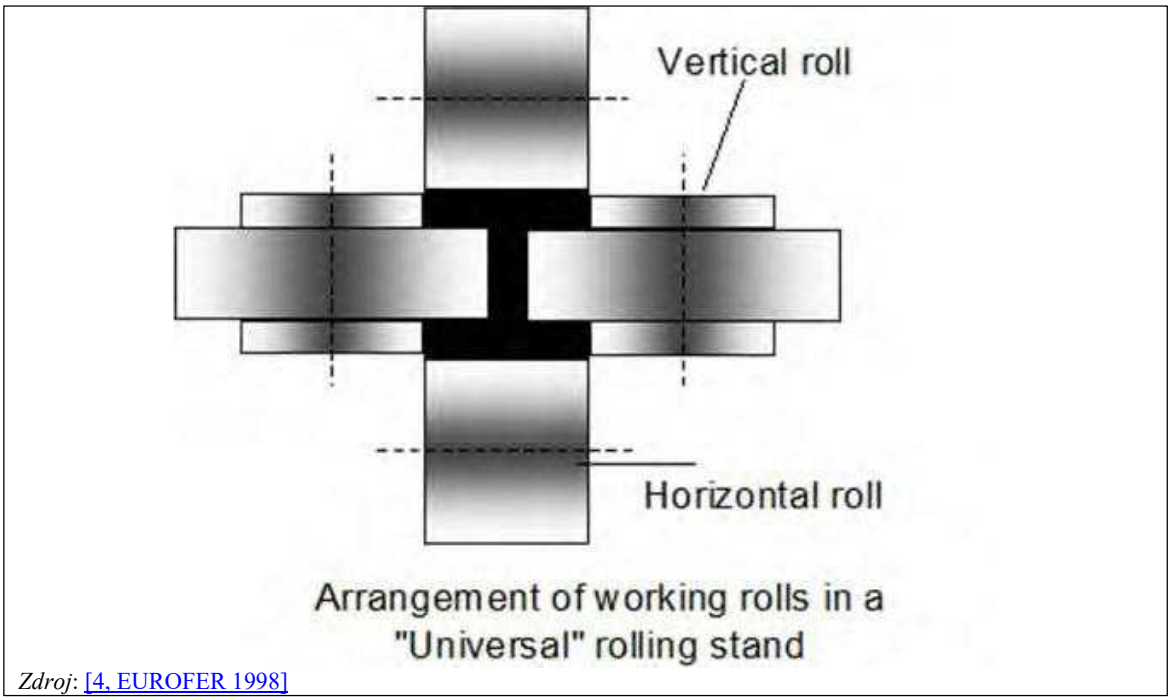
Po opustení dokončovacej stolice alebo trate sa tyče režú pílami na dĺžku chladiaceho lôžka alebo na komerčnú dĺžku. Po ochladení v chladiacom lôžku sa tyče vyrovnajú mechanickými alebo hydraulickými strojmi na rovnanie a podľa potreby narežú na požadovanú dĺžku pílami. [4, EUROFER 1998]

Na dosiahnutie rôznych tvarov profilov potrebných pre profily/konštrukcie sa používajú buď dvojvalcové stolice s dvoma žliabkovými valcami alebo „univerzálne" stolice s dvoma horizontálnymi a dvoma vertikálnymi valcami, ako je znázornené na obrázkoch 2.10 a 2.11.



Zdroj: [4, EUROFER 1998]

Obrázok 2.10: Profilované valce pre profily štetovnicových stien

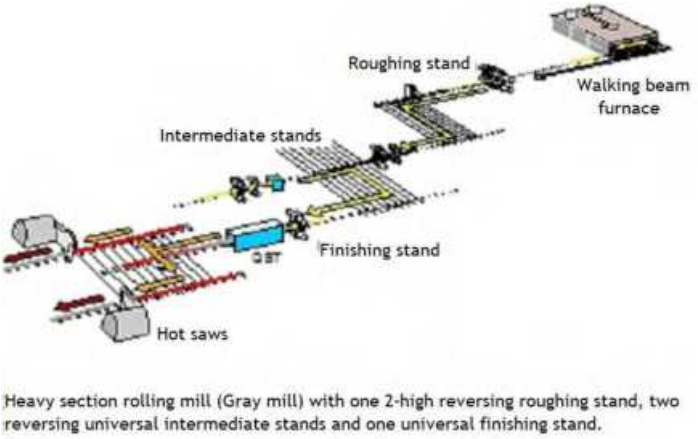


Zdroj: [4, EUROFER 1998]

Obrázok 2.11: Univerzálne stolice na výrobu produktov s paralelnými prírubami

Kontrola geometrie je pri valcovaní profilov mimoriadne dôležitá, keďže pre profily valcované za tepla sú bežné relatívne prísne tolerancie. Bežne sa používajú meracie zariadenia využívajúce sofistikované techniky vrátane technológie laserového lúča a rádioaktívnych zdrojov.

Konštrukcie valcovní profilov sa výrazne líšia podľa harmonogramu výroby. Na obrázku 2.12 je znázornené usporiadanie valcovne ťažkých profilov s univerzálnymi stolicami, špecializovanej na H a I nosníky s paralelnými prírubami. Zahŕňa tepelné spracovanie v trati (QST – kalenie a samopopúšťanie) na dosiahnutie optimálnej mikroštruktúry pri aplikáciách s vysokou pevnosťou a vysokou húževnatosťou.

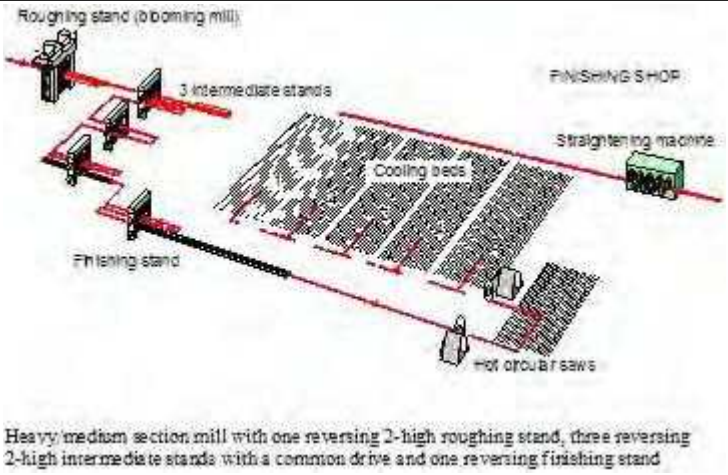


Heavy section rolling mill (Gray mill) with one 2-high reversing roughing stand, two reversing universal intermediate stands and one universal finishing stand.

Zdroj: [4, EUROFER 1998]

Obrázok 2.12: Usporiadanie valcovne ťažkých profilov

Na obrázku 2.13 je znázornené usporiadanie valcovne ťažkých/stredných profilov špecializovanej na valcovanie štetovníc. Stredné stolice sú „otvoreného" typu so spoločným pohonom. Dvojvalcová dokončovacia stolica môže byť nahradená univerzálnou stolicou na výrobu výrobkov s rovnobežnými prírubami.

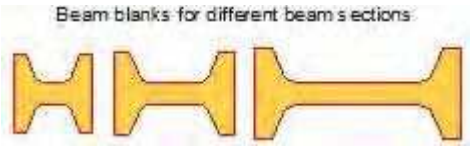


Heavy/medium section mill with one reversing 2-high roughing stand, three reversing 2-high intermediate stands with a common drive and one reversing finishing stand

Zdroj: [4, EUROFER 1998]

Obrázok 2.13: Usporiadanie valcovne ťažkých/stredných profilov pre štetovnice

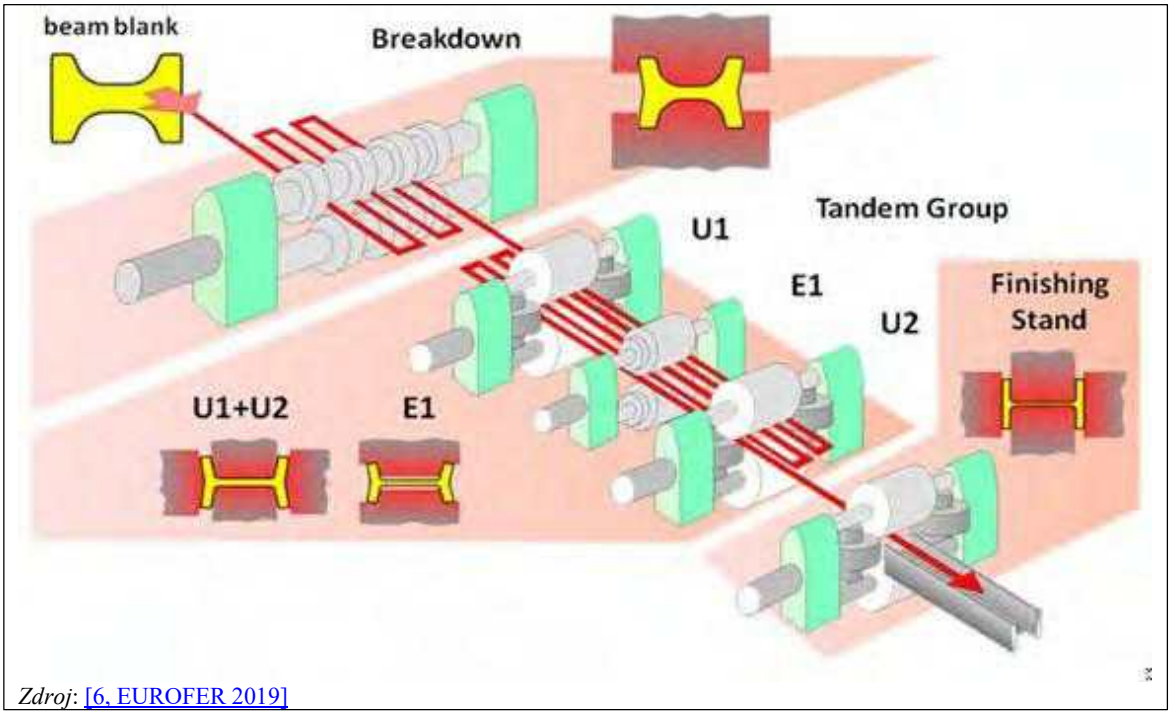
Valcovne profilov čoraz častejšie používajú odlievanie na hotovo, kontinuálne odlievanie polotovarov, nazývané oceľové profily tvaru „H" (pozri obrázok 2.14), aby zvýšili produktivitu a znížili energetickú náročnosť.



Zdroj: [4, EUROFER 1998]

Obrázok 2.14: Príklady prierezov oceľových profilov tvaru „H"

Ak to výrobný rytmus a harmonogram výroby umožňujú, čoraz častejšie sa využíva vsádzanie za tepla kontinuálne odlievaných polotovarov – z výbehovej časti odlievacieho stroja do ohrievacej pece valcovne. Možno dosiahnuť značné úspory spotreby energie, ale to závisí od blízkosti valcovne k prevádzke kontinuálneho odlievania.



Zdroj: [6, EUROFER 2019]

Obrázok 2.15: Valcovňa stredných profilov zásobovaná liatymi oceľovými profilmi tvaru „H"

2.2.1.6 Rúrové valcovne

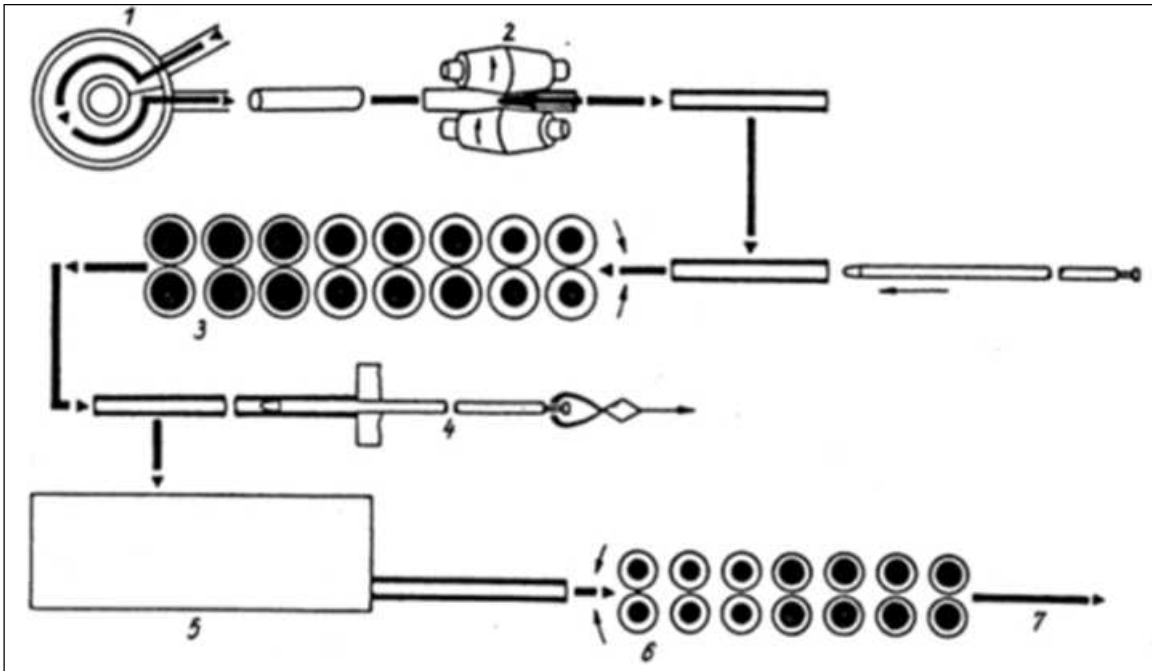
Bezšvové rúry

Výroba bezšvových rúr v zásade pozostáva z nasledujúcich výrobných krokov:

- ohrev vstupných surovín,
- dierovanie (dierovanie na lise alebo šikmé valcovanie),
- predlžovanie/vyťahovanie,
- finálne valcovanie,
- tepelné spracovanie.

Najdôležitejšími v súčasnosti využívanými druhmi prevádzok sú tŕňové valcovne, dierkovacie valcovne, valcovne s pretláčacím stolom a valcovne s pútnickou stolicou. Na obrázkoch 2.16 a 2.17 sú znázornené niektoré typické konštrukcie rúrových valcovní.

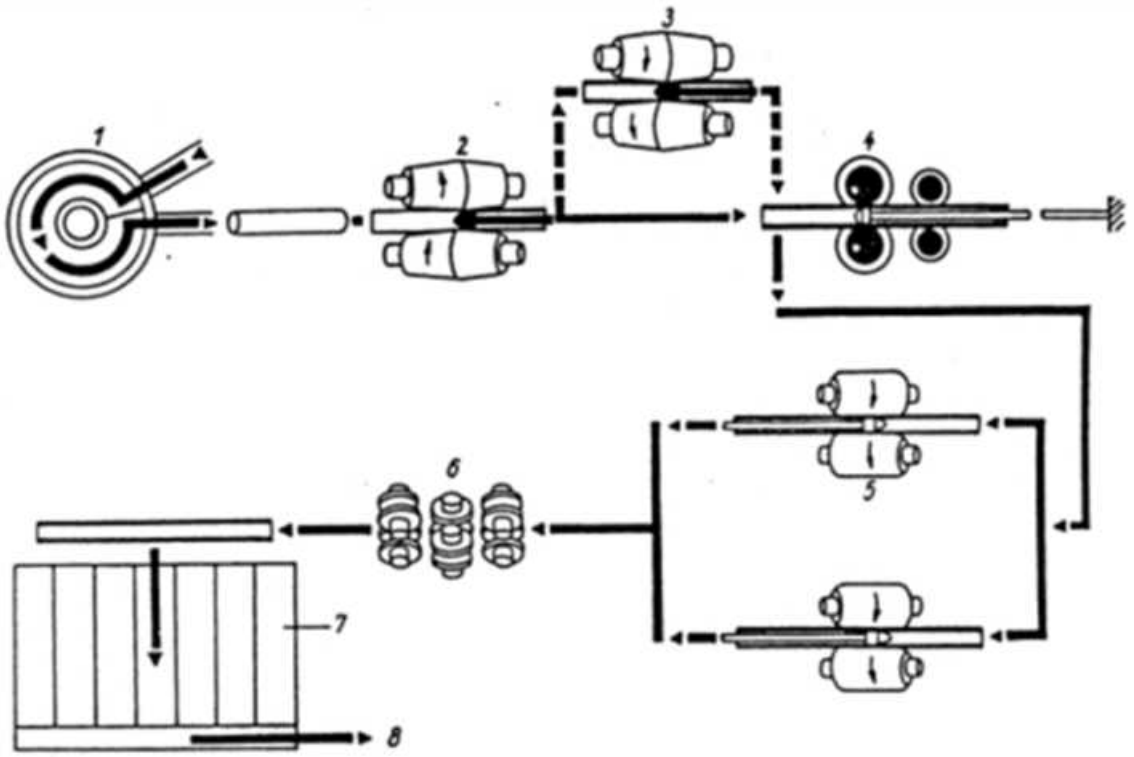
Surovinou na výrobu nelegovaných a stredne legovaných oceľových rúr sú kontinuálne odlievané okrúhle sochory alebo predvalky, hoci sa niekedy používajú aj sochory so štvorcovým prierezom. Surovinou pre rúry z vysokochrómovej ocele sú hlavne okrúhle tyče, valcované z liatych sochorov. Surovina sa ohrieva na valcovaciu teplotu v rotačných peciach s otočným ohniskom ohrievaných zemným plynom alebo olejom. Potom sa prepichovaním vyrobí dutý sochor (ingot). Pri najdôležitejšom procese dierovania sa využívajú šikmé valce. Otvor sa vytvorí dvoma naklonenými valcami rotujúcimi v rovnakom smere, takže ingot sa valcuje skrutkovým pohybom cez dierovací tŕň, čím sa vytvorí dutý predvalok. Dierkovací tŕň je upevnený na voľne sa otáčajúcej tyči podopretej axiálnym ložiskom na výstupnej strane.



1 Rotačná pec s otočným ohniskom
2 Dierovacia stolica na šikmé valcovanie
5 Ohrievacia pec
6 Redukčná valcovňa s ťahom (mimobežnosť 60°)

Zdroj: [8, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie-Leipzig 1990]

Obrázok 2.16: Tŕňová valcovňa



1 Rotačná pec s otočným ohniskom
2 Dierovacia stolica na šikmé valcovanie
5 Hladička
6 Kalibrovacia valcovňa
7 Chladiace lôžko

Zdroj: [8, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie-Leipzig 1990]

Obrázok 2.17: Dierkovacia valcovňa

Na predlžovaciu fázu sa používa pozdĺžne valcovanie, priečne valcovanie alebo lisy. Najdôležitejší je proces kontinuálneho valcovania rúr, pretože je to jeden z najefektívnejších a najproduktívnejších procesov.

Niekoľko valcovacích stolíc sa používa súčasne, zvyčajne 6 – 8 dvojvalcových stolíc na skupinu, pod uhlom 90° voči sebe navzájom. Zmenšenie hrúbky steny prebieha medzi valcami a valcovým mazaným tŕňom.

Valcovanie na konečný rozmer sa vykonáva bez vnútorného tŕňa v kalibrovacích valcovniach alebo v redukčných valcovniach s ťahom. Kalibrovacie valcovne majú 2 – 10 stojanov a môžu mať dva alebo tri valce na stojan. Ako sa obvod zmenšuje, hrúbka steny sa zväčšuje. V redukčných valcovniach s ťahom, ktoré majú bežne tri valce na stolicu a až 30 stolíc, sa zabráni zvýšeniu hrúbky steny, pretože počas procesu pôsobia medzi stolicami ťahové sily.

Rúry na nenáročné aplikácie môžu byť expedované ihneď po valcovaní. V prípade náročnejších požiadaviek na kvalitu, najmä dobrých vlastností húževnatosti, sa zvyčajne po valcovaní vykonáva samostatné tepelné spracovanie. To môže zahŕňať normalizáciu a popúšťanie.

2.2.2 Povrchová úprava a úprava vstupného materiálu

Bramy, predvalky a sochory môžu mať povrchové chyby, ako sú trhliny, záhyby alebo švy. Na zabezpečenie toho, aby mal valcovaný výrobok bezchybné povrchy, môže byť potrebná príprava povrchu valcovaného materiálu. Povrchové chyby polotovarov možno odstrániť aj nasledujúcimi procesmi.

Čistenie plameňom
Čistenie plameňom sa používa na odstraňovanie povrchových chýb uhlíkových ocelí pomocou kyslíko-palivového plameňa. Plameň sa používa na rýchle roztavenie a oxidáciu povrchu ocele, zatiaľ čo samostatný prívod vysokotlakového kyslíka do rezáka vypudzuje troskový produkt z povrchu. Čistenie plameňom sa vykonáva buď ručne (pri malých sériách, zvyčajne pri oceli určitej kvality), alebo strojovo.

Okoviny zo strojového čistenia plameňom sa zmývajú z povrchu ocele vysokotlakovou vodou a odvádzajú sa do vodnej jamy, odkiaľ sa okoviny odstraňujú žeriavom. Voda sa upravuje a recirkuluje. Zber odpadu z manuálneho čistenia plameňom sa vykonáva pomocou magnetov.

Emisie prachu z procesu čistenia plameňom sa zachytávajú a zvyčajne sa odstraňujú elektrostatickými odlučovačmi (mokrými alebo suchými).

Brúsenie
Brúsenie je ďalší spôsob odstraňovania povrchových chýb brám, najmä pri nehrdzavejúcich oceliach a špeciálnych druhoch ocele, kde tepelné odstraňovanie povrchových chýb nie je možné. Preto sa musia chyby odstrániť brúsením. Proces brúsenia sa vykonáva buď manuálne, alebo strojovo. Ručné brúsenie sa vykonáva pomocou ručných elektrických nástrojov, v niektorých prípadoch v kabínach vybavených odsávaním výparov do jednotiek s rukávovými filtrami. Brúsky sú vybavené valčekovou dráhou, na ktorej je obrobok podopretý a môže sa pohybovať. Brúsny kotúč je namontovaný na vozíku, ktorý umožňuje jeho pohyb dopredu a dozadu ponad obrobok. Jednotka je umiestnená v kryte, ktorý zachytáva prach vznikajúci počas brúsenia a pred vypustením do atmosféry ho odvádza do rukávového filtra.

Rezanie brám na požadovaný rozmer
V niektorých prípadoch musia byť bramy narezané na vhodnú veľkosť. Klinovité bramy, ktoré vznikajú pri nastavovaní šírky v zariadení na kontinuálne odlievanie (nastavovanie kokily) a pri zmene veľkosti dávky, musia byť upravované rezaním kyslíkom, aby sa dosiahol požadovaný geometrický tvar.

2.2.3 Ohrievacie pece a pece na tepelné spracovanie

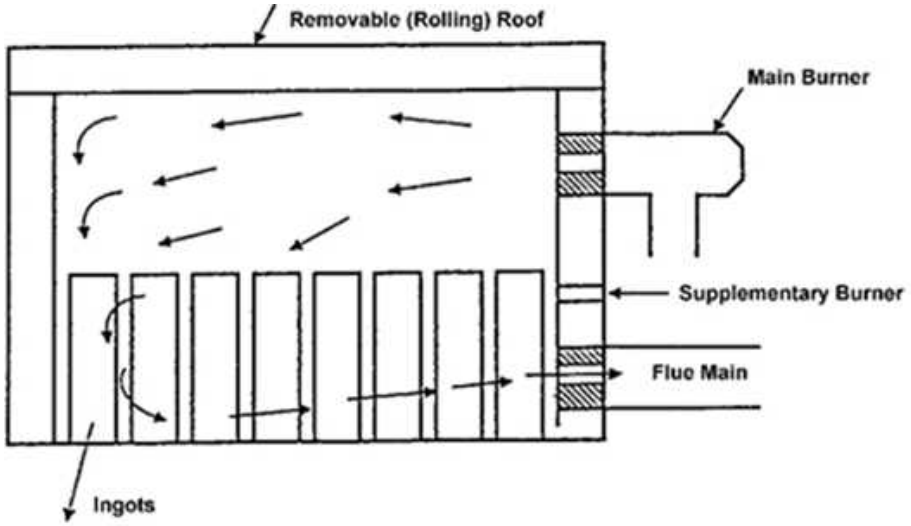
Pri valcovaní za tepla sa musí oceľový vstupný materiál ohriať na vhodné valcovacie teploty medzi 1 050 °C a 1 300 °C a musí sa zabezpečiť rovnomerné rozloženie teploty.

V závislosti od vsádzky a procesu valcovania za tepla sa opakovaný ohrev vykonáva v rôznych druhoch pecí, ako sú jamové pece, narážacie pece, pece s pohyblivým nosníkom, pece s otočným ohniskom alebo iné. Tieto pece sú ohrievané priamo, zvyčajne olejom, zemným plynom alebo plynmi zo spracovania železa a ocele, ako sú koksárenský plyn a vysokopecný plyn. V závislosti od ohrievacieho média vznikajú rôzne emisie odpadových plynov (najmä SO_2 a NO_x).

2.2.3.1 Dávkovacie pece

Pece dávkovacieho typu sa často používajú na špeciálne ocele a výkovky. Typickým príkladom dávkovacej pece je **ohrevná jama**, používaná na opakovaný ohrev ingotov, brám a iných vstupných materiálov. Skladá sa zo žiaruvzdorných komôr, do ktorých sa vstupný materiál umiestňuje vertikálne (ingoty) alebo horizontálne (bramy). Pohyblivý kryt umožňuje vsádzanie vstupného materiálu a jeho vybratie na valcovanie. Liate ingoty sa môžu vsádzať ihneď po odstraňovaní okovín, aby sa šetrilo energiou. Typická kapacita ohrevnej jamy je 50 – 170 ton pri tepelnom príkone 9,5 MW (Th) a rýchlosti ohrevu 10,7 t/h.

Ohrevné jamy sa už nepoužívajú vo veľkej miere, pretože oceľ sa čoraz častejšie odlieva kontinuálnym spôsobom, pri ktorom sa ohrevné jamy často obchádzajú. Príklad ohrevnej jamy je znázornený na obrázku 2.18. [4, EUROFER 1998]



Zdroj: [9, ETSU – c 1993]

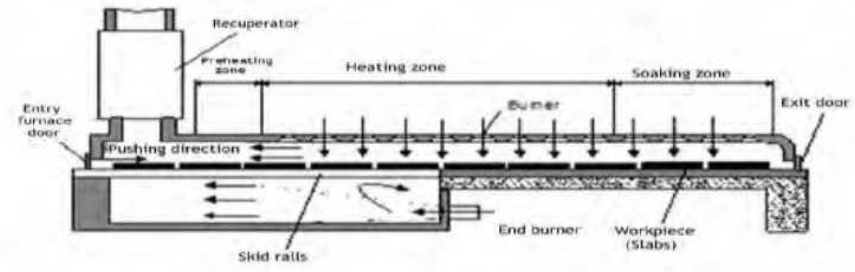
Obrázok 2.18: Jamová pec

Ďalším typom dávkovacej pece je vozová pec. Vsádzka sa do pece dopravuje na vozíku. Komora pece sa uzatvára pomocou dvierok a vsádzka sa ohrieva. Keď sa dosiahne cieľová teplota, dvierka sa otvoria, vozík s vsádzkou sa vyberie a brama alebo odliatok sa odoberie na ďalšie použitie. [4, EUROFER 1998]

2.2.3.2 Kontinuálne pece

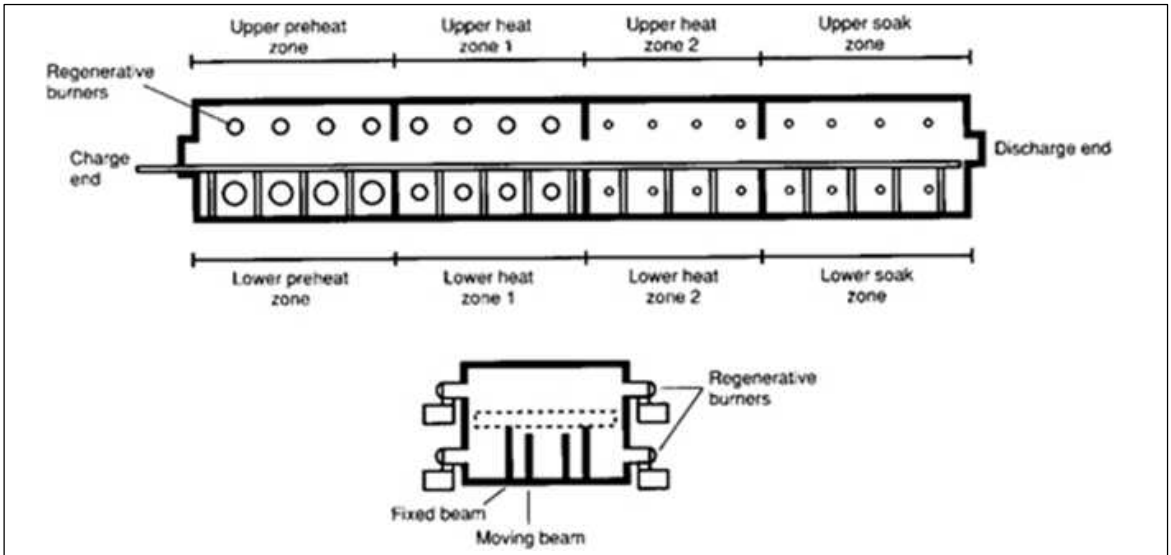
Väčšie pece sa zvyčajne napájajú kontinuálne. Vsádzku posúva cez pec nasledujúca vsádzka (**narážacia pec**) alebo sa premiestňuje pomocou pohyblivých nosníkov (**pec s pohyblivým nosníkom**), otočného ohniska alebo na valcoch/medzi valcami.

Príklady pecí väčších rozmerov (> 20 MWth) – narážacej pece a pece s pohyblivým nosníkom – sú zobrazené na obrázku 2.19 a 2.20. Najväčšie v súčasnosti prevádzkované sú pece s pohyblivým nosníkom vo Voestalpine Linz s výkonom 180 MWth a 420 t/h a posuvné pece s výkonom 200 MWth [4, EUROFER 1998]



Zdroj: [10, Rentz a kol. 1998]

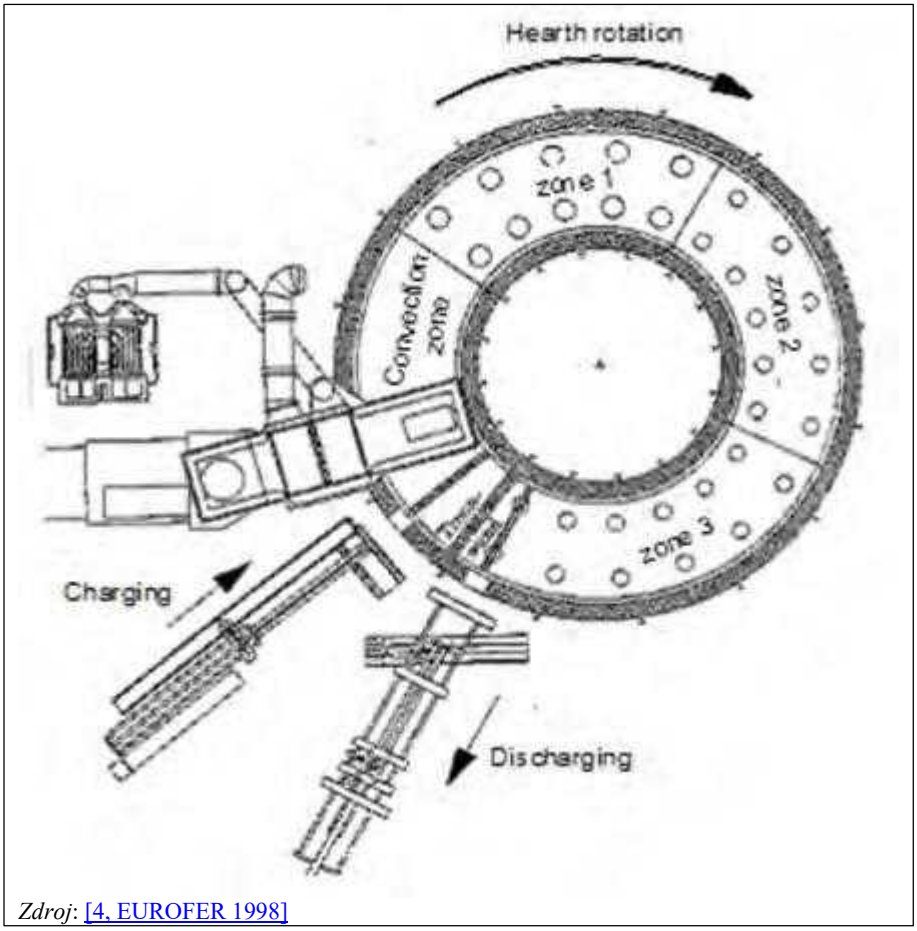
Obrázok 2.19: Narážacia pec



Zdroj: [11, ETSU – b 1993]

Obrázok 2.20: Pec s pohyblivým nosníkom

V **rotačnej peci s otočným ohniskom** (pozri obrázok 2.21) sa vsádzaný materiál umiestňuje na otočné ohnisko. Počas prevádzky pece (ohnisko sa otáča) sa materiál zahrieva a po dokončení otáčky sa vyprázdňuje.



Zdroj: [4, EUROFER 1998]

Obrázok 2.21: Typická konštrukcia pece s otočným ohniskom

2.2.4 Odstraňovanie okovín

Pred valcovaním sa musí odstrániť priľnavá okovina, ktorá sa tvorí počas opakovaného ohrevu, aby sa zabránilo kontaminácii povrchu materiálu okovinou vtlačenou valcami (takzvané „zavalcovanie").

Mechanické odstraňovanie okovín, pri ktorom sa priľnavé okoviny mechanicky rozlámu v ľahkom prechode (väčšinou v dvojvalcových stoliciach) a potom sa ostriekajú alebo mechanicky odstránia (kefovaním), sa už používa len zriedka. Dnes je bežnou metódou odstraňovania okovín ich rozlámanie a odstriekanie pomocou vysokotlakového vodného ostreku. Tlaková voda s tlakom 120 – 250 barov (výnimočne 600 barov) sa aplikuje prostredníctvom plochých dýz na povrch materiálu. Na čistiaci účinok je dôležitejší nárazový tlak (t. j. tlak určený vzdialenosťou dýz na odstraňovanie okovín od valcovaného materiálu) ako systémový tlak. Nasledujúce techniky sa používajú počas celého procesu valcovania:

- primárne odstraňovanie okovín v takzvaných vysokotlakových zariadeniach na odstraňovanie okovín inštalovaných pred vstupom do prípravnej trate a vybavených jedným alebo dvoma pármi, niekedy nastaviteľných, kolektorov na odstraňovanie okovín,
- odstraňovanie okovín na valcovacej stolici pomocou kolektorov na odstraňovanie okovín usporiadaných nad a pod priechodom plechu na oboch stranách reverznej stolice a na vstupnej strane v prípade kontinuálnych stolíc,
- odstraňovanie okovín na vstupe dokončovacej trate na odstránenie sekundárnych okovín, t. j. okovín vytvorených na hrubom páse na dopravníkovej valčekovej dráhe prípravnej trate a dokončovacej trate,
- páry rozprašovačov na odstraňovanie okovín na valcovacej stolici pri vstupe prvej stolice dokončovacej trate. [4, EUROFER 1998].

V prípade výrobných liniek na dlhé výrobky sú kolektory na odstraňovanie okovín navrhnuté buď ako rozprašovacie prstence, alebo ako kombinácia vertikálnych a horizontálnych kolektorov, niekedy nastaviteľných podľa prierezu materiálu, na správne odstránenie okovín zo všetkých povrchov materiálov. [4, EUROFER 1998]

2.2.5 Ohraňovanie

Ohraňovanie sa zvyčajne používa pri výrobe pásov a plechov. Bramy vyrobené v prevádzke na kontinuálne odlievanie sa dodávajú v určitých definovaných stupňovitých rozmeroch šírok. Šírka musí byť zmenšená na špecifikovaný rozmer valcovaného pásu, s čo najmenším prídavkom na orezanie (minimalizácia šrotu a zlepšenie výťažnosti). Vo väčšine prípadov sa toto zmenšenie šírky vykonáva na takzvaných vertikálnych stoliciach (vertikálnych valcovacích stoliciach) – v poslednom čase dokonca aj v lisoch na bramy – ktoré sú inštalované pred prípravnou jednotkou. Presnosť redukcie šírky a optimálne dodržiavanie obdĺžnikového tvaru ovplyvňujú množstvo šrotu vznikajúceho pri orezávaní (hlavy a chvosta) vo valcovni a v prevádzkach konečnej úpravy (orezávanie).

2.2.6 Zdrsňovanie

Zdrsňovanie predstavuje prvú objemovú redukciu vykonanú na vstupnom materiáli valcovanom za tepla na výrobu pásov, tyčí a profilov. Vo všeobecnosti sa prípravná trať skladá z jednej alebo viacerých horizontálnych stolíc na úbytok hrúbky vrátane vertikálnych stolíc umiestnených pred stolicou na nastavenie šírky. Reverzné prípravné poradie je niekedy vybavené vertikálnymi stolicami na oboch koncoch valcovacej stolice. [4, EUROFER 1998]

2.2.7 Valcovanie pásov/dokončovacia trať

Vo všeobecnosti sa hotovné poradie skladá z viacerých valcovacích stolíc umiestnených za sebou. Stolice majú rozložené valcovacie medzery tak, aby sa úbytok hrúbky na požadovanú konečnú hrúbku vykonal jedným priechodom prenosového pásu. Počet stojanov závisí od druhu a hrúbky materiálu vstupu (brám), ako aj od rozsahu hrúbky hotového pásu.

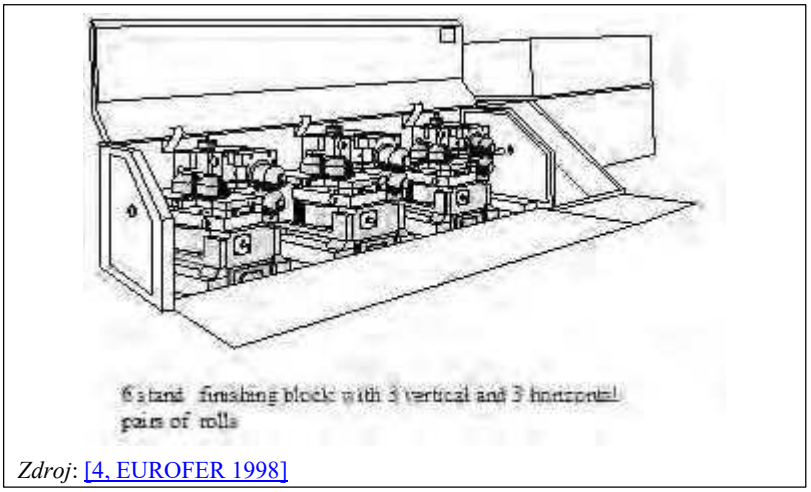
Orezávacie nožnice umiestnené pred dokončovacími stolicami slúžia na odstrihnutie koncov hrubého pása, ktoré môžu mať tvar jazyka alebo rybieho chvosta. Tým sa zaisťuje bezpečný vstup do dokončovacej trate a zabraňuje poškodeniu valcov, ako aj vzniku šrotu.

Vo väčšine prípadov je medzi orezávacími nožnicami a dokončovacou traťou nainštalované dodatočné zariadenie na odstraňovanie okovín (rozprašovače), ako je opísané vyššie. Niekedy sa používa aj dodatočná vertikálna stolica, ktorá slúži hlavne na vedenie pásu, ale príležitostne aj na menšie úpravy šírky.

Navijaky
Pásy valcované za tepla s dĺžkami až do 2 km a viac sa navíjajú na takzvané dolné (niekedy horné) navijaky na konci valcovne pri rýchlostiach až do 20 m/s a viac. Pás valcovaný za tepla je vedený okolo rozťažného tŕňa pomocou špeciálne usporiadaných navíjacích valcov. Po približne troch až štyroch navinutiach sa navíjacie valce zdvihnú a pás sa navinie na roztiahnutý tŕň. Po navinutí sa tŕň zloží a horúci zvitok sa prepraví do páskovacej stanice pomocou vozíka na zvitky. [4, EUROFER 1998]

2.2.8 Valcovanie tyčí/dokončovacia trať

Dokončovacia trať valcovní drôtov zvyčajne pozostáva z valcovacích blokov s až 10 súpravami striedajúcich sa horizontálnych a vertikálnych párov valcov, ako je znázornené na obrázku 2.22.
V konečných fázach sa dosahujú valcovacie rýchlosti vyššie ako 100 m/s. Materiálom používaným na prípravné a stredné valce je vo všeobecnosti kalená oceľ alebo liatina, zatiaľ čo dokončovacie valce sú vyrobené z karbidu, obzvlášť odolného materiálu voči opotrebeniu. Typickou kalibráciou používanou pre valcovne drôtu je postupnosť striedajúcich sa kruhových a oválnych kalibrov.



Zdroj: [4, EUROFER 1998]

Obrázok 2.22: Usporiadanie valcov dokončovacej sekcie úpravy valcovaného drôtu

2.2.9 Valcovanie plechov

Valcovanie plechov reverzným spôsobom je podobné zdrsňovaniu pri výrobe pásov. Bramy sa formujú na plechy v takzvaných viacstupňových valcovacích operáciách, kde sa naťahujú, otáčajú o 90° pomocou kužeľových valcov na špeciálnej valčekovej dráhe, rozťahujú, znovu otáčajú a valcujú na požadovanú hrúbku.

2.2.10 Valcovanie kruhov

Na výrobu kruhov valcovaním pozostávajú prvé dva procesné kroky z ohrevu a rezania polotovarov/ingotov na polotovary. Ťažké kruhové oceľové profily tvaru „H" sa režú za studena pomocou píliacich strojov. Po zahriatí na približne 1 200° C v elektrických alebo LPG peciach sa polotovary dieruje v lise a potom sa materiál valcuje vo valcovniach. Vyrobené krúžky sa po valcovaní bežne tepelne spracúvajú a niektoré krúžky sa opracúvajú v brokovacích strojoch na odstránenie okovín [12, SE TWG 2019].



Zdroj: [12, SE TWG 2019]

Obrázok 2.23: Materiál narezaný na polotovary po ohreve v indukčnej peci a profily zohriate v dávkovacej peci po rezaní za studena



Zdroj: [12, SE TWG 2019]

Obrázok 2.24: Profily dierované, lisované a valcované v radiálnej valcovacej stolici a v axiálnej valcovacej stolici

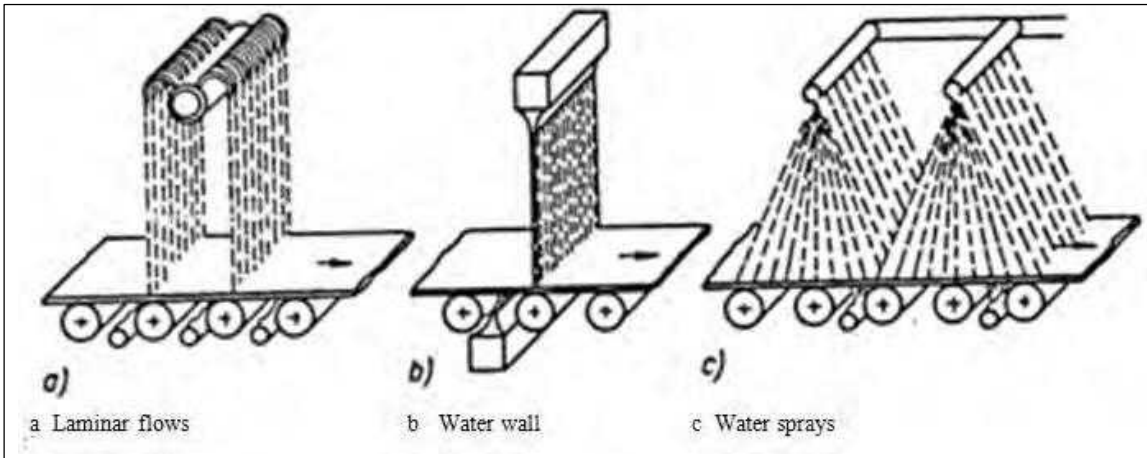
2.2.11 Preprava valcovaného materiálu medzi valcovacími stolicami

Zvyčajne sa ako dopravný prostriedok pre valcovaný materiál používajú valčekové dráhy usporiadané pozdĺž celej trate valcovania pásu. Tieto valčekové dráhy pozostávajú z jednotlivých kovových dutých a/alebo plných valčekov s individuálnym alebo skupinovým elektromotorovým pohonom a v prípade potreby prevodovky.

V špeciálnych prípadoch, napríklad v modernizovanej valcovni alebo pri zvýšení hmotnosti jednotlivých výrobkov alebo inštalácie dodatočného zariadenia, už vzdialenosť medzi prípravnou a dokončovacou stolicou nie je na oddelenie týchto dvoch procesov dostatočná. Takzvané boxy na zvitky sa potom vkladajú ako medziskladovacie zariadenia. [4, EUROFER 1998]

2.2.12 Chladiace linky

V spojení s vhodnou reguláciou teploty v dokončovacích tratiach zabezpečuje chladiaca linka materiálu požadované mechanicko-technologické parametre. Oceľ sa rýchlo ochladzuje pomocou vodných postrekov, vodných stien alebo laminárnych tokov (pozri obrázok 2.25).



Zdroj: [8, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie-Leipzig 1990]

Obrázok 2.25: Rôzne druhy vodného chladenia

V čase zostavovania tohto dokumentu sa najčastejšie používa laminárne prúdové chladenie na výbehových tratiach. Zvyčajne sú rozprašovacie hlavice (umiestnené na hornej a dolnej strane osi valcovania) zoskupené do častí, niekedy s rôznymi objemami prietoku vody. Každá časť a/alebo každá hlavica je individuálne ovládateľná, takže je možné dosiahnuť požadovanú chladiacu teplotu. Chladiace linky a jednotlivé rozprašovacie dýzy sú riadené počítačom, pričom rozprašovacie hlavice sa zapínajú a vypínajú v súlade so zložitými matematicko-empirickými modelmi, podporovanými teplotnými meraniami periférnych zariadení. [4, EUROFER 1998]

2.2.13 Výroba tenkých a hrubých plechov

Na výrobu plechov sa za tepla vyrobené zvitky odvíjajú pomocou odvíjacích bubnov a privádzajú sa na strižnú linku, ktorá je vybavená rovnačkami na vyrovnanie pásu. Valcované plechy s požadovanou dĺžkou sa ukladajú na kopy a skladujú na skladovacej ploche. [4, EUROFER 1998]

Výroba plechov sa vykonáva na strihacích linkách po procese valcovania. Plechy sú odstrihnuté z oboch strán, orežú sa a narežú na požadovanú dĺžku. Rezanie na mieru pri špeciálnych polotovaroch sa vykonáva pomocou počítačom riadených numerických (CNC) rezacích zariadení (jednotky na rezanie kyslíkom, plazmou alebo laserovým lúčom). Vnútorná kvalita plechov môže byť stanovená ultrazvukovými technikami. Na výbehovú trať strižnej linky môžu byť nainštalované automatické zariadenia.

Dokončovacie činnosti sú vo väčšine zariadení riadené počítačom. Zvažuje sa aj priebežné kalenie a tepelné spracovanie plechov po poslednom valcovacom prechode ako prostriedok na úsporu energie. [4, EUROFER 1998]

2.2.14 Tepelné spracovanie plechu

Hotové plechy sú čiastočne podrobené tepelnému spracovaniu. Pri **žíhaní** sa oceľ ohrieva na podkritickú teplotu, aby sa odstránili napätia. Pri **normalizovaní** sa oceľ ohrieva nad svoju kritickú teplotu a ochladzuje sa vzduchom. Účelom je zjemniť veľkosť zŕn a dosiahnuť distribúciu karbidov, ktoré sa ľahšie rozpustia, austenit. Môže sa použiť aj **kalenie**, **popúšťanie** a iné metódy.

Na tieto účely sa používa niekoľko rôznych druhov pecí, ako napríklad pece s pohyblivým nosníkom, valčekové kruhové dávkovacie pece alebo pece s výsuvným dnom. Ohrievací a spaľovací systém takýchto pecí je porovnateľný so systémami súvisiacimi s opakovaným ohrevom vsádzky. Na vykurovanie tepelných spracovacích pecí možno použiť všetky bežne dostupné vykurovacie médiá. [4, EUROFER 1998]

2.2.15 Morenie a olejovanie ocele valcovanej za tepla

V mnohých výrobných aplikáciách a procesoch používajúcich valcovanú oceľ za tepla sú okoviny nežiaduce. Preto sa valcovaná oceľ za tepla morí na účely odstránenia okovín a olejuje na účely zníženia korózie. Tieto procesy sa vykonávajú vo valcovni na valcovanie za tepla na vytvorenie produktu pre koncových používateľov, ktorý sa nazýva za tepla valcovaná morená a olejovaná oceľ (HRPO oceľ).

2.2.16 Dielňa valcov

Pracovné valce, ako aj oporné valce pre dokončovacie aj prípravné stolice sú upravované podľa presne definovaných špecifikácií v závislosti od výrobku, ktorý sa má valcovať. Úprava valcov sa vykonáva v dielni valcov, kde sa uplatňujú typické techniky strojného opracovania, ako je obrábanie a brúsenie. [4, EUROFER 1998]

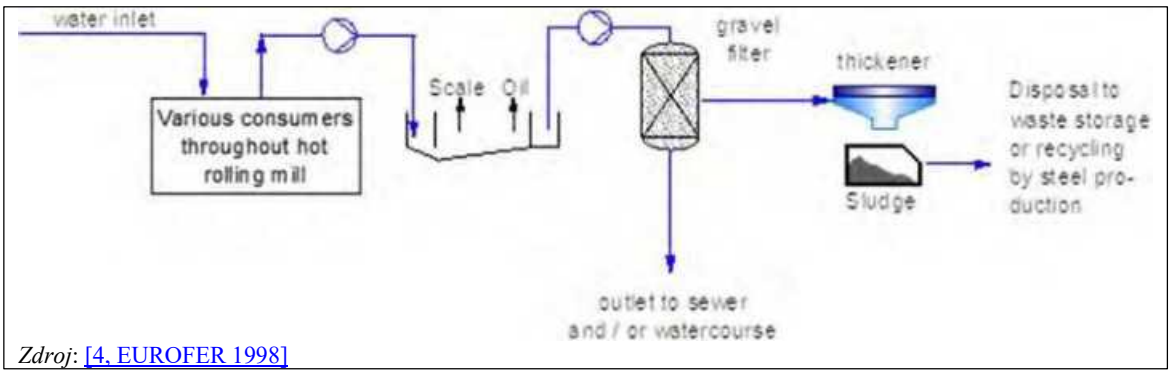
Dielňa valcov zvyčajne zahŕňa nasledovné:

- chladiaca oblasť, kde sa pracovné valce chladia buď na voľnom vzduchu, alebo postrekom vody,
- prípravná oblasť, kde sa valce demontujú a zostavujú, (V niektorých prípadoch stroje v dielni valcov umožňujú renováciu valcov bez predchádzajúcej demontáže.)
- čistiaci priestor, kde sa valce určené na renováciu čistia od usadenín a mazív, (Čistiace techniky zahŕňajú parné čistenie, aplikáciu alkalických odmasťovacích roztokov, aplikáciu organických rozpúšťadiel.)
- typické vybavenie strojárskej dielne vrátane sústruhov a brúsok, ktoré majú individuálny chladiaci systém, kde sa chladiaca kvapalina kontinuálne spracúva s cieľom oddeliť odrezky a brúsny kal. [4, EUROFER 1998]

2.2.17 Vodné okruhy/hospodárenie s vodou vo valcovniach na valcovanie za tepla

Počas celého procesu valcovania za tepla a súvisiacich procesných krokov sa voda používa na chladenie a z technologických dôvodov. Elektromotory, ohrievacie pece, kontrolné miestnosti a elektrické systémy, prístroje a systémy riadenia procesov sa zvyčajne chladia nepriamo. Oceľ, valce, píly, orezané konce, navijaky a horúce výbehové trate sú chladené priamo. Voda sa používa aj na drvenie okovín, splachovanie okovín a na ich transport. Všade tam, kde je voda v kontakte s valcovaným materiálom (procesná voda) a valcovacím zariadením, bude kontaminovaná okovinami a olejom.

Najjednoduchším aplikovaným systémom prívodu vody je **otvorený systém** (prietokový systém), ako je znázornené na obrázku 2.26. Voda sa odoberá z prírodných zdrojov (rieka, jazero alebo podzemná voda), preteká cez rôzne stroje valcovne na valcovanie za tepla a opäť sa vypúšťa do vodného toku.



Zdroj: [4, EUROFER 1998]

Obrázok 2.26: Príklad prietokového vodného systému

Znečistené chladiace a procesné vody sa pred vypustením zbierajú a čistia. Prvým stupňom čistenia je sedimentačná nádrž, v ktorej sa tuhé látky, hlavne oxidy železa, nechávajú usadzovať na dne nádrže.

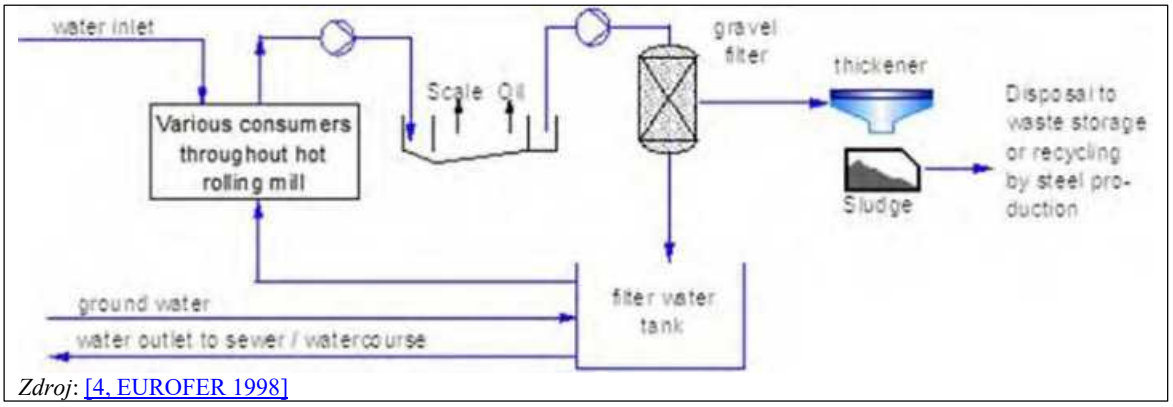
Usadené tuhé látky sa vypúšťajú prostredníctvom vhodných zariadení (stieračov, závitkových dopravníkov atď.) a v prípade integrovaných oceliarní sa vracajú do výrobného procesu klasickou vysokopecnou cestou. Olejové znečisťujúce látky plávajúce na povrchu sa odstraňujú pomocou vhodných zberacích zariadení a vypúšťajú sa do príslušných zberných nádrží.

Predčistený prepad sa privádza potrubím do filtračných batérií, ktorých počet, veľkosť a kapacita sú navrhnuté v súlade s objemom vody. Vo väčšine prípadov sú tieto filtre štrkovými filtrami, t. j. pretekajúca voda sa čistí prechodom cez štrkové lôžka.

Znečisťujúce látky v štrkových filtroch musia byť odstránené spätným preplachom, aby sa zachovala funkčnosť a separačná efektívnosť filtrov. Vyčistená odpadová voda z filtrov sa vypúšťa do kanalizačného systému a/alebo do jazier a riek.

Vody obsahujúce kal (prevažne obsahujúce oxid železa) z filtračných batérií sa separujú v zahusťovači. Prepad sa recirkuluje do systému čistiaceho okruhu. Vysokokvalitný vstupný materiál obsiahnutý v kale sa ďalej odvodňuje a zneškodňuje alebo sa vracia späť do procesu výroby ocele, za predpokladu, že je k dispozícii príslušné technické vybavenie.
S cieľom znížiť alebo zabrániť vypúšťaniu odpadových vôd z prevádzky valcovania za tepla sa implementujú polouzavreté a uzavreté okruhy.

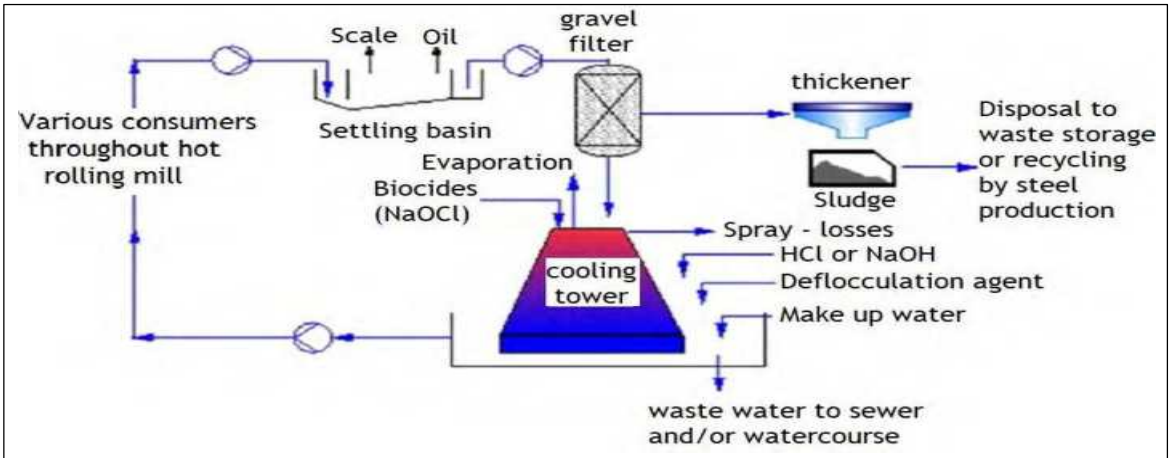
V **polouzavretých okruhoch**, ako je znázornené na obrázku 2.27, sa voda upravuje a čiastočne znovu používa v závislosti od teploty. Zariadenia na úpravu vody sú rovnaké ako pri otvorených systémoch, ale prefiltrovaná odpadová voda sa priamo nezneškodňuje. Namiesto toho sa privádza do nádrže filtračnej vody a v prípade potreby sa mieša so studenou čerstvou vodou. V závislosti od teploty zmiešanej vody sa filtrovaná voda vracia do rôznych strojov vo valcovni na valcovanie za tepla a vypúšťa sa len prepad. Preto objem cirkulujúcej vody závisí od ročného obdobia a geografickej polohy.



Zdroj: [4, EUROFER 1998]

Obrázok 2.27: Príklad polouzavretého vodného okruhu

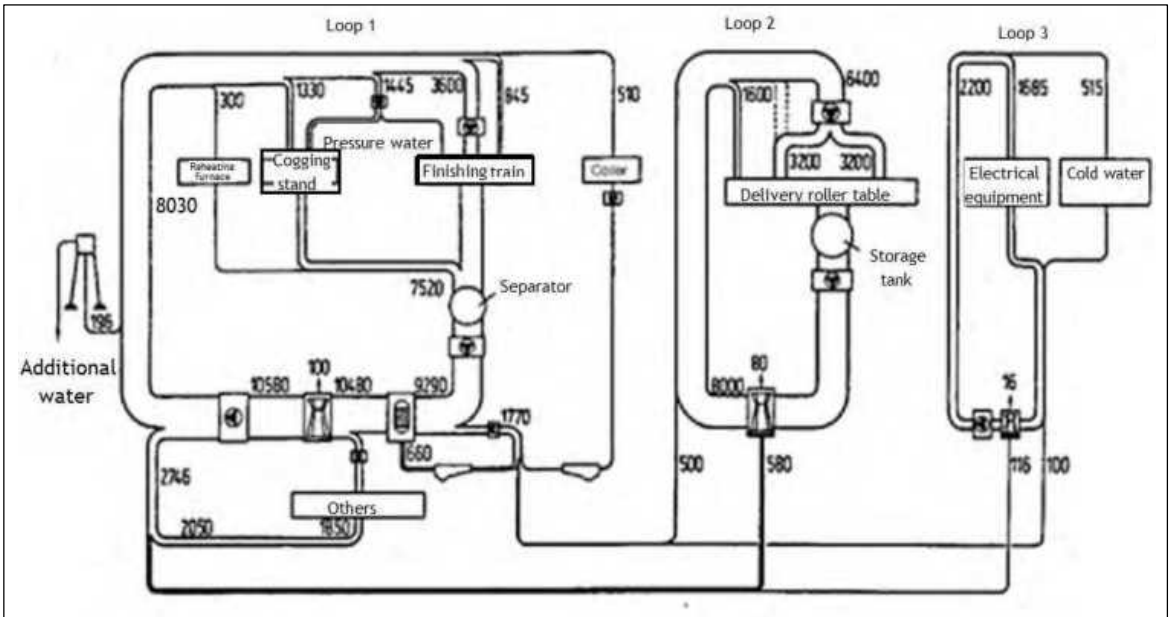
V **uzavretých vodných okruhoch** (pozri obrázok 2.28) sa prečistená voda nevypúšťa, ale sa v chladiacich vežiach alebo tepelných výmenníkoch opakovane ochladí na požadovanú teplotu a znovu použije v procese valcovania. V prípade prevádzok používajúcich chladiace veže sa spotreba vody obmedzuje na dodatočnú vodu (približne 3 – 5 %), ktorá je potrebná na nahradenie strát pri vyparovaní a odkalovaní. Pri používaní výmenníkov tepla sú potrebné veľké recirkulačné objemy recirkulačnej vody.



Zdroj: [4, EUROFER 1998]

Obrázok 2.28: Príklad uzavretého vodného okruhu

Systémy prívodu a úpravy vody v prevádzkach valcovania za tepla sú zvyčajne veľmi zložité, s niekoľkými čiastočne prepojenými vodnými okruhmi a viacstupňovým využitím vody. V niektorých prípadoch je vodný okruh valcovne na valcovanie za tepla prepojený s vodnými napájacími systémami iných zariadení na výrobu železa a ocele, ako je napríklad kontinuálne odlievanie. Dôvodmi tohto prepojenia sú podobnosť obsahu odpadových vôd a blízkosť zariadení.

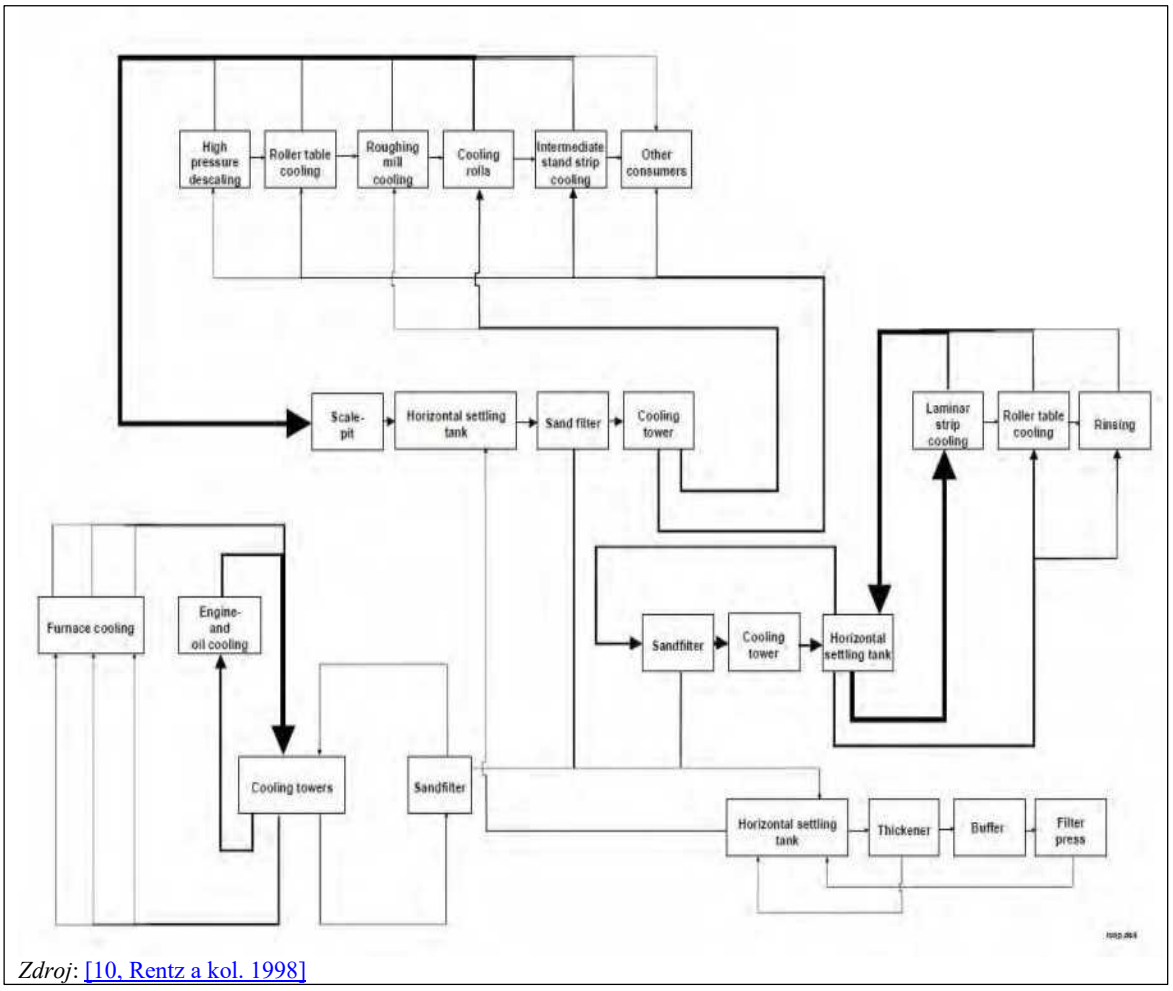


Pozn.: 1. Uvedené údaje predstavujú prietok vody v m^3/h. 2. Kapacita valcovne: 270 000 t mesačne.
Zdroj: [13, Zur a kol. 1976]

Obrázok 2.29: Vodné okruhy pre valcovňu pásov za tepla

Na obrázku 2.29 sa zobrazuje vodný okruh valcovne širokých pásov za tepla, kde sú vytvorené tri vodné okruhy. Okruh 1 (8 030 m^3/h) zahŕňa hrubovaciu stolicu, dokončovaciu trať a ohrievaciu pec; okruh 2 (8 000 m^3/h) výstupnú valčekovú dráhu a okruh 3 (2 200 m^3/h) hlavne elektrické zariadenia. Okruhy sú prepojené takým spôsobom, že prívod vody pre okruhy 2 a 3 je zabezpečený zo strany čistej vody okruhu 1. Procesná voda z okruhov 2 a 3 sa posiela do úpravárenských zariadení okruhu 1 a odkalovacia voda sa tiež môže vypúšťať do okruhu 1.

Na obrázku 2.30 je znázornený ďalší príklad systému hospodárenia s vodou pre valcovňu širokých pásov za tepla. Okruhy vytvorené v tomto prípade sú určené na chladenie pece a motora, na valcovacie stolice a na laminárne chladenie pásov a valčekových dráh.



Zdroj: [10, Rentz a kol. 1998]

Obrázok 2.30: Použitie vodných okruhov vo valcovni na valcovanie za tepla

Predchádzanie výtokom používaním vody v okruhoch alebo vo viacerých stupňoch je v oceliarskom priemysle dobre známa a rozšírená prax. Valcovne na valcovanie za tepla majú vysoký potenciál zníženia spotreby vody a vypúšťania odpadových vôd z dôvodu veľkého množstva potrebnej vody.

2.2.18 Nakladanie s odpadmi a vedľajšími produktmi vo valcovniach na valcovanie za tepla

Okrem odpadovej vody produkujú činnosti valcovania za tepla rôzne druhy tuhých a kvapalných vedľajších produktov a odpadov:

- kovový odpad a vedľajšie produkty,
- okoviny/triesky,
- prach z čistenia plameňom a valcovania,
- okoviny z valcovne (bez obsahu oleja a s olejom),
- kal z úpravy vody a okovín,
- brúsny kal (dielňa valcov),
- olej a mazivá.

Kovové vedľajšie produkty/odpad ako šrot, nepodarky, odrezky atď. vznikajúce pri valcovaní za tepla sú zvyčajne relatívne čisté a ľahko sa recyklujú späť do metalurgických procesov (napr. BOF).

Okoviny bez obsahu oleja a okoviny s nízkym obsahom oleja (< 1 %) sa priamo vracajú do metalurgického procesu, zvyčajne cez aglomeráciu. Olejové, železité kaly s obsahom až 80 % FeO_n, ako sú **olejové okoviny** a **brúsne kaly**, získané z čistiarní odpadových vôd, musia byť pred internou recykláciou upravené.

Okoviny sa okrem toho predávajú na externé použitie (napr. výrobcom cementu) alebo sa dodávajú externej spoločnosti na spracovanie (zvyčajne tepelné spracovanie na spálenie obsahu oleja). Prevádzky na tepelné spracovanie môžu produkovať produkt s obsahom železa približne 60 – 70 %. Ak je prevádzka na tepelnú úpravu zásobované olejovitými okovinami s obsahom približne 4,5 %, nie je potrebný žiadny dodatočný prívod energie.

Oxidové prachy zo zariadení na čistenie vzduchu, napríklad z rukávových filtrov na odstraňovanie oxidov pri valcovacích stoliciach, sú recyklovateľné do výroby ocele (napr. do aglomerácie) bez rizík.

Olej a mazivo, ktoré sa oddeľujú a zbierajú v rôznych fázach, sú zdrojmi energie a môžu sa využívať ako sekundárne palivá, napríklad vstrekovanie do vysokej pece alebo koksárenská výroba. Odvodnenie by mohlo byť predpokladom. Alternatívne sa tieto materiály môžu použiť v koksárenských peciach na zvýšenie objemovej hustoty uhlia pred karbonizáciou. [4, EUROFER 1998], [14, Hot Rolling Shadow Group 2000]

Použitá emulzia z dielne valcov alebo od iných spotrebiteľov môže byť rozdelená na zložky: olej a vodu. Oddelený olej možno tepelne využiť alebo externe recyklovať. [14, Hot Rolling Shadow Group 2000]

2.3 Súčasná spotreba a úrovne emisií v prípade valcovní na valcovanie za tepla

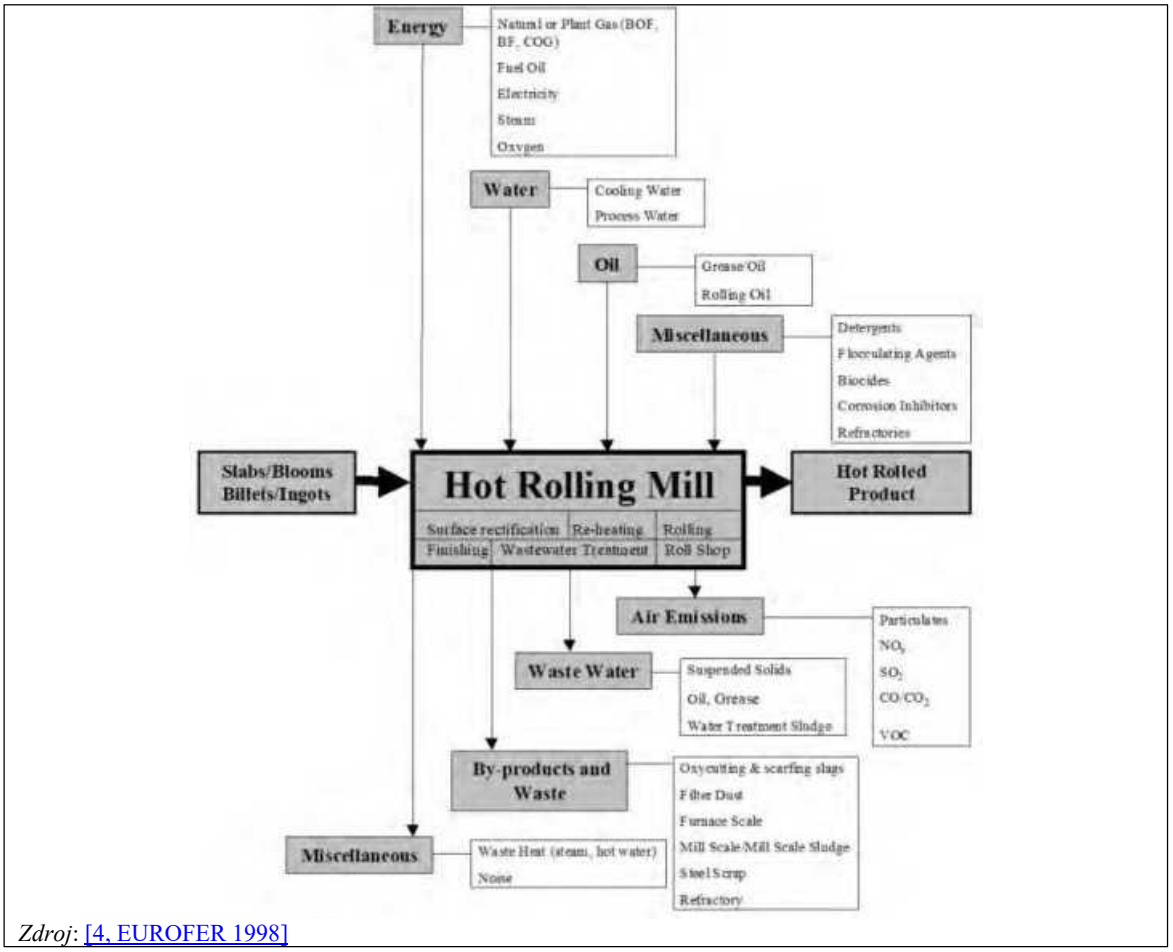
V nasledujúcich oddieloch sa uvádzajú údaje o spotrebe a emisiách poskytnuté prevádzkami HR v rámci EÚ, ktoré sa zúčastnili na zbere údajov o FMP v roku 2018 (celkovo 125 prevádzok). Príslušné prevádzky sú uvedené v oddiele 11.1, kde možno nájsť zoznam zariadení/prevádzok, ktoré sa v roku 2018 zúčastnili na zbere údajov na účely revízie BREF o FMP.

Zaobchádzanie s dôvernými obchodnými informáciami (CBI)

Údaje o spotrebe energie, materiálov a vody prevádzkovatelia prevádzok považovali za CBI. V záujme zachovania dôvernosti údajov sa názvy prevádzok v grafoch priamo neuvádzajú, ale sú nahradené anonymizovanými a náhodne pridelenými kódmi CBI. Okrem toho nie sú zahrnuté žiadne kontextové informácie (napr. procesné parametre alebo použité techniky), pretože by mohli odhaliť identitu prevádzok. V údajoch sú uvedené len kategória ocele a oceľové výrobky za predpokladu, že pri zbere údajov bolo nahlásených viac ako päť rôznych hodnôt spotreby. Ak bolo nahlásených menej ako päť rôznych hodnôt spotreby, údaje sú zobrazené v kategórii označenej ako „iné" bez akéhokoľvek uvedenia kategórie ocele na zobrazení alebo oceľového výrobku z dôvodu zachovania dôvernosti. Všetky údaje o spotrebe sú uvedené vo vzostupnom poradí podľa maximálnych hodnôt mernej spotreby energie.

2.3.1 Prehľad tokov hmoty

Na obrázku 2.31 sa uvádza prehľad rôznych vstupov (napr. druhy oceľových výrobkov, energia, voda, olej) a výstupov (napr. výrobky valcované za tepla, emisie do ovzdušia a vody, vedľajšie produkty a odpad) v typickej valcovni na valcovanie za tepla.



Zdroj: [4, EUROFER 1998]

Obrázok 2.31: Prehľad vstupov/výstupov pre valcovne na valcovanie za tepla

2.3.2 Spotreba energie

Spotreba energie
Integrované oceliarne sa snažia čo najviac zhodnocovať plyny vznikajúce v rámci závodu na interné využitie. Preto sa v kontinuálnych peciach používa vysokopecný plyn, koksárenský plyn, konvertorový plyn, zemný plyn a mnoho rôznych kombinácií týchto plynov (takzvané zmiešané plyny).

Spotreba energie pecí závisí od viacerých parametrov, ako sú:

- konštrukcia pece (tlačného typu, s kráčajúcim roštom atď.),
- výkon a zmeny prevádzky (prevádzkový čas),[15, UK, člen TWG 1999]
- navrhnutá dĺžka rekuperačnej zóny v peci,
- konštrukcia horáka,
- použitie rekuperátorov alebo regeneračného systému,
- výrobná kapacita pece,
- usporiadanie ohrievacej zóny,
- teplota vsádzania materiálu,
- teplotu ohrevu a vypúšťania,
- presnosť tepelnej regulácie,
- stupeň izolácie pece, [4, EUROFER 1998]
- prevádzkový bod vo vzťahu k projektovanému bodu,
- obsah O_2 v atmosfére. [6, EUROFER 2019]

Počas zberu údajov boli údaje o špecifickej spotrebe energie prevádzok (t. j. MJ spotrebovanej energie na celkové množstvo spracovanej suroviny, vyjadrenej v t/rok) vykázané pre tieto procesy:

- opakovaný ohrev, medziohrev a dohrev suroviny,
- valcovanie za tepla pre valcovacie procesy vrátane prípravnej a dokončovacej trate.

Na obrázkoch 2.32, 2.33 a 2.34 sú zobrazené údaje o špecifickej spotrebe energie (ročný priemer) pre ohrev suroviny, medziohrev a dohrev. Na obrázku 2.35 sú zobrazené údaje o špecifickej spotrebe energie pri valcovaní za tepla pre valcovacie procesy vrátane prípravnej a dokončovacej trate. Tieto údaje predstavujú ročné hodnoty špecifickej spotreby energie pre každú linku prevádzok. Pri hodnotách týkajúcich sa špecifickej spotreby energie na ohrev surovín zodpovedajú uvádzané hodnoty priemerným hodnotám špecifickej spotreby energie pre všetky pece každej linky.

Opakovaný ohrev suroviny
Tabuľka 2.6 obsahuje súhrn pozorovaných rozsahov špecifickej spotreby energie (ročný priemer) na opakovaný ohrev suroviny v závislosti od kategórie ocele, oceľového výrobku a druhu ocele. Celkom poskytlo 97 prevádzok údaje o špecifickej spotrebe energie. Veľká väčšina údajov o špecifickej spotrebe energie sa pohybuje v rozmedzí od 590 MJ/t do približne 5 400 MJ/t. Iba dve prevádzky vykázali extrémne vysoké hodnoty špecifickej spotreby energie, ktoré možno považovať za odľahlé hodnoty (pozri obrázok 2.32).

Tabuľka 2.6: Rozsahy špecifickej spotreby energie na opakovaný ohrev suroviny

Kategória ocele *Oceľové výrobky*	**Druh ocele**	**Špecifická spotreba energie MJ/t (ročný priemer)**
Plochá		
Zvitky valcované za tepla (pásy)	Uhlíková oceľ	1 100 – 1 800
	Vysokolegovaná oceľ	1 900 – 2 750
Hrubé plechy	Uhlíková oceľ	1 190 – 2 300
	Vysokolegovaná oceľ	2 000 – 2 870
Dlhá		
Tyče, prúty	Uhlíková oceľ	590 – 2 300
	Vysokolegovaná oceľ	1 100 – 5 400
Nosníky, predvalky, koľajnice, rúrky	Uhlíková oceľ	1 350 – 2 650
Iné	Uhlíková oceľ	1 500 – 6 000
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]		

Medziohrev suroviny

Iba osem prevádzok predložilo údaje o špecifickej spotrebe energie z meziohrevu surovín. Všetky uvedené údaje sa týkali výroby dlhých výrobkov a pohybovali sa v rozmedzí od 76 MJ/t do 870 MJ/t.

Dohrev suroviny

Tabuľka 2.7 obsahuje súhrn pozorovaných rozsahov špecifickej spotreby energie na dohrev suroviny v závislosti od kategórie ocele, oceľového výrobku a druhu ocele. Údaje o dohreve suroviny so špecifickou spotrebou energie v rozmedzí od 290 MJ/t do 7 500 Mj/t poskytlo celkovo 29 prevádzok.

Tabuľka 2.7: Rozsahy špecifickej spotreby energie na dohrev suroviny

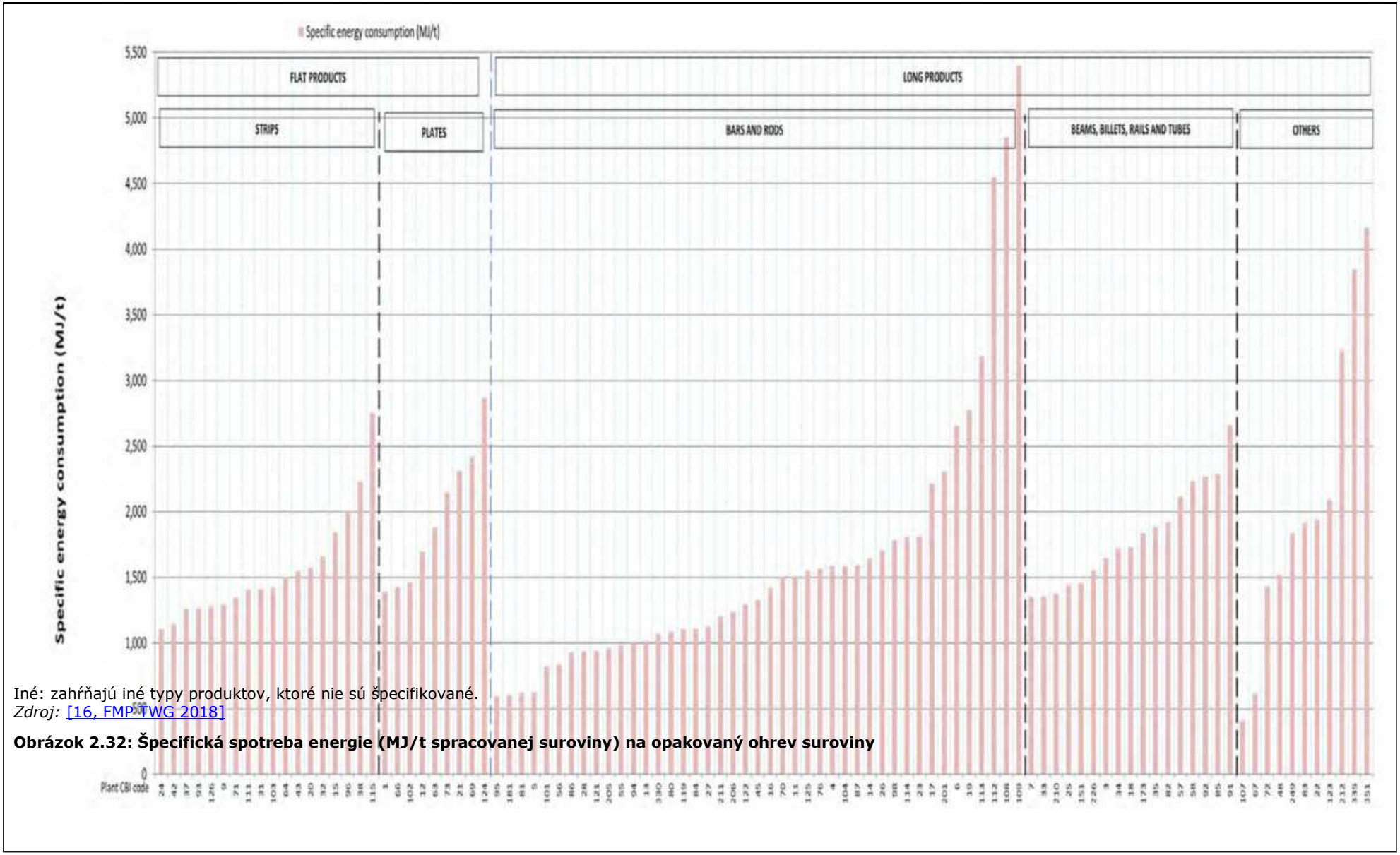
Kategória ocele *Oceľové výrobky*	**Druh ocele**	**Špecifická spotreba energie MJ/t (ročný priemer)**
Plochá		
Hrubé plechy	Uhlíková oceľ	1 000 – 2 000
	Vysokolegovaná oceľ	1 500 – 4 400
Dlhá		
Tyče, prúty	Uhlíková oceľ	900 – 5 300
	Vysokolegovaná oceľ	1 150 – 3 600
Iné	Uhlíková oceľ	290 – 7 500
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]		

Valcovanie za tepla vrátane prípravnej a dokončovacej trate

Energetická náročnosť motorom poháňaných valcov pri valcovaní za tepla závisí od stupňa deformácie, teploty obrobku a tvrdosti materiálu. Energia sa používa vo forme elektriny. Celkovo 78 prevádzok poskytlo údaje o špecifickej spotrebe energie na valcovacie procesy, pričom špecifická spotreba energie sa pohybovala od 70 MJ/t do 1 300 MJ/t. Tabuľka 2.8 obsahuje súhrn rozsahov uvádzaných hodnôt špecifickej spotreby energie pri valcovaní za tepla v závislosti od priemernej hrúbky a úbytku prierezu, kategórie ocele, oceľového výrobku a druhu ocele.

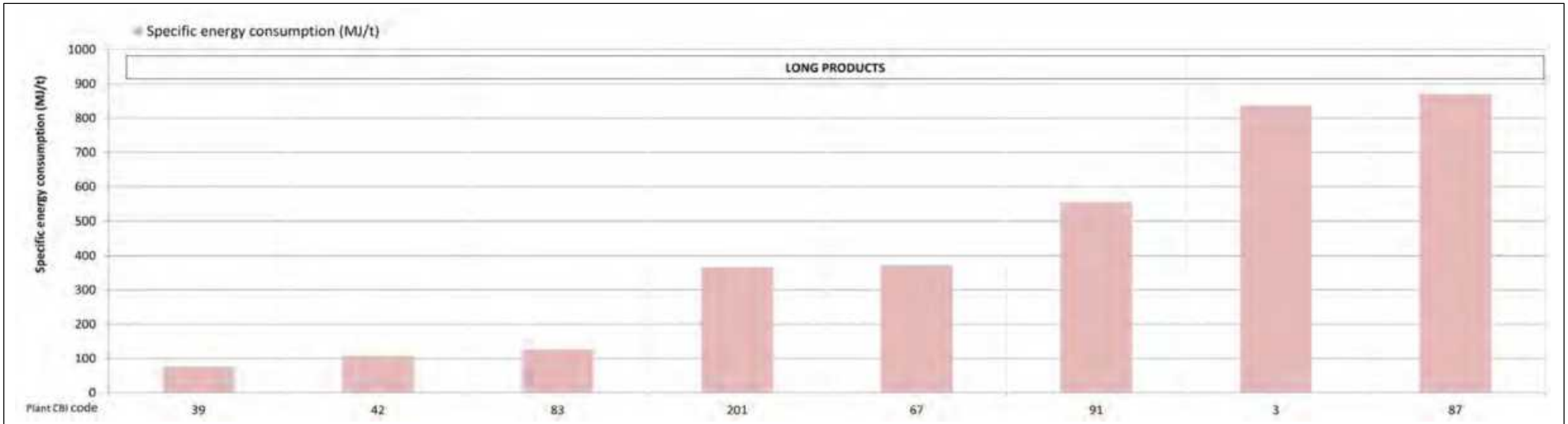
Tabuľka 2.8: Rozsahy mernej spotreby energie na valcovanie za tepla vrátane prípravnej a dokončovacej trate

Kategória ocele *Oceľové výrobky*	**Druh ocele**	**Priemerná hrúbka/úbytok prierezu %**	**Špecifická spotreba energie Mj/t (ročný priemer)**
Plochá			
Za tepla valcované zvitky (pásy), hrubé plechy	Uhlíková oceľ	90 – 99	70 – 300
	Vysokolegovaná oceľ	95 – 98	262 – 430
Dlhá			
Tyče, prúty	Uhlíková oceľ	60 – 99	110 – 540
	Vysokolegovaná oceľ	99 – 100	750 – 7 500
Nosníky, predvalky, koľajnice, rúrky	Uhlíková oceľ	70 – 99	80 – 1 300
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]			



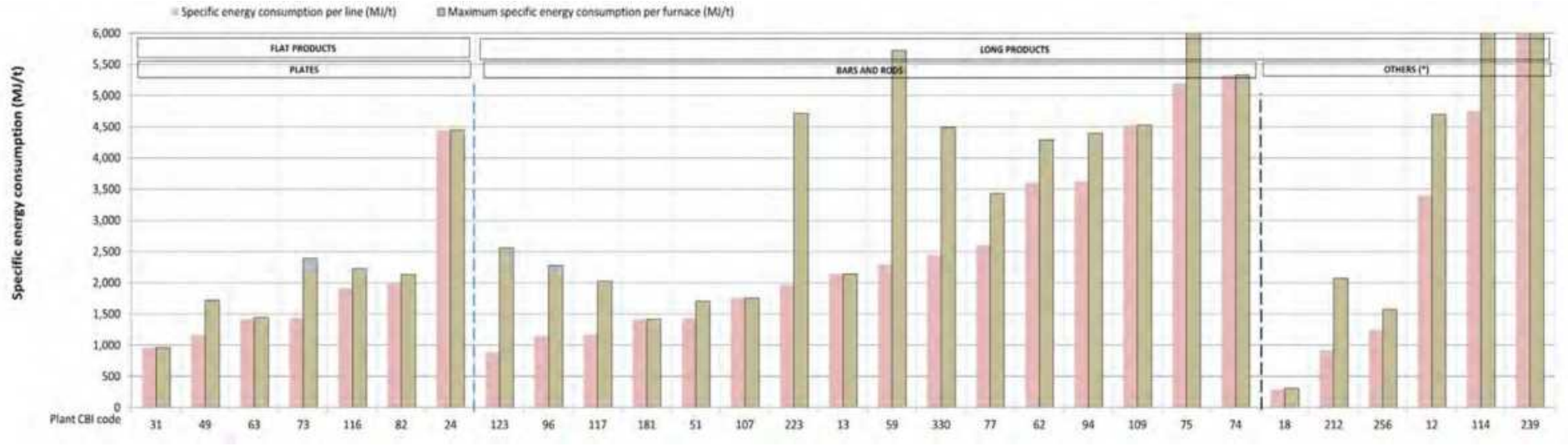
Iné: zahŕňajú iné typy produktov, ktoré nie sú špecifikované.
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.32: Špecifická spotreba energie (MJ/t spracovanej suroviny) na opakovaný ohrev suroviny



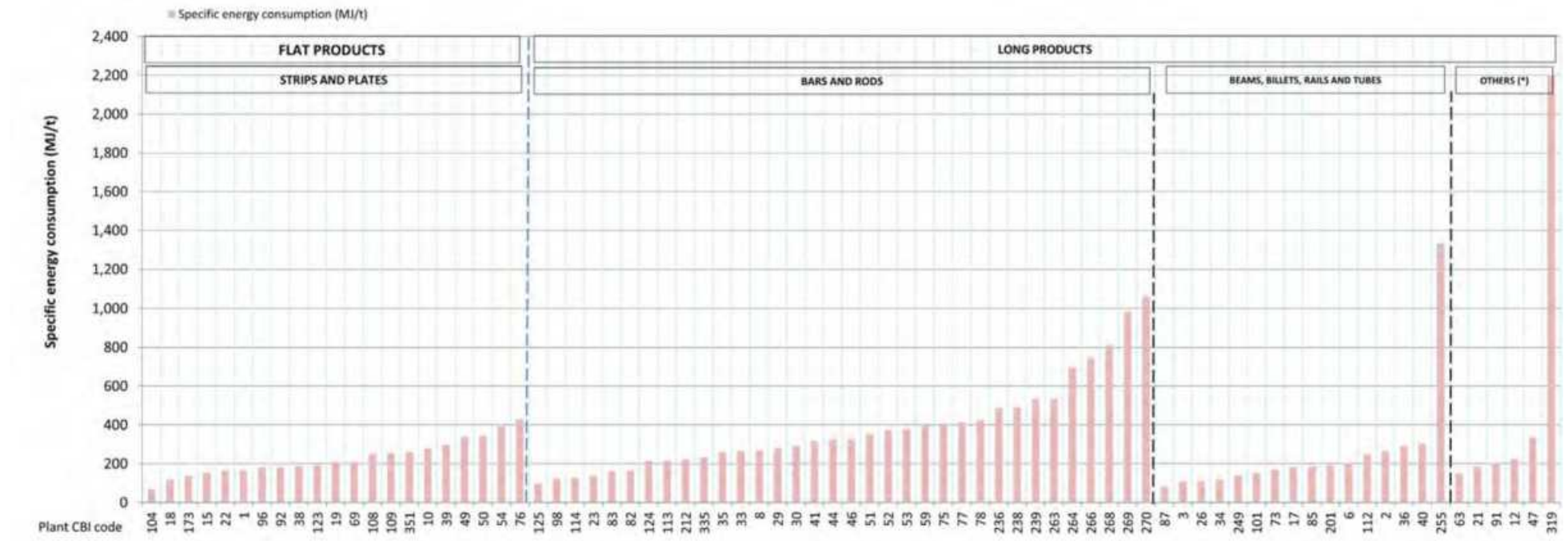
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.33: Špecifická spotreba energie (MJ/t spracovanej suroviny) na medziohrev suroviny



Iné(*): zahŕňajú iné typy produktov, ktoré nie sú špecifikované.
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.34: Špecifická spotreba energie (MJ/t spracovanej suroviny) na dohrev suroviny



Iné(*): zahŕňajú iné typy produktov, ktoré nie sú špecifikované.
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.35: Špecifická spotreba energie (MJ/t spracovanej suroviny) na valcovacie procesy

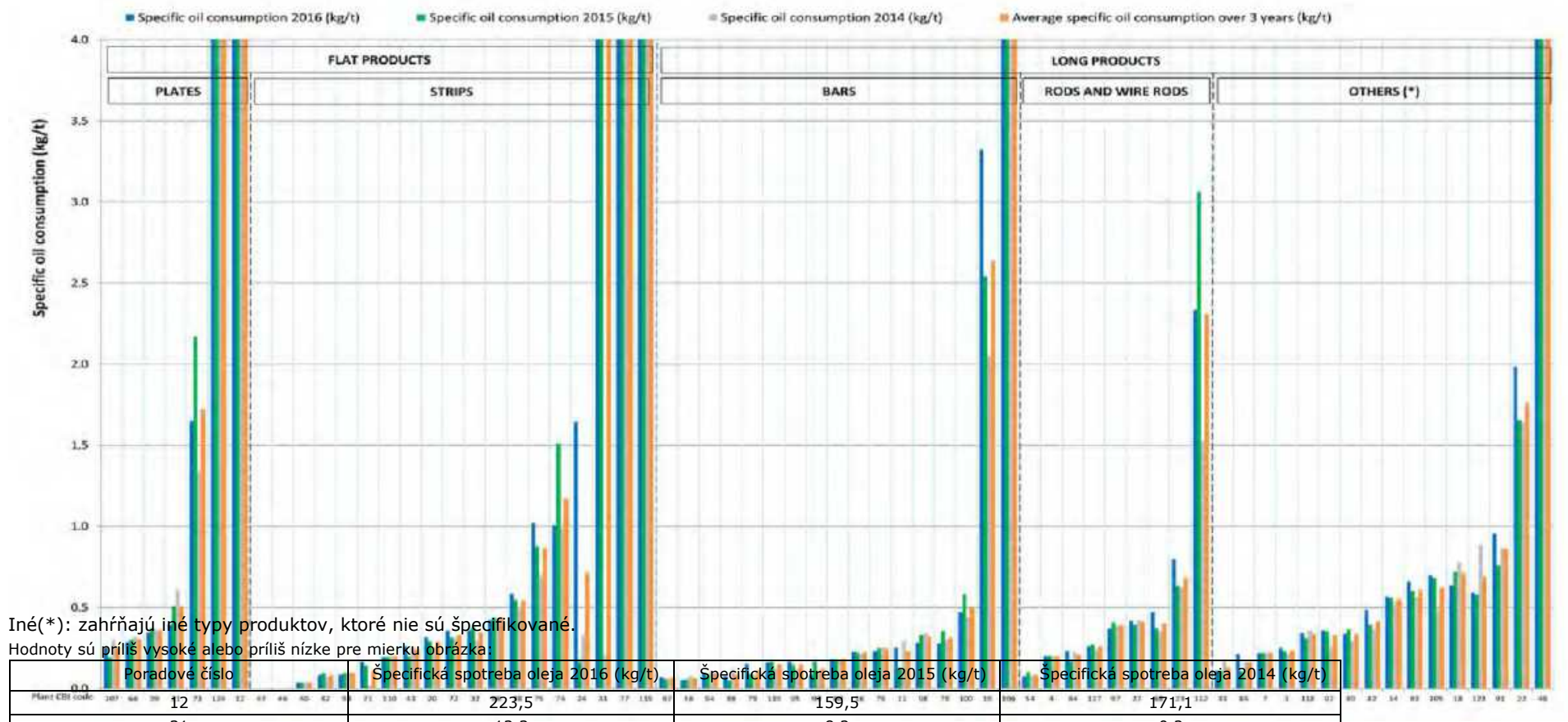
2.3.3 Spotreba materiálu

2.3.3.1 Spotreba olejov

Hodnoty spotreby oleja zahŕňajú všetky typy olejov používaných v prevádzke (napr. valcovací olej, olej do hydraulických systémov, mazací olej, antikorózny olej, tuky a mazivá). Tabuľka 2.9 obsahuje uvádzané údaje o špecifickej spotrebe oleja za tri roky (2014 až 2016) a získaný ročný priemer pre valcovne na valcovanie za tepla. Prehľad rozsahov spotreby oleja pozorovaných pre každý typ produktu je zhrnutý v tabuľke 2.9.

Tabuľka 2.9: Rozsahy špecifickej spotreby oleja pri valcovaní za tepla

Kategória ocele *Oceľové výrobky*	**Druh ocele**	**Špecifická spotreba oleja kg/t (ročný priemer)**
Plochá		
Zvitky valcované za tepla (pásy)	Uhlíková oceľ	0,04 – 0,7
	Vysokolegovaná oceľ	0,4 – 600
Hrubé plechy	Uhlíková oceľ	0,3 – 180
	Vysokolegovaná oceľ	0,3 – 160
Dlhá		
Tyče, prúty	Uhlíková oceľ	0,06 – 0,6
	Vysokolegovaná oceľ	0,2 – 635
Nosníky, koľajnice, rúrky	Uhlíková oceľ	0,2 – 1,7
Iné	Uhlíková oceľ	0,6 – 89
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]		



Iné(*): zahŕňajú iné typy produktov, ktoré nie sú špecifikované.
Hodnoty sú príliš vysoké alebo príliš nízke pre mierku obrázka.

Poradové číslo	Špecifická spotreba oleja 2016 (kg/t)	Špecifická spotreba oleja 2015 (kg/t)	Špecifická spotreba oleja 2014 (kg/t)
12	223,5	159,5	171,1
31	13,3	8,2	0,2
77	643,6	665,4	575,7
115	1 981,5	2 204,1	1 717,3
106	716,0	820,0	370,0
48	86,2	91,2	88,6

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

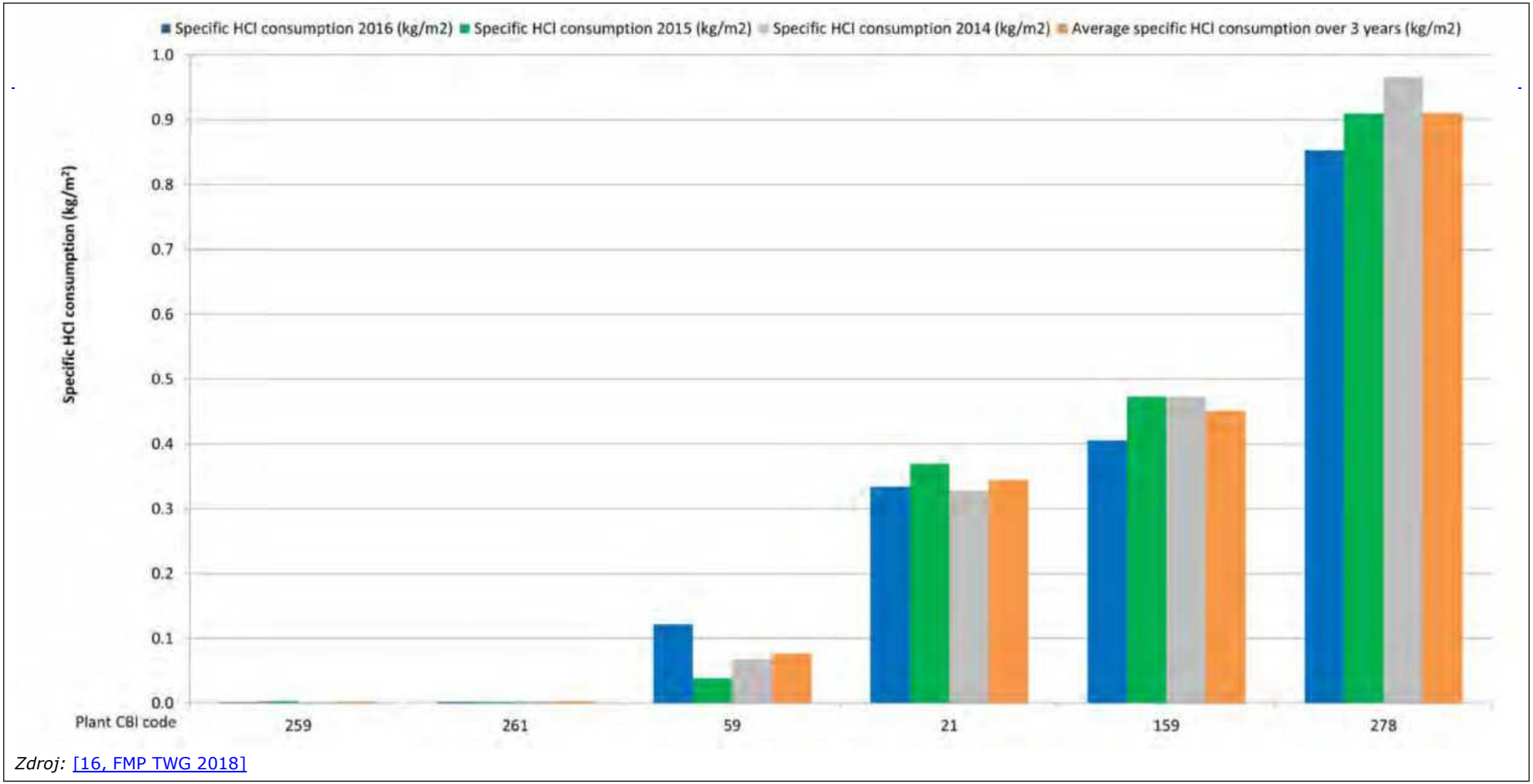
Obrázok 2.36: Špecifická spotreba oleja (kg/t produkcie) vo valcovniach na valcovanie za tepla

2.3.3.2 Spotreba kyselín

Na obrázkoch 2.37 až 2.39 sa zobrazujú údaje o špecifickej spotrebe kyseliny za tri prevádzkové roky a získaný ročný priemer pre valcovne na valcovanie za tepla zo zberu údajov o FMP na úrovni liniek, ktoré vyrábajú oceľ HRPO. Každý obrázok zodpovedá inému druhu kyseliny, konkrétne kyseline chlorovodíkovej, sírovej, dusičnej a fluorovodíkovej. Špecifická spotreba kyseliny sa vyjadruje v kg kyseliny na m^2 upraveného (moreného) povrchu. Uvažované koncentrácie kyselín boli 33 % hmot., 96 % hmot., 49 % hmot. a 70 % hmot. pre HCl, H_2SO_4, HNO_3 a HF, v uvedenom poradí. Celkovo šesť výrobných liniek uviedlo informácie o HCl a H_2SO_4, zatiaľ čo päť výrobných liniek informácie o nitračných zmesiach (HF a HNO_3). Tabuľka 2.10 obsahuj súhrn rozsahov spotreby kyseliny uvádzaných týmito prevádzkami HRPO.

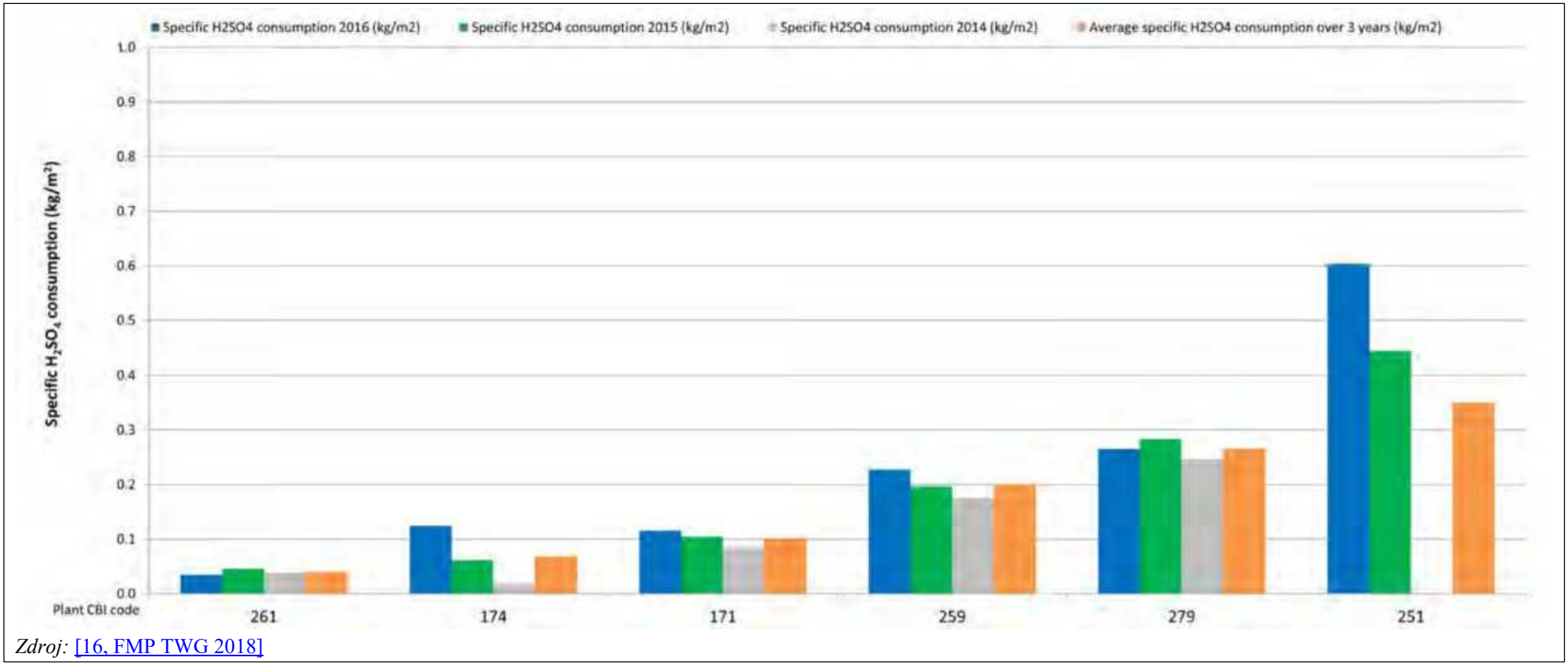
Tabuľka 2.10: Rozsahy špecifickej spotreby kyseliny v prevádzkach HRPO

Druh kyseliny	**Priemerná špecifická plocha vstupu (m^2/t)**	**Špecifická spotreba kyseliny (kg/m^2 upraveného povrchu) (ročný priemer)**
HCl	4 – 95	0,002 – 0,9
H_2SO_4	15 – 95	0,03 – 0,4
Nitračné zmeny (HF-HNO_3)	15 – 95	0,2 – 0,3
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]		



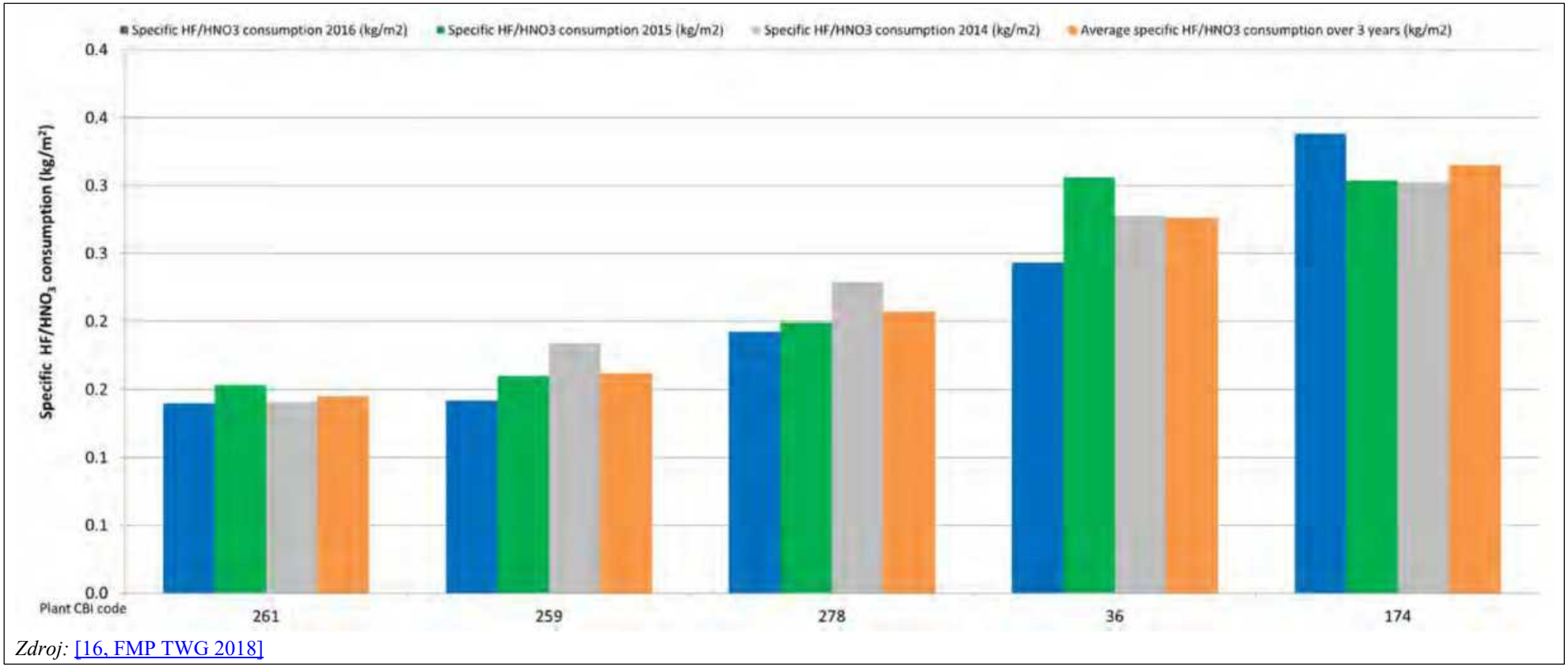
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.37: Špecifická spotreba HCl (kg/m² upraveného povrchu) v prevádzkach HRPO



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.38: Špecifická spotreba H_2SO_4 (kg/m² upraveného povrchu) v prevádzkach HRPO

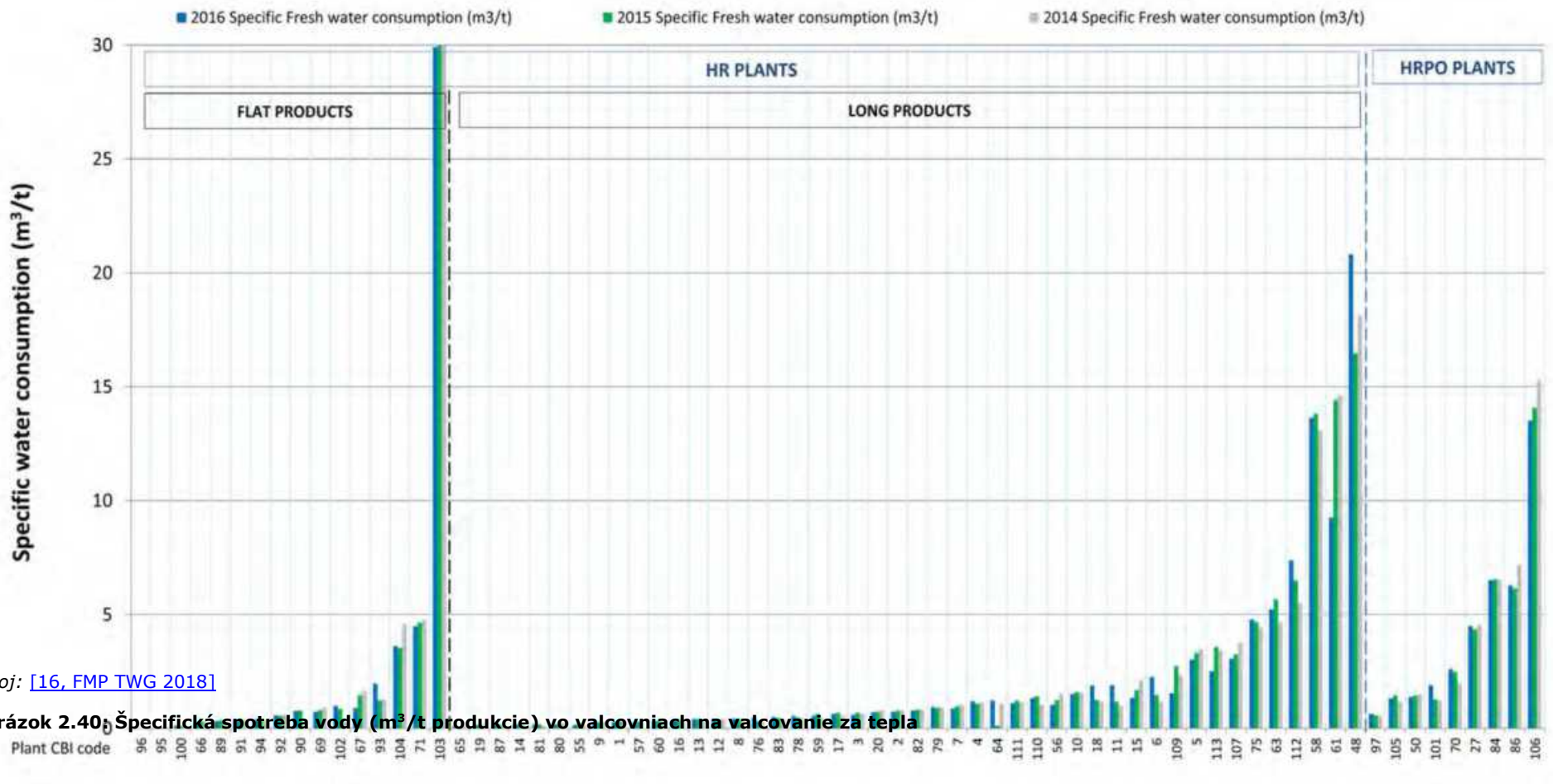


Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.39: Špecifická spotreba HF/HNO_3 (kg/m^2 upraveného povrchu) v prevádzkach HRPO

2.3.4 Spotreba vody

Na obrázku 2.40 sa zobrazujú uvádzané údaje o špecifickej spotrebe vody na úrovni prevádzky za tri prevádzkové roky vo valcovniach na valcovanie za tepla. Celkovo sa na základe údajov za 70 prevádzok špecifická spotreba vody pohybovala od 0,01 m^3/t do 30 m^3/t. Konkrétnejšie zo zberu údajov vyplýva, že spomedzi 24 prevádzok HR, ktoré uviedli, že sú súčasťou oveľa väčšieho zariadenia (t. j. integrovaných železiarní a oceliarní), väčšina prevádzok uviedla špecifickú spotrebu pod 2 m^3/t, okrem jednej prevádzky, ktorá uviedla veľmi vysokú spotrebu 30 m^3/t, čo sa považuje za odľahlú hodnotu. Na obrázku je znázornená špecifická spotreba vody pre prevádzky HR (ploché a dlhé výrobky) a prevádzky HRPO. Vymedzenie špecifickej spotreby vody možno nájsť v oddiele 9.4.4.2.



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.40: Špecifická spotreba vody (m^3/t produkcie) vo valcovniach na valcovanie za tepla

2.3.5 Emisie do ovzdušia

2.3.5.1 Emisie do ovzdušia z mechanického spracovania, čistenia plameňom a zvárania

Emisie prachu
Počas čistenia plameňom vznikajú vlhké a korozívne výpary s vysokým podielom submikrónových častíc (veľkostný rozsah od 0,5 do 250 mikrónov). [17, Davy Consultants 1993]

Prach vznikajúci pri čistení plameňom obsahuje hlavne oxidy železa s niektorými stopovými legujúcimi prvkami prítomnými v oceli. [18, CITEPA 1994]

Údaje o emisiách prachu do ovzdušia z mechanického spracovania, čistenia plameňom a zvárania sú uvedené na obrázku 2.47 a 2.48. Celkovo boli nahlásené emisie prachu zo 152 emisných bodov. Koncentrácie emisií prachu sa pohybovali od 1,5 mg/Nm^3 do 350 mg/Nm a emisné zaťaženia sa pohybovali od 1,8 g/h do 8 900 g/h.

Emisie olova
Údaje o emisiách olova do ovzdušia z mechanického spracovania, čistenia plameňom a zvárania sú uvedené na obrázku 2.49. Emisie olova boli uvedené za 23 emisných bodov. Koncentrácie sa pohybovali od 0,0001 mg/Nm^3 do 0,2 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 0,002 g/h do 17 g/h.

Emisie niklu
Údaje o emisiách niklu do ovzdušia z mechanického spracovania, čistenia plameňom a zvárania sú uvedené na obrázku 2.50. Emisie niklu boli uvedené celkovo za 34 emisných bodov. Koncentrácie sa pohybovali od 0,09 mg/Nm^3 do 1,0 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od
0,005 g/h do 15 g/h.

2.3.5.2 Emisie do ovzdušia z ohrevu

Úrovne emisií uvedené v tomto oddiele sa týkajú emisií do ovzdušia pri ohreve vstupnej suroviny (t. j. opakovanom ohreve, medziohreve a dohreve). V pripravených údajoch sa zohľadňuje aktuálne zloženie paliva v prípade uvedenej maximálnej koncentrácie (100 % zemný plyn alebo na iné palivá ako 100 % zemný plyn). Okrem toho na vyhodnotenie potenciálneho vplyvu typu produktu (napr. plochých výrobkov) a teplôt predohrevu vzduchu na pozorovanú koncentráciu emisií NO_X do ovzdušia boli pripravené dodatočné obrázky.

2.3.5.2.1 Emisie prachu

Uvedené údaje o emisiách prachu do ovzdušia z ohrevu vstupnej suroviny (opakovaný ohrev, medziohrev a dohrev) v prípade 100 % zemného plynu a paliva iného ako 100 % zemný plyn sú uvedené na obrázkoch 2.51 a 2.52,, v uvedenom poradí.

Emisie prachu z opakovaného ohrevu surovín sa uvádzali celkovo za 71 emisných bodov, v prípade prevádzok používajúcich 100 % zemný plyn ako palivo. Koncentrácie emisií prachu sa pohybovali od 0,5 mg/Nm^3 do 64 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 5 g/h do 1 500 g/h. V ohrievacích peciach používajúcich 100 % zemný plyn sa očakávajú veľmi nízke emisie prachu. V takom prípade je zdroj prachu viac spojený s opakovaným včleňovaním prachu prítomného na povrchu suroviny a so žiaruvzdornými materiálmi pece.

Celkovo 35 emisných bodov uviedlo koncentrácie emisií prachu z opakovaného ohrevu surovín pri použití iných palív ako 100 % zemný plyn. V tomto prípade sa koncentrácie emisií prachu pohybujú od 0,2 mg/Nm^3 do 71 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia od 14 g/h do 3 600 g/h.

Emisie prachu z medziohrevu surovín sa uvádzali za päť emisných bodov používajúcich 100 % zemný plyn. Koncentrácie sa pohybovali od 0,7 mg/Nm^3 do 26 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 4 g/h do 100 g/h.

Emisie prachu z dohrevu surovín sa uvádzali za 23 emisných bodov používajúcich 100 % zemný plyn. Koncentrácie sa pohybovali od 0,9 mg/Nm^3 do 23 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 0,5 g/h do 95 g/h.

2.3.5.2.2 Emisie SO_2

Uvedené údaje o emisiách SO_2 do ovzdušia z ohrevu vstupnej suroviny (opakovaný ohrev, medziohrev a dohrev) v prípade 100 % zemného plynu a paliva iného ako 100 % zemný plyn sú uvedené na obrázkoch 2.53 a 2.54,, v uvedenom poradí.

Úroveň emisií SO_2 závisí od obsahu síry v palive. Uvedené emisie SO_2 ako funkcia druhu paliva vykazujú rozdiel v úrovniach emisií SO_2 medzi zemným plynom a plynmi zo spracovania železa a ocele, najmä COG a vykurovacieho oleja. [4, EUROFER 1998], [19, Roederer a kol. 1996]

Pri opakovanom ohreve suroviny pomocou 100 % zemného plynu boli koncentrácie emisií SO_2 uvedené celkovo pre 45 emisných bodov. Koncentrácie sa pohybovali od 0,01 mg/Nm^3 do 95 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 0,2 g/h do 3 127 g/h.

Pri opakovanom ohreve suroviny pomocou palív iných ako 100 % zemný plyn boli emisné úrovne uvedené celkovo pre 44 emisných bodov. Koncentrácie sa pohybovali od 1,7 mg/Nm^3 do 926 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 284 g/h do 52 000 g/h.

Emisie SO_2 z medziohrevu surovín sa uvádzali za dva emisné body iba vtedy, ak používali ako palivo zemný plyn. Uvedené hodnoty koncentrácie sa pohybovali od 4,2 mg/Nm^3 do 13,3 mg/Nm^3. Bolo uvedené iba jedno emisné zaťaženie 35 g/h.

Emisie SO_2 z dohrevu suroviny pomocou 100 % zemného plynu sa uvádzali celkovo za 12 emisných bodov. Koncentrácie sa pohybovali od 0,07 mg/Nm^3 do 56 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 2 g/h do 208 g/h.

Keď bola uvádzaná maximálna koncentrácia z dohrevu suroviny spojená s palivami inými ako 100 % zemný plyn, päť emisných bodov uviedlo emisné úrovne s koncentráciami v rozmedzí od 92 mg/Nm^3 do 470 mg/Nm^3 a emisným zaťažením v rozmedzí od 536 g/h do 1 900 g/h.

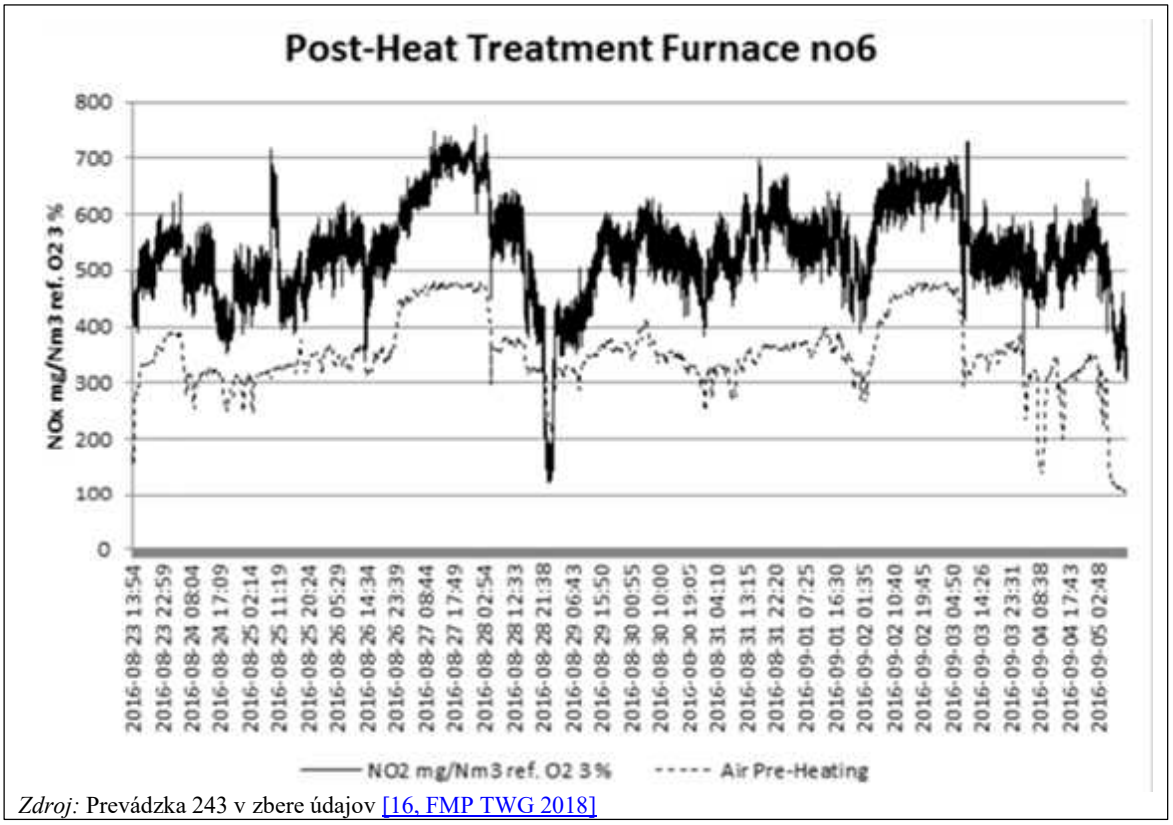
2.3.5.2.3 Emisie NO_X

Emisie NO_X zo spaľovacích procesov môžu byť ovplyvnené niekoľkými faktormi, ako je druh paliva, teplota predohrevu vzduchu, podiel vsádzania za tepla, konštrukcia pece alebo typ horákov. Niektoré typy horákov, napr. stropné, môžu emitovať menej NO_X ako čelné alebo bočné horáky. Použitie rekuperátorov alebo regeneračných systémov na predhrievanie spaľovacieho vzduchu zvyšuje tepelnú efektívnosť pece, ale môže tiež viesť k vyšším emisiám NO_X.

Vplyv teploty predohrevu vzduchu

Na obrázku 2.41 je znázornený príklad kolísania emisií NO_X (vyjadrených v mg/Nm^3) vo vzťahu k teplote predohrevu vzduchu (vyjadrenej v°C) pre kontinuálnu pec na dodatočnú tepelnú úpravu v SSAB Oxelösund (pec 6, zodpovedajúca prevádzke/emisnému bodu 243 HR-3 v zbere údajov). Graf ukazuje, že obe krivky prebiehajú takmer paralelne, čo naznačuje, že emisie NO_X a teploty predohrevu vzduchu sú prepojené. Podľa popisu prevádzky 243 HR je pec normálne prevádzkovaná pri 300 °C; avšak obrázok

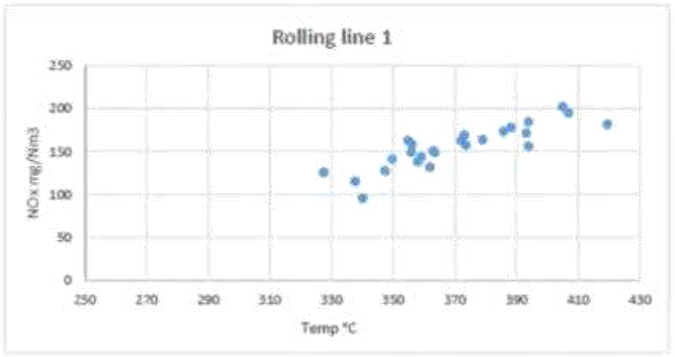
nižšie ukazuje teploty predohrevu vzduchu kolísajúce od 300 °C až do približne 480 °C. V zbere údajov boli pre tento emisný bod v roku 2016 uvedené tri koncentrácie emisií (490, 605 a 700 mg/Nm) zodpovedajúce periodickému meraniu (priemerné hodnoty za obdobie vzorkovania s obdobím odberu vzoriek v rozmedzí od 11 do 24 hodín). Za roky 2014 a 2015 sa uvádzané koncentrácie emisií NO_X pohybovali v rozmedzí od 400 mg/Nm^3 do 630 mg/Nm^3. [16, FMP TWG 2018]

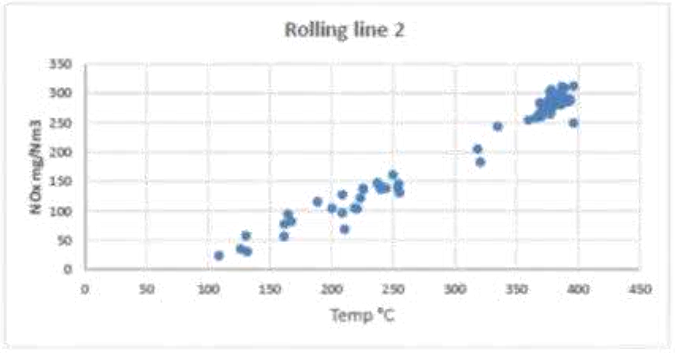


Zdroj: Prevádzka 243 v zbere údajov [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.41: Emisie NO_X a teplota predohrevu vzduchu pre dohrev tepelne spracovateľskej pece v SSAB Oxelösund, Švédsko

Informácie o vplyve teploty predohrevu vzduchu na koncentrácie emisií NO_X boli poskytnuté z talianskej prevádzky zo zberu údajov (Feralpi Siderurgica – prevádzka 203 HR), ktorá poskytla údaje z kontinuálneho monitorovania teploty predohrevu vzduchu a koncentrácií emisií NO_X v prípade dvoch rôznych valcovacích liniek. [20, IT, 30-05-2019 2019] Výsledky sú zobrazené na obrázku 2.42. Pri týchto meraniach nie sú koncentrácie emisií NO_X korigované na štandardnú referenčnú úroveň O_2 3 %, priemerná koncentrácia O_2 nameraná v komíne bola v rozsahu 10 % až 15 %.





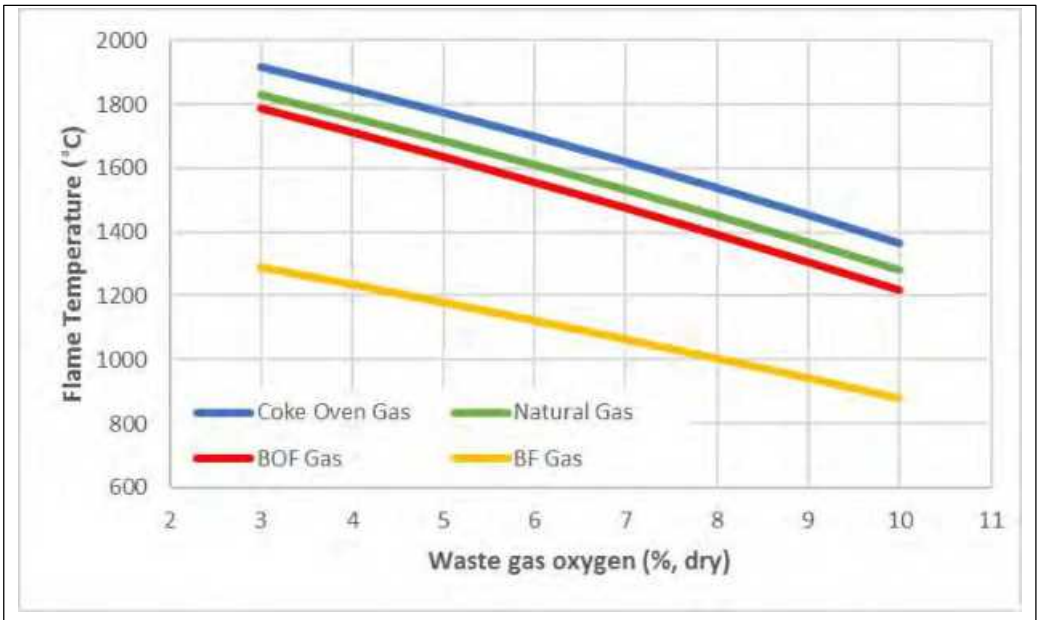
Pozn.: Namerané koncentrácie emisií NOx (nekorigované na štandardnú referenčnú úroveň O_2 3 %)

Obrázok 2.42: Emisie NO_x a teplota predohrevu vzduchu

Ďalšie informácie o vplyve predohrevu vzduchu na emisie NO_X možno nájsť v oddiele 8.8.2.10.

Vplyv teploty plameňa

Ďalším dôležitým faktorom, ktorý môže ovplyvniť tvorbu NO_X v procesoch spaľovania, je zvýšenie teploty plameňa, čo môže viesť k zvýšeným emisiám NO_X (tvorba tepelných NO_X). Teplota plameňa závisí od zloženia a typu palív, ktoré sa používajú v peci. Na obrázku 2.43 nižšie sa jasne zobrazujú rôzne teploty plameňa pre zemný plyn a iné plyny zo spracovania železa a ocele. Najvyššia teplota plameňa (cca 1 900 °C pri 3 % O_2) sa dosiahne so 100 % koksárenským plynom, zatiaľ čo najnižšia teplota plameňa (cca 1 300 °C pri 3 % O_2) sa pozoruje so 100 % vysokopecným plynom.



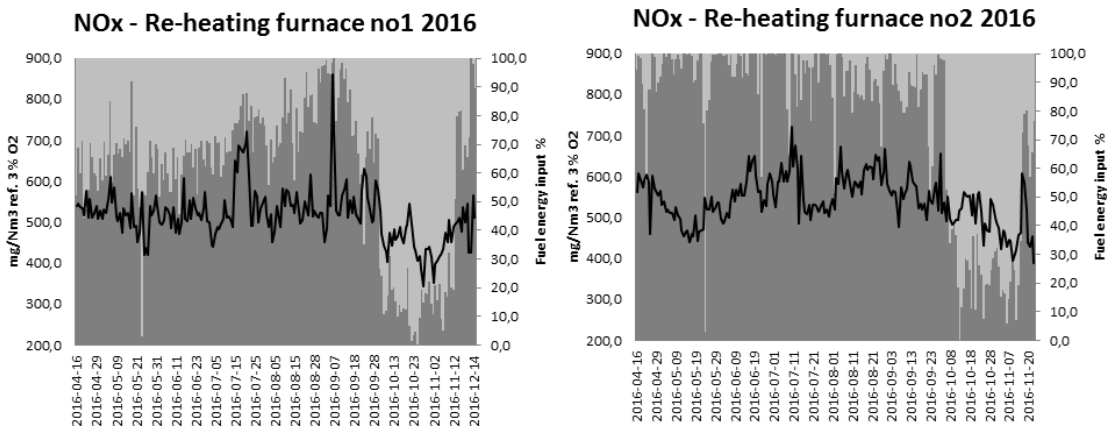
Zdroj: [21, EUROFER 2019]

Obrázok 2.43: Vplyv druhu paliva na teplotu plameňa

Vplyv druhu paliva

Obsah dusíka v palive môže ovplyvniť tvorbu palivových NO_X. V BREF o IS [22, COM 2013] sa uvádza obsah dusíka ako N_2 v COG od 1,5 obj. % do 6,0 obj. %. Údaje uvedené v BREF o LCP [23, Lecomte a kol. 2017] poukazujú na obsah NH_3 0 – 48 mg/Nm^3 v COG. V informáciách predložených organizáciou EUROFER sa opisuje COG ako „palivo s nízkym obsahom dusíka", ktoré obsahuje stopy NH_3. [21, EUROFER 2019], [62, EUROFER 2019]

Na obrázku 2.44 sú znázornené zmeny koncentrácií emisií NO_X za dve narážacie ohrievacie pece v spoločnosti SSAB (zodpovedajúce prevádzke/emisnému bodu 243 HR-1 v zbere údajov) v závislosti od druhu použitého paliva. V tejto prevádzke sa používajú zmesi COG (znázornený tmavosivou farbou) a ťažkého vykurovacieho oleja (HFO – znázornený svetlosivou farbou). Vo všeobecnosti obe pece používajú ako primárne palivo COG doplnený malým množstvom HFO. Hoci na krátke časové obdobia, bol použitý vysoký podiel HFO. Podľa zberu údajov obe pece používajú predohrev vzduchu (Pec 1: 318 °C; Pec 2: 245 °C). Údaje uvedené na týchto obrázkoch nie sú doplnené o informácie o období priemerovania koncentrácií emisií NO_X ani o skutočnej variácii teploty predohrevu vzduchu (ktorá sa mohla v priebehu roka 2016 meniť).

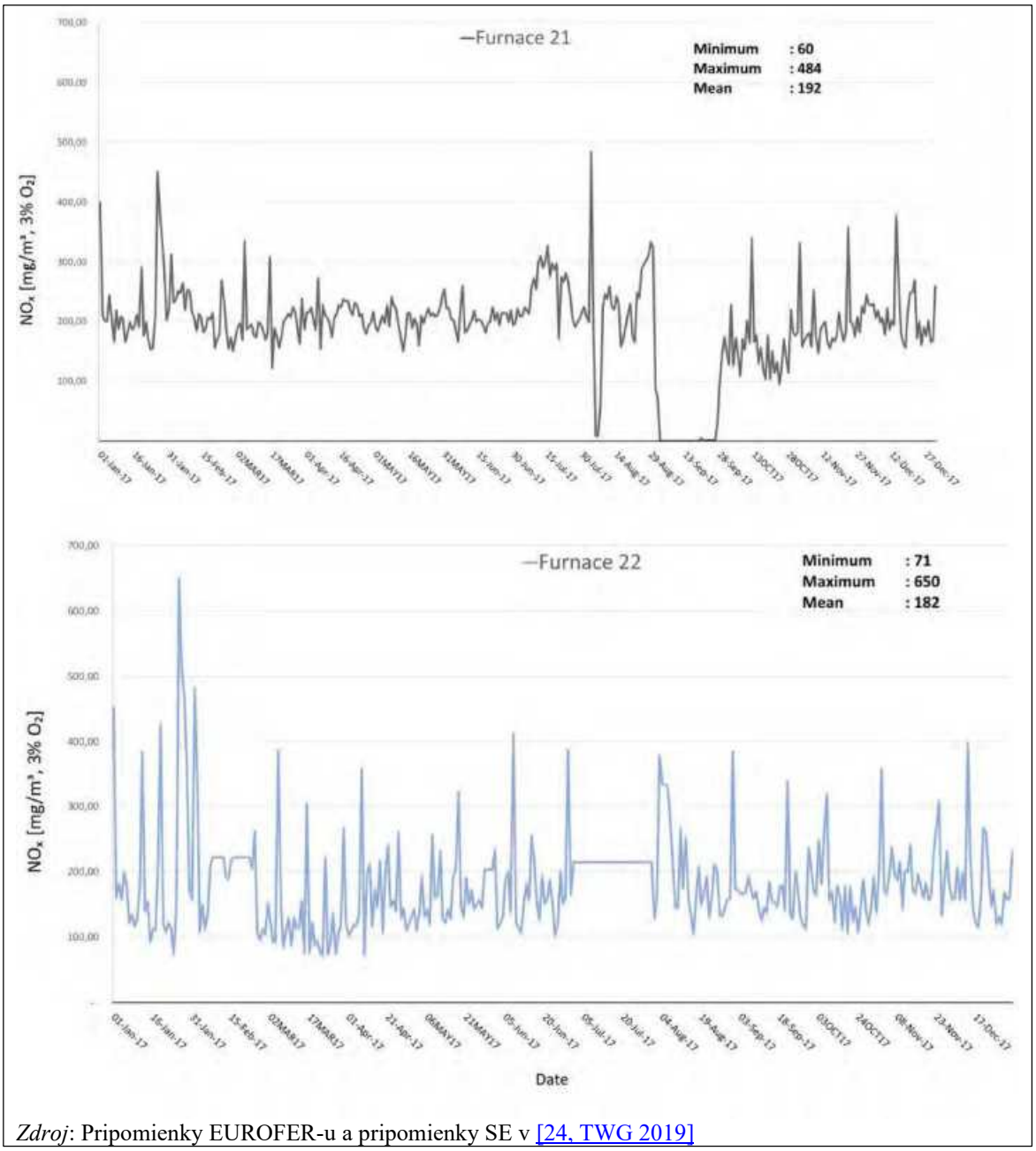


Zdroj: Prevádzka 243 v [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.44: Koncentrácie emisií NO_X v závislosti od druhu palív používaných v ohrievacej peci (COG a HFO)

Koncentrácie emisií NO_X v prevádzkach FMP sa môžu časom meniť, napr. v závislosti od variability zloženia paliva a/alebo zmesi používaných palív, najmä ak sa používajú plyny IS. Nasledujúce obrázky obsahujú príklady kolísania emisií NO_X v priebehu času.

Na obrázku 2.45 sú znázornené zmeny emisií NO_X v priebehu roka za narážacie pece (pece 21 a 22, Tata Steel IJmuiden (zodpovedajúce prevádzke/emisnému bodu 110 HR2-1 v zbere údajov – spoločný komín pre obe pece). Pre graf neboli poskytnuté žiadne informácie o období priemerovania; avšak emisie NO_X uvádzané za tento emisný bod za roky 2014, 2015 a 2016 boli v rozsahu 180 mg/Nm^3 až 290 mg/Nm^3, ako mesačný priemer. Podiel COG za vykazovaný rok sa pohyboval od 44 % do 54 %, ako ročný priemer. Prevádzka uviedla, že pre narážacie pece používa 20 % podiel vsádzania za tepla pri teplote 160 °C a teplotu predohrevu vzduchu 350 °C.

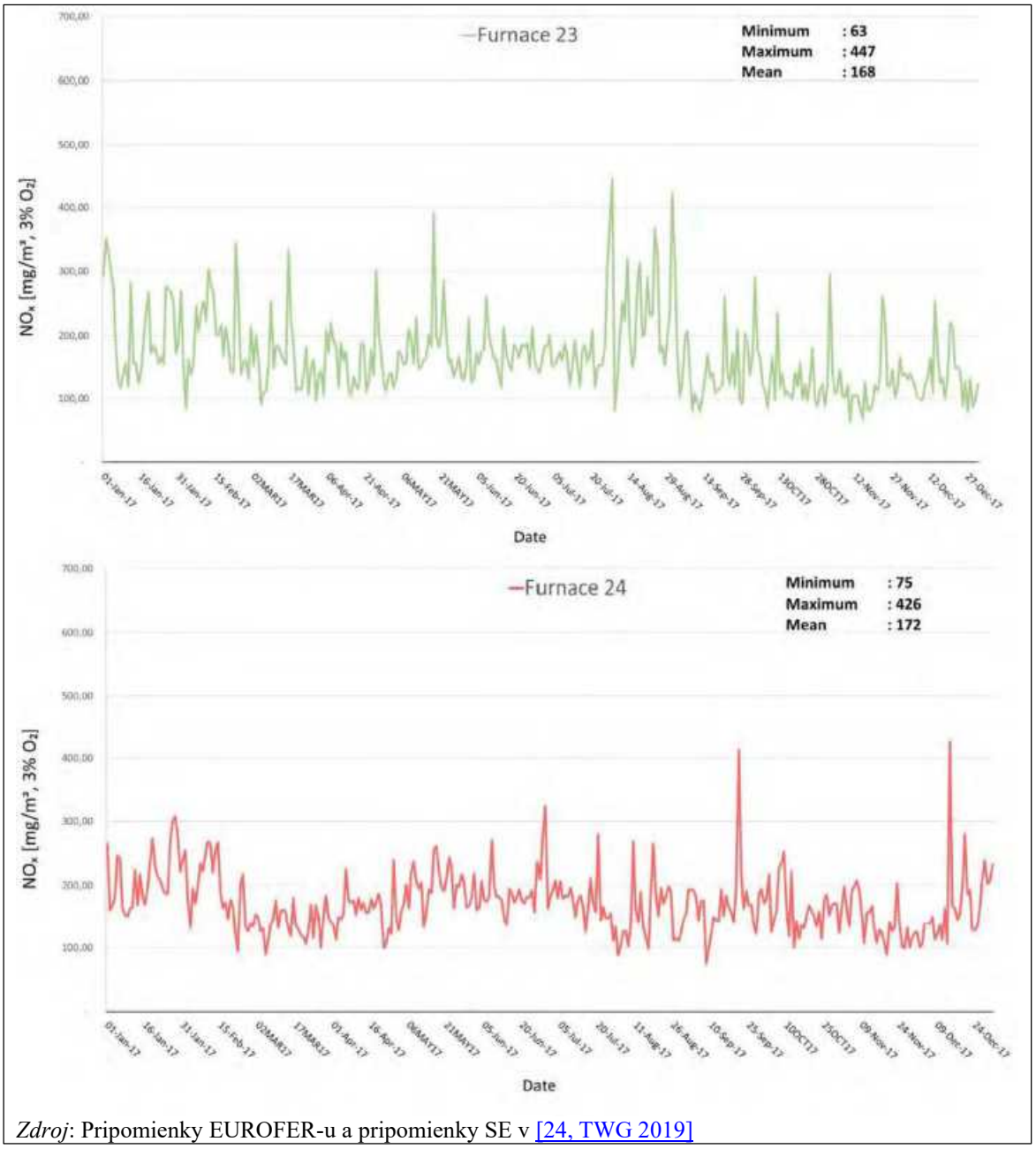


Zdroj: Pripomienky EUROFER-u a pripomienky SE v [24, TWG 2019]

Obrázok 2.45: Kontinuálne merané koncentrácie emisií NO_X pre narážacie pece v Tata Steel IJmuiden (prevádzka 110 HR2-1) zobrazujúce fluktuácie NO_X počas roka

Spoločnosť Tata Steel IJmuiden poskytla ďalšie príklady, znázornené na obrázku 2.46, kolísania emisií NO_X z dvoch pecí s pohyblivým nosníkom číslo 23 a 24 (zodpovedajúcich

prevádzke/emisnému bodu 110 HR2-2 v zbere údajov – kombinovaný komín pre dve pece). Pre graf neboli poskytnuté žiadne informácie o období priemerovania; avšak emisie NO_X uvádzané za tento emisný bod za roky 2014, 2015 a 2016 boli v rozsahu 144 mg/Nm^3 až 303 mg/Nm^3, ako mesačný priemer. Podiel COG za vykazovaný rok sa pohyboval od 62 % do 72 %, ako ročný priemer. Prevádzka uviedla, že pre pece s pohyblivým nosníkom používa 20 % podiel vsádzania za tepla pri teplote 160 °C a teplotu predohrevu vzduchu 450 °C.



Zdroj: Pripomienky EUROFER-u a pripomienky SE v [24, TWG 2019]

Obrázok 2.46: Kontinuálne merané koncentrácie emisií NO_X pre dve pece s pohyblivým nosníkom v Tata Steel IJmuiden (prevádzka 110 HR2-2) zobrazujúce fluktuácie NO_X počas roka

Súhrn koncentrácií emisií NO_x uvedených v zbere údajov o FMP

Všetky údaje zaznamenané v zbere údajov o FMP, ktoré sa týkajú emisií NO_X do ovzdušia z ohrevu suroviny (opakovaný ohrev, medziohrev a dohrev) so 100 % zemným plynom sú zobrazené na obrázkoch 2.55, 2.56 a 2.57. Celkovo boli údaje z opakovaného ohrevu suroviny uvedené za 121 emisných bodov, s emisnými koncentráciami v rozmedzí od 10 mg/Nm^3 do 1 370 mg/Nm^3 a emisným zaťažením v rozmedzí od 22 g/h do 83 000 g/h. Údaje z medziohrevu suroviny sa uvádzali za 13 emisných bodov, s koncentráciami emisií v rozsahu od 30 mg/Nm^3 do

429 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 80 g/h do 7 600 g/h. Údaje z dohrevu suroviny boli uvedené za 53 emisných bodov, s emisnými koncentráciami v rozmedzí od 11 mg/Nm^3 do 433 mg/Nm^3 a emisným zaťažením v rozmedzí od 16 g/h do 19 000 g/h.

Uvedené údaje o emisiách NO_X do ovzdušia z ohrevu vstupnej suroviny (opakovaný ohrev, medziohrev a dohrev) v prípade palív iných ako 100 % zemný plyn sú uvedené na obrázku 2.58.

Údaje z opakovaného ohrevu suroviny boli uvedené za 71 emisných bodov, s emisnými koncentráciami v rozmedzí od 91 mg/Nm^3 do 1 314 mg/Nm^3 a emisným zaťažením v rozmedzí od 1 917 g/h do 106 000 g/h. Dva emisné body uviedli koncentrácie emisií NO_X z medziohrevu suroviny pri použití 100 % LPG. V tomto prípade sa uvádzané emisné koncentrácie pohybujú od 780 mg/Nm^3 do 990 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia od 435 g/h do 850 g/h..

Úrovne emisií z dohrevu suroviny boli uvedené za 10 emisných bodov, s emisnými koncentráciami v rozmedzí od 104 mg/Nm^3 do 2 222 mg/Nm^3 a emisným zaťažením v rozmedzí od 324 g/h do 5 700 g/h.

Tabuľka 2.11 a 2.12 obsahujú súhrn uvádzaných rozpätí koncentrácií a zaťažení emisiami NO_X do ovzdušia z opakovaného ohrevu suroviny plochých a dlhých výrobkov, ako aj z ohrevu suroviny bez predohrevu vzduchu a s predohrevom vzduchu. Je dôležité poznamenať, že teplota predohrevu vzduchu poskytnutá prevádzkovateľmi prostredníctvom zberu údajov nemusí nevyhnutne zodpovedať teplote odpadových plynov pri vykonávaní meraní emisií NO_X. Okrem toho sa v tabuľke 2.13 uvádza súhrn mediánu a 90. percentilu koncentrácií a zaťažení emisiami NO_X do ovzdušia z opakovaného ohrevu surovín plochých a dlhých výrobkov s predohrevom vzduchu pri teplotách nižších alebo vyšších ako 450 ºC.

Ďalšie údaje zobrazujúce uvádzané údaje o emisiách NO_X do ovzdušia z opakovaného ohrevu suroviny (opakovaný ohrev, medziohrev a dohrev) pri zohľadnení typu použitého paliva, predohrevu vzduchu a cieľovej teploty suroviny vystupujúcej z pece sú zhrnuté v oddiele 2.3.5.4 a zahŕňajú:

- obrázky 2.59 a 2.60: emisie NO_X do ovzdušia z opakovaného ohrevu suroviny plochých výrobkov so 100 % zemným plynom alebo s palivami inými ako 100 % zemný plyn,
- obrázky 2.61, a 2.62: emisie NO_X do ovzdušia z opakovaného ohrevu suroviny bez predohrevu vzduchu so 100 % zemným plynom alebo s palivami inými ako 100 % zemný plyn,
- obrázky 2.63, 2.64 a 2.65: emisie NO_X do ovzdušia z opakovaného ohrevu suroviny so 100 % zemným plynom vrátane teploty predohrevu vzduchu a cieľovej teploty suroviny vystupujúcej z pece,
- obrázok 2.66: emisie NO_X do ovzdušia z opakovaného ohrevu a dohrevu suroviny s palivami inými ako 100 % zemný plyn vrátane teploty predohrevu vzduchu a cieľovej teploty suroviny vystupujúcej z pece,

Tabuľka 2.11: Rozsahy emisií NO_x do ovzdušia z ohrevu suroviny plochých výrobkov bez predohrevu vzduchu a s predohrevom vzduchu

	opakovaný ohrev			Medziohrev			Dohrev		
	Zemný plyn								
	Počet emisných bodov	Rozsah koncentrácie (Nm^3)	Rozsah hmotnostného prietoku (g/h)	Počet emisných bodov	Rozsah koncentrácie (Nm^3)	Rozsah hmotnostného prietoku (g/h)	Počet emisných bodov	Rozsah koncentrácie (Nm^3)	Rozsah hmotnostného prietoku (g/h)
Ploché výrobky	22	43 – 1 360	180 – 38 500	1	10 – 30	58 – 80	12	13 – 390	16 – 4 720
Bez predohrevu vzduchu	1	140	1 232	NI	NI	NI	4	86 – 287	16 – 505
S predohrevom vzduchu (T < 450°C)	16	43 – 1 360	180 – 38 500	1	10 – 30	58 – 80	8	13 – 390	176 – 4 720
S predohrevom vzduchu (450 °C < T < 600 °C)	3	68 – 330	431 – 12 500	NI	NI	NI	NI	NI	NI
S predohrevom vzduchu (T > 600 °C)	2	130 – 185	1 150 – 3 900	NI	NI	NI	NI	NI	NI
	Palivá iné ako 100 % zemný plyn								
Ploché výrobky	43	41 – 1 066	1 918 – 106 750	2	687 – 990	377 – 850	7	58 – 1 400	283 – 2 800
Bez predohrevu vzduchu	NI	NI	NI	2	687 – 990	377 – 850	1	206	351
S predohrevom vzduchu (T < 450°C)	34	41 – 861	1 918 – 106 750	NI	NI	NI	5	58 – 700	283 – 5 750
S predohrevom vzduchu T (450 °C < T < 600 °C)	9	54 – 1 066	6 800 – 106 150	NI	NI	NI	NI	NI	NI
S predohrevom vzduchu (T > 600 °C)	NI	NI	NI	NI	NI	NI	1	417 – 1 400	1 790 – 2 800

NI: Neboli poskytnuté žiadne informácie
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Tabuľka 2.12: Rozsahy emisií NO_x do ovzdušia z ohrevu suroviny dlhých výrobkov bez predohrevu vzduchu a s predohrevom vzduchu

	opakovaný ohrev			Medziohrev			Dohrev		
	Zemný plyn								
	Počet emisných bodov	Rozsah koncentrácie (Nm^3)	Rozsah hmotnostného prietoku (g/h)	Počet emisných bodov	Rozsah koncentrácie (Nm^3)	Rozsah hmotnostného prietoku (g/h)	Počet emisných bodov	Rozsah koncentrácie (Nm^3)	Rozsah hmotnostného prietoku (g/h)
Dlhé výrobky	67	4 – 1 260	12 – 33 915	10	48 – 429	247 – 4 650	23	8 – 292	14 – 1 552
Bez predohrevu vzduchu	4	127 – 286	22 – 3 870	4	125 – 429	247 – 4 650	8	39 – 292	64 – 300
S predohrevom vzduchu (T < 450°C)	49	4 – 892	12 – 33 915	6	48 – 390	420 – 3 435	12	8 – 256	14 – 1 552
S predohrevom vzduchu (450 °C < T < 600 °C)	7	49 – 395	805 – 10 227	NI	NI	NI	3	120 – 224	NI
S predohrevom vzduchu (T > 600 °C)	7	74 – 1 260	1 160 – 7 145	NI	NI	NI	NI	NI	NI
	Palivá iné ako 100 % zemný plyn								
Dlhé výrobky	13	15 – 1 059	1 700 – 8 060	NI	NI	NI	3	217 – 2 220	358 – 5 150
Bez predohrevu vzduchu	4	158 – 1 059	NI	NI	NI	NI	1	217 – 2 220	358 – 790
S predohrevom vzduchu (T < 450°C)	9	15 – 338	1 700 – 8 060	NI	NI	NI	2	309 – 352	2 120 – 5 150
S predohrevom vzduchu T (450 °C < T < 600 °C)	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
S predohrevom vzduchu (T > 600 °C)	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI

NI: Neboli poskytnuté žiadne informácie
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Tabuľka 2.13: Emisie NO_x (medián a 90. percentil) do ovzdušia z opakovaného ohrevu suroviny na ploché a dlhé výrobky, s predohrevom vzduchu

	Zemný plyn				Palivá iné ako 100 % zemný plyn			
	Koncentrácia (mg/Nm^3)		Hmotnostný prietok (g/h)		Koncentrácia (mg/Nm^3)		Hmotnostný prietok (g/h)	
	Medián	90. percentil	Medián	90. percentil	Medián	90. percentil	Medián	90. percentil
Ploché výrobky								
S pre dohrevom vzduchu (T<450°C)	310	630	3 070	15 750	325	615	14 390	47 950
S predohrevom vzduchu (T>450°C)	157	239	1 337	10 131	278	602	18 477	52 536
Dlhé produkty								
S pre dohrevom vzduchu (T<450°C)	221	392	4 067	16 460	196	336	4 997	6 904
S pre dohrevom vzduchu (T> 450°C)	262	487	4 321	8 270	NI	NI	NI	NI
NI: Neboli poskytnuté žiadne informácie *Zdroj:* [16, FMP TWG 2018]								

2.3.5.2.4 Emisie CO

Uvedené údaje o emisiách CO do ovzdušia z ohrevu vstupnej suroviny (opakovaný ohrev, medziohrev a dohrev) v prípade 100 % zemného plynu sú uvedené na obrázkoch 2.67 a 2.68.

Údaje z opakovaného ohrevu suroviny boli uvedené za 74 emisných bodov, s emisnými koncentráciami CO v rozmedzí od 0,5 mg/Nm^3 do 1 416 mg/Nm^3 a emisným zaťažením v rozmedzí od 6 g/h do 14 160 g/h. Údaje z medziohrevu suroviny boli uvedené za deväť emisných bodov, s emisnými koncentráciami CO v rozmedzí od 9 mg/Nm^3 do 1 394 mg/Nm^3 a emisným zaťažením v rozmedzí od 53 g/h do 6 400 g/h. Údaje z dohrevu suroviny boli uvedené za 25 emisných bodov, s emisnými koncentráciami v rozmedzí od 3 mg/Nm^3 do 2 450 mg/Nm^3 a emisným zaťažením v rozmedzí od 2 g/h do 2 450 g/h.

Uvedené údaje o emisiách CO X do ovzdušia z ohrevu vstupnej suroviny (opakovaný ohrev, medziohrev a dohrev) v prípade palív iných ako 100 % zemný plyn sú uvedené na obrázku 2.69. Údaje boli uvedené za 37 emisných bodov, s emisnými koncentráciami v rozmedzí od 1 mg/Nm^3 do 741 mg/Nm^3 a emisným zaťažením v rozmedzí od 38 g/h do 24 680 g/h. Neboli uvedené žiadne údaje z medziohrevu suroviny. Údaje z dohrevu suroviny boli k dispozícii za osem emisných bodov, s emisnými koncentráciami v rozmedzí od 10 mg/Nm^3 do 15 000 mg/Nm^3 a emisným zaťažením v rozmedzí od 26 g/h do 69 000 g/h.

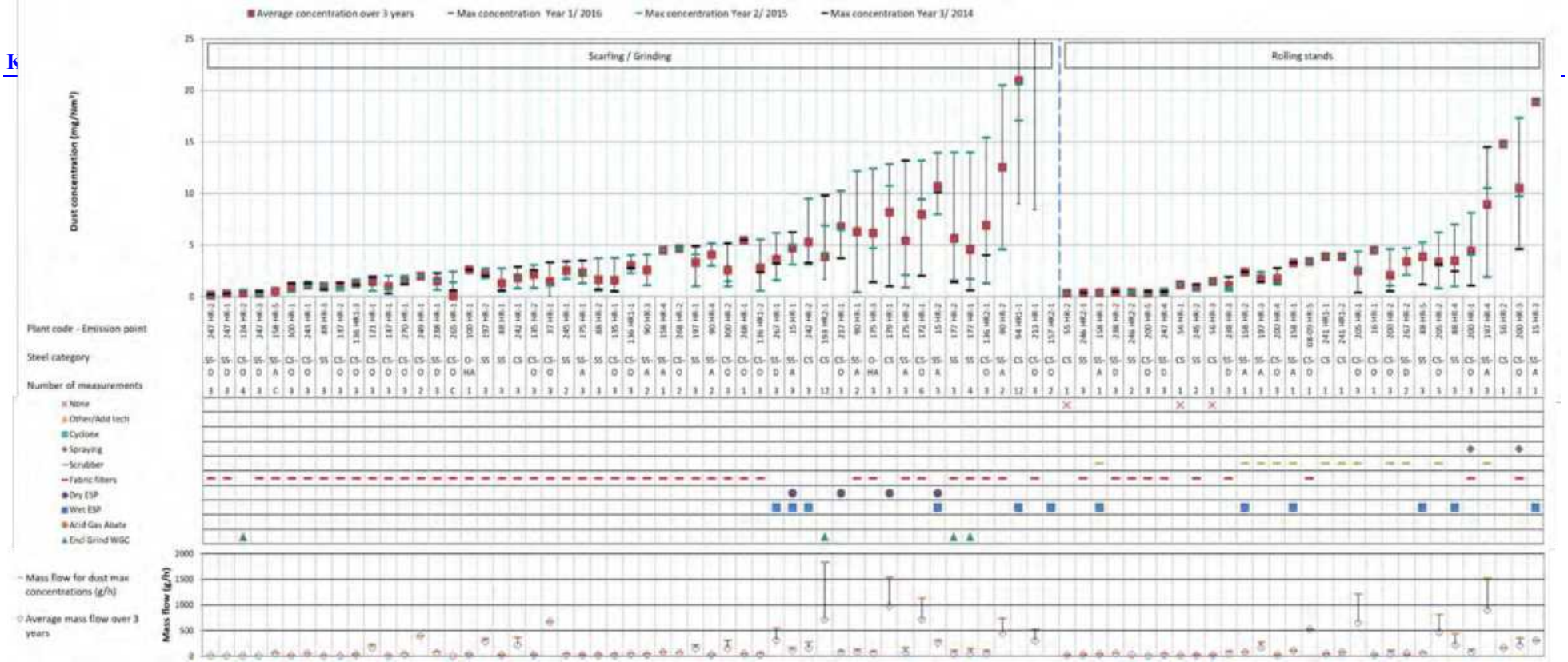
2.3.5.3 Emisie do ovzdušia z morenia

Údaje uvedené v zbere údajov o FMP týkajúce sa emisií do ovzdušia z morenia pri výrobe za tepla valcovanej morenej a olejovanej ocele (HRPO) možno nájsť v príslušnom oddiele o valcovaní za studena (pozri oddiel 3.3.5.3).

2.3.5.4 Obrázky s úrovňami emisií do ovzdušia

Údaje týkajúce sa emisií do ovzdušia, ktoré sa uvádzajú v tomto oddiele, sa skladajú z niekoľkých častí. V hornej časti grafu sa vždy zobrazujú maximálne koncentrácie za každý z troch rokov vykazovania a priemerná hodnota získaná za obdobie vykazovania. Pri spaľovacích procesoch sa vynesené hodnoty koncentrácie vždy vzťahujú na referenčnú úroveň kyslíka 3 % a zahŕňajú aj informácie o druhu použitého paliva (palív). Merania uvedené bez poskytnutia informácií o nameranej úrovni kyslíka alebo použitom zložení paliva sa neberú

do úvahy. Pod osou x sú uvedené dodatočné kontextové informácie, ako napríklad kód emisného bodu, typ oceľových výrobkov a kategória ocele, počet meraní vykonaných každý rok a použitých kandidátov BAT. V spodnej časti grafu sa môžu zobrazovať aj dodatočné informácie, ako napríklad hodnoty hmotnostného toku za maximálnu koncentráciu dosiahnutú počas obdobia vykazovania aj priemerný hmotnostný tok za tri roky vykazovania. Zvyčajne je k dispozícii údaj pre prípady, keď sa používa 100 % zemný plyn, a samostatný údaj sa uvádza pre iné palivá ako 100 % zemný plyn s jasným uvedením druhu palivového mixu (vyjadreného ako percentá energetického vstupu). V prípade údajov týkajúcich sa emisií NO_x je v dolnej časti grafu uvedený dodatočný graf zobrazujúci zodpovedajúce emisie CO. Vo všetkých prípadoch sú údaje zoradené vzostupne podľa maximálnych hodnôt koncentrácie za tri prevádzkové roky. Vysvetlenia skratiek použitých v grafoch o valcovaní za tepla sa nachádzajú v slovníku pojmov.

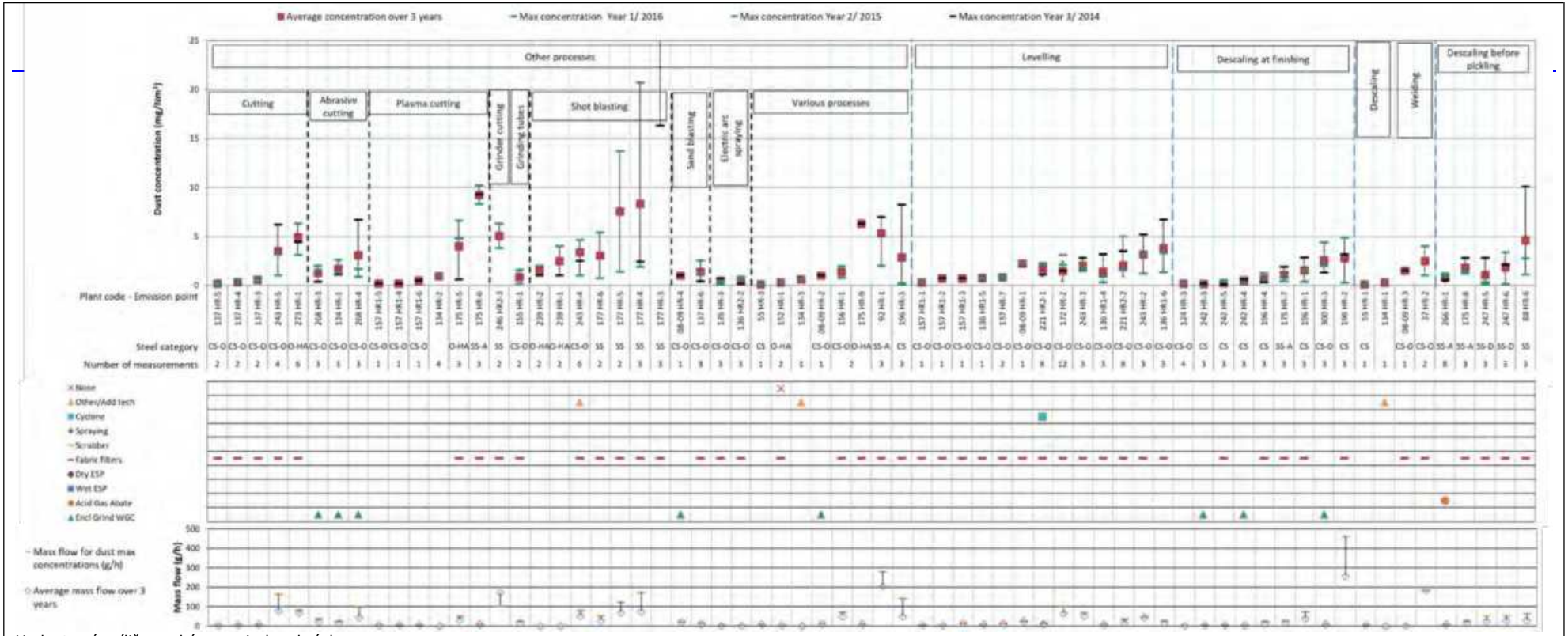


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm³)	Prietok prachu pre max. koncentrácie (g/h)	Priemerný hmotnostný prietok za tri roky (g/h)
94 HR1-1			50,7	41,6	7 446,2	3 930,2
213 HR-1		61,1	70,9	92,3		
157 HR2-1	66,8	76,0		57,6	8 987,6	7 692,4

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.47: Emisie prachu z mechanického spracovania, čistenia plameňom a zvárania (mg/Nm³) – časť 1 z 2

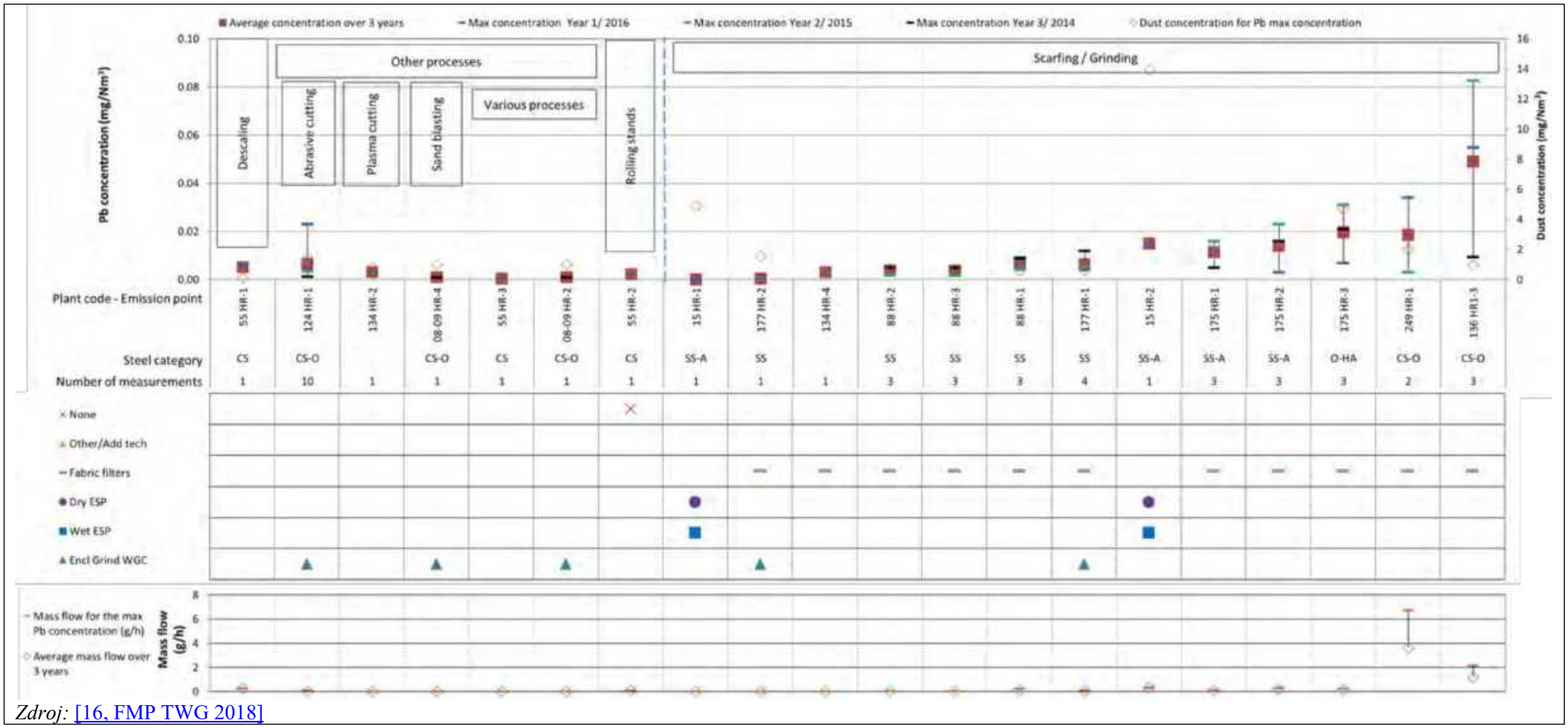


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm³)	Prietok prachu pre max. koncentrácie (g/h)	Priemerný hmotnostný prietok za tri roky (g/h)
177 HR-3	156,7	118,3	335,5		2 683,7	1 216,5

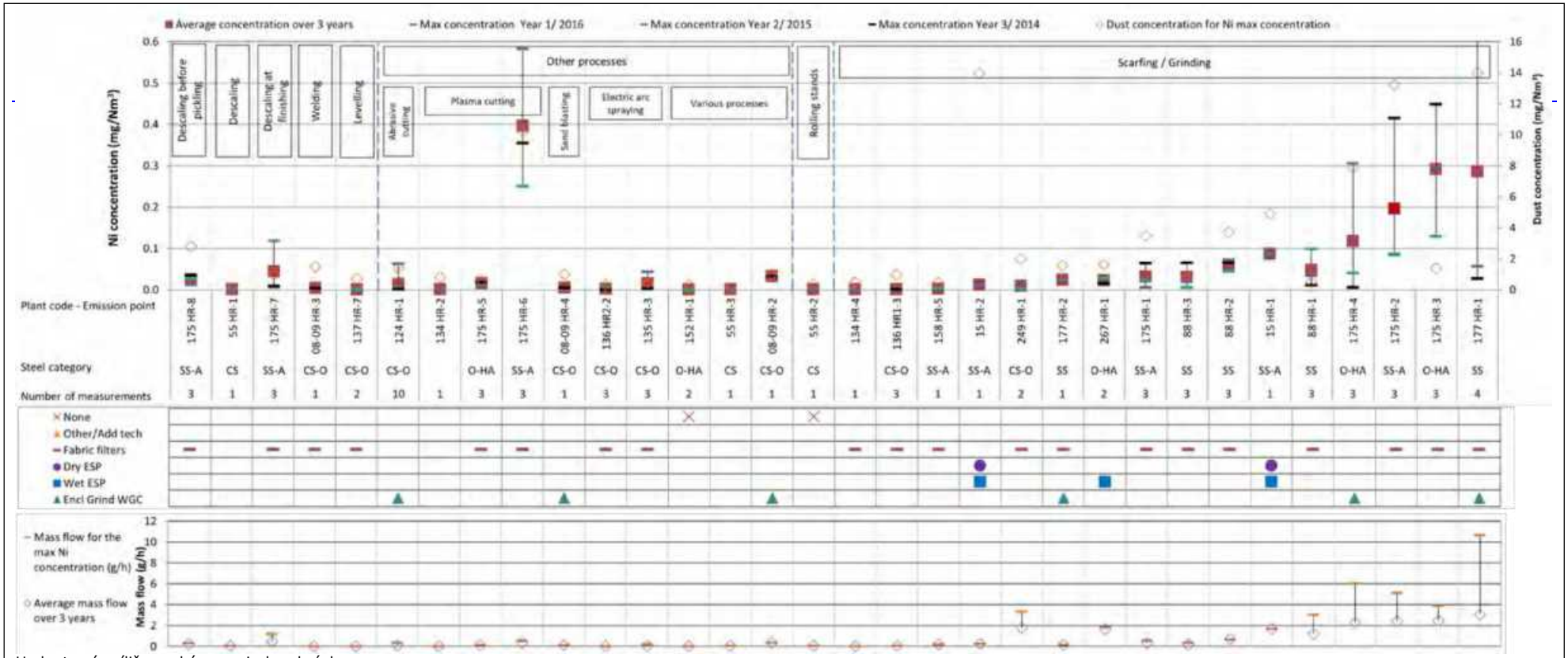
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.48: Emisie prachu z mechanického spracovania, čistenia plameňom a zvárania (mg/Nm³) – časť 2 z 2



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.49: Emisie olova z mechanického spracovania, čistenia plameňom a zvárania (mg/Nm³)

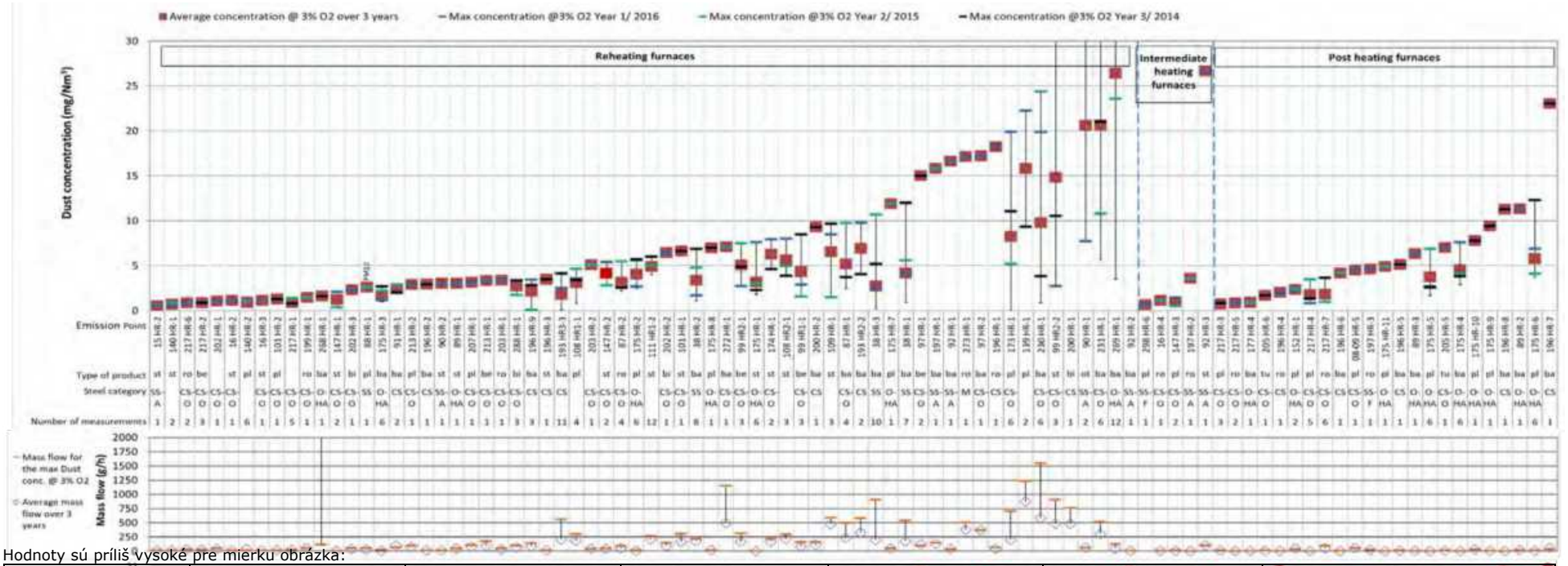


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm³)
177 HR-1			1,0	

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.50: Emisie niklu z mechanického spracovania, čistenia plameňom a zvárania (mg/Nm³)

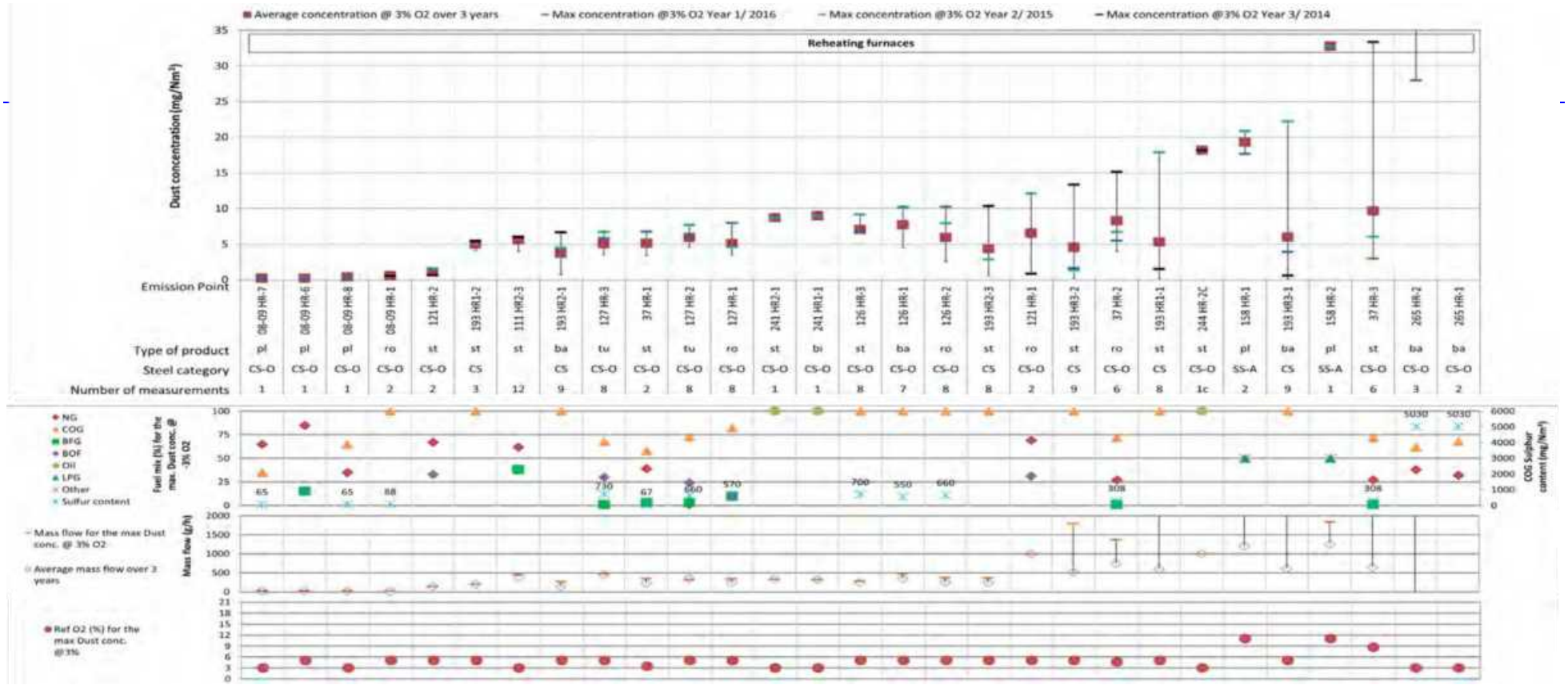


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm³)	Prietok prachu pre max. koncentrácie (g/h)	Priemerný hmotnostný prietok za tri roky (g/h)
268 HR-1					2 758,0(1)	(1) Hmotnostný prietok zodpovedá meraniu 64 mg/Nm³ (hladina O_2 nie je známa).
99 HR2-2			31,2		907,0	
200 HR-1	33,4		33,4		762,0	
90 HR-1			33,5			
231 HR-1		60,0				
269 HR-1		58,9		63,0		
92 HR-2	64,5	64,5				

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.51: Emisie prachu z ohrevu surovín (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri použití 100 % zemného plynu

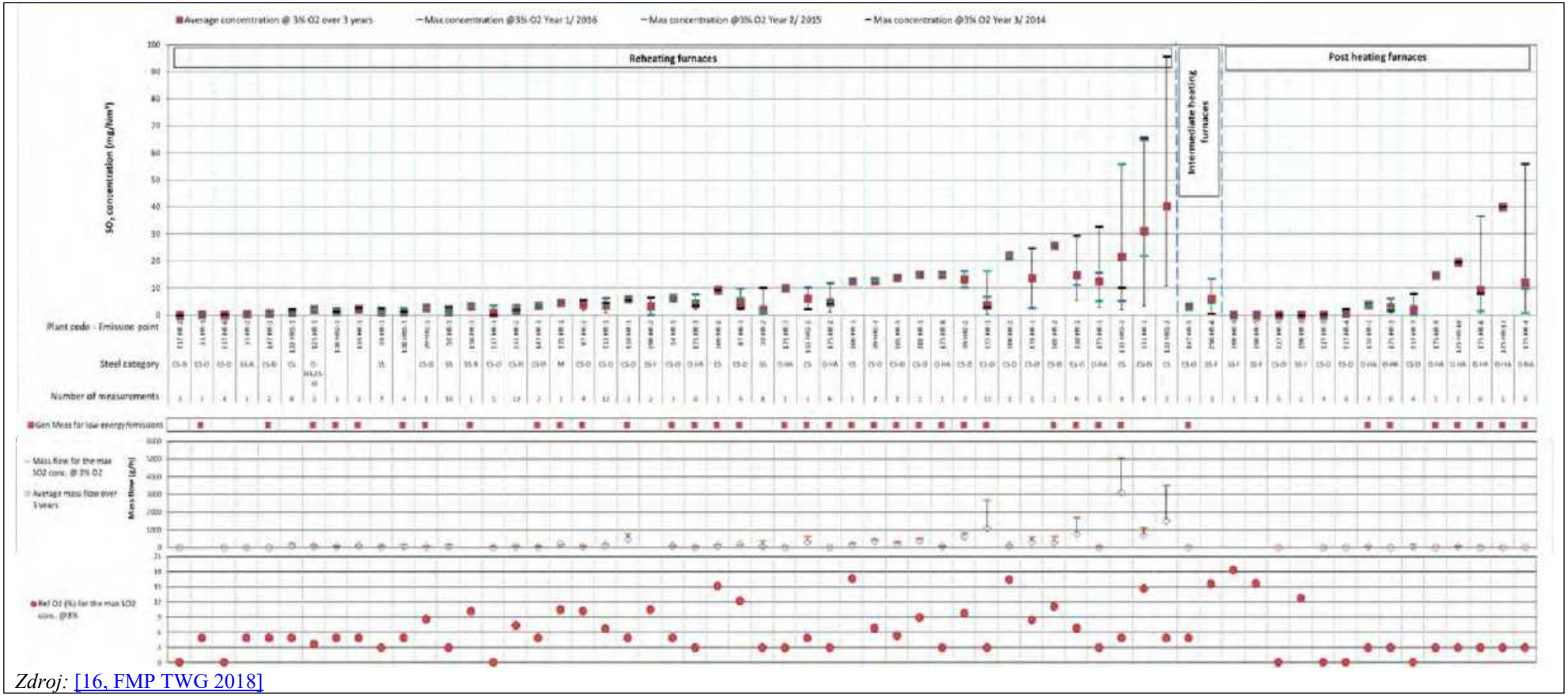


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm³)	Prietok prachu pre max. koncentrácie (g/h)	Priemerný hmotnostný prietok za tri roky (g/h)
193 HR-1					2 103,0	
158 HR-1					2 156,0	
193 HR3					2 012,0	
37 HR-3					2 300,0	
265 HR-2	51,7		68,0	59,0		8 315,0
265 HR-1	60,5		71,8	49,1	3 615,0	3 633,0

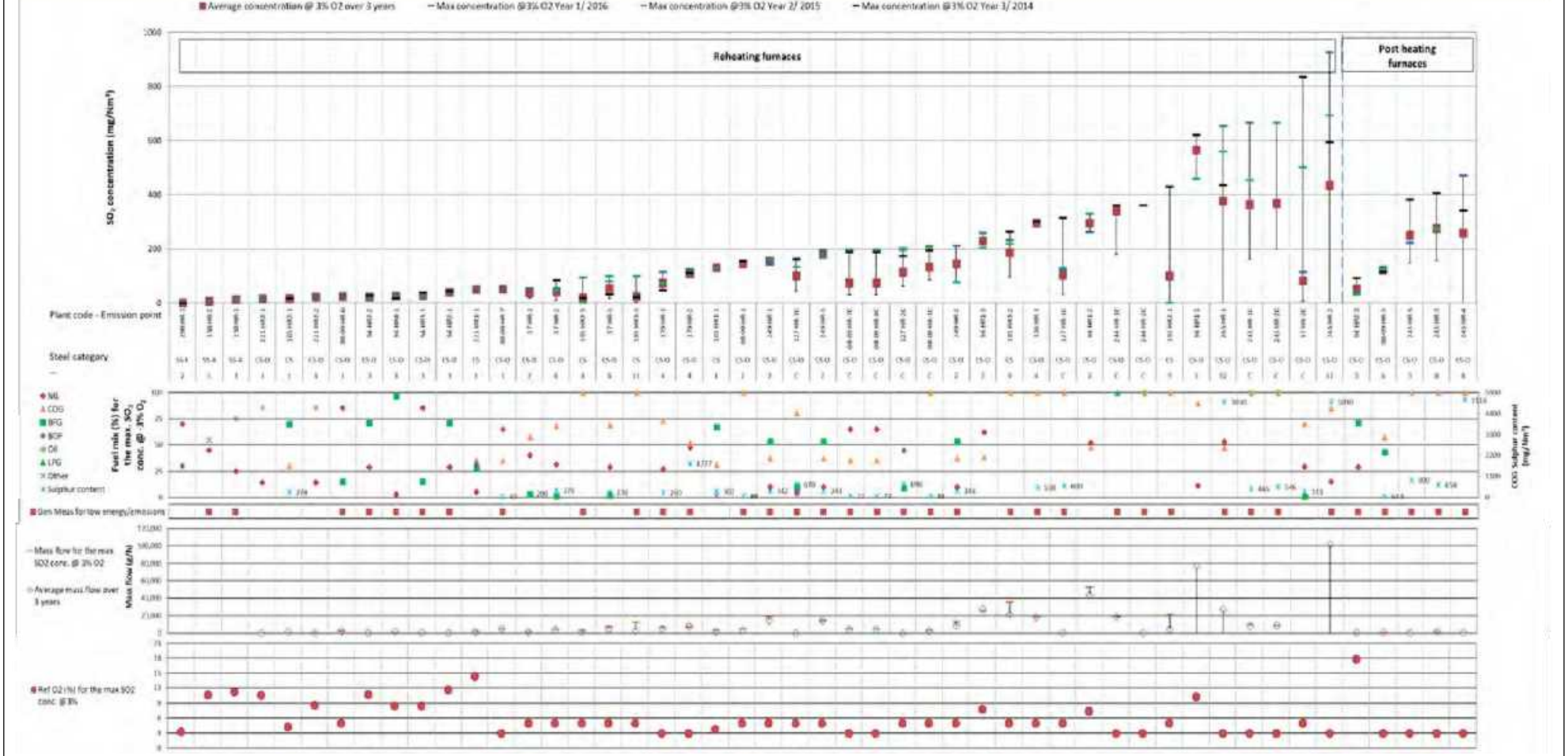
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.52: Emisie prachu z ohrevu surovín (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri palivách iných ako 100 % zemný plyn



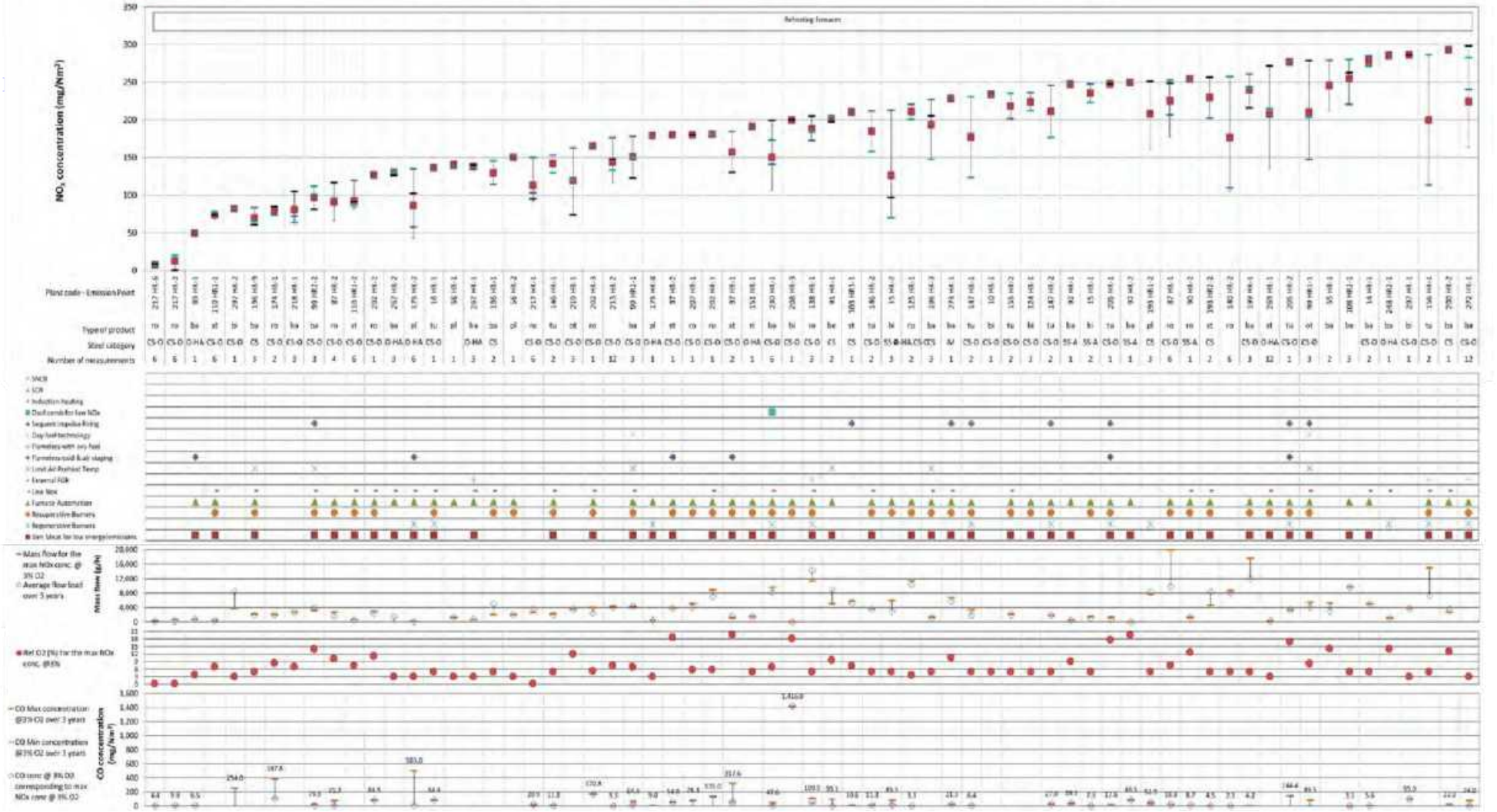
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.53: Emisie SO_2 z ohrevu surovín (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri použití 100 % zemného plynu



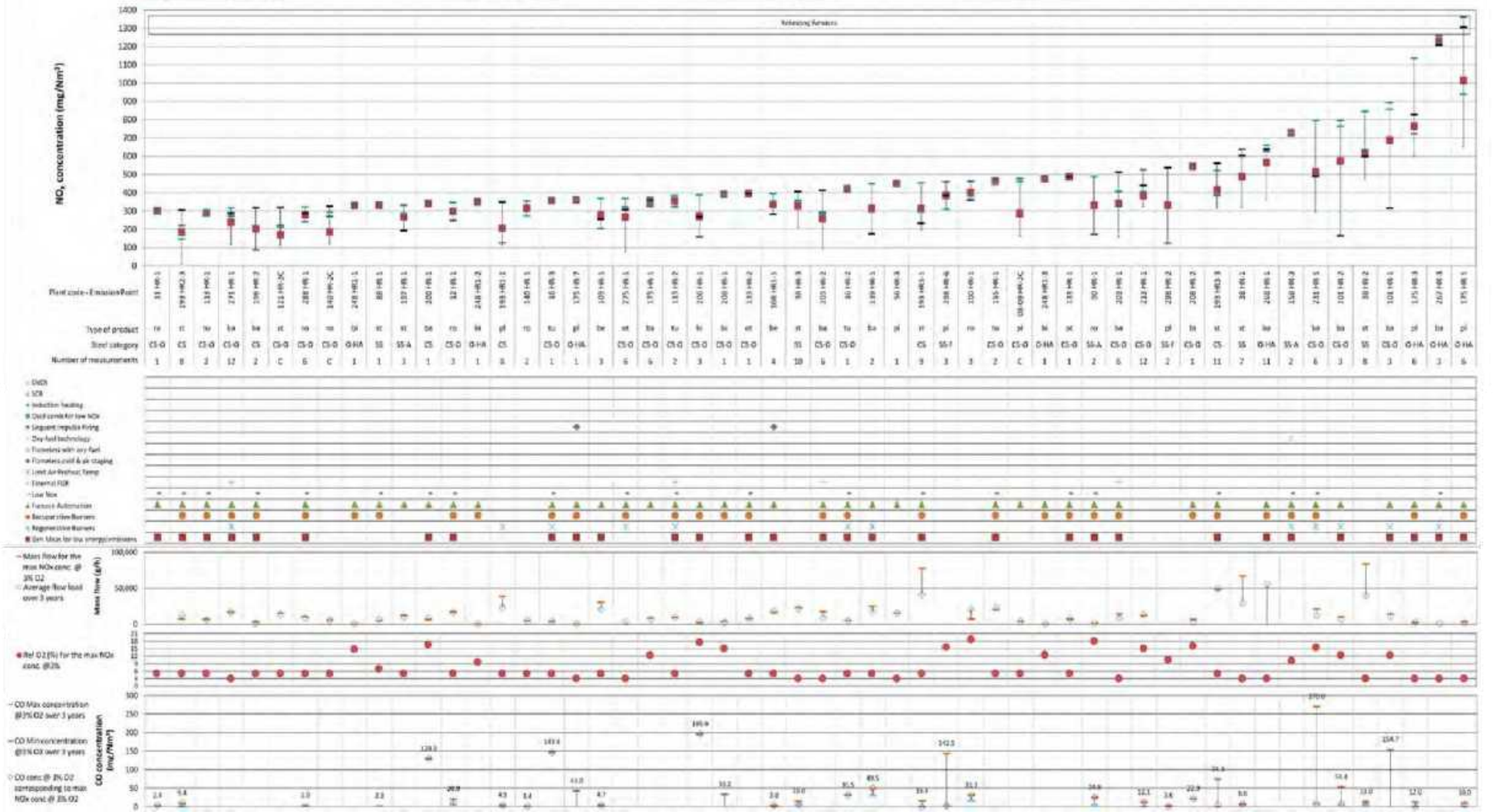
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.54: Emisie SO_2 z ohrevu surovín (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pri palivách iných ako 100 % zemný plyn



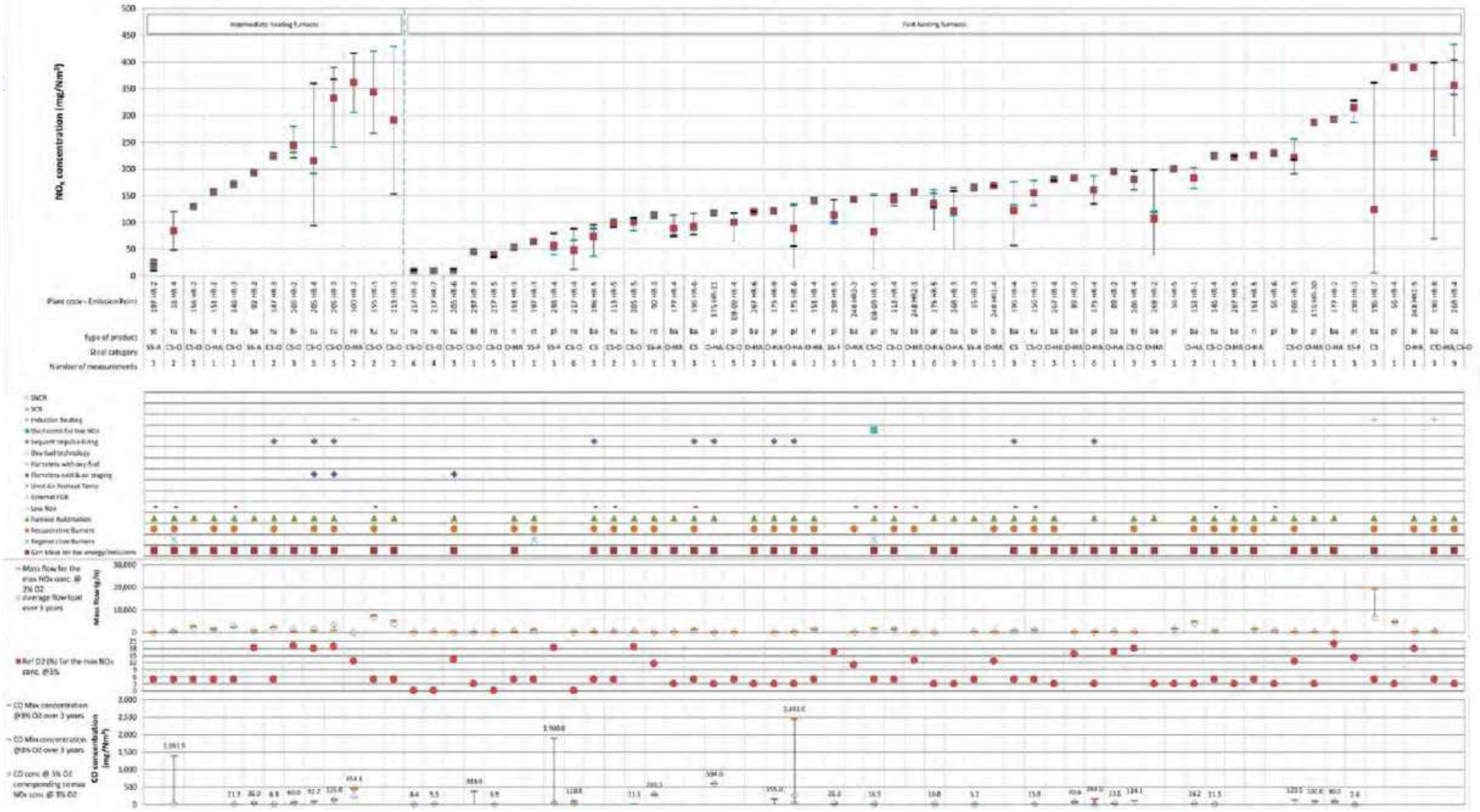
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.55: Emisie NO_x z opakovaného ohrevu (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pre 100 % zemný plyn – časť 1 z 2



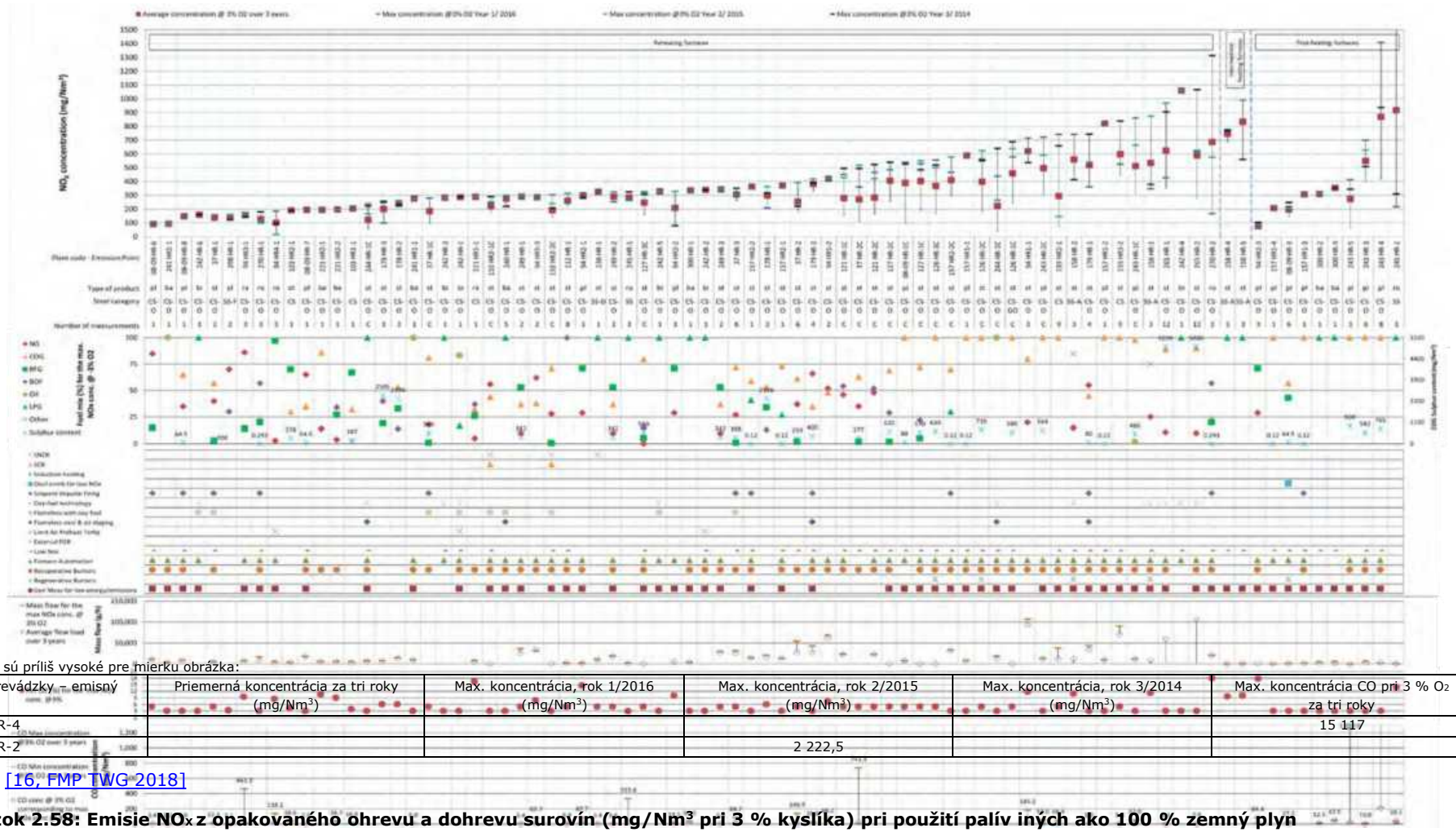
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.56: Emisie NO_x z opakovaného ohrevu (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pre 100 % zemný plyn – časť 2 z 2



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.57: Emisie NO_x z medziohrevu a dohrevu (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri použití 100 % zemného plynu

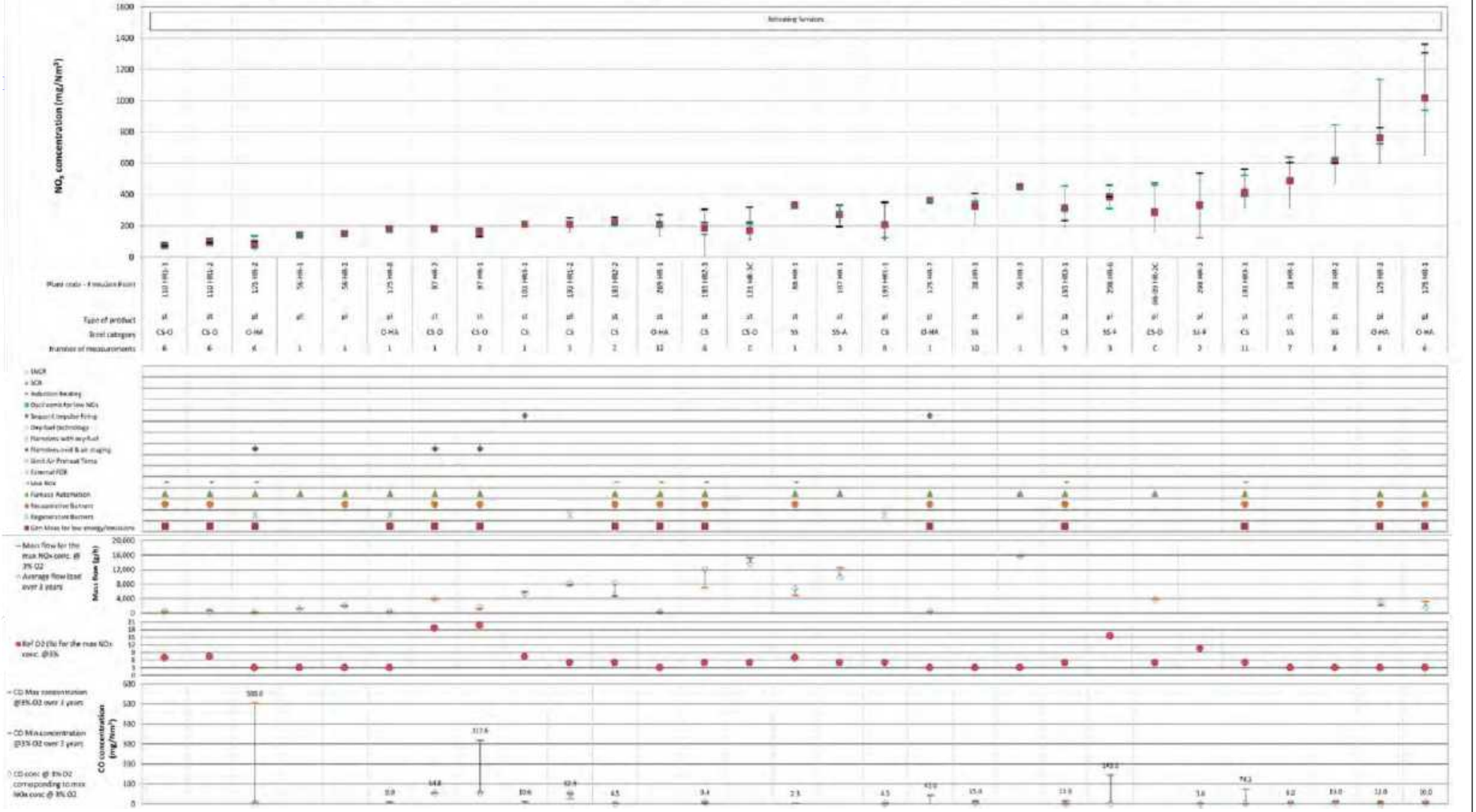


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia CO pri 3 % O_2 za tri roky
243 HR-4					15 117
245 HR-2			2 222,5		

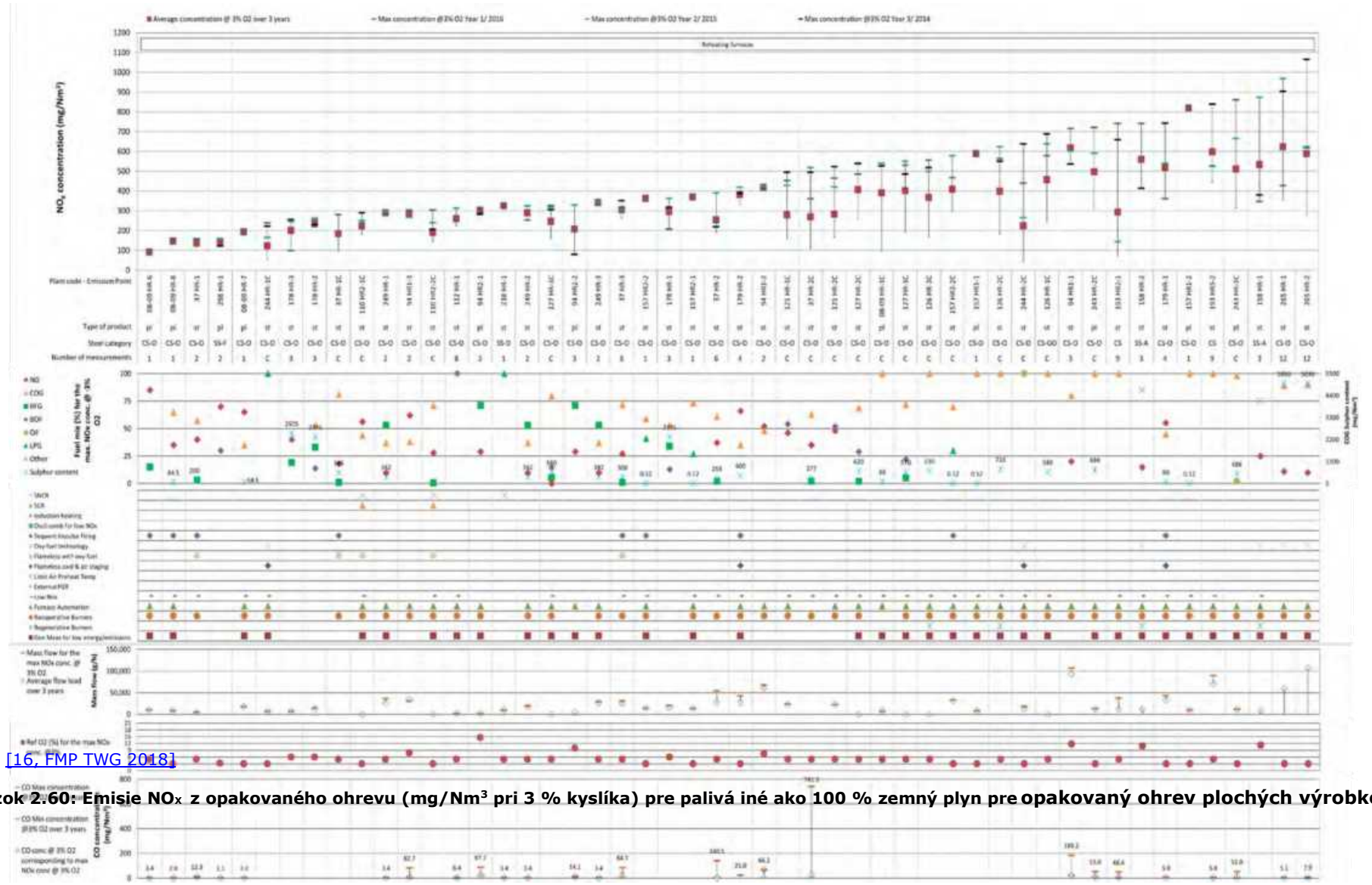
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.58: Emisie NO_x z opakovaného ohrevu a dohrevu surovín (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri použití palív iných ako 100 % zemný plyn



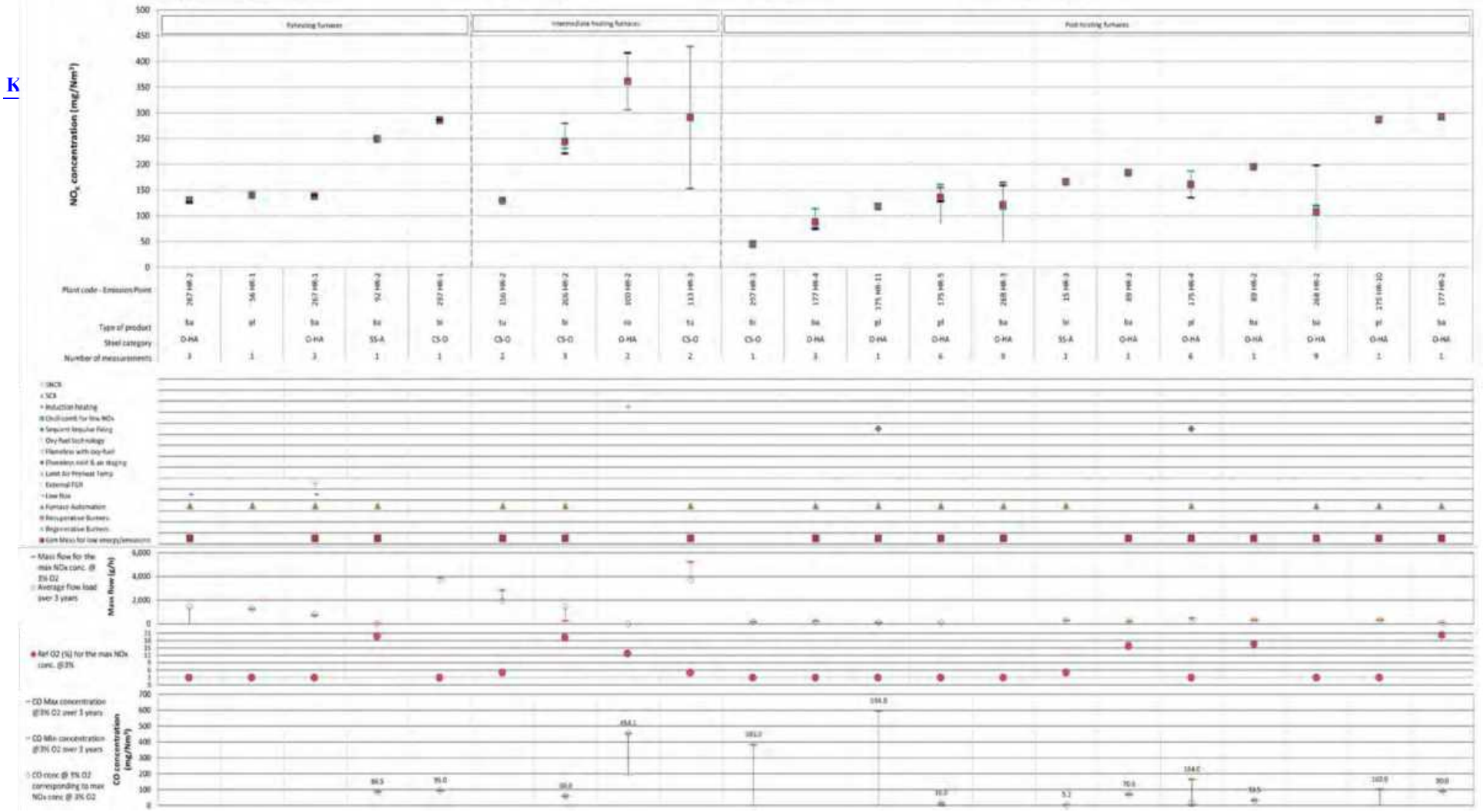
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.59: Emisie NO_x z opakovaného ohrevu (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pre 100 % zemný plyn pre opakovaný ohrev plochých výrobkov



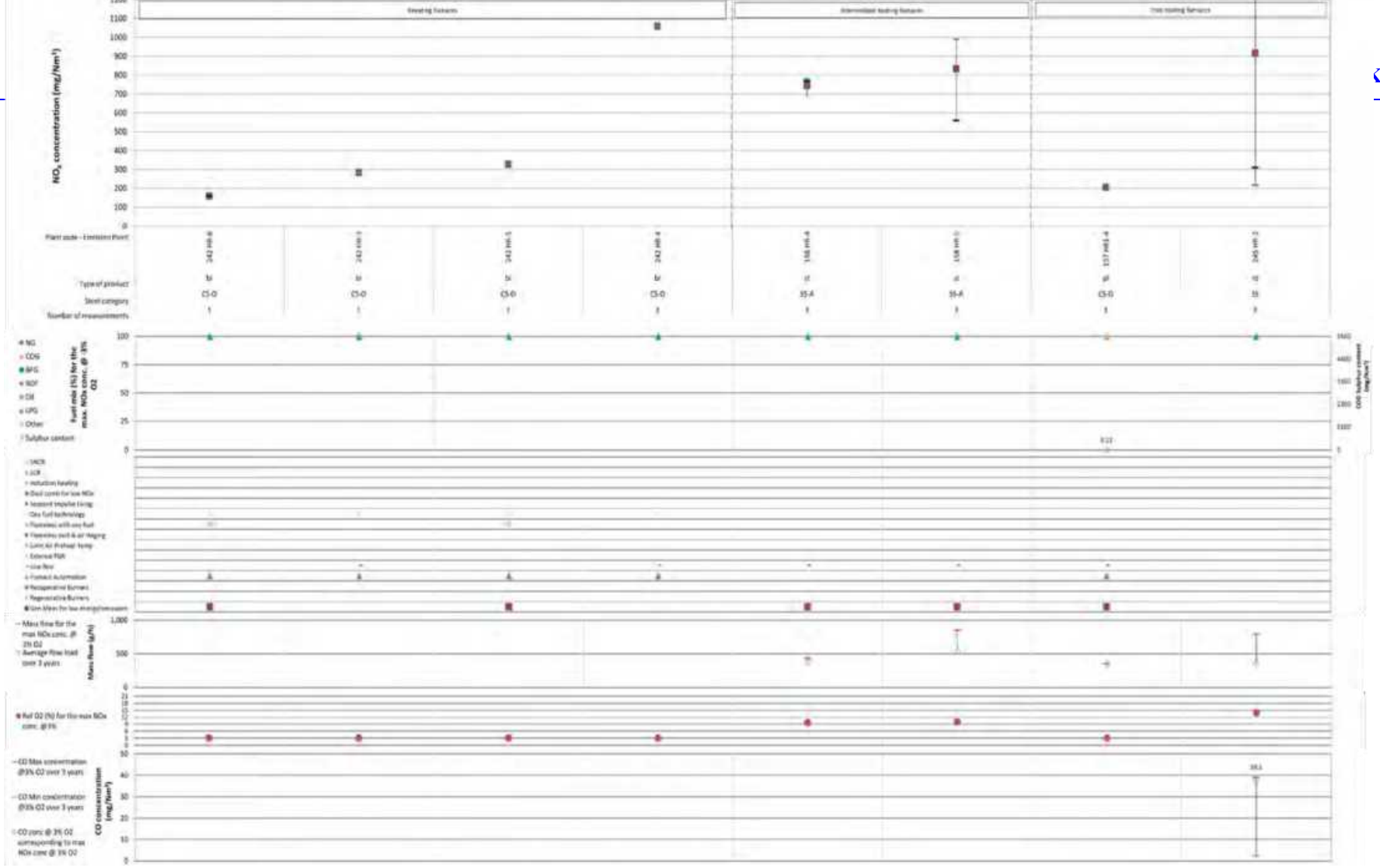
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.60: Emisie NO_x z opakovaného ohrevu (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pre palivá iné ako 100 % zemný plyn pre opakovaný ohrev plochých výrobkov



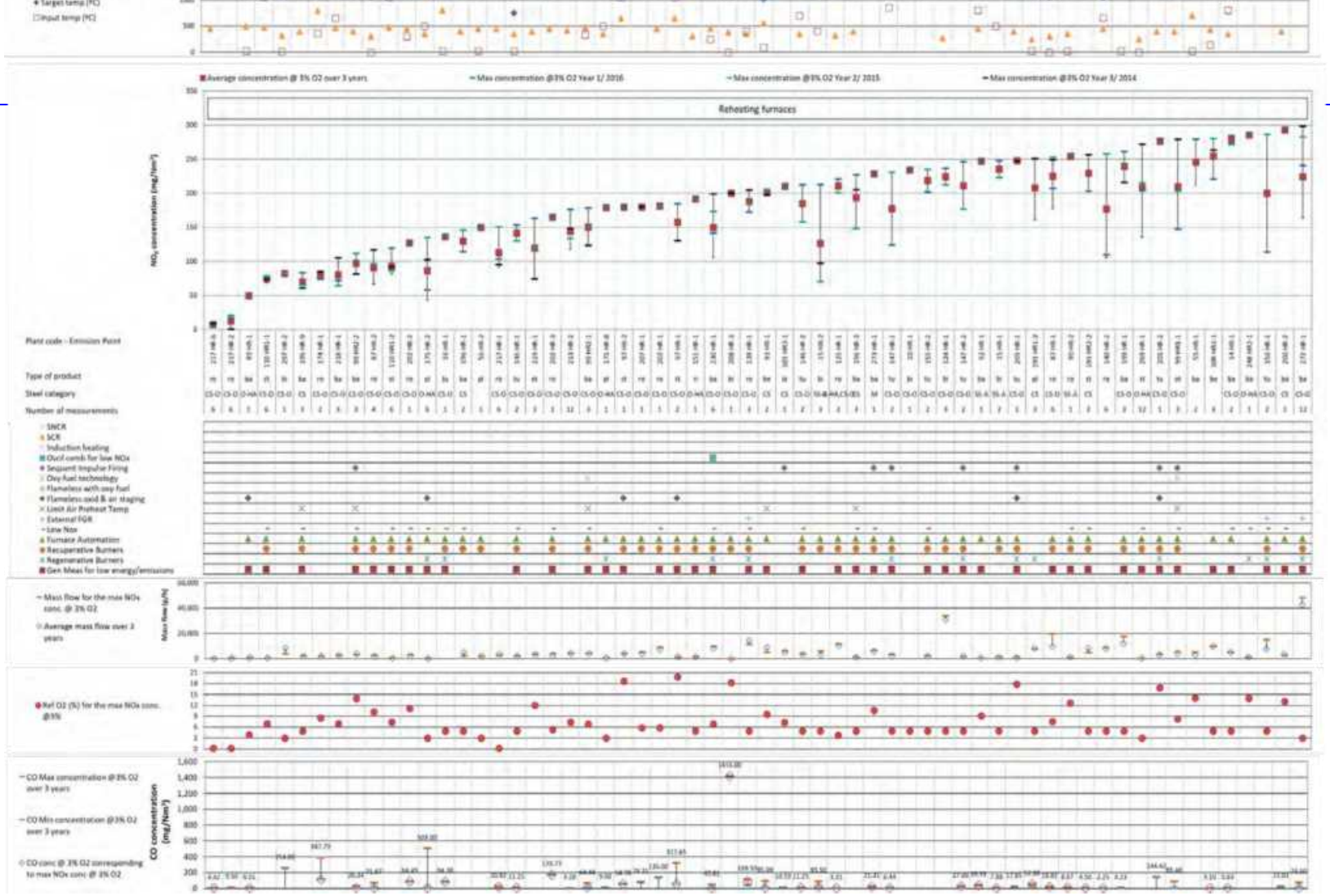
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.61: Emisie NO_x z opakovaného ohrevu, medziohrevu a dohrevu surovín (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri použití 100 % zemného plynu, bez predohrevu vzduchu



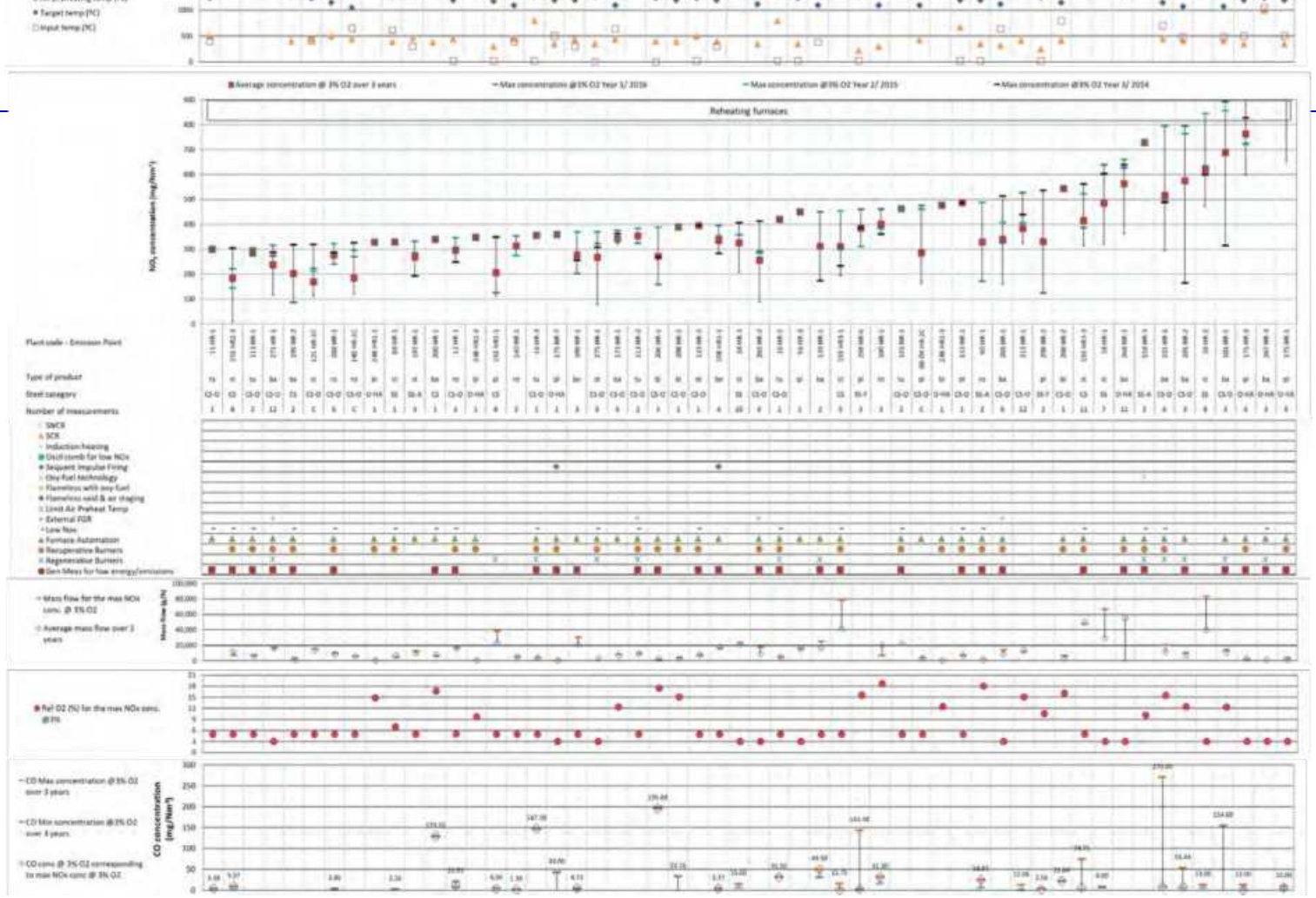
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.62: Emisie NO_x z opakovaného ohrevu, medziohrevu a dohrevu surovín (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri použití palív iných ako 100 % zemný plyn, bez predohrevu vzduchu



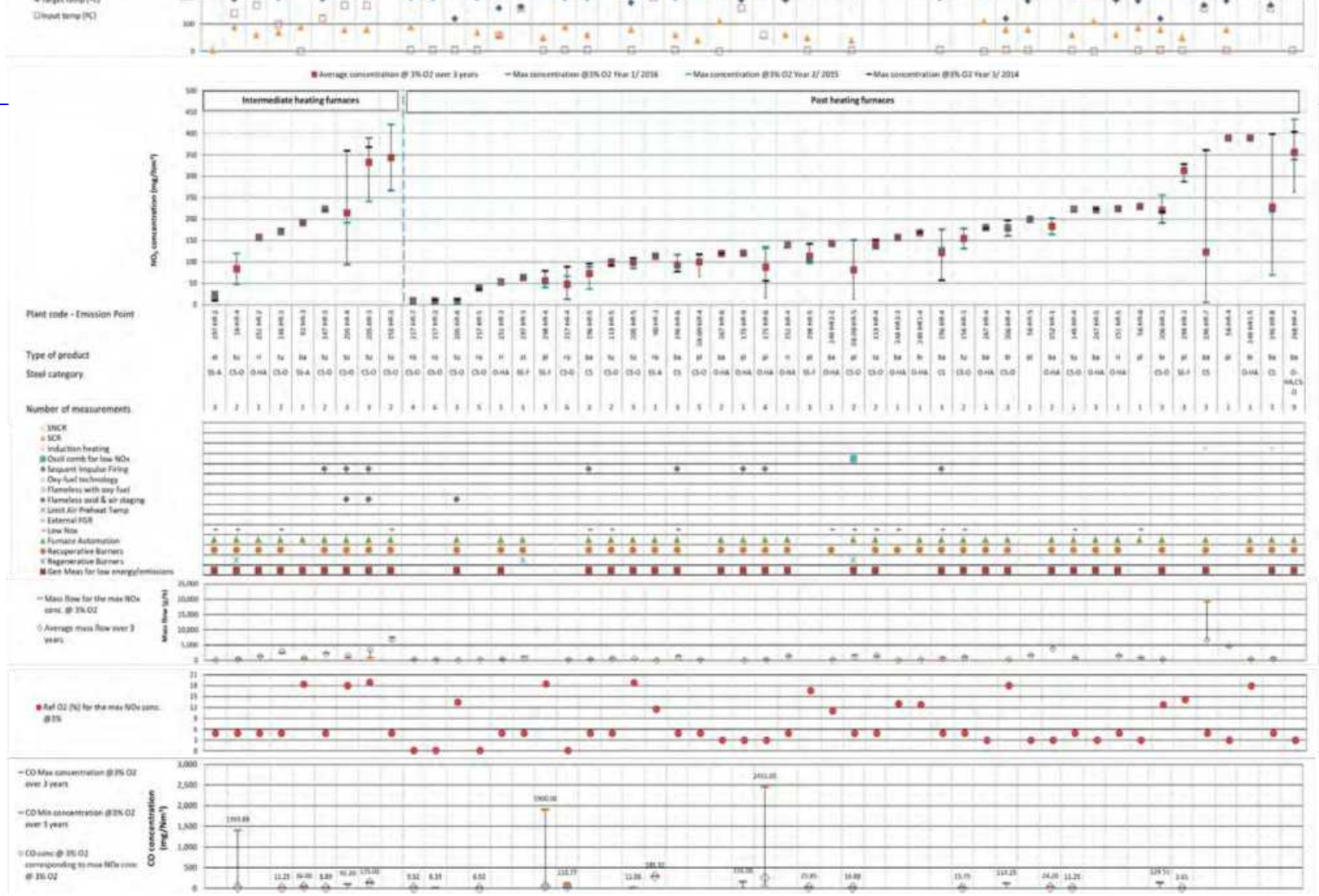
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.63: Emisie NOx z opakovaného ohrevu (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri použití 100 % zemného plynu, s teplotou predohrevu vzduchu a cieľovou teplotou suroviny – časť 1 z 2



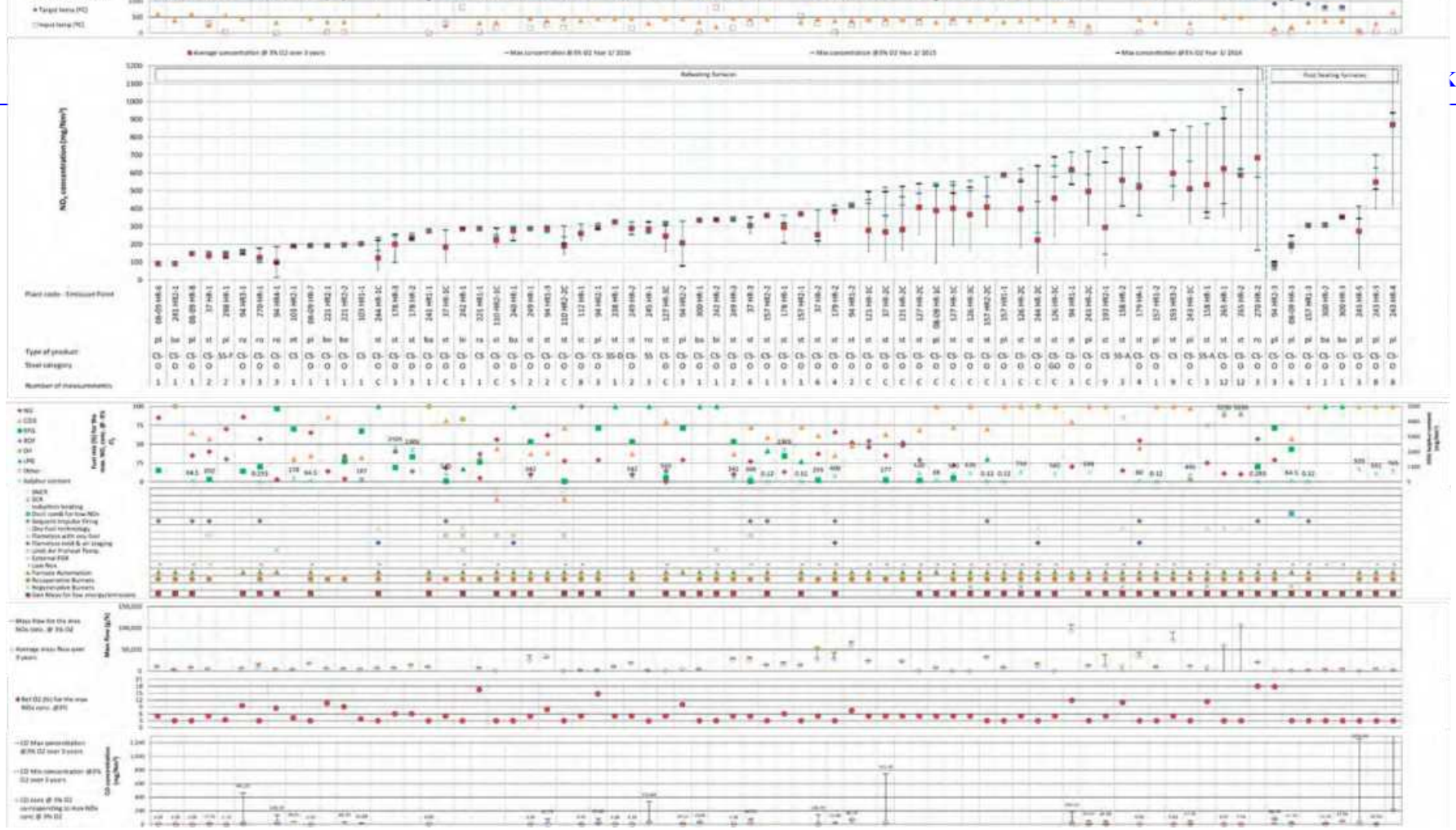
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.64: Emisie NO_x z opakovaného ohrevu (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri použití 100 % zemného plynu, s teplotou predohrevu vzduchu a cieľovou teplotou suroviny – časť 2 z 2



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.65: Emisie NO_x z medziohrevu a dohrevu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pri použití 100 % zemného plynu, s teplotou predohrevu vzduchu a cieľovou teplotou suroviny

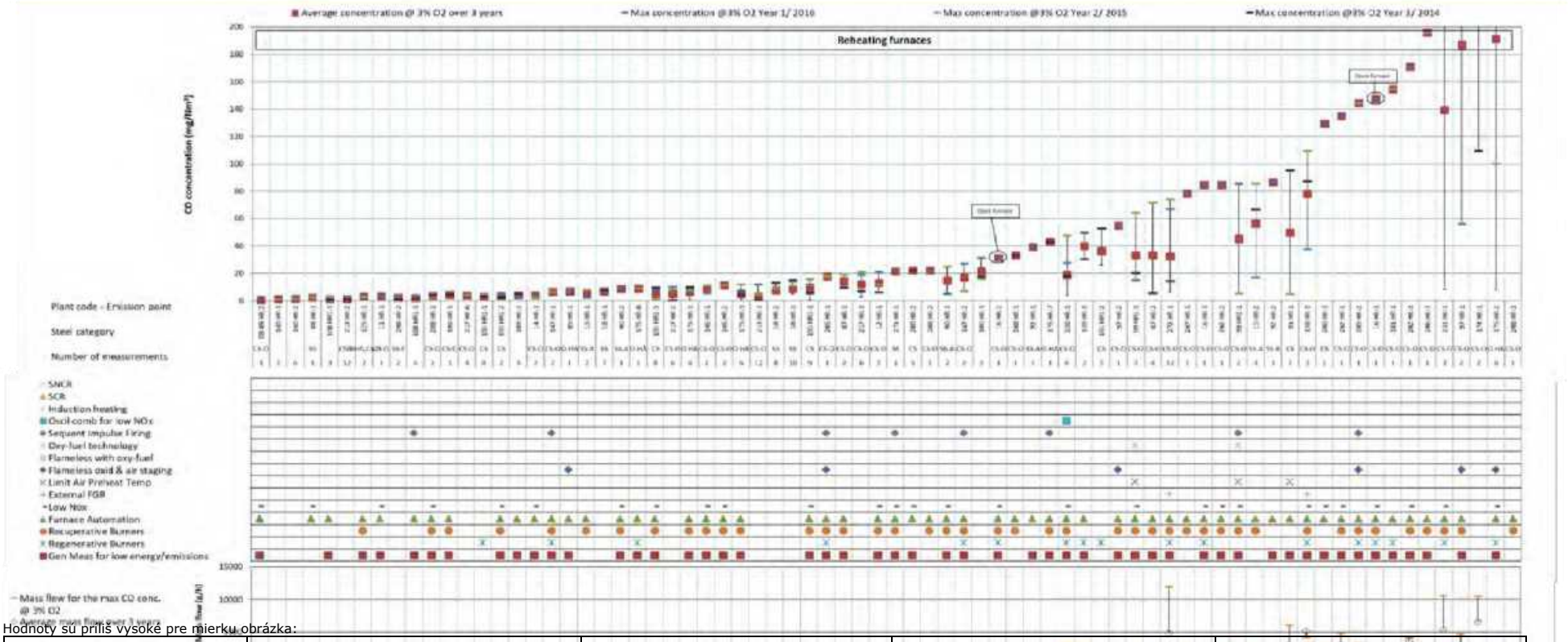


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm^3)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm^3)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm^3)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm^3)	Max. koncentrácia CO pri 3 % O_2 za tri roky
243 HR-4					15 117

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.66: Emisie NO_x z opakovaného ohrevu a dohrevu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pri použití iných palív ako 100 % zemného plynu, s teplotou predohrevu vzduchu a cieľovou teplotou suroviny

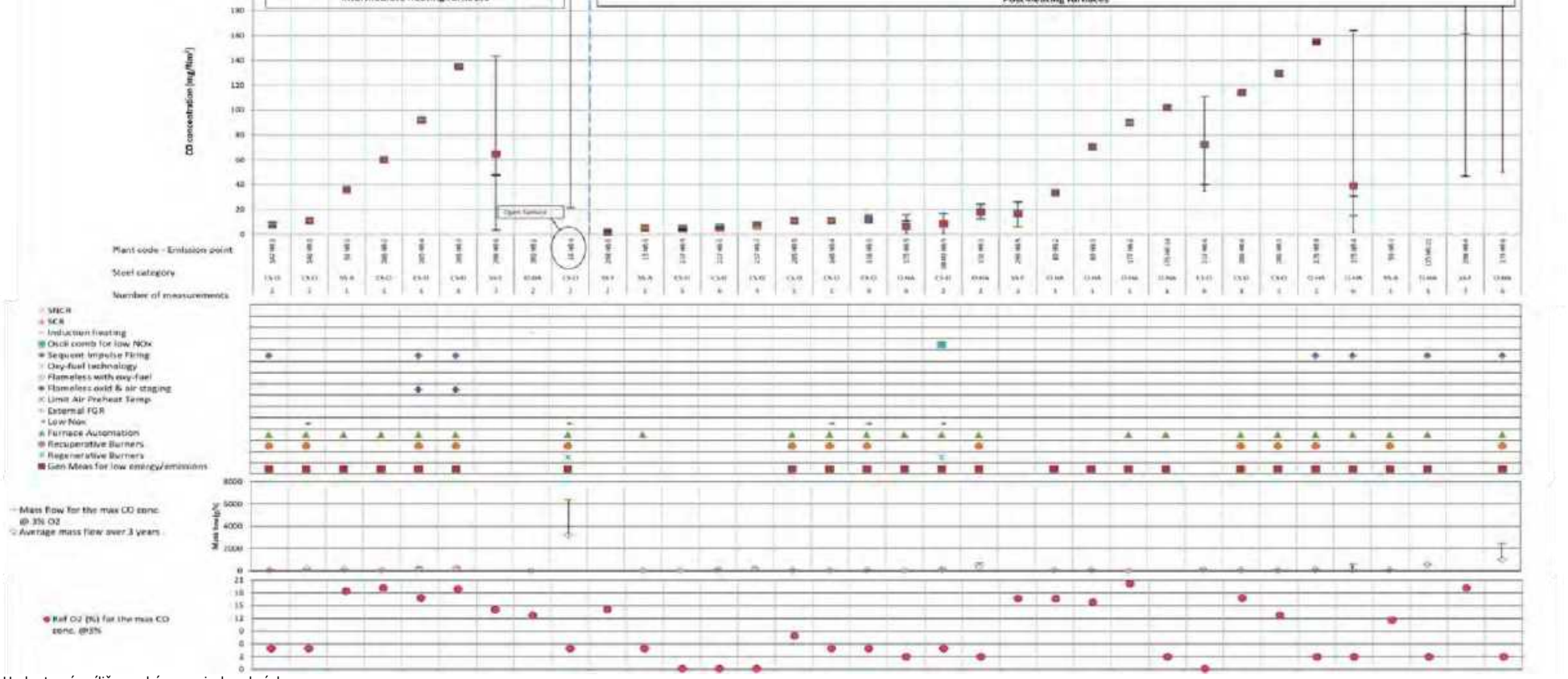


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm³)
231 HR-1			270,0	
97 HR-1	317,7			317,7
174 HR-1	248,7	387,8		
175 HR-2		484,0		503,0
208 HR-3	1 416,0			1 416,0

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.67: Emisie CO z opakovaného ohrevu (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pre 100 % zemný plyn

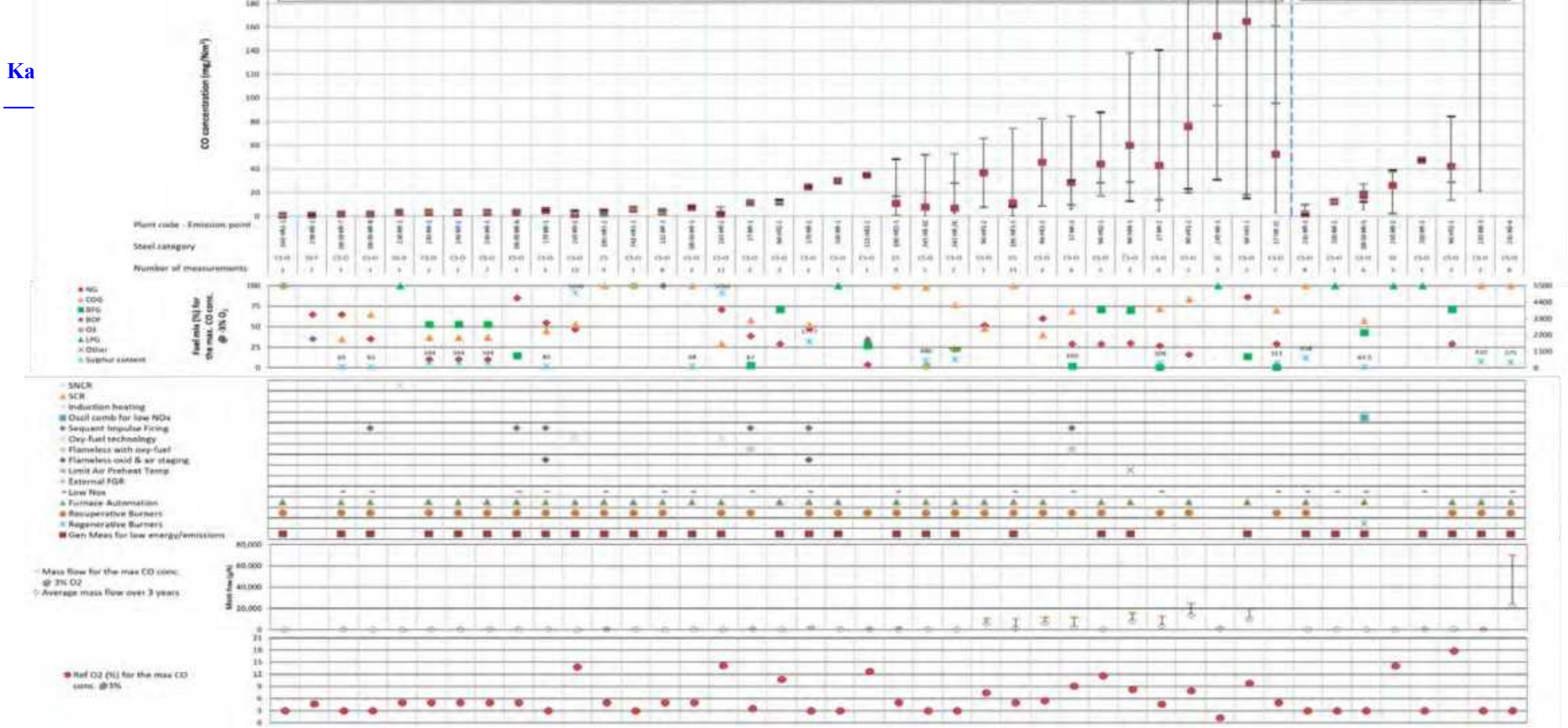


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm³)
100 HR-2	325,2			454,1
16 HR-4	707,6	1 393,9		
90 HR-3	285,3	285,3		
175 HR-11	594,0	594,0		1 416,0
298 HR-4	703,0		1 900,0	
175 HR-6	963,5	2 431,0		2 451,0

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.68: Emisie CO z medziohrevu a dohrevu (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri použití 100 % zemného plynu



Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm³)
245 HR-1		333,6		
94 HR3-1			461,3	
37 HR-2C				741,3
243 HR-5	638,2	1 255,0		
243 HR-4	5 286,3	8 261,3		1 5117,0

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.69: Emisie CO z opakovaného ohrevu a dohrevu (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri použití palív iných ako 100 % zemný plyn

2.3.6 Emisie do vody

Všetky údaje týkajúce sa emisií do vody z procesov HR sú uvedené v oddiele 7.2.1 dokumentu, v ktorom sa zobrazujú údaje o emisiách do vody za všetky odvetvia v zlúčenom formáte.

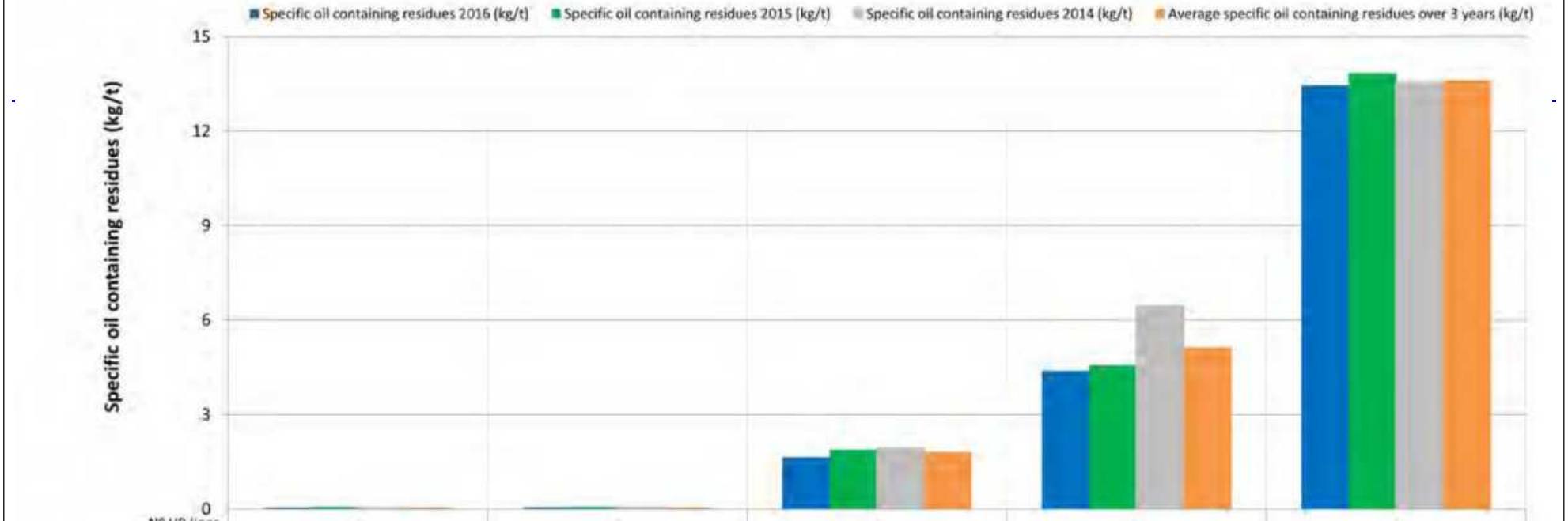
2.3.7 Rezíduá

Celkovo iba päť prevádzok uviedlo údaje o vzniku rezíduí obsahujúcich olej a 12 údaje o vzniku okovín. Tieto informácie sú zhrnuté na obrázkoch 2.70 a 2.71, v uvedenom poradí. Tabuľka 2.14 nižšie obsahuje informácie uvedené štyrmi prevádzkami o množstvách vzniknutého filtrového prachu. Uvádzané údaje sú znázornené aj na obrázku 2.72. Všetky údaje o rezíduách ukazujú úrovne tvorby rezíduí za tri prevádzkové roky a aj ročný priemer získaný za každú prevádzku HR.

Tabuľka 2.14: Špecifická tvorba filtračného prachu (kg/t)

Kód prevádzky	Oceľový výrobok	Druh ocele	Špecifické množstvo filtračného prachu (kg/t)				Recyklácia v prevádzke	Kód EWC	Klasifikácia
			2016	2015	2014	Priemer za tri roky			
56 HR	Plechy	CS-O	0,18	0,18	NI	0,18	NI	NI	NI
238 HR	Pásy	SS-D	0,14	0,16	0,16	0,15	NIE	10 02 08	Nie nebezpečný
247 HR	Plechy	SS-A SS-D	4,17	4,21	4,54	4,31	NIE	10 02 10	Nie nebezpečný
273 HR	Tyče	CS-O O-HA	0,40	0,40	0,37	0,39	ÁNO	10 02 08	Nie nebezpečný

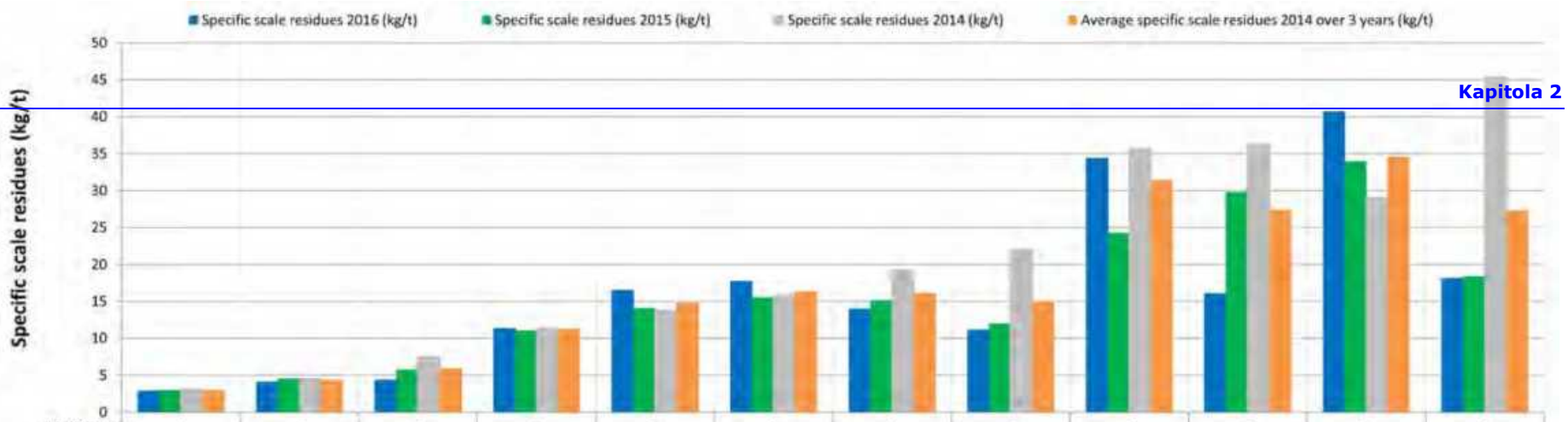
NI = žiadne informácie.
CS-O = CS-ostatné (nelegované/nízkolegované). SS-A = SS-austenitická.
SS-D = SS-duplexová.
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]



Nº HR lines	0	0	0	1	0
Nº HRPO lines	1	1	1	1	1
Type of product #1	Bars	Bars	Bars	Rods/Wire Rods	Bars
Steel category #1	CS-Other (non alloy/low alloy)	CS-Other (non alloy/low alloy)	CS-Other (non alloy/low alloy)	Other high alloy steels	CS-Other (non alloy/low alloy)
Total oil cont. resd 2016 (t/y)	28.3	40.5	740.9	30.0	1,653.0
Total oil cont. resd 2015 (t/y)	48.4	53.5	792.5	26.2	1,785.0
Total oil cont. resd 2014 (t/y)	37.5	50.3	810.7	45.0	1,666.0
Clasification residue			hazardous	hazardous	
Send to landfill			NO	NO	NO
External use/sold			YES		YES
Recycling in plant			NO	NO	NO
Plant code	231 HR	230 HR	273 HR	239 HR	55 HR

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

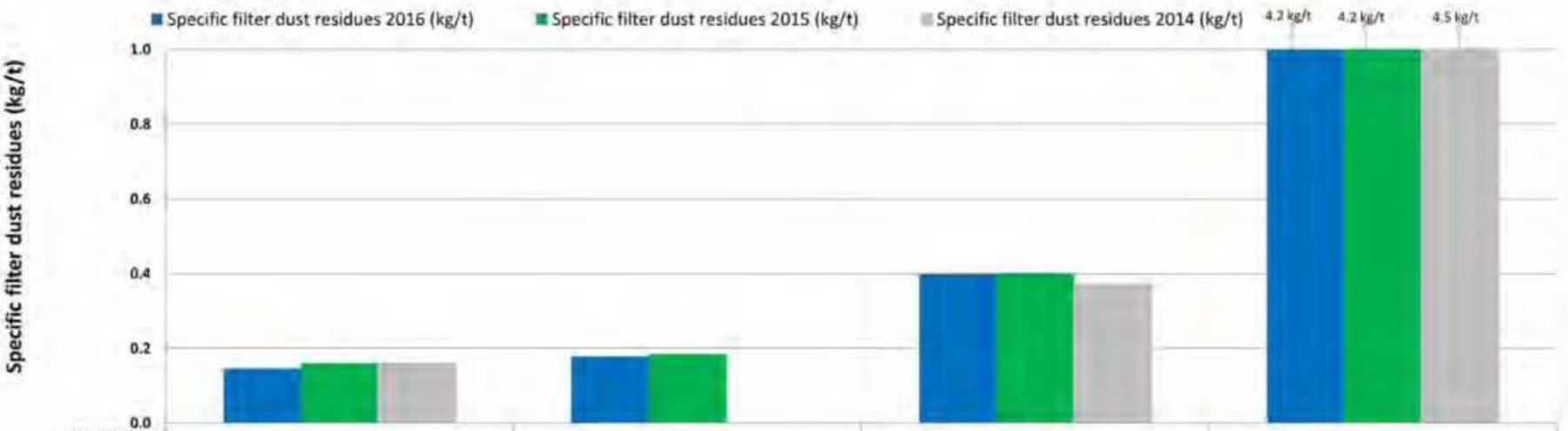
Obrázok 2.70: Špecifická tvorba rezíduí obsahujúcich olej (kg/t)



Nº HR lines	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nº HRPO lines	0	0	2	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Type of product #1	Bars	Strips (hot rolled coils)	Rods/Wire Rods	Bars	Bars	Bars	Plates	Plates	Plates	Rods/Wire Rods	Other profiles	Bars
Steel category #1	CS-Other (non alloy/low alloy)	SS-Duplex (mixed ferritic and austenitic)	SS-Austenitic	CS-Other (non alloy/low alloy)	CS-Other (non alloy/low alloy)	CS-Other (non alloy/low alloy)	CS-Electrical steel Grain Oriented	SS-Austenitic	CS-Other (non alloy/low alloy)	Other high alloy steels	CS-Other (non alloy/low alloy)	CS-Other (non alloy/low alloy)
Total scale residues 2016 (t/y)	359.0	1,710.0	123.0	9,455.0	14,966.6	8,034.7	4,275.3	947.0	0.0	110.0	18,859.0	2,485.0
Total scale resdiues 2015 (t/y)	379.0	1,796.0	149.0	10,625.0	12,577.2	6,580.1	4,697.0	1,048.0	0.0	171.0	15,463.0	3,080.0
Total scale residues 2014 (t/y)	385.0	1,285.0	201.0	11,408.0	11,871.3	6,642.7	6,332.0	1,637.0	0.0	253.0	14,855.0	7,640.0
Clasification residue		non-hazardous	non-hazardous			non-hazardous	non-hazardous	non-hazardous		non-hazardous	non-hazardous	non-hazardous
Send to landfill	NO	NO				NO	NO	NO		YES		NO
External use/sold	YES	NO	YES			YES	YES	YES			YES	YES
Recycling in plant	NO	YES	YES			NO	NO	NO		NO	NO	NO
Plant code	55 HR	238 HR	266 HR	230 HR	231 HR	273 HR	220 HR	247 HR	56 HR	239 HR	108 HR2	66 HR

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.71: Špecifická tvorba okovín (kg/t)



Nº HR lines	1	1	1	1
Nº HRPO lines	0	1	0	1
Type of product #1	Strips (hot rolled coils)	Plates	Bars	Plates
Steel category #1	SS-Duplex (mixed ferritic and austenitic)	CS-Other (non alloy/low alloy)	CS-Other (non alloy/low alloy)	SS-Austenitic
Total filter dust resd 2016 (t/y)	60	85	180	354
Total filter dust resd 2015 (t/y)	63	81	169.41	369
Total filter dust resd 2014 (t/y)	45	0	156.68	338
Clasification residue	non-hazardous		non-hazardous	non-hazardous
Send to landfill	NO		NO	NO
External use/sold	NO		NO	YES
Recycling in plant	NO		YES	NO
Plant code	238 HR	56 HR	273 HR	247 HR

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 2.72: Špecifická tvorba filtračného prachu (kg/t)

2.4 Techniky, ktoré treba zohľadniť pri určovaní BAT o valcovaní za tepla

V tomto oddiele sa opisujú techniky (alebo ich kombinácie) a súvisiace monitorovanie, ktoré sa považujú za techniky s potenciálom na dosiahnutie vysokej úrovne ochrany životného prostredia pri činnostiach v rozsahu pôsobnosti tohto dokumentu. Opísané techniky budú zahŕňať použitú technológiu, ako aj spôsob, akým sa zariadenia navrhujú, budujú, udržiavajú, prevádzkové a vyraďujú z prevádzky.

Zahŕňa systémy environmentálneho manažérstva, ako aj techniky integrované do procesov a techniky na konci potrubia. 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 používania a opakovaného použitia. Opísané techniky sa týkajú aj prevencie alebo obmedzenia environmentálnych dôsledkov nehôd a incidentov. Zahŕňajú tiež prevenciu alebo zníženie emisií za iných ako bežných prevádzkových podmienok (akými sú činnosti spúšťania a odstavenia, úniky, poruchy, krátkodobé prerušenia a definitívne ukončenie prevádzky).

V prílohe III k smernici sa uvádza počet kritérií na určenie BAT a informácie v tejto kapitole sa týkajú týchto úvah. V tabuľke 2.15 je v čo najväčšej miere použitá štandardná štruktúra na uvedenie informácií o každej technike, aby sa umožnilo porovnanie techník a posúdenie na základe definície BAT v smernici.

Táto kapitola nemusí nevyhnutne obsahovať vyčerpávajúci zoznam techník, ktoré by sa mohli v tomto odvetví uplatniť. Môžu existovať alebo byť vyvinuté aj iné techniky, ktoré by sa mohli zohľadniť pri určovaní BAT pre jednotlivé zariadenia.

Tabuľka 2.15: Informácie pre každú techniku

Nadpis v rámci oddielov	**Druh zahrnutých informácií**
Opis	Stručný opis techniky s ohľadom na jej použitie v záveroch o BAT.
Technický opis	Podrobnejší a pritom stručný technický opis s použitím, podľa potreby, chemických alebo iných rovníc, obrázkov, diagramov a vývojových diagramov.
Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie	Hlavné potenciálne environmentálne prínosy, ktoré sa dosiahnu zavedením tejto techniky (vrátane zníženej spotreby energie, zníženia emisií do vody, ovzdušia a pôdy, úspory surovín, ako aj zvýšenia výrobnej kapacity, zníženia odpadu atď.).
Environmentáln a výkonnosť a prevádzkové údaje	Skutočné a špecifické údaje o výkonnosti prevádzky (vrátane úrovní emisií, úrovní spotreby – surovín, vody, energie – a množstiev vzniknutých rezíduí/odpadov) z dobre fungujúcich zariadení/prevádzok (s ohľadom na životné prostredie ako celok) uplatňujúcich danú techniku, spolu s príslušnými kontextovými informáciami. Akékoľvek ďalšie užitočné informácie o nasledujúcich položkách: 1. ako navrhnúť, prevádzkovať, udržiavať, kontrolovať a vyradiť techniku z prevádzky, 2. otázky monitorovania emisií súvisiacich s používaním tejto techniky, 3. citlivosť a trvanlivosť techniky, 4. otázky týkajúce sa prevencie nehôd.

	Prepojenia medzi vstupmi (napr. povaha a množstvo surovín a paliva, energia, voda) a výstupmi (emisie, rezíduá/odpady, produkty) sú zvýraznené, najmä tam, kde sú relevantné na zlepšenie pochopenia rôznych vplyvov na životné prostredie a ich vzájomného pôsobenia, napríklad tam, kde boli urobené kompromisy medzi rôznymi výstupmi tak, že určité úrovne environmentálnej výkonnosti nemôžu byť dosiahnuté súčasne. Údaje o emisiách a spotrebe sú v maximálnej možnej miere doplnené o podrobnosti o príslušných prevádzkových podmienkach (napr. percentuálny podiel plnej kapacity, zloženie paliva, obchádzanie (redukčnej) techniky, zahrnutie alebo vylúčenie iných ako bežných prevádzkových podmienok, referenčné podmienky), metódach odberu vzoriek, analytických metódach a štatistickom spracovaní (napr. krátkodobé a dlhodobé priemery, maximá, rozsahy a distribúcie). Zahŕňajú sa informácie o podmienkach/okolnostiach, ktoré bránia používaniu (redukčnej) techniky pri plnej kapacite a/alebo si vyžadujú úplné alebo čiastočné obchádzanie (redukčnej) techniky, a o opatreniach prijatých na obnovenie plnej (redukčnej) kapacity.
Dosah na viaceré zložky životného prostredia	Relevantné negatívne účinky na životné prostredie v dôsledku zavedenia techniky, čo umožňuje porovnanie jednotlivých techník s cieľom posúdiť vplyv na životné prostredie ako celok. To môže zahŕňať otázky, ako sú: • spotreba a charakter surovín a vody, • spotreba energie a príspevok k zmene klímy, • potenciál stenčovania ozónovej vrstvy v stratosfére, • potenciál fotochemickej tvorby ozónu, • okyslenie ako výsledok emisií do ovzdušia, • prítomnosť častíc v okolitom ovzduší (vrátane mikročastíc a kovov), • eutrofizácia pôdy a vôd ako výsledok emisií do ovzdušia alebo vody, • potenciál vyčerpania kyslíka vo vode, • perzistentné/toxické/bioakumulatívne zložky (vrátane kovov), • tvorba rezíduí/odpadu, • obmedzenie schopnosti opakovaného použitia alebo recyklácie rezíduí/odpadu, • tvorba hluku a/alebo zápachu, • zvýšené riziko nehôd. Mal by sa zohľadniť referenčný dokument o hospodárskych vplyvoch a dosahu na viaceré zložky životného prostredia (ECM).
Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti	Uvádza sa, či sa táto technika môže uplatňovať v celom odvetví. Inak sú uvedené hlavné všeobecné technické obmedzenia používania techniky v rámci odvetvia. Môžu to byť: • označenie druhu prevádzok alebo procesov v rámci odvetvia, na ktoré sa technika nemôže použiť, • obmedzenia implementácie v určitých všeobecných prípadoch, napr. vzhľadom na: to, či ide o novú alebo existujúcu prevádzku,

	pričom sa zohľadnia faktory súvisiace s modernizáciou (napr. dostupnosť priestoru) a interakcie s už nainštalovanou technikou, - veľkosť prevádzky, kapacita alebo faktor zaťaženia, - množstvo, druh alebo kvalita vyrobeného výrobku, - druh použitého paliva alebo suroviny, - dobré životné podmienky zvierat, - klimatické podmienky. Tieto obmedzenia sú uvedené spolu s ich dôvodmi. Tieto obmedzenia nemajú byť zoznamom možných miestnych podmienok, ktoré by mohli ovplyvniť použiteľnosť techniky pre jednotlivú prevádzku.
Hospodárske vplyvy	Informácie o nákladoch (kapitálových/investičných, prevádzkových a údržbových vrátane podrobností o tom, ako boli tieto náklady vypočítané/odhadnuté) a o akýchkoľvek možných úsporách (napr. znížená spotreba surovín alebo energie, poplatky za odpad, skrátenie návratnosti v porovnaní s inými technikami) alebo príjmoch alebo iných prínosoch vrátane podrobností o tom, ako boli vypočítané/odhadnuté. Údaje o nákladoch sa uvádzajú prednostne v eurách (EUR). Ak sa vykoná prepočet z inej meny, uvedú sa údaje v pôvodnej mene a rok, kedy boli údaje zozbierané. Cena/náklady na zariadenie alebo službu sú uvedené spolu s rokom, v ktorom boli zakúpené. Informácie o trhu pre dané odvetvie sú uvedené s cieľom zasadiť náklady na techniky do kontextu. Zahrnuté sú informácie relevantné pre novozriadené, zmodernizované aj existujúce prevádzky. To by malo umožniť posúdenie, ak je to možné, ekonomickej životaschopnosti techniky pre príslušné odvetvie a možných ekonomických obmedzení pri jej uplatňovaní. Môžu sa uvádzať informácie o nákladovej efektívnosti techniky (napr. v EUR na jednotku hmotnosti odstránenej znečisťujúcej látky) a súvisiace predpoklady na jej výpočet. V súvislosti s ekonomickými aspektmi a nákladmi na monitorovanie sa zohľadňuje referenčný dokument o hospodárskych vplyvoch a dosahu na viaceré zložky životného prostredia (ECM) a referenčná správa o monitorovaní emisií do ovzdušia a vody z prevádzok IED (ROM).
Hnacia sila implementácie	Ak je to uplatniteľné, uvádzajú sa špecifické miestne podmienky, požiadavky (napr. právne predpisy, bezpečnostné opatrenia) alebo neekologické stimuly (napr. zvýšený výnos, lepšia kvalita výrobku, ekonomické stimuly – napr. dotácie, daňové úľavy), ktoré podnietili alebo stimulovali doterajšiu implementáciu techniky. Tento pododdiel by mal byť veľmi krátky a používať zoznam odrážok.
Vzorové prevádzky	Odkaz na prevádzky, v ktorých bola technika zavedená a z ktorých boli zozbierané a pri písaní oddielu použité informácie. Údaj o tom, do akej miery sa technika používa v EÚ alebo na celom svete.
Odborná literatúra	Literatúra alebo iný referenčný materiál (napr. knihy, správy, štúdie), ktorý bol použitý pri písaní oddielu a ktorý obsahuje podrobnejšie informácie o technike. Ak referenčný materiál pozostáva z veľkého počtu strán, uvedie sa odkaz na príslušnú stranu (strany) alebo oddiel (oddiely).

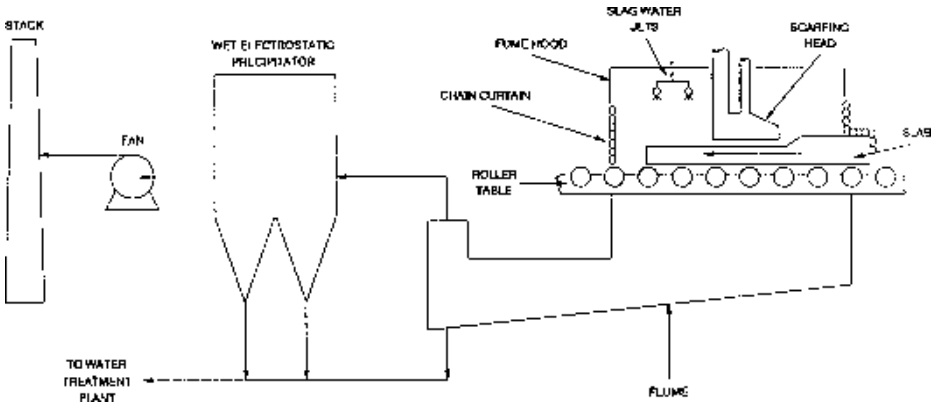
V kapitole 8 sa rozoberajú všeobecné techniky používané vo viac ako jednom odvetví, ktoré by mohli byť použiteľné aj pri valcovaní za tepla. Tieto techniky sa v tomto oddiele bežne neopakujú, pokiaľ neboli sprístupnené informácie špecifické pre toto odvetvie.

2.4.1 Povrchová úprava a úprava vstupného materiálu

2.4.1.1 Uzavreté čistenie plameňom (okrem ručného čistenia plameňom) kombinované s odsávaním vzduchu a spracovaním odpadových plynov

Opis
Činnosti čistenia plameňom (okrem manuálneho čistenia plameňom) sa vykonávajú úplne uzavretým spôsobom (napr. pod uzavretými krytmi) a vzduch sa odsáva. Odpadové plyny sa čistia pomocou elektrostatických odlučovačov (suchých alebo mokrých) alebo textilných filtrov.

Technický opis
Ako je znázornené na obrázku 2.73, čistenie plameňom sa vykonáva v tesne uzavretom kryte, ktorý zachytáva dym a prach vytvorený kyslíko-palivovým plameňom. Odpadový vzduch sa čistí **suchými** alebo **mokrými elektrostatickými odlučovačmi** alebo **textilnými filtrami**. Zozbieraný prach sa interne recykluje v rámci integrovaných oceliarní alebo sa likviduje prostredníctvom autorizovaných spoločností. Na odstránenie trosky z upraveného povrchu sa používajú vodné dýzy. Použitá voda a troska sa zhromažďujú v žľabe pod valčekovou dráhou a odvádzajú sa na úpravu vody.



Zdroj: [17, Davy Consultants 1993]

Obrázok 2.73: Znázornenie odstraňovania okovín (príklad s mokrým EP)

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie emisií prachových častíc do ovzdušia.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
ArcelorMittal Ghent
Opaľovací stroj sa nachádza v špeciálnej budove (rozmery 32 m x 18 m x 9 m) s akusticky izolovanými bočnými stenami, čo vedie k maximálnej hladine hluku 85 dB(A) vo vzdialenosti 1 m. Dym sa zachytáva v štyroch rohoch strechy. Celé zariadenie je prevádzkované pod podtlakom s odsávacím prietokom 200 000 m^3/h. Odsávanie je riadené automaticky v závislosti od miesta, kde prebieha drážkovanie (dve tretiny výparov sú odsávané nad pracovnou oblasťou). Odpadový vzduch je čistený látkovými filtrami s filtračnou plochou 3 576 m^2, čo vedie k výstupnej koncentrácii prachu 5 – 10 mg/Nm^3 (kontinuálne optické meranie v komíne).

Liberty Speciality Steels UK
Opaľovací stroj sa nachádza vnútri valcovne sochorov a je umiestnený pod krytom s odsávaním do mokrého elektrostatického odlučovača (ako je opísané na obrázku 2.73). Kryt zabraňuje fugitívnym emisiám a je vybavený aj vodnými rozprašovačmi. Reťazové závesy umiestnené na vstupe a výstupe krytu v čo najväčšej možnej miere zadržiavajú vodu rozstrekovanú v kryte. Emisie prachu sú typicky v rozsahu 5 – 10 mg/m^3. [25, EUROFER 2018]

Keďže výpary vznikajúce pri čistení plameňom sú veľmi korozívne, na dobrý výkon odlučovacích jednotiek je dôležitá údržba. Odporúča sa pravidelná kontrola elektród elektrostatického odlučovača a kontrola korózie súvisiacich vnútorných častí. Ak sú splodiny veľmi vlhké, použitie rukávových filtrov môže byť problematické. [26, Hot Rolling Shadow Group 1999]

Tabuľka 2.16: Dosiahnuteľné emisné úrovne prachových emisií z činnosti čistenia plameňom/brúsenia

Použitá technika znižovania emisií	Koncentrácie uvedené za trojročné obdobie (mg/Nm^3)					Počet meraní
	Priemer	Medián	90. percentil	Min.	Max.	
Textilný filter	3,9	2,2	6,3	0,08	46,8	43
Mokrý ESP	30,5	21	57,6	3,7	66,8	3
Mokrý ESP + suchý ESP	7,7	–	–	4,7	10,7	2
Mokrý ESP + textilný filter	3,6	–	–	1,8	5,3	2
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]						

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
- Zvýšená spotreba energie.
- Vznik odpadu/filtračného prachu alebo kalu, ktorý sa zbiera.
- Vzniknutý odpad možno znížiť internou recykláciou.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.
- Nevzťahuje sa na manuálne čistenie plameňom.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Prevencia fugitívnych emisií. [26, Hot Rolling Shadow Group 1999]

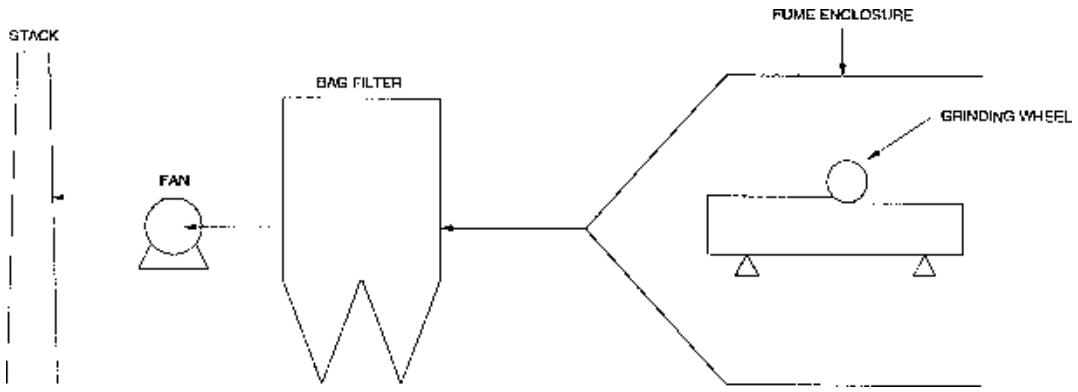
Vzorové prevádzky
ArcelorMittal Ghent, ArcelorMittal Aviles, Liberty Speciality Steels UK.
Prevádzky zo zberu údajov: 121 HR, 172 HR, 179 HR, 249 HR a 265 HR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018], [26, Hot Rolling Shadow Group 1999].

2.4.1.2 Uzavreté brúsenie kombinované s odsávaním vzduchu a spracovaním odpadových plynov

Opis
Brúsne operácie sa vykonávajú úplne uzavreté (napr. pod uzavretými krytmi) a vzduch sa odsáva a upravuje pomocou textilných filtrov.

Technický opis
Brúsny stroj sa používa na povrchovú úpravu brám. Prach vytvorený pri brúsnych činnostiach sa zachytáva a vyzráža v textilnom filtri (obrázok 2.74). Strojové brúsenie sa môže vykonávať vo zvukotesných uzavretých krytoch. Odlučovacia jednotka je buď samostatná, alebo umiestnená v hale. Zozbieraný prach sa interne recykluje v rámci integrovaných oceliarní alebo sa likviduje prostredníctvom autorizovaných spoločností. Brúsne triesky sa zbierajú osobitne a môžu byť priamo recyklované ako šrot v prevádzke BOF. [25, EUROFER 2018]



Zdroj: [17, Davy Consultants 1993]

Obrázok 2.74: Znázornenie znižovania emisií z brúsenia

Na obrázku 2.75 je znázornený typický brúsny stroj v oceliarni Tata Steel, ktorý sa skladá z brúsneho kotúča, odsávacieho krytu a textilného filtra. Takéto zariadenie umožňuje odstránenie 2 – 5 mm povrchu bramy. [25, EUROFER 2018]



Zdroj: [25, EUROFER 2018]

Obrázok 2.75: Brúsny stroj vybavený systémom čistenia odpadových plynov v Tata Steel IJmuiden

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zníženie emisií prachu do ovzdušia.
- Hluk je znížený.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Dosiahnuteľné koncentrácie emisií prachu z uzavretého čistenia plameňom a brúsenia sú uvedené v tabuľke 2.16.

Tata Steel IJmuiden
Brúsny stroj je samostatný stroj nainštalovaný v roku 2013 a umiestnený v otvorenom objekte. Stroj je vybavený izolačným materiálom na zníženie hlukových emisií. Na zníženie hluku sa prijímajú dodatočné kontrolné opatrenia, ako je opláštenie stroja a izolácia stien. Brúsny stroj má odsávací systém s textilným filtrom. Prietok v systéme čistenia odpadových plynov je 12 000 Nm^3/h. Úroveň emisií prachu je < 1 mg/Nm^3. Brúsne triesky (s obsahom železa okolo 98 %) sa recyklujú v prevádzke BOS, zatiaľ čo prach sa recykluje v aglomerácii. [25, EUROFER 2018]

SSAB Oxelösund
Brúsny stroj používaný na povrchovú úpravu brám je vybavený textilnými filtrami a prietok v systéme čistenia odpadových plynov je 60 000 m^3/h. Po čistení odpadových plynov je úroveň emisií prachu na výstupnom komíne < 2 mg/Nm^3. Emisie prachu sa merajú pomocou triboelektrického monitora prachu. Zachytený prach a brúsne triesky sa recyklujú späť do vysokej pece na briketovanie. [25, EUROFER 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
- Zvýšená spotreba energie.
- Vznik odpadu/filtračného prachu, ktorý sa zbiera.
- Odpad možno znížiť internou recykláciou.
- Vznik brúsnych triesok a filtračného prachu, ktorý sa zbiera a recykluje.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
- Prevencia fugitívnych emisií. [26, Hot Rolling Shadow Group 1999]
- Zlepšenie kvality brám.
- Zníženie nákladov v prevádzkach na kondiciovanie brám.

Vzorové prevádzky
- Tata Steel IJmuiden.
- Acerinox Europa.
- SSAB Oxelösund.
- Prevádzky zo zberu údajov: 124 HR, 158 HR, 175 HR, 177 HR, 197 HR, 243 HR, 247 HR, 248 HR1, 300 HR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018], [26, Hot Rolling Shadow Group 1999].

2.4.1.3 Počítačom riadená kontrola kvality (CAQC)

Opis
Kvalita brám je riadená počítačom, ktorý umožňuje úpravu podmienok odlievania, aby sa minimalizovali povrchové chyby a umožňuje ručné orezávanie iba poškodených oblastí namiesto orezávania celej bramy.

Technický opis
Počítačom riadená kontrola kvality sa používa na zvýšenie kvality výstupu kontinuálneho odlievania a zníženie povrchových chýb vo valcovanom výrobku. Toto sa dosahuje pomocou počítačového modelu, ktorý pozoruje a riadi podmienky odlievania na základe rôznych meraní periférnych zariadení. Každá zmena prevádzkových parametrov vedie k novému prednastaveniu stroja na optimalizovaný proces odlievania. Zmeny v podmienkach odlievania, ktoré nemôžu byť korigované regulačným obvodom a môžu viesť k povrchovým chybám, sú systémom rozpoznané a vizualizované tak, aby bola presne určená poloha možnej chyby. Následne je možné selektívne (manuálne) čistenie poškodených oblastí plameňom namiesto automatického čistenia celej bramy plameňom.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zníženie emisií do ovzdušia a odpadu z čistenia plameňom, pretože je možné selektívne čistenie plameňom.
- Znížená spotreba energie pre proces čistenia plameňom.
- Vylepšená kvalita povrchu.
- Zníženie objemu šrotu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
V tabuľke 2.17 sa porovnávajú prevádzkové údaje týkajúce sa počtu a druhov operácií čistenia plameňom potrebných v dvoch zariadeniach na odlievanie brám vybavených a nevybavených CAQC.

Tabuľka 2.17: Porovnanie miery čistenia plameňom s CAQC a bez CAQC

	Bez CAQC	S CAQC
Strojovo čistené	32 %	9 %
Kontrola a selektívne čistenie plameňom	68 %	8 %
Bez kontroly, bez čistenia plameňom	NI	83 %
Pozn.: NI = Neboli poskytnuté žiadne informácie. *Zdroj*: [10, Rentz a kol. 1998]		

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatňuje sa len na prevádzky s kontinuálnym odlievaním.

Hospodárske vplyvy
Uvádzali sa len veľmi obmedzené údaje o hospodárskych vplyvoch.

Jeden zdroj uviedol investičné náklady vo výške 4 miliónov EUR (údaje z roku 1999) [27, Van Roosbroeck 1999]), zatiaľ čo ďalší úspory vo výške 5 USD na tonu ocele (údaje z roku 1999) [28, AT, člen TWG 1999] v súvislosti so zavedením CAQC.

Hnacia sila implementácie
- Zlepšená kvalita výrobku valcovaného za tepla a zvýšená výťažnosť.
- Zníženie nákladov na kondiciovanie brám. [28, AT, člen TWG 1999]

Vzorové prevádzky
- VA Stahl Linz, Rakúsko.
- ArcelorMittal Eisenhüttenstadt, Nemecko.
- Prevádzky zo zberu údajov: 121 HR, 172 HR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [26, Hot Rolling Shadow Group 1999], [27, Van Roosbroeck 1999], [28, AT, člen TWG 1999].

2.4.1.4 Hranovanie alebo orezávanie brám klinového typu

Opis
Bramy klinového typu sa valcujú pri špeciálnych nastaveniach, pri ktorých sa klin odstraňuje hranovaním (napr. pomocou automatickej kontroly šírky alebo kalibrovacieho lisu) alebo orezávaním.

Technický opis
Namiesto rezania plameňom sa klinovité bramy valcujú pri špeciálnych nastaveniach valcovne na valcovanie za tepla. Klin sa odstraňuje buď technológiou hranovania (automatická regulácia šírky alebo kalibrovacie lisy), alebo orezávaním počas následného strihania pásov valcovaných za tepla.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Emisie a odpady, ktoré bežne vznikajú pri rezaní plameňom, sú eliminované.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Nemusí byť uplatniteľné na bramy vyrobené z ingotov.
Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Túto techniku používajú prevádzky 37, 106 a 197. [16, FMP TWG 2018]

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018]

2.4.1.5 Rezanie bramy

Opis
Bramy (často odlievané vo viacerých šírkach) sa pred valcovaním za tepla rozrežú pomocou rezacích zariadení, deliaceho valcovania alebo horákov buď ručne, alebo namontovaním na stroj.

Technický opis
V minulosti sa rezanie brám zvyčajne používalo na zvýšenie produktivity kontinuálneho odlievania. Pri úzkych finálnych pásoch bolo praxou odlievať v dvojnásobnej šírke, pretože produktivita odlievacieho zariadenia bola viac-menej dvojnásobná (hoci nie presne dvojnásobná, pretože z dôvodov kvality bolo niekedy potrebné počas kontinuálneho odlievania znížiť rýchlosť odlievania pri širších produktoch). V procese kontinuálneho odlievania sa dosiahol významný pokrok s výrazným zvýšením priemerných rýchlostí odlievania, čo vo väčšine prípadov viedlo k ústupu od odlievania s viacnásobnou šírkou. Ďalším príkladom rezania brám je však preradenie niektorých brám na novú finálnu objednávku, a to v dvoch špecifických prípadoch: buď boli bramy vyrobené v nadbytku v špecifickej

šírke a jediný spôsob, ako preradiť tieto bramy, je nájsť finálnu objednávku s užšou šírkou, alebo boli bramy deklasifikované z dôvodov kvality, a jediný spôsob, ako ich preradiť, je nájsť finálnu objednávku s užšou šírkou. Táto prax rezania brám na prerozdelenie vedie k zvýšeniu materiálovej efektívnosti, pretože ak nie je možné takéto bramy prerozdeliť, narežú sa na malé kusy a priamo sa recyklujú do konvertora oceliarne (prevádzka BOF). Samotné rezanie sa môže vykonávať buď na stroji na rezanie brám, alebo manuálne. Existuje aj možnosť spracovania toho istého výrobku v dvojnásobnej šírke súčasne v zariadení na odlievanie a vo valcovni na valcovanie za tepla. V tomto konkrétnom prípade (pomerne zriedkavom) sa rezanie dosahuje po valcovaní za tepla, keď sa z jedného materského a širokého zvitku stanú dva dcérske a úzke zvitky.

Pokiaľ ide o výrobu ingotov, prax odlievania vo viacerých šírkach neexistuje. Možnosť rezania brám zostáva veľmi obmedzená, pretože existuje len možnosť upraviť konečnú cieľovú šírku pri transformácii ingotu na bramu v bramovej valcovni, čo je preferovaná možnosť z hľadiska efektívnosti materiálu. [29, EUROFER 2021]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Emisie a odpad vznikajúce pri korekcii klinu sú eliminované.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Prevádzkové údaje pre techniku rezania brám sú uvedené nižšie:

- spotreba plynu: 1,6 Nm^3/t brám,
- spotreba kyslíka: 2,7 Nm^3/t brám,
- strata výťažnosti: 1,4 – 3,0 % hmotnosti bramy, v závislosti od rozmerov bramy. [28, AT, člen TWG 1999]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Dodatočná spotreba energie. [28, AT, člen TWG 1999]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Nemusí byť uplatniteľné na bramy vyrobené z ingotov.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Vyššia kapacita odlievania ako pri dvojitom alebo trojitom odlievaní. [28, AT, člen TWG 1999]

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 121 HR, 172 HR, 173 HR, 247 HR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [28, AT, člen TWG 1999], [29, EUROFER 2021].

2.4.2 Ohrievacie pece a pece na tepelné spracovanie

2.4.2.1 Systém riadenia plynu zo spracovania

Opis
Systém riadenia plynov zo spracovania umožňuje smerovanie plynov zo spracovania železa a ocele a/alebo plynu bohatého na CO z výroby ferochrómu do ohrievacích pecí a/alebo pecí na tepelné spracovanie železa a ocele v závislosti od ich dostupnosti. Vyberajú sa plyny zo spracovania železa a ocele s nízkym priemerným obsahom prachu a popola a nízkym priemerným obsahom síry a nízkym potenciálom tvorby NO_X.

Technický opis

Systém riadenia plynu zo spracovania:
V prípade integrovaných oceliarní umožňuje systém riadenia plynov zo spracovania smerovanie plynov zo spracovania železa a ocele a/alebo plynu bohatého na CO z výroby ferochrómu do ohrievacích pecí a/alebo pecí na tepelné spracovanie s cieľom optimalizovať prínosné využívanie týchto plynov.

Ciele sú prioritizované nasledovne:

1. vnútorné využitie tepelného potenciálu plynov vo výrobných procesoch ocele;
2. minimalizácia použitia zemného plynu a iných palív ako pomocných palív pri obohacovaní plynov zo spracovania a ako palív spaľovaných samostatne;
3. rozumné využitie plynov pri výrobe pary a/alebo elektrickej energie, takže energia sa nemrhá spaľovaním na flérach;
4. minimalizácia používania palivového plynu prostredníctvom procesne integrovaných techník;
5. vyhýbanie sa dovážanej elektrickej energii.

Plyny zo spracovania železa a ocele
Tri hlavné plyny zo spracovania v železiarskom a oceliarskom priemysle (napr. COG, BFG a BOF) majú rôzne chemické zloženie a charakteristiky (napr. výhrevnosť) a spotrebúvajú sa v rámci celého závodu na mnohé účely, v závislosti od vlastností plynu a dostupnosti z hľadiska výroby a umiestnenia v rámci areálu. Ďalšie informácie týkajúce sa chemického zloženia a charakteristík týchto troch plynov zo spracovania a ich využitia v rámci integrovaných oceliarní možno nájsť v BREF o LCP (oddiel 7.3). [23, Lecomte a kol. 2017]

Tieto plyny zo spracovania sa môžu zmiešať pred dodaním do ohrievacích pecí a pecí na tepelné spracovanie, aby sa vyrovnali niektoré odchýlky a aby sa obohatil vysokopecný plyn na zlepšenie výhrevnosti. Plyny zo spracovania môžu byť doplnené aj pomocnými palivami (napr. zemný plyn alebo kvapalné palivá) na zabezpečenie kontinuity dodávok. [30, AT 31-5-17 2017]

Kvalita (výhrevnosť a zloženie) a objem rôznych plynov sa významne líšia a tieto faktory majú vplyv na to, kde môžu byť palivá efektívne využité. Hlavným cieľom energetického manažérstva v oceliarskom priemysle je efektívna distribúcia a využívanie procesných plynov. Miestne podmienky (usporiadanie prevádzky) môžu túto úlohu ďalej uľahčiť. Vzhľadom na rôzne konfigurácie integrovaných oceliarní si každý areál definuje svoj systém energetického manažérstva tak, ako mu to najlepšie vyhovuje. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Keď sa plyny zo spracovania železa a ocele používajú samostatne alebo v kombinácii s pomocnými plynmi (napr. zemný plyn, LPG) v ohrievacích peciach a peciach na tepelné spracovanie FMP, plyny sa upravujú tak, aby vykazovali nízky priemerný obsah prachu a popola a nízky priemerný obsah síry.
Procesy používané pri príprave plynov zo spracovania železa a ocele pred ich použitím sú stručne zhrnuté nižšie a možno ich nájsť aj v BREF o IS. [22, COM 2013]

- COG

Síra obsiahnutá v koksárenskom plyne je hlavným zdrojom emisií SO_2 z ohrievacích pecí a pecí na opakovaný ohrev. Podľa záverov o BAT dokumentu BREF o IS [22, COM 2013] spočíva BAT v znižovaní obsahu síry v koksárenskom plyne odsírením pomocou týchto techník:

1. odsírovanie absorpčnými systémami;
2. mokrá oxidačná odsírovacia technológia.

Reziduálne koncentrácie sírovodíka (H_2S) spojené s BAT, stanovené ako denné priemerné hodnoty, sú < 300 – 1 000 mg/Nm^3 v prípade použitia techniky 1 uvedenej vyššie (vyššie hodnoty súvisia s vyššími teplotami okolia a nižšie hodnoty súvisia s nižšími teplotami okolia) a < 10 mg/Nm^3 v prípade použitia techniky 2 uvedenej vyššie. (BAT 48 v [22, COM 2013].

Integrované oceliarne v Európe používajú ako minimálnu požiadavku techniku I na odsírovanie koksárenského plynu a mali by sa usilovať o realizáciu techniky II na dosiahnutie najlepšej environmentálnej výkonnosti. V prípade COG „nízky obsah síry" implicitne znamená, že COG dodávaný do prevádzky FMP bol odsírený v súlade s BAT 48 v BREF o IS, prednostne pomocou techniky II. Odsírený koksárenský plyn sa nepovažuje za nízkosírne palivo, avšak môže sa použiť ako palivo za predpokladu, že emisie z prevádzok FMP sú v rozsahu BAT-AEL špecifikovanom v záveroch o BAT. [32, Komentáre pred FD 2021]

- Plyn BF a BOF

Plyny BF a BOF obsahujú nízke koncentrácie síry. Vykonáva sa však čistenie týchto plynov s cieľom znížiť emisie prachu. Použitím BAT na čistenie plynov BF a BOF sa môžu dosiahnuť úrovne
< 10 mg prachu/Nm^3 v prípade plynu BF a < 10 – 30 mg prachu/Nm^3 v prípade plynu BOF použitím suchých odprašovacích techník (napr. elektrostatický odlučovač) v nových a existujúcich prevádzkach alebo
< 50 mg prachu/Nm^3 pomocou techník mokrého odprašovania (napr. mokrý elektrostatický odlučovač alebo práčka) v existujúcich prevádzkach. (BAT 75 v [22, COM 2013])

- Plyn bohatý na CO z výroby ferochrómu

Ferochróm sa vyrába z chrómovej rudy a železa v uzavretej ponornej oblúkovej peci alebo v uzavretom plazmovom prachovom procese. Tieto procesy sú podrobnejšie opísané v BREF o NFM (pozri oddiel 8.1.1). Odpadové plyny z uzavretej ponornej oblúkovej pece sa zvyčajne čistia pomocou mokrej Venturiho práčky, kde sa emisie tuhých častíc znižujú z 35 – 45 g/m^3 na 50 – 100 mg/Nm^3. Zvyšné tuhé častice sa ďalej odstraňujú pomocou spekaného filtra, pričom v očistených výfukových plynoch zostáva menej ako 1 mg/Nm^3. Výsledný plyn je bohatý na oxid uhoľnatý a „plyn bohatý na CO" vytvorený v uzavretej ponorenej oblúkovej peci obsahuje približne 75 – 90 % CO, 2 – 15 % H_2, 2 – 10 % CO_2, 2 – 5 % N_2 a < 5 % H_2O [33, Niemela a kol. 2004]. Pri
spaľovaní tohto plynu je výhrevnosť plynu bohatého na CO približne 243 GJ/h [33, Niemela a kol. 2004], a preto má zmysel zhodnocovať výhrevnosť tohto plynu produkovaného pri výrobe ferochrómu a využívať ho ako palivo v susedných prevádzkach. Toto sa dá vykonať vo valcovniach na valcovanie za tepla a/alebo za studena za predpokladu, že sa nachádzajú blízko prevádzky na výrobu ferochrómu. Na tento účel sa v technike BAT 150 písm. e) z BREF NFM uvádza, že odpadový plyn bohatý na CO vznikajúci v procesoch výroby ferochrómu prostredníctvom uzavretej ponornej oblúkovej pece alebo v uzavretom plazmovom prachovom procese možno použiť ako palivo v susedných prevádzkach za predpokladu, že existuje dopyt po tomto palive a že je to ekonomicky realizovateľné. [34, COM 2017]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Efektívne využívanie energetických zdrojov.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Pokiaľ ide o tvorbu NO_X, jednotlivé spaliny vykazujú odlišné správanie. Napríklad vyššie emisie NO_X sa pozorujú pri použití vysokého podielu koksárenského plynu v palivovej zmesi používanej v peci.

Existujú dva dôvody, prečo sú emisie NO_X vyššie pri koksárenskom plyne: vyššia teplota plameňa a palivový dusík. Zloženie odpadových plynov súvisí s teplotou plameňa. Metán (zemný plyn) horí relatívne pomaly v porovnaní s palivami s vysokým obsahom H_2 (napr. koksárenský plyn), ktoré majú tendenciu horieť rýchlejšie a majú vyššiu úroveň emisií NO_X. Druh horáka by mal byť vhodný pre dostupné palivo (palivá). [4, EUROFER 1998] Palivové NO_X vznikajú oxidáciou amoniaku a organického dusíka obsiahnutého napríklad v koksárenskom plyne. Z dôvodu relatívne vysokého obsahu amoniaku a organického dusíka v COG sa vytvára palivový NO_X. Množstvo paliva NO_X súvisí s čistením COG: vyššie hladiny amoniaku v upravenom COG majú za následok vyššie emisie NO_X. [22, COM 2013], [23, Lecomte a kol. 2017], [31, EUROFER 10-7-18 2018]

V prípade plynu bohatého na CO z výroby ferochrómu vykazuje tento plyn veľmi nízky obsah síry, ale vytvára výrazne vyššiu teplotu plameňa (približne 2 120 °C) v porovnaní

s propánom alebo zemným plynom (približne 1 960 °C), čo môže potenciálne viesť k vyšším tepelným emisiám NO_X.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľné len v prípade, keď sú k dispozícii plyny zo spracovania železa a ocele a/alebo plyn bohatý na CO z výroby ferochrómu.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zlepšená energetická efektívnosť.

Vzorové prevádzky
Široko používané pre plyny zo spracovania železa a ocele.
Zo zberu údajov vyplýva, že jedna valcovňa na valcovanie za studena (t. j. prevádzka 158 CR) a jedna valcovňa na valcovanie za tepla (t. j. prevádzka 158 HR) využíva odpadový plyn bohatý na CO, ktorý vzniká v prevádzke na výrobu ferochrómu, ako je špecifikované v záveroch o BAT pre NFM.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [22, COM 2013], [23, Lecomte a kol. 2017], [30, AT 31-5-17 2017], [31, EUROFER 10-7-18 2018], [33, Niemela a kol. 2004], [34, COM 2017].

2.4.2.2 Optimalizovaná konštrukcia dverí pece

Opis
Minimalizácia tepelných strát pri otváraní dvierok pece, napr. použitím niekoľkých zdvíhateľných segmentov namiesto jedného segmentu v kontinuálnych ohrievacích peciach,

Technický opis
Konvenčné (jednosegmentové) dvere na vsádzanie do pece majú medzery vedľa suroviny, cez ktoré unikajú pecné plyny alebo sa môže do pece nasávať vzduch. To vedie nielen k nekontrolovaným (fugitívnym) emisiám, ale aj k strate odpadových plynov, ktoré by sa inak mohli využiť na predohrev spaľovacieho vzduchu. Efektívnosť rekuperácie je teda znížená. V prípade vniknutia vzduchu do pece sa zvyšuje tvorba okovín, čo má negatívny vplyv na kvalitu brám a kapacitu výroby. [25, EUROFER 2018]

Dvere na vsádzanie
Najmodernejšie pece sú vybavené dverami na vsádzanie, ktoré pozostávajú z niekoľkých samostatných zdvíhateľných segmentov. Šírka segmentov zodpovedá dĺžke suroviny v primeraných krokoch. V dôsledku toho je možné čiastočne otvoriť dvere na vsádzanie do pece a zmenšiť medzery vedľa suroviny. [25, EUROFER 2018]

V referenčnej prevádzke konštrukcia dverí na vsádzanie do pece pozostáva z viacerých jednotlivých jednoduchých dverí (napr. 64 dverí na šírke 15,6 m), ktoré možno spustiť nadol na žiaruvzdornú vymurovku naľavo a napravo od suroviny. [35, Münch 1997]

Všetky segmenty sa zdvíhajú spoločne a keď časť bramy prejde dverami, všetky segmenty sa spustia. Tie, ktoré sú vedľa bramy, uzatvárajú medzeru. Ostatné sa posúvajú po brame a padajú dole, keď sa dostane do pece. [25, EUROFER 2018]

V prípade valčekových kruhových pecí sú dvere upravené špeciálnou clonou, ktorá sa posúva po povrchu nad bramou. [25, EUROFER 2018]

Výstupné dvere
Na strane výstupu je zásadné zabezpečiť vzduchotesnosť a účinnú tepelnú izoláciu. Najmodernejšie pece sú vybavené celokovovými suchými výstupnými dverami, ktoré pozostávajú z jedného

alebo dvoch prvkov. Optimalizované výstupné dvere zabraňujú tepelným stratám pece, zlepšujú teplotnú homogenitu opakovane ohrievaných produktov a umožňujú lepšiu kontrolu prebytku vzduchu. Do pece nie je nasávaný žiadny vzduch zvonku, čím sa zabraňuje tvorbe okovín a zlepšuje kvalita spaľovania. [25, EUROFER 2018]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížená spotreba energie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Zmena konštrukcie dverí pece (pece s pohyblivým nosníkom) viedla k zvýšeniu teploty predohrevu vzduchu (rekuperácie) o 60 °C so znížením spotreby energie o 0,05 GJ/t. [35, Münch 1997]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Nie sú známe žiadne negatívne vplyvy na iné zložky.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.

Ekonomika
Vyššia technická zložitosť a finančné náklady musia byť primerané harmonogramu vsádzania. Technické riešenie musí byť k dispozícii od dodávateľa pece. [3, EUROFER 2020]

Hnacia sila implementácie
Úspora energie.

Vzorové prevádzky
ArcelorMittal Bremen, ArcelorMittal Ghent, Thyssenkrupp Steel Europe AG - Duisburg-Beeckerwerth.

Odborná literatúra
[25, EUROFER 2018], [35, Münch 1997].

2.4.2.3 Regeneračný horák

Opis
Regeneračné horáky pozostávajú z dvoch striedavo prevádzkovaných horákov, ktoré obsahujú lôžka zo žiaruvzdorných alebo keramických materiálov. Kým je jeden horák v prevádzke, teplo z odpadového plynu je absorbované žiaruvzdornými alebo keramickými materiálmi druhého horáka a následne použité na predohrev spaľovacieho vzduchu.

Technický opis
Podrobný technický opis pozri v oddiele 8.5.4.3.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížená spotreba energie.
- Zníženie celkového objemu spalín.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Príklad:
Prevádzka v Spojenom kráľovstve s pecou s pohyblivým nosníkom na ohrev rúr z mäkkej ocele rôznych rozmerov (s priemerom do 200 mm a dĺžkou 15 m) zo studeného stavu na 1 050 °C zmenila svoj výpalný systém na regeneračné horáky. Staré horáky na zemný plyn so 44 dýzami boli nahradené 12 pármi regeneračných horákov. Súčasne bol upravený profil strechy na zlepšenie zonálnej kontroly a cirkulácie horúceho plynu. V dôsledku úpravy prevádzky sa špecifická spotreba energie znížila z bežných 3,55 GJ/t na 1,7 GJ/t, čo predstavuje 52 % úsporu spotreby paliva. Potenciál

produktivity sa zvýšil o 14 %. Čas návratnosti bol kratší ako tri roky. [11, ETSU – b 1993]

Výhody a nevýhody regeneračných horákov:
Môžu sa vyskytnúť vyššie emisie NO_X, ale v kombinácii s nižšou spotrebou energie a znížením prietoku odpadových plynov je špecifická emisia NO_X (g/tonu ocele) porovnateľná so špecifickou úrovňou emisií NO_X dosiahnutou s inými systémami. [4, EUROFER 1998]

Nevýhodou regeneračných systémov je ich citlivosť na prach. Ak proces ohrievania vytvára značné množstvá prachu, priepustnosť keramických výplní v regenerátore veľmi rýchlo klesá a následne sa výplne musia vymeniť. Zdá sa, že v ohrievacích peciach v oceliarňach ide o menší problém. [4, EUROFER 1998]
Regeneračné horáky sú zvyčajne väčšie ako konvenčné. Obmedzený priestor tak môže byť prekážkou pri inštalácii regeneračných horákov v existujúcich prevádzkach. Doteraz nebolo možné používať regeneračné systémy pre stropné horáky. [4, EUROFER 1998]

Regeneračný systém by sa mohol zvážiť pri výstavbe nových ohrievacích pecí v prípadoch, keď z dôvodu usporiadaniu prevádzky musí byť dĺžka ohrievacej pece obmedzená. Rovnakým spôsobom je možné zvýšiť výrobnú kapacitu existujúcej pece inštaláciou regeneračného systému bez predĺženia pece (čo je vo väčšine prípadov pevná špecifikácia). [4, EUROFER 1998]

Tento systém je obzvlášť zaujímavý pre kusové procesy, pretože vo všeobecnosti neobsahujú zónu predhrievania. V kontinuálnych peciach vybavených centrálnym systémom rekuperácie sa podobná tepelná efektívnosť dosahuje pomocou dlhej nevyhrievanej (predhrievacej) zóny, kde sa teplo spalín prenáša konvekciou na studenú vsádzku. Možno dosiahnuť tepelnú efektívnosť pece 80 %. [4, EUROFER 1998]

Realizácia pri existujúcich peciach môže byť náročná, pretože dva horáky jednej súpravy musia byť nainštalované oproti sebe. Má to vplyv na tlak v peci; preto je potrebný nový systém/model na reguláciu tlaku v peci. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Použitie plynu zo spracovania je náročné, pretože regeneračné horákové systémy sú citlivé na hromadenie prachu. Pri použití koksárenského plynu s regeneračnými horákmi sa v odpadových plynoch vyskytujú kyslé látky, ktoré môžu spôsobiť koróziu prepínacích ventilov a ďalších zariadení. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Tabuľka 2.18: Typicky dosiahnuteľné zníženia pre regeneračné systémy

Regeneračné systémy	Zníženie [%]	
	NOx	Energia [1]
	50	40

Poznámky: *Zdroj*: [4, EUROFER 1998] Základom je pec s ročnou kapacitou 1,5 Mt, ohrievaná zemným plynom, so štandardnými horákmi a bez predohrevu vzduchu. Investičné náklady môžu byť špecifické pre danú lokalitu (dostupný priestor, usporiadanie existujúcej pece, počet bočných a spodných horákov)
[1] V percentuálnom vyjadrení sa zníženie energie zhoduje so znížením emisií SO_2, CO a CO_2

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Znížená spotreba paliva má pozitívny vplyv na emisie SO_2 a CO_2.
- Vyššia úroveň údržby s potenciálnym zvýšením MTBF (stredná doba medzi poruchami). [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne uplatniteľné v rámci obmedzení súvisiacich s potrebou regulácie emisií NO_X.

Hospodárske vplyvy
Vyššie investičné náklady (regeneračný systém, drahšie horáky) môžu byť kompenzované výhodami skrátenia dĺžky pece (nová prevádzka) a zvýšenou palivovou efektívnosťou. [4, EUROFER 1998]

Hnacia sila implementácie
Zlepšená energetická efektívnosť.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 126 HR, 138 HR, 139 HR, 147 HR, 158 HR, 174 HR, 175 HR, 197 HR, 205 HR, 230 HR, 231 HR, 246 HR2, 248 HR2.

Odborná literatúra
[4, EUROFER 1998], [11, ETSU – b 1993], [16, FMP TWG 2018], [31, EUROFER 10-7-18 2018], [37, ETSU 1993].

2.4.2.4 Rekuperačný horák

Opis
Rekuperačné horáky využívajú rôzne typy rekuperátorov (napr. výmenníky tepla so sálavou, konvekčnou, kompaktnou alebo radiačnou koncepciou) na priamu rekuperáciu tepla z odpadových plynov, ktoré sa potom používajú na predohrev spaľovacieho vzduchu.

Technický opis
Podrobný technický opis pozri v oddiele 8.5.4.3.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížená spotreba paliva/energie.
- Znížený objem odpadových plynov.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
V porovnaní so systémami spaľovania studeného vzduchu možno od rekuperátorov očakávať úspory energie okolo 30 %. Kombinácia rekuperátora s horákom s nízkymi emisiami NO_X môže viesť k zníženiu spotreby energie o 25 %, pričom súčasne znižuje emisie NO_X o 50 %. Rekuperačný horák môže dosiahnuť zníženie NO_X až o 30 % a znížiť spotrebu energie o 25 %. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Tabuľka 2.19: Typicky dosiahnuteľné zníženia a údaje o nákladoch pre rekuperátory a rekuperačné horáky

	Zníženie [%]	
	NOx	Energia [1]
Rekuperátor s nízkymi emisiami NOx (2. generácia)	50	25
Rekuperačný horák	30	25

Poznámky: *Zdroj*: [4, EUROFER 1998] Základom je pec s ročnou kapacitou 1,5 Mt, ohrievaná zemným plynom, so štandardnými horákmi a bez predohrevu vzduchu. Investičné náklady môžu byť špecifické pre danú lokalitu (dostupný priestor, usporiadanie existujúcej pece, počet bočných a spodných horákov)

[1] V percentuálnom vyjadrení sa zníženie energie zhoduje so znížením emisií SO_2, CO a CO_2

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
- Koncentrácie emisií NO_X sa zvyšujú s rastúcou teplotou spaľovacieho vzduchu. Pri úrovni teploty vzduchu dosiahnutej s centrálnym rekuperátorom sa bežne neočakáva takmer žiadny nárast emisií NO_X. V opačnom prípade vedie predohrev spaľovacieho vzduchu k nižšej spotrebe paliva a k nižšiemu emisnému zaťaženiu NO_X (mg) (napriek malému nárastu koncentrácie NO_X). [31, EUROFER 10-7-18 2018]

- Znížená spotreba energie má pozitívny vplyv na zaťaženie SO_2, CO_2 a NO_X v dôsledku zníženého prietoku odpadových plynov. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne uplatniteľné v rámci obmedzení súvisiacich s potrebou regulácie emisií NO_X.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zvýšená energetická efektívnosť a znížená spotreba paliva. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [26, Hot Rolling Shadow Group 1999], [31, EUROFER 10-7-18 2018].

2.4.2.5 Kyslíkovo-palivové spaľovanie

Opis
Spaľovací vzduch je úplne alebo čiastočne nahradený čistým kyslíkom.

Technický opis
Ohrev oceľových brám je energeticky veľmi náročný proces, ktorý využíva plynné alebo kvapalné palivá s vysokou výhrevnosťou na dosiahnutie požadovaných vysokých teplôt. Keď sa v procese spaľovania používa štandardný vzduch, do pecí vstupujú veľké objemy dusíka, ktoré sa zohrievajú spaľovaním paliva pri vysokej teplote, a potom sa vypúšťajú do atmosféry, čo má za následok významné energetické straty a zvýšené emisie NO_X. Pri použití kyslíkovo-palivovej technológie sa spaľovací vzduch, zložený zo 78 % dusíka a 21 % kyslíka, nahrádza kyslíkom (čistota ≥ 90 %). [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Na ilustráciu rôznych prípadov spaľovania metánu sa uvádzajú tri stechiometrické rovnice so i) spaľovacím vzduchom; ii) spaľovaním s čistým kyslíkom a iii) zmiešaným spaľovaním s 50 % obohatením kyslíkom v spaľovacom vzduchu.

- Spaľovanie s bežným vzduchom s 21 %O_2 a 78 %N_2: $CH_4 + 2\ (O_2 + 3.76\ N_2) \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 7.52\ N_2$

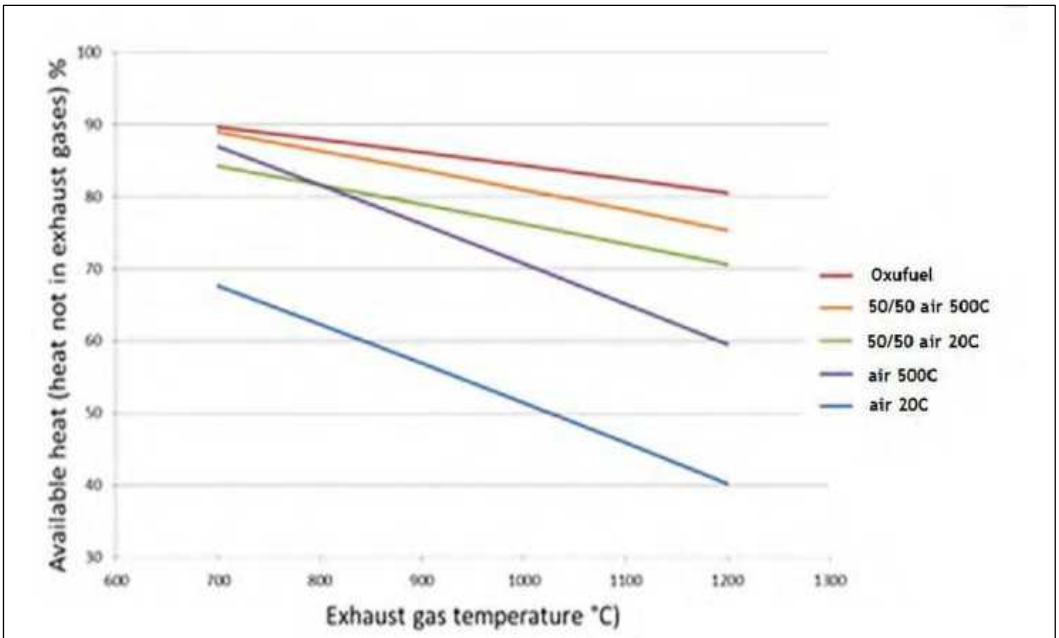
- 100 % kyslíko-palivové spaľovanie: $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

- Spaľovanie so vzduchom obohateným o kyslík pri zložení 50 % O_2 a 50 % vzduchu: $CH_4 + 2\ (O_2 + N_2) \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 2N_2$

Odstránenie dusíka z procesu spaľovania zlepšuje energetickú efektívnosť pece, pretože konečný objem produktov spaľovania sa výrazne znižuje pri nahradení vzduchu kyslíkom (napr. až na trojnásobok objemu použitého paliva v prípade 100 % kyslíkovo-palivového spaľovania). Výsledkom je, že vytvorené teplo bude lepšie dostupné na ohrev vsádzky pece. Tento efekt je jasne znázornený na obrázku 2.76, kde je percento dostupného tepla v peci vynesené v závislosti od teploty odpadových plynov pre rôzne pomery vzduch/kyslík. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Odstránenie alebo zníženie dusíka v spaľovacích plynov tiež vedie k nižšiemu objemu odpadových plynov na jednotku pridanej energie (vyjadrené v Nm^3 spalín/kWh) a k zvýšeniu

koncentrácie a parciálne tlaky CO_2 a H_2O. Tepelné žiarenie pochádza prevažne z CO_2 a H_2O prítomných v spaľovacích plynoch. Preto vysoké koncentrácie CO_2 a H_2O značne zvyšujú prenos tepla v peci. [31, EUROFER 10-7-18 2018], [38, Schéele 2010]



Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Obrázok 2.76: Dostupné teplo v závislosti od teploty odpadových plynov pre rôzne teploty predohrevu vzduchu

A napokon, keďže objemový prietok odpadových plynov je v prípade spaľovania obohateného kyslíkom oveľa menší, teplo sa odovzdáva surovine efektívnejšie. Okrem toho prechod zo spaľovania so vzduchom na spaľovanie obohatené kyslíkom často vedie k nižšej teplote výstupných odpadových plynov.

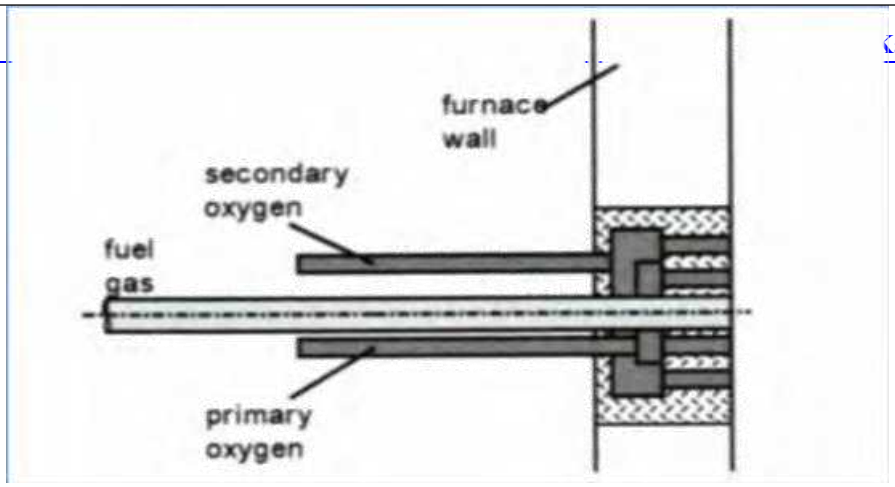
Na použitie kyslíkovo-palivovej technológie v ohrievacích peciach a peciach na tepelné spracovanie je možných niekoľko konfigurácií vrátane týchto:

- **Kyslíkovo-palivový horák so 100 % kyslíkom**

V tejto konfigurácii sa používajú kyslíkovo-palivové horáky so 100 % kyslíkom a bez vzduchu. Konštrukcia sa môže líšiť v závislosti od konkrétnej situácie (napr. druhu použitého paliva a polohy horáka). Podobne ako pri horákoch na vzduch, aj kyslíkovo-palivové horáky môže potrebovať zapaľovací horák alebo systém stabilizácie plameňa, aby mohol fungovať pri teplotách pod teplotou samovznietenia.

Vplyv na emisie NO_X

Hoci teoreticky pec bez dusíka neprodukuje NO_X, väčšina priemyselných pecí má netesnosti, cez ktoré môže do pece vnikať okolitý vzduch, a v dôsledku toho sa tvorí NO_X. Na dosiahnutie nízkych emisií NO_X pomocou kyslíkovo-palivového horáka sú body vstrekovania paliva a kyslíka zvyčajne oddelené, aby sa zriedila koncentrácia kyslíka (často pod 21 % O_2) a paliva pred uskutočnením spaľovacej reakcie, ako je znázornené na obrázku 2.77. Vysoká rýchlosť vstrekovania podporuje recirkuláciu produktov spaľovania do kyslíka a paliva. Nízka koncentrácia kyslíka a paliva v plameni znižuje maximálnu teplotu plameňa a potláča tvorbu NO_X. [31, EUROFER 10-7-18 2018]



Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

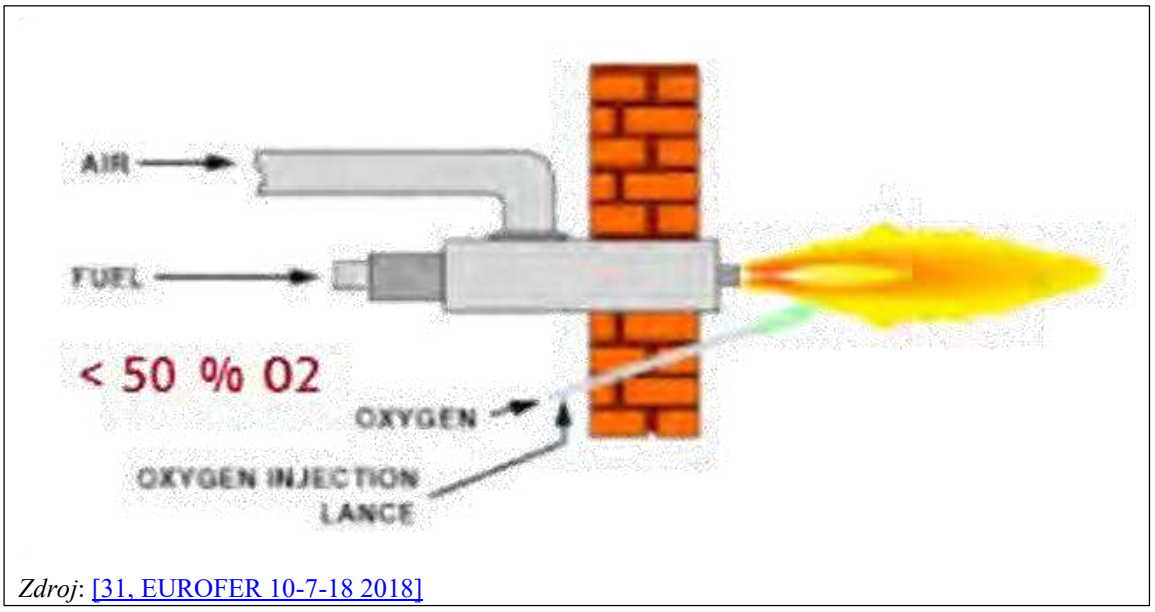
Obrázok 2.77: Schéma typického kyslíkovo-palivového horáka pracujúceho so 100 % kyslíkom

- **Obohatenie kyslíkom pomocou konvenčných horákov**

Táto technika spočíva v pridávaní kyslíka do spaľovacieho vzduchu na zvýšenie obsahu kyslíka z 21 % na približne 25 – 28 % v prúde vzduchu. Konvenčné horáky používané na spaľovanie so vzduchom sa zvyčajne môžu použiť a výhodou je, že je veľmi jednoduché prepínať medzi režimom obohateným kyslíkom a normálnym režimom spaľovania so vzduchom, ak je to potrebné. Jednou nevýhodou je, že konštrukcia horáka je veľmi zriedka navrhnutá na tento účel a že emisie NO_X majú tendenciu sa zvyšovať. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

- **Externé vstrekovanie kyslíka**

Technika externého vstrekovania kyslíka predstavuje špecifickú aplikáciu vyvinutú na umožnenie výhod kyslíkovo-palivového spaľovania v existujúcich peciach bez potreby výmeny samotných horákov. Namiesto pridávania kyslíka do prúdu spaľovacieho vzduchu každého horáka, ako sa to robí pri zvyčajnom obohacovaní kyslíkom, sa kyslík vstrekuje vysokou rýchlosťou v krátkej vzdialenosti od horáka, čo umožňuje zriedenie kyslíka pecnými dymovými plynmi predtým ako sa zúčastní spaľovania (pozri obrázok 2.78). Možno dosiahnuť úrovne obohatenia kyslíkom približne 30 – 50 %. Použitím externého vstrekovania kyslíka sa dosiahne spaľovanie podobné tomu pri bezplameňovom kyslíko-palivovom horáku, čo vedie k zníženým emisiám NO_X. [31, EUROFER 10-7-18 2018], [39, Niemi a kol. 2013]



Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Obrázok 2.78: Schéma horáka so vstrekovaním kyslíka externou tyčou

Na obohacovanie kyslíkom a externé vstrekovanie je dôležité mať dobrú kontrolu prietoku vzduchu, kyslíka a paliva, aby sa dosiahol správny celkový pomer kyslíka k palivu. [40, EUROFER 31-3-17 2017]

Výber medzi tromi uvedenými možnosťami kyslíko-palivového spaľovania (t. j. horák so 100 % kyslíkom, obohatenie kyslíkom alebo externé vstrekovanie) závisí od charakteristík a výkonu zariadenia. Napríklad, keď je potrebná dodatočná ohrievacia kapacita v peci, použitie horákov so 100 % kyslíkovým palivom môže byť najlepšou možnosťou. V prípade pecí vybavených bežnými horákmi spaľujúcimi vzduch s dobrou efektívnosťou by technika externého vstrekovania mohla byť najlepším riešením na ďalšie zníženie spotreby energie a zníženie emisií NO_X. [31, EUROFER 10-7-18 2018], [41, EUROFER 2020]

Potenciálne problémy, ktoré je potrebné zvážiť, zahŕňajú potrebu prispôsobiť systém riadenia horákov alebo prípadnú potrebu vymeniť výfukový ventil alebo ventilátor, prípadne vykonať úpravy riadiacich parametrov. Zdá sa, že ide o technické zmeny špecifické pre jednotlivé prevádzky, ktoré sú však väčšinou zvládnuteľné.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Znížená spotreba energie a emisií CO_2.
- Znížené emisie CO a NO_X.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

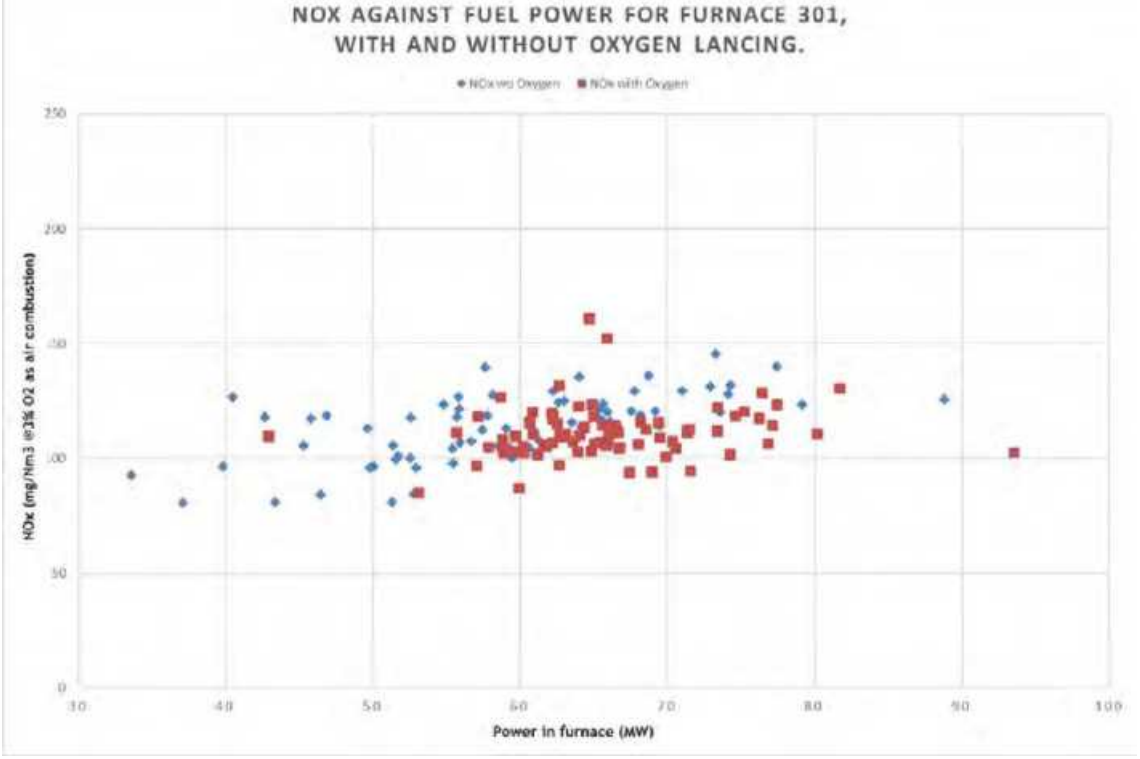
Vo všeobecnosti sa pomocou kyslíkovo-palivovej technológie dosahujú tieto vylepšenia: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

- Zvýšenie parciálnych tlakov CO_2 a H_2O a dlhšie časy zotrvania plynov v peci majú za následok vyšší prestup tepla sálaním plynu, skrátenie času ohrevu a zvýšenie produktivity.
- Výrazné zníženie objemov a teploty spalín, čo vedie k menším následným systémom čistenia spalín z hľadiska veľkosti.
- Vstrekovanie kyslíka môže viesť k zvýšeniu teploty plameňa a v prípade potreby ho možno regulovať nezávisle od prevádzky pece.
- Nahradenie vzduchu v horáku čistým kyslíkom znižuje parciálny tlak plynného dusíka a môže znížiť tvorbu tepelného NO_X. Ak sa však kyslík vstrekuje v blízkosti horáka alebo ak dochádza k významnému prieniku vzduchu do pece, sú možné vyššie špecifické emisie NO_X (vyjadrené v mg/Nm^3) v dôsledku vyššej teploty plynu. Celkové hmotnostné emisie NO_X (vyjadrené ako hmotnosť NO_X/tonu produkcie alebo hmotnosť NO_X/spotrebovanú energiu) sú však znížené vďaka výraznému zníženiu celkového objemu výfukových plynov dosiahnutého kyslíkovo-palivovou technológiou.
- Znížená špecifická spotreba energie.
- Znížená potreba a závislosť od systémov rekuperácie tepla.
- V integrovaných oceliarňach rastie potreba spaľovať nízkovýhrevné palivá (napr. palivá s výhrevnosťou nižšou ako 2 kWh/m^3), ako je vysokopecný plyn (napr. výhrevnosť < 1 kWh/m^3). V prípade takýchto palív je použitie kyslíka nevyhnutnou požiadavkou na dosiahnutie teploty a stability plameňa. [38, Schéele 2010]
- Zníženie emisií CO_2 v porovnaní s pecami spaľujúcimi vzduch. [42, Lantz a kol. 2008]

Napríklad v ohrievacích peciach SSAB v Borlänge sa zavádza externé vstrekovanie kyslíka. Úspory energie sa pohybovali od 1,7 kWh/m^3 do 2,5 kWh/m^3 kyslíka v závislosti od výrobných podmienok a pece. V percentuálnom vyjadrení sa spotreba energie (a takisto emisie CO_2) znížila o 5 – 16 %, s priemerom 10 %. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

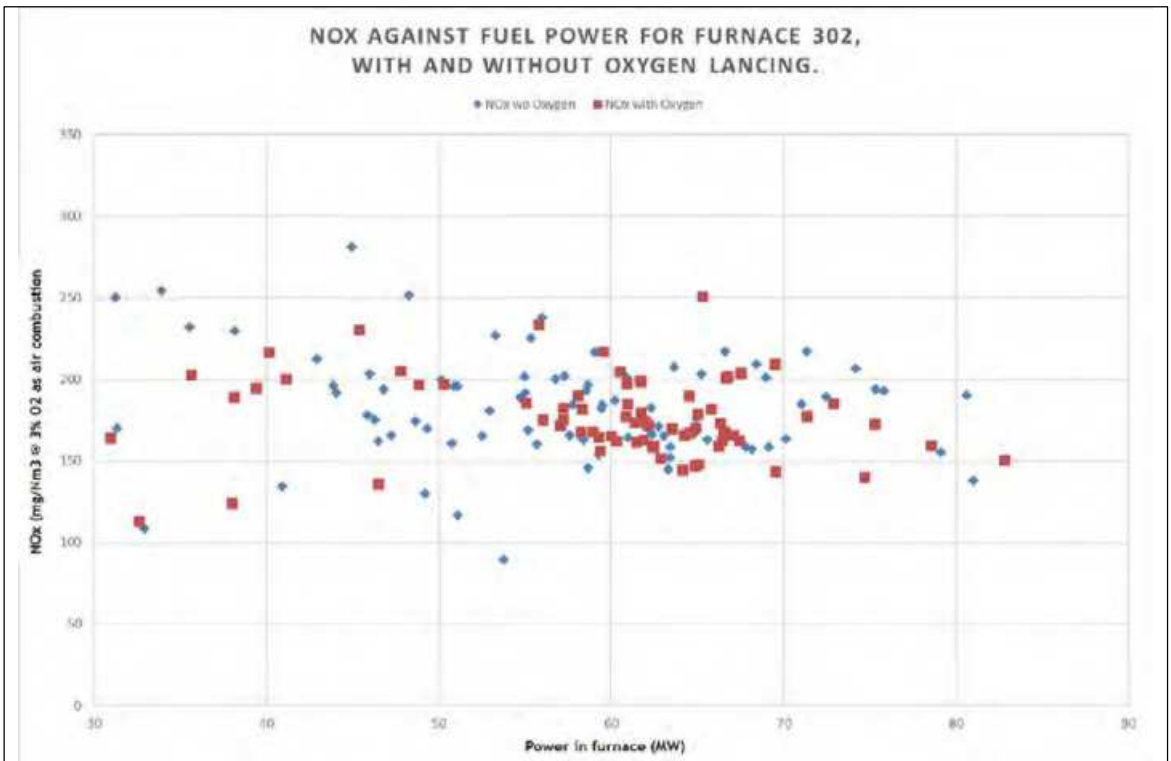
Na obrázkoch 2.79 a 2.80 nižšie sú znázornenú emisie NOx (týždenné priemery) pece 301 a pece 302 (zodpovedajúce 244 HR-1C a 244 HR-2C, v uvedenom poradí) so vstrekovaním kyslíka a bez neho za roky 2015 – 2017. Možno si všimnúť, že emisie NOx pece 301 sú mierne nižšie pri použití kyslíka v porovnaní s prípadom, keď sa kyslík nepoužíva. V prípade pece 302

sú emisie NOx takmer rovnaké pre obe prevádzkové možnosti. [31, EUROFER 10-7-18 2018]



Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Obrázok 2.79: Emisie NO_x v závislosti od výkonu paliva pre pec na opakovaný ohrev 301 (SSAB, Borlänge)



Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Obrázok 2.80: Emisie NO_x v závislosti od výkonu paliva pre pec na opakovaný ohrev 302 (SSAB, Borlänge)

V prevádzke Arcelor Mittal Shelby (USA), za ktorú sa poskytujú údaje o peci s otočným ohniskom, sa uvádza počiatočné zníženie spotreby energie o 29 % v dôsledku obohatenia kyslíkom. Následne sa uvádza 65 % spotreba energie ako výsledok kyslíkovo-palivového spaľovania v kombinácii s bezplameňovou oxidáciou, ako aj 76 % zníženie emisií NO_X v porovnaní s pôvodnou technikou spaľovania vzduchom a palivom. [41, EUROFER 2020], [42, Lantz a kol. 2008]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Môžu sa vyskytnúť vyššie koncentrácie emisií NO_X, hoci celkové emisie NO_X sú znížené.
- Potenciálne bezpečnostné riziko vyplývajúce z používania čistého kyslíka vyžaduje zavedenie dodatočných preventívnych opatrení na zaistenie bezpečnosti na pracovisku.
- Vzhľadom na celkový environmentálny vplyv a celkovú spotrebu energie je potrebné zvážiť environmentálny vplyv a spotrebu energie pri výrobe elektriny používanej na výrobu kyslíka. Energetická náročnosť výroby kyslíka sa líši v závislosti od toho, či sa kyslík separuje do plynného alebo do kvapalného stavu. Príklady hodnôt spotreby energie sú 278 kWh/t (0,4 kWh/Nm^3 O_2) pri produkcii plynného kyslíka a 800 kWh/t (1,14 kWh/Nm^3 O_2) pri produkcii kvapalného kyslíka. Pri zohľadnení celkovej spotrebovanej energie súvisiacej s výrobou elektriny použitej na separáciu kyslíka môže celkové číslo dosiahnuť 3,27 kWh/Nm^3 O_2 v závislosti od zdroja elektriny (t. j. spaľovacia prevádzka s čistou efektívnosťou 35 %). [41, EUROFER 2020]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

- Uplatniteľnosť môže byť obmedzená pri peciach na spracovanie vysokolegovanej ocele. Napríklad zavedenie tejto techniky pri produkcii ultrapevnej ocele v linke na nanášanie povlakov na plechy ponorením do roztaveného kovu za tepla.
- Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená koncepciou pece a potrebou minimálneho prietoku odpadových plynov. V skutočnosti môže byť v závislosti od konštrukcie pece (napr. systému ťahu) požadovaný minimálny objem/prietok spalín na zaistenie správnej prevádzky pece/spaľovania a transport spalín cez pec a odvod spalín.
- Neuplatňuje sa na pece vybavené horákmi so sálavými rúrkami.

Hospodárske vplyvy

- Nízke investičné náklady na pec. Ak sa musí vybudovať prevádzka na produkciu kyslíka, investičné náklady sú vysoké. [41, EUROFER 2020]
- Kyslíkovo-palivové spaľovanie v ohrievacej peci môže viesť k zvýšeniu priepustnosti ohrievaného materiálu (t. j. brám). Ak je nainštalované kyslíkovo-palivové spaľovanie a dosiahne sa vyššia produktivita, je potrebné zabezpečiť zvýšenie výroby aj v nasledujúcich výrobných krokoch (napr. valcovanie, zdrsňovanie, odvíjanie, medziohrev), aby sa predišlo vysokým prevádzkovým nákladom.
- Hlavnou prevádzkovou nákladovou položkou kyslíkovo-palivového spaľovania je cena kyslíka. Kyslíkovo-palivová technológia môže byť považovaná za životaschopné riešenie len vtedy, ak je kyslík dostupný za nízku cenu, čo umožňuje úspory nákladov pri porovnaní ceny energie a spotreby paliva s cenou nákupu kyslíka.
- Vysokočistý kyslík možno nahradiť kyslíkom s čistotou okolo 90 %, čím sa znížia náklady.
- Dosahujú sa vyššie teploty v peci, čo vedie k skráteniu času procesu a zvýšeniu produktivity.

Hnacia sila implementácie

- Zvýšená produktivita.
- Úspory energie.
- Celkové zníženie emisií NO_X.

Vzorové prevádzky

- SSAB Borlänge, pece 301 a 302 (Švédsko).
- Ovako Steel Hofors, 3 pece s otočným ohniskom, 5 komorových pecí, 48 komôr hlbinných pecí (Švédsko).

- Ovako Bar AB, Smedjebacken WHF (Švédsko).
- Outokumpu Stainless, Avesta APL 76 (Švédsko).
- Outokumpu Stainless, Degerfors (Švédsko).
- Sandvik Materials Technology (Švédsko).
- Outokumpu Stainless, Tornio (Fínsko).
- ArcelorMittal, Galati (Rumunsko).
- Ascometal, Fos Sur Mer a les Dunes (Francúzsko).
- ArcelorMittal Shelby Tubular Products (USA) %. [42, Lantz a kol. 2008].
- Prevádzky zo zberu údajov: 242 HR, 244 HR, 246 HR2, 247 HR

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [31, EUROFER 10-7-18 2018], [38, Schéele 2010], [39, Niemi a kol. 2013], [41, EUROFER 2020], [42, Lantz a kol. 2008], [206, BE 2021].

2.4.2.6 Bezplameňové spaľovanie

Opis
Bezplameňové spaľovanie sa dosahuje oddeleným vstrekovaním paliva a spaľovacieho vzduchu do spaľovacej komory pece vysokou rýchlosťou, aby sa potlačil vznik plameňa a znížila sa tvorba tepelných NO_X, pričom sa vytvorí rovnomernejšie rozloženie tepla v celej komore. Bezplameňové spaľovanie možno použiť v kombinácii s kyslíko-palivovým spaľovaním.

Technický opis
Bezplameňové spaľovanie možno dosiahnuť použitím konvenčných pecí spaľujúcich vzduch vybavených bezplameňovým horákom alebo použitím kyslíkovo-palivových bezplameňových horákov.

Bezplameňové spaľovanie
Ohrievacie pece a pece na tepelné spracovanie v železiarskom a oceliarskom priemysle zvyčajne pracujú pri vysokých procesných teplotách. Zatiaľ čo energetické straty možno minimalizovať pomocou rekuperačných horákov využívajúcich odpadové plyny na predohrev spaľovacieho vzduchu, tvorba oxidov dusíka sa pri vyšších teplotách spaľovacieho vzduchu tiež zvyšuje. Atmosférický dusík sa oxiduje najmä v horúcich zónach čela plameňa za vzniku oxidov dusíka. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Bezplameňové spaľovanie možno dosiahnuť intenzívnym miešaním plynného paliva, spaľovacieho vzduchu a recirkulovaných odpadových plynov. Plynné palivo a spaľovací vzduch sa do spaľovacej komory vstrekujú oddelene pri vysokej rýchlosti. Vnútri spaľovacej komory sa veľmi intenzívnou vnútornou cirkuláciou spalín zmieša spaľovací vzduch, plynné palivo a produkty spaľovania. Za týchto podmienok dochádza k bezplameňovému spaľovaniu za predpokladu, že teplota spaľovania vnútri pece je vyššia ako teplota samovznietenia zmesi (napr. > 800 ºC pri použití zemného plynu a vzduchu) a pomer recirkulácie spalín je vyšší ako tri. [31, EUROFER 10-7-18 2018], [43, Abuelnor a kol. 2014]

Pri bezplameňovom spaľovaní neexistuje teplotná špička čela plameňa, čím sa vo veľkej miere znižuje tvorba NO_x v porovnaní s konvenčnými horákmi. Ďalšou dodatočnou výhodou bezplameňového spaľovania je, že palivo oxiduje v celom objeme spaľovacej komory, čím sa zabezpečuje veľmi homogénna teplota pece. Pri rovnomernom rozložení je možné udržať vyššiu priemernú teplotu spaľovacej komory, čo má za následok skrátenie času ohrevu a nižšie emisie CO, keďže sa dosiahne úplné spaľovanie. A napokon bezplameňové spaľovanie vedie k nižším emisiám hluku a zníženému tepelnému namáhaniu horáka. [31, EUROFER 10-7-18 2018], [43, Abuelnor a kol. 2014]

Bezplameňové spaľovanie v kombinácii s kyslíkovo-palivovým
Bezplameňová technológia sa môže použiť v kombinácii s kyslíkovo-palivovou technikou. Princípy kyslíkovo-palivovej techniky sú opísané v oddiele 2.4.2.5. Stručne povedané, táto technika zahŕňa

nahradenie spaľovacieho vzduchu kyslíkom (> 90 % čistota), čo znamená menej dusíka na ohrev a zníženie celkového objemu odpadových plynov, čo vedie k zvýšenej energetickej efektívnosti.

Bezplameňové kyslíkovo-palivové spaľovanie sa dosahuje riedením pomocou oddeleného vstrekovania paliva a kyslíka vysokými rýchlosťami do pece. [38, Schéele 2010]

Recirkulácia spalín do spaľovacej zóny má za následok zníženie maximálnej teploty a tvorby tepelných NO_X. V porovnaní s plameňovým kyslíkovo-palivový, spaľovaním bude rozloženie teploty v peci rovnomernejšie, čo umožní zvýšiť výrobnú kapacitu a/alebo znížiť spotrebu energie v závislosti od charakteristík pece a výrobnej situácie. [41, EUROFER 2020]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Znížené emisie NO_X.
- Znížené emisie CO.
- Znížená spotreba energie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

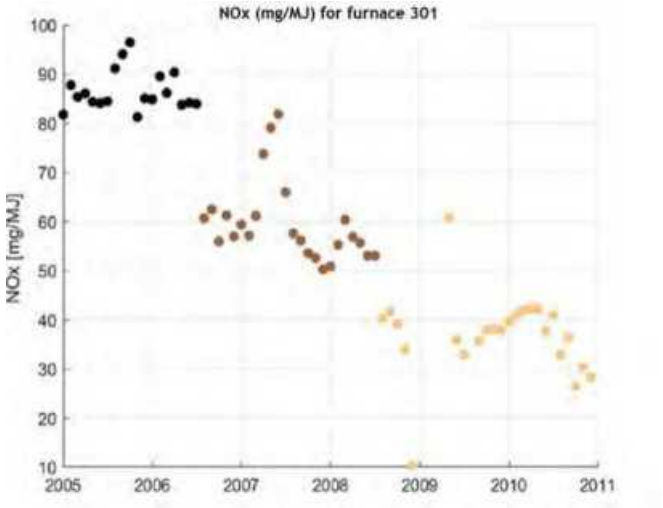
Bezplameňové kyslíkovo-palivové spaľovanie je nainštalované v dvoch prevádzkach spoločnosti Ascométal vo Fos-sur-Mer (Francúzsko). Celkovo bolo deväť ohrevných jám vybavených bezplameňovými kyslíkovo-palivovými horákmi. Výsledkom bolo zvýšenie kapacity ohrievania o 50 %, zníženie spotreby paliva o 40 % a zníženie emisií NO_X o 40 %. [44, Iron and Steel Today 2008]

V roku 2003 bola pec s pohyblivým nosníkom patriaca spoločnosti Outokumpu Stainless a nachádzajúca sa v Degerforsi (Švédsko) prebudovaná a zrekonštruovaná nahradením systému spaľujúceho vzduch (vrátane rekuperátorov) bezplameňovými kyslíkovo-palivovými horákmi. Výsledkom bolo zvýšenie kapacity ohrievania o 40 – 50 %, zníženie spotreby paliva o 25 % a dosiahnuté celkové zníženie emisií NO_X na menej ako 70 mg/MJ. [44, Iron and Steel Today 2008]

Ďalšie vedľajšie výhody techniky bezplameňového kyslíkovo-palivového spaľovania zahŕňajú zníženie tvorby okovín a zníženie hlukových emisií.

Vozová pec B9 spoločnosti Voestalpine Grobblech sa ohrieva zemným plynom a má niekoľko regulačných zón. Horáky vozovej pece B9 používajú predhriaty vzduch s teplotou približne 600 °C a sú navrhnuté ako bezplameňové horáky s postupným spaľovaním a recirkuláciou odpadových plynov. Emisie NO_X a CO sa výrazne znížia, ak sa dosiahne teplota spaľovacej komory
> 800 °C alebo > 850 °C. Emisie NO_X sú 110,7 mg/Nm^3, 140,3 mg/Nm^3 a
140,4 mg/Nm^3 (3 polhodinové merania) pri teplote 620 °C a 50,3 mg/Nm^3,
65,7 mg/Nm^3 a 81,9 mg/Nm^3 (3 polhodinové merania) pri teplote 920 °C; a emisie oxidu uhoľnatého sú 4,1 mg/Nm^3, 4,0 mg/Nm^3 a 3,9 mg/Nm^3 (660 °C) a
24,0 mg/Nm^3 a 15,7 mg/Nm^3 (920 °C). Emisie sa vzťahujú na obsah kyslíka 5 %. (Pripomienky AT v [24, TWG 2019])

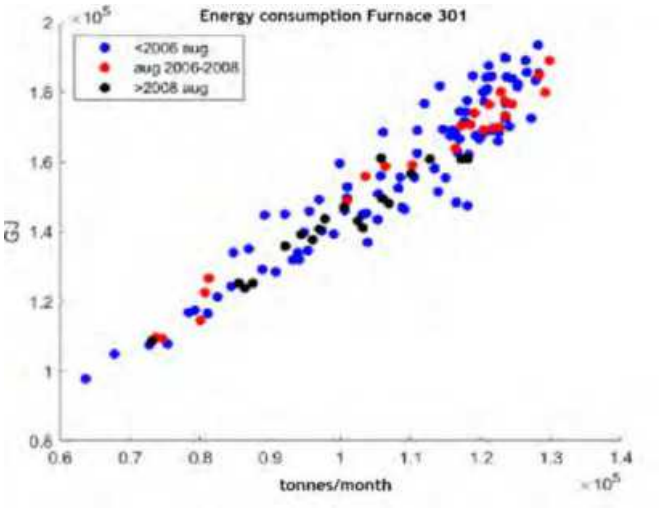
Na obrázku 2.81 je znázornený príklad ohrievacej pece vybavenej bezplameňovým spaľovaním vzduchu v dvoch krokoch (2006 a 2008 – SSAB Borlänge, pec 301). Spočiatku (pred rokom 2006) sa v peci 301 používali iba horáky s nízkymi emisiami NO_X. V roku 2006 bolo bezplameňové spaľovanie čiastočne nainštalované v niektorých častiach pece. Kompletná inštalácia bezplameňového spaľovania bola realizovaná koncom roka 2008. V rokoch 2006 až 2008 bolo pozorované výrazné zníženie emisií NO_X. Celkovo sa emisie NO_X znížili z počiatočnej hodnoty približne 315 mg/Nm^3 pri 3 % O_2 na 145 mg/Nm^3 pri 3 % O_2. [41, EUROFER 2020]



Zdroj: [41, EUROFER 2020]

Obrázok 2.81: Priemerné mesačné emisie NO_x (vyjadrené v mg/MJ) v SSAB Borlänge (pec 301) – pred inštaláciou bezplameňového spaľovania (čierne body), po inštalácii bezplameňového spaľovania v častiach pece (hnedé body) a po kompletnej inštalácii bezplameňového spaľovania v peci (žlté body)

V prípade SSAB Borlänge (pec 301) sa na obrázku 2.82 takisto uvádza spotreba energie pred inštaláciou bezplameňového spaľovania, po inštalácii bezplameňového spaľovania v častiach pece a po kompletnej inštalácii bezplameňového spaľovania v peci. [41, EUROFER 2020]



Zdroj: [41, EUROFER 2020]

Obrázok 2.82: Spotreba energie (vyjadrená v GJ/t) v SSAB Borlänge (pec 301) – pred inštaláciou bezplameňového spaľovania (modré body), po inštalácii bezplameňového spaľovania v častiach pece (červené body) a po kompletnej inštalácii bezplameňového spaľovania v peci (čierne body)

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Pri použití v kombinácii s kyslíkovo-palivovým spaľovaním sa prierezové účinky uvádzané pre kyslíkovo-palivové spaľovanie kyslíkom v oddiele 2.4.2.5 vzťahujú aj na bezplameňové spaľovanie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

- Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená koncepciou pece (t. j. objemom pece, priestorom pre horáky, vzdialenosťou medzi horákmi) a potrebou výmeny žiaruvzdorného obloženia.
- Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v prípade procesov, pri ktorých sa vyžaduje dôkladná kontrola teploty alebo teplotného profilu (napr. rekryštalizácia).
- Neuplatňuje sa na pece pracujúce pri teplote nižšej, ako je teplota samovznietenia potrebná na bezplameňové spaľovanie, ani na pece vybavené radiačnými horákmi.

Hospodárske vplyvy

- Použitie kyslíkovo-palivových horákov vyžaduje dodatočný nákup alebo výrobu kyslíka priamo na mieste. Preto je bezplameňová kyslíkovo-palivová technika často ekonomicky rentabilná len v prevádzkach, kde je kyslík dostupný za nízku cenu. Na štúdium ekonomickej životaschopnosti inštalácie sa porovnávajú očakávané úspory nákladov na energiu a potrebné palivo s nákupnou cenou kyslíka. [31, EUROFER 10-7-18 2018]
- Dosahujú sa vyššie priemerné teploty v peci, čo môže viesť k skráteniu času ohrevu a zvýšeniu produktivity.

Hnacia sila implementácie

- Zvýšená produktivita.
- Úspory energie.
- Celkové zníženie emisií NO_x.

Vzorové prevádzky

- Ascométal – ohrevné jamy (Fos-sur-Mer, Francúzsko).
- Outokumpu Stainless – pece s pohyblivým nosníkom a reťazovkové pece (Degerfors, Švédsko).
- SSAB Borlänge (Švédsko).
- Voestalpine Grobblech (Rakúsko).
- Prevádzky zo zberu údajov vykazujúce aplikáciu bezplameňovej oxidácie v kombinácii s postupným spaľovaním: 89 HR, 97 HR, 175 HR, 179 HR, 205 HR, 222 HR, 244 HR.
- Prevádzky zo zberu údajov vykazujúce aplikáciu bezplameňovej oxidácie v kombinácii s kyslíkovo-palivovou technológiou: 37 HR, 110 HR2, 222 HR, 242 HR, 246 HR2, 242 HR, 144 CR.

Odborná literatúra

[16, FMP TWG 2018], [31, EUROFER 10-7-18 2018], [41, EUROFER 2020], [38, Schéele 2010], [43, Abuelnor a kol. 2014], [44, Iron and Steel Today 2008].

2.4.2.7 Pulzný horák

Opis

Prívod tepla do pece je riadený časom horenia horákov alebo postupným spustením jednotlivých horákov namiesto nastavovania prietokov spaľovacieho vzduchu a paliva.

Technický opis

Pri pulznom spaľovaní je riadenie horákov frekvenčne modulované. Horáky možno prepínať medzi dvoma stavmi a cyklovanie horákov riadi prívod tepla do pece. Horáky sa zvyčajne prevádzkujú na vysoký výkon určitý čas a potom sa buď prepnú na nízky výkon, alebo sa vypnú. Tento cyklus sa môže opakovať pomerne často, v niektorých konštrukciách každých šesť sekúnd. [45, Curry 2011]

Horák napríklad vždy pracuje s nominálnym prietokom plynu a výkon horáka sa reguluje časom spaľovania horáka: napríklad požiadavka na teplo 40 % znamená, že horák pracuje len počas 40 % zo 60-sekundového cyklu. Ďalšou možnosťou je modulácia výkonu horáka postupným spúšťaním jednotlivých horákov. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Aj pri nízkej záťaži pece je k dispozícii plný výkon každého horáka. Rovnomernosť teploty bramy je v peci s bočným vyhrievaním zlepšená, pretože teplo sa homogénne privádza do celej šírky pece pri každom prevádzkovom režime.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie spotreby energie

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Pece s pohyblivým nosníkom 4 a 5 (WBF 4 a WBF 5), pracujúce paralelne, vo valcovni na valcovanie pásov za tepla SSAB Raahe (Fínsko):

- WBF 4: uvedená do prevádzky v roku 1997; regulácia prietoku a horné zóny vybavené stropnými horákmi, spodné zóny vybavené bočnými horákmi, v horných zónach a vyrovnávacej zóne sa používa LPG.
- WBF 5: uvedená do prevádzky v roku 2005; posledné dve horné zóny vybavené stropnými horákmi, ostatné zóny vybavené bočnými pulznými horákmi, ako palivo sa používa COG/LPG, vo vyrovnávacej zóne sa používa LPG ako palivo.

Spotreba energie je o 10 % nižšia v WBF 5 pri použití bočných pulzných horákov. V WBF 5 sa však používa vyššia teplota predohrevu vzduchu v porovnaní s WBF 4 (WBF 4: 340 °C, WBF 5: 440 °C), a to môže tiež ovplyvniť spotrebu energie. [41, EUROFER 2020]

Tabuľka 2.20: Spotreba energie a koncentrácie emisií NO_X (denný priemer)

Údaje za rok 2016	WBF 4	WBF 5
Spotreba energie (GJ/t)	1,60	1,42
NO_X (mg/Nm^3) (3 % O_2), periodické	325	360
NO_X (mg/Nm^3) (3 % O_2), kontinuálne	NI	400
Pozn.: NI = Neboli poskytnuté žiadne informácie. *Zdroj*: [31, EUROFER 10-7-18 2018]		

Inštalácia pulzných horákov zabezpečuje dobrú reguláciu teploty pri nízkej aj vysokej intenzite horenia. Okrem toho sa minimalizuje potreba pomocného paliva počas prevádzky.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.

Hospodárske vplyvy
Investičné náklady konkurencieschopné s inými technikami. Údržba ventilov môžu viesť k dodatočným nákladom, ak sú v plynnom palive prítomné nečistoty.

Hnacia sila implementácie

- Úspora energie.
- Znížené objemy spaľovania.

Vzorové prevádzky
SSAB Raahe, Fínsko. HSM/pec s pohyblivým nosníkom 5 (bočné horáky s pulzným spaľovaním, dve modulačné horné zóny), HPM/tepelné spracovanie NU1 (celkové pulzné spaľovanie), ohrievacie 2 + vyrovnávacie zóny ohrievacích pecí 3 a 4 v Avilése sú vybavené pulznými horákmi.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [31, EUROFER 10-7-18 2018], [45, Curry 2011].

2.4.2.8 Nízkoemisné horáky NO_x

Opis
Technika (vrátane horákov s ultranízkou tvorbou NO_X) je založená na princípoch znižovania špičkových teplôt plameňa. Zmiešavaním vzduchu/paliva sa znižuje dostupnosť kyslíka a špičková teplota plameňa, čím sa spomaľuje premena dusíka viazaného na palivo na NO_X a tvorba termického NO_X pri zachovaní vysokej efektívnosti spaľovania.

Technický opis
Podrobný technický opis pozri v oddiele 8.8.2.8.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížené emisie NO_X.
- Zvýšená energetická efektívnosť. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Príklady
Emisie NO_X pri troch ohrievacích peciach vybavených nízkoemisnými horákmi NO_X a ultranízkoemisnými horákmi NO_X sú uvedené v tabuľke nižšie.

Tabuľka 2.21. Rozsah emisií NO_x pri ohrievacích peciach vybavených nízkoemisnými horákmi NO_x a ultranízkoemisnými horákmi NO_x

Miesto/pec	Druh horáka	Rozsah emisií NO_x (mg/Nm^3)
Liberty Speciality Steels – Brinsworth – valcovňa pásov/ohrievacia pec	Nízkoemisný horák NO_X – strešný plochý horák (s rekuperáciou horúceho vzduchu)	111 – 265
Liberty Speciality Steels – Rotherham – žíhacia a ohrievacia pec na sochory	Nízkoemisný horák NO_X – s rekuperáciou horúceho vzduchu	162 – 266
Liberty Speciality Steels – Stocksbridge – ohrievacia pec na sochory	Ultranízkoemisný horák NO_X – horák FGR	120 – 148
ArcelorMittal – Le Creusot – valcovňa hrubých plechov (tunelová ohrievacia pec: FSM2)	Nízkoemisný horák NO_X	43 – 134
Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]		

Okrem nízkoemisných horákov NO_X možno ďalšie zlepšenia energetickej efektívnosti a environmentálnej výkonnosti dosiahnuť implementáciou nových systémov riadenia horákov. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

V závislosti od konštrukcie horáka môžu byť potrebné dodatočné ventily na stupňovanie vzduchu/paliva. V prípade bezplameňových horákov je potrebná teplota pece (stien) vyššia ako hodnota samovznietenia. Je potrebné zvážiť bezpečnostné blokovacie zariadenia. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľnosť môže byť v existujúcich prevádzkach obmedzená ich konštrukciou a/alebo prevádzkovými obmedzeniami.

Hospodárske vplyvy
Výmene existujúcich horákov za najmodernejšie horáky s nízkymi emisiami NO_X sa možno vyhnúť, ak sa optimalizuje spaľovanie (znížením prebytku vzduchu). To tiež poskytuje dodatočné palivo a prináša úspory. [3, EUROFER 2020]

Hnacia sila implementácie
- Zníženie emisií NO_X. [31, EUROFER 10-7-18 2018]
- Zvýšená energetická efektívnosť. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Vzorové prevádzky
Široko používané v prevádzkach zberu údajov o FMP, napr.:
- Liberty Speciality Steels – Stocksbridge – kontinuálne pece valcovní sochorov.
- Liberty Speciality Steels – Rotherham – žíhacie pece/ohrevné jamy na sochory.
- Liberty Speciality Steels – Brinsworth – ohrievacie pece brám valcovní na pásy a úzke pásy
- ArcelorMittal – Fos-sur-Mer – ohrievacie pece valcovne pásov za tepla
- ArcelorMittal – Asturias – ohrievacia pec valcovne drôtov.

Odborná literatúra
[3, EUROFER 2020], [16, FMP TWG 2018], [23, Lecomte a kol. 2017], [31, EUROFER 10-7-18 2018].

2.4.2.9 Selektívna katalytická redukcia (SCR)

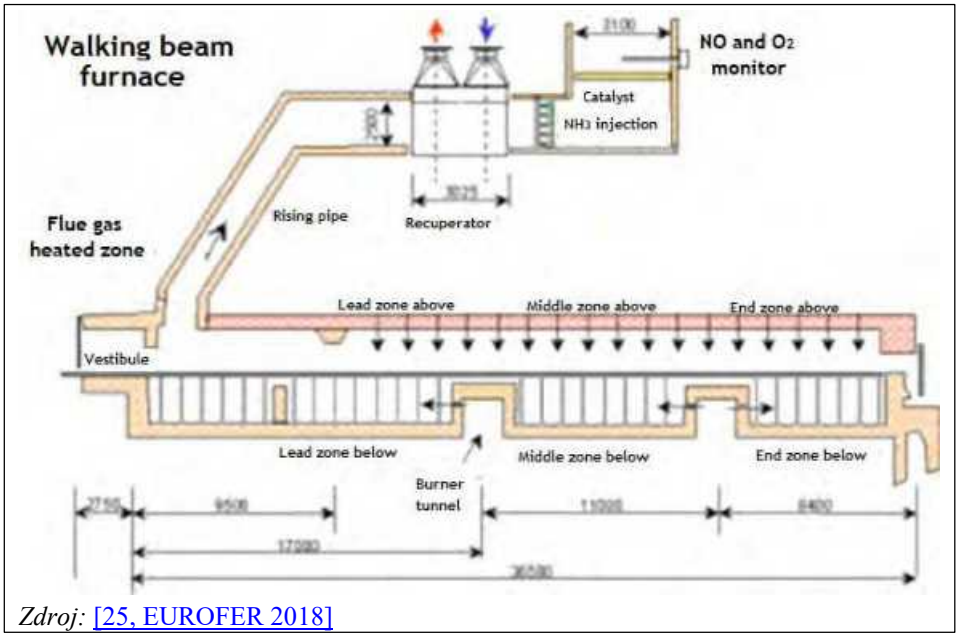
Opis
Technika SCR je založená na redukcii NO_X na dusík v katalytickom lôžku reakciou s močovinou alebo amoniakom pri optimálnej prevádzkovej teplote približne 300 – 450 °C. Je možné naniesť niekoľko vrstiev katalyzátora. Vyššia redukcia NO_X sa dosiahne použitím niekoľkých vrstiev katalyzátora.

Technický opis
Podrobný technický opis pozri v oddiele 8.8.1.4.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížené emisie NO_X.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Príklad: Tata Steel IJmuiden
Technika SCR sa uplatňuje na pece s pohyblivým nosníkom aj na narážacie pece, ktoré ročne vyrábajú približne 5,5 milióna ton ocele valcovanej za tepla. Na obrázku 2.83 je znázornená konfigurácia pecí s pohyblivým nosníkom. Zvyčajne je druh použitých katalyzátorov vhodný na prevádzku v teplotnom rozsahu 270 – 450 °C. Krátke obdobia teplôt až do 500 °C katalyzátoru neškodia. Pri narážacích peciach sa však teploty v blízkosti katalyzátora pohybujú od 300 °C do 550 °C (s priemerom 75 % času nad 520 °C), a preto je potrebný iný druh katalyzátora, ktorý odolá takým teplotám. Zníženie emisií NO_X s týmto iným katalyzátorom je však nižšie (okolo 60 %). [25, EUROFER 2018]

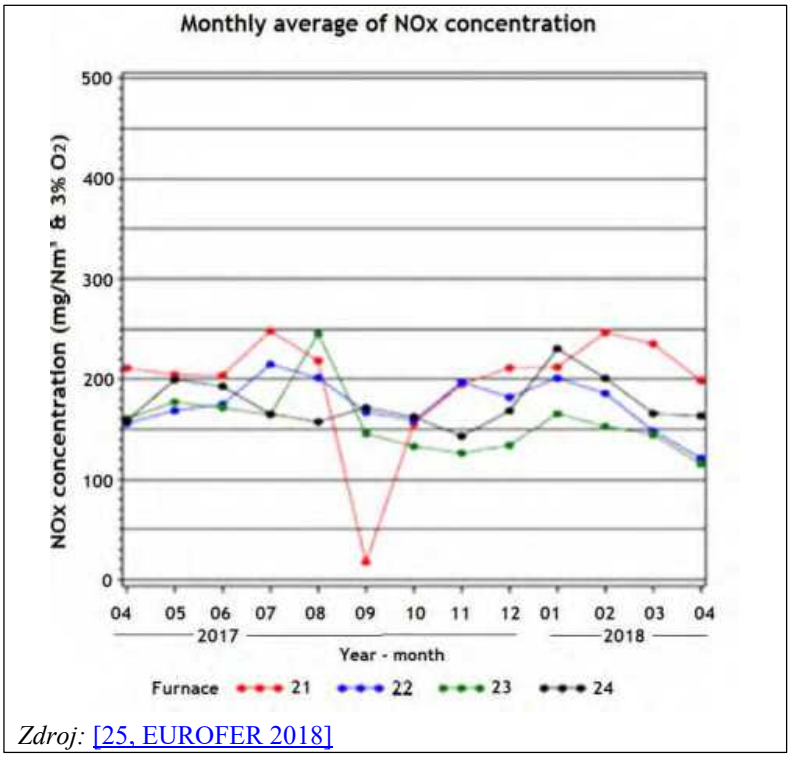
Na zvýšenie efektívnosti znižovania NO_X pri narážacích peciach sa používa kombinácia SCR a SNCR, čo vedie k celkovej miere zníženia emisií NO_X približne o 75 %. [46, EUROFER 1999], [47, EUROFER 1999]



Zdroj: [25, EUROFER 2018]

Obrázok 2.83: Schéma pece s pohyblivým nosníkom s De-NO**X**

Koncentrácia emisií NO_X závisí od zloženia použitého paliva. Zvyčajne sa používa zemný plyn s maximálne 60 % koksárenského plynu (COG). Efektívnosť redukcie NO_X pri peci s pohyblivým nosníkom je lepšia ako pri narážacej peci. (Pozri obrázok 2.84.) [25, EUROFER 2018]



Zdroj: [25, EUROFER 2018]

Obrázok 2.84: Koncentrácie emisií NO_X v narážacích peciach Tata Steel IJmuiden (č. 21 a 22) so SCR a SNCR a v peciach s pohyblivým nosníkom (č. 23 a 24) so SCR

Pri používaní SCR v ohrievacích peciach je potrebné zvážiť určité aspekty:

- Pri používaní SCR v ohrievacích peciach/peciach na tepelné spracovanie ocele sa pravdepodobne vyskytnú niektoré praktické problémy, pretože miera produkcie (a teda tepelný príkon) a teplotné profily nie sú v ustálenom stave. Aby sa zabránilo nadmernému úniku NH_3 alebo prebytku NO_x v komíne, rýchlosť vstrekovania amoniaku by musela byť regulovaná tak, aby zodpovedala rýchlo sa meniacim prietokom odpadových plynov a koncentráciám NO_x. [48, ETSU 1996]
- Technológia SCR vyžaduje určité teplotné limity a limity objemového prietoku, ktoré niektoré prevádzky nemusia dosiahnuť. [49, DK, člen TWG 1999]
- Požadovaná teplota spalín vhodná pre SCR nemusí byť ľahko dostupná. Ak sú teploty príliš vysoké, mohol by sa použiť riediaci vzduch, hoci ťah pece potom nemusí byť vyhovujúci. [48, ETSU 1996]
- V prípade regeneračných horákov by bola ovplyvnená efektívnosť rekuperácie tepla zo spalín, pokiaľ by SCR nebolo možné začleniť v strede regeneračného lôžka (t. j. lôžko by sa muselo rozdeliť). [48, ETSU 1996]
- Mnohé závody využívajú odpadové teplo zo spalín z dôvodu energetickej efektívnosti. Výsledná teplota odpadového plynu je v rozsahu 150 – 210 °C a musí byť zvýšená, aby katalyzátor SCR správne fungoval. Skutočne, pri používaní regeneračných alebo rekuperačných horákov sa predohrev vzduchu uskutočňuje priamo vnútri samotného horáka. Preto je potrebné odpadové plyny ohriať dodatočným palivom, aby sa zabezpečilo, že teplota dosiahne interval potrebný na správnu funkciu SCR katalyzátora. V dôsledku toho by bol potrebný dodatočný prísun energie. [50, EUROFER 1999]
- Pri vyšších koncentráciách prachu v odpadových plynoch (napr. ak sa ako zdroj energie používa vykurovací olej) by boli potrebné opatrenia na odprášenie, ktoré slúžia na ochranu katalyzátora. [50, EUROFER 1999
  ]
- V integrovaných oceliarňach sa ako palivo používajú plyny prevádzky (vysokopecný plyn, konvertorový plyn alebo koksárenský plyn). Zvyčajne obsahujú len zanedbateľné stopy zinku alebo iných kovov, ale tie by stále mohli kontaminovať povrch katalyzátora a postupne znižovať jeho efektívnosť a životnosť. [50, EUROFER 1999]
- Problémom, ktorý môže vzniknúť, je tvorba kyslých častíc síranu amónneho ($(NH_4)_2SO_4$) alebo hydrogénsíranu amónneho ($(NH_4)\ HSO_4$) reakciou prebytočného amoniaku preneseného z reaktora SCR s SO_2 a SO_3 v chladnejších spalinách v smere toku. Usadzovanie týchto častíc môže spôsobiť zanášanie, eróziu a koróziu povrchov zariadení v smere toku. Tvorba síranu amónneho je minimalizovaná použitím mierne podstechiometrických množstiev NH_3 (0,9 – 1,0 mólu na mól NO_x) na potlačenie prenosu. [51, Davies a kol. 1995] [48, ETSU 1996]
- Pri zavedení SCR do existujúcej prevádzky sa musí zohľadniť dodatočný pokles tlaku a teploty prúdu odpadových plynov, pretože to môže ovplyvniť rekuperačné jednotky alebo dodatočné zariadenia v smere toku, napríklad parné kotly. [25, EUROFER 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Používanie plynného amoniaku, jeho preprava a skladovanie môžu byť nebezpečné a podliehajú prísnym bezpečnostným predpisom.
- Riziko znečistenia ovzdušia v dôsledku úniku amoniaku.
- Možné zvýšenie spotreby energie [52, Vercaemst 1999].
- Možné zvýšenie množstva odpadu; deaktivovaný katalyzátor, ktorý môže výrobca prepracovať. Tento tok odpadu bude pravdepodobne minimálny. [52, Vercaemst 1999], [53, Oekopol 1999]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

- Systém SCR vybudovaný ako samostatná jednotka vyžaduje značný priestor. Pri rekonštrukcii existujúcich prevádzok to môže v určitých prípadoch viesť k obmedzeniam.
- Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.
- Uplatniteľnosť môže byť obmedzená pri poklopovom žíhaní v dôsledku meniacich sa teplôt počas cyklu žíhania.

Hospodárske vplyvy
Nákladová efektívnosť v spoločnosti Tata Steel je 2 EUR na kg redukovaného NO_x.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Tata Steel IJmuiden (pece s pohyblivým nosníkom a narážacie pece). Prevádzky zo zberu údajov: 110 HR2, 175 HR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018], [46, EUROFER 1999] [47, EUROFER 1999], [48, ETSU 1996], [49, DK, člen TWG 1999], [50, EUROFER 1999], [51, Davies a kol. 1995], [52, Vercaemst 1999], [53, Oekopol 1999].

2.4.2.10 Selektívna nekatalytická redukcia (SNCR)

Opis
Technika SNCR je založená na redukcii NO_X na dusík reakciou s amoniakom alebo močovinou pri vysokej teplote. Rozpätie prevádzkovej teploty sa udržiava medzi 800 °C a 1 000 °C, aby sa zabezpečila optimálna reakcia.

Technický opis
Podrobný technický opis pozri v oddiele 8.8.1.5.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížené emisie NO_X.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Príklad: Outokumpu Stainless
Vo valcovni na valcovanie brám z nehrdzavejúcej ocele na pásy sa nachádzajú dve ohrievacie pece (pece s pohyblivým nosníkom), každá s kapacitou 100 t/h, ktoré ako palivo používajú propán/bután. Pec A, dodaná spoločnosťou Stein Heurty, bola uvedená do prevádzky v roku 1992 a pec B, dodaná spoločnosťou Italimpianti, v roku 1996.

Keďže ide o najväčší zdroj emisií NO_X v tejto prevádzke, boli prijaté opatrenia na zníženie týchto emisií prostredníctvom zavedenia inštalácie SNCR. Inštalácia zahŕňa najmä zásobník na amoniak (25 % vodný roztok), čerpadlá, potrubia, vstrekovacie tyče a počítačový systém merania a riadenia, pomocou ktorého sa amoniak pridáva do odpadových plynov každej pece na základe kontinuálneho merania NO_x.

Inštalácia bola uvedená do nepretržitej prevádzky v októbri 1999 a v priebehu jesene bola regulovaná. Merania v januári 2000 priniesli nasledujúce výsledky (NO_x merané ako NO_2):

	Obsah NO_X (mg/MJ paliva)	**Zníženie (%)**	**NO_X (mg/Nm³)**
Pec A	74	70	205
Pec B	62	30	172 (únik amoniaku 5 mg/Nm³)

Výsledky merania sú priemery nepretržitých meraní vykonaných počas 32 hodín v peci A a 42 hodín v peci B. Považujú sa za normálne a očakáva sa, že zostanú na týchto úrovniach pri nepretržitej prevádzke.

Dôvod, prečo je redukcia nižšia pri peci B, je ten, že obsah oxidov dusíka bez amoniaku je nižší ako v peci A.

Príklad: Tata Steel IJmuiden
V spoločnosti Tata Steel Ijmuiden sa technika SCR uplatňuje na pece s pohyblivým nosníkom aj na narážacie pece, ktoré ročne vyrábajú približne 5,5 milióna ton ocele valcovanej za tepla. Miera redukcie NO_X pri peci s pohyblivým nosníkom je približne 80 %. Z dôvodu vysokých teplôt spalín (75 % nad 520 °C) by bola miera redukcie pri narážacích peciach oveľa nižšia (30 %), a preto sa od roku 2003 používa kombinácia SCR a SNCR. Celková miera redukcie pri narážacej peci (SCR a SNCR) je približne 75 %. [46, EUROFER 1999], [47, EUROFER 1999]

Iné zdroje uvádzajú efektívnosť odstraňovania NO_X pomocou SNCR zvyčajne 50 – 60 % s únikom NH_3 20 – 30 ppm [48, ETSU 1996], ale uvádzajú sa aj vyššie redukcie, a to dokonca až do 85 % v súvislosti so vstrekovaním amoniaku v regeneračnom horáku na zemný plyn. Iní uvádzali použitie amoniaku a močoviny vstrekovaných do dymovodu horáka (pracujúceho pri predohreve vzduchu na 900 ºC) spaľujúceho zmes vysokopeckých a koksárenskych plynov. Pri oboch činidlách bola maximálna redukcia rádovo 80 %. Tieto údaje pochádzajú z testovacích pecí nepresahujúcich 600 kWth, čo v tomto prípade predstavovalo verziu ohrevnej jamy v mierke 1/3. [51, Davies a kol. 1995]

Teplotné rozpätie pre SNCR je približne 850 – 1 100 ºC (v závislosti od činidla). Pre tie regeneračné systémy, ktoré majú teploty pece výrazne presahujúce 1 000 ºC, sa vhodný teplotný rozsah pre SNCR pravdepodobne nachádza v lôžku regenerátora, čo môže odrádzať od použitia tejto metódy. Riadiace systémy by boli komplikované, ak by bolo potrebné „sledovať" teplotný rozsah, ktoré môže meniť svoju polohu v rámci pece/horáka pri zmene tepelných vstupov a mier produkcie. [4, EUROFER 1998], [51, Davies a kol. 1995]

Pri zavádzaní tejto techniky v existujúcej prevádzke je potrebné vziať do úvahy dodatočný pokles tlaku a teploty prúdu odpadového plynu. To môže ovplyvniť rekuperačné jednotky alebo ďalšie zariadenia v smere prúdu, napríklad parné kotly. [25, EUROFER 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Používanie plynného amoniaku, jeho preprava a skladovanie môžu byť nebezpečné a podliehajú prísnym bezpečnostným predpisom.
- Riziko znečistenia ovzdušia v dôsledku úniku amoniaku.
- Potenciálnou nevýhodou techniky SNCR je tvorba síranu amónneho v dôsledku úniku nadbytočného NH_3. Použitie čistých plynných palív, ako je zemný plyn, v spojení so SNCR by malo zabrániť uvádzaným problémom s lepivými a korozívnymi zlúčeninami, ktoré sa inak môžu vyskytnúť. To nemusí platiť pre oceliarenske plyny obsahujúce síru. [51, Davies a kol. 1995]
- Spotreba energie na ohrev odpadových plynov na prevádzkovú teplotu pre SNCR. [25, EUROFER 2018]

Technické aspekty relevantné pre uplatniteľnosť [25, EUROFER 2018]

- Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená optimálnym teplotným rozsahom a časom zotrvania potrebným na reakciu.
- Uplatniteľnosť môže byť obmedzená pri poklopovom žíhaní v dôsledku meniacich sa teplôt počas cyklu žíhania.

Hospodárske vplyvy
Nákladová efektívnosť pecí s pohyblivým nosníkom v spoločnosti Tata Steel je 2 EUR na kg redukovaného NO_x.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Outokumpu Stainless 266 HR, pece s pohyblivým nosníkom. Prevádzky zo zberu údajov: 110 HR2, 238 HR.

Odborná literatúra
[4, EUROFER 1998], [16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018], [46, EUROFER 1999], [47, EUROFER 1999], [48, ETSU 1996], [51, Davies a kol. 1995], [54, EUROFER 1999].

2.4.2.11 Recirkulácia spalín (FGR)

Opis
Recirkulácia (externá) časti spalín do spaľovacej komory s cieľom nahradiť časť čerstvého spaľovacieho vzduchu s dvojitým účinkom obmedzenia obsahu O_2 na oxidáciu dusíka a zníženie teploty spaľovania, čím sa obmedzuje tvorba NO_X.

Technický opis
Podrobný technický opis pozri v oddiele 8.8.2.9.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížené emisie NO_x.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
- Pre ohrievač oceľových brám na COG s kapacitou najmenej 140 t/h sa uvádzajú zníženia NO_X o 51,4 %, 69,4 % a 79,8 % (zo základnej úrovne 657 mg/m^3) pre 10 %, 20 % a 30 % FGR. [48, ETSU 1996]
- Musí sa zvážiť potenciálne zníženie výkonu pece, a tým aj nižšia miera výkonu, najmä pri dosahovaní prevádzkového limitu pece. [25, EUROFER 2018]
- V niektorých prípadoch môže dôjsť k možnej strate stability plameňa a vypnutiu horáka. [25, EUROFER 2018]
- Kapacita horáka sa znižuje a horák musí byť prestavený na nižší výkon, aby sa kompenzovala výmena časti spaľovacieho vzduchu za spaliny s nízkym obsahom kyslíka. [25, EUROFER 2018]
- Potenciálne ťažko kontrolovateľné v prípadoch, kde sú zloženie, a tým aj objemy odpadových plynov variabilné (napr. v integrovaných areáloch, kde sa používajú zmiešané plyny z rôznych prevádzok).

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
- Potenciálne zvýšenie spotreby paliva (pokiaľ prietok a teplota odpadových plynov nie sú ovplyvnené recirkuláciou spalín, efektívnosť spaľovania a spotreba paliva zostanú rovnaké, ale to znamená zvýšenie teploty predohrevu vzduchu).
- Zvýšenie spotreby paliva (a tým aj emisií CO_2) pre rôzne konštrukcie horákov sa pohybuje od 1,1 % do 9,9 % (FGR v rozmedzí od 10 % do 50 %). [48, ETSU 1996]
- Vyššie emisie oxidu uhoľnatého a nespálených uhľovodíkov. [25, EUROFER 2018]
- Zvýšený obsah vodnej pary v produktoch spaľovania môže zvýšiť tvorbu okovín na oceli, čím sa zvyšuje potreba odstraňovania okovín a zvyšujú sa súvisiace emisie do ovzdušia a množstvo odpadu, ktorý pri tom vzniká. [25, EUROFER 2018]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.

Hospodárske vplyvy
Neboli uvedené žiadne náklady na rekonštrukciu FGR.
FGR sa často používa spolu s inými primárnymi opatreniami, ako sú horáky s nízkym obsahom NO_X, takže je ťažké odhadnúť náklady na samotné FGR.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 113 HR2, 138 HR1, 156 HR1, 203 HR, 203 HR2, 267 HR, 271 HR1, 272 HR1.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018], [48, ETSU 1996].

2.4.2.12 Optimalizovaná konštrukcia sklzníc na zníženie stôp po sklzniciach

Opis
Konštrukcia sklzníc v ohrievacích peciach je optimalizovaná na minimalizáciu stôp po sklzniciach (napr. chladnejšie zóny v ohrievanej surovine v mieste sklznice) na surovine pomocou líšt sklzníc, posúvania sklzníc alebo zariadenia na kompenzáciu stôp po sklzniciach.

Technický opis
Ohrievacie pece sa používajú na opakovaný ohrev oceľových brám pred valcovaním za tepla. Vnútri ohrievacích pecí sú oceľové bramy podopierané vodou chladenými žiaruvzdornými rúrami, ktoré sa nazývajú sklznice. Sklznice môžu do určitej miery blokovať tepelné žiarenie, čo má za následok vznik stôp po sklzniciach na surovine. Pri stopách po sklzniciach nie je teplota oceľovej bramy pri výstupe z pece rovnomerná, čo má nepriaznivý vplyv na konečnú kvalitu výrobku po valcovaní za tepla. Podpery sa všeobecne používajú v narážacích peciach a peciach s pohyblivým nosníkom. [41, EUROFER 2020]

Na minimalizovanie stôp po sklzniciach na oceľových bramách sa zvyčajne používajú

štyri techniky: Zariadenie na kompenzáciu stôp po sklzniciach (SMC)
Bramy ohrievané v narážacej peci sa opierajú o vodou chladené nosné rúry, ktoré spôsobujú lokálne nedohriatie (stopy po sklzniciach) na spodnej strane suroviny a musia byť kompenzované v čase zotrvania vo vyrovnávacej komore, aby sa predišlo zmenám hrúbky hotového výrobku. Čas výdrže sa môže skrátiť, ak sa stopy po sklzniciach znovu zahrejú použitím vhodných metód, napr. lokálnym indukčným ohrevom (zariadenie na kompenzáciu stôp po sklzniciach). Straty spôsobené chladiacim systémom a stenou ohniska sú v priebehu času takmer konštantné, bez ohľadu na to, či je pec prevádzkovaná pri plnom zaťažení alebo čiastočnom zaťažení.

Pecné lišty sklzníc
Ďalším opatrením na zníženie tvorby stôp po sklzniciach je použitie takzvaných líšt sklzníc. Ide o príchytky pre vodou chladené koľajnice pece vyrobené zo špeciálneho materiálu (kovová zliatina alebo keramika), ktoré znižujú rozptyl tepla (pozri obrázok 2.85).



Zdroj: [41, EUROFER 2020]

Obrázok 2.85: Konštrukcia líšt sklzníc v peci na opakovaný ohrev pred valcovaním za tepla

Minimalizácia tienenia sklznicami

Ďalším opatrením na zníženie tvorby stop po sklzniciach je optimalizácia tvaru samotnej sklznice s cieľom znížiť tieňový efekt pozorovaný pri ohreve suroviny zo spodnej strany pece. Obvyklou praxou je nahradiť jednorúrkovú konštrukciu vodou chladenej sklznice dvojrúrkovou konštrukciou s výrazne menším priemerom. Táto konštrukcia sa nazýva aj tandemová horizontálna sklznica. [41, EUROFER 2020]

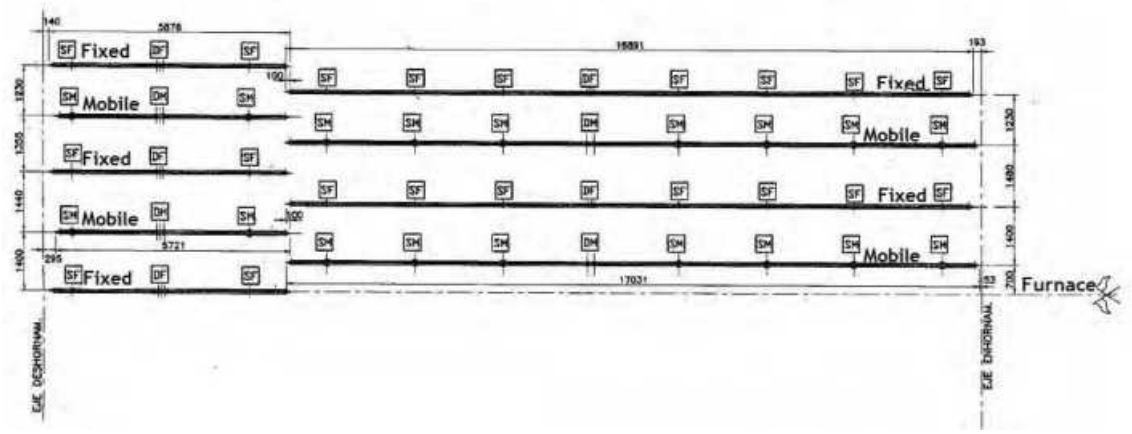


Zdroj: [41, EUROFER 2020]

Obrázok 2.86: Konštrukcia sklznice s dvomi rúrami pre pece na opakovaný ohrev

Presúvanie sklzníc

V moderných peciach s pohyblivým nosníkom nie sú sklznice podporujúce materiál usporiadané priamo po celej dĺžke pece. Najmä posledná časť sklzníc, v blízkosti výstupnej strany pece, je posunutá s odsadením navrhnutým na rozloženie, a tým zníženie stôp po sklzniciach.



Zdroj: [41, EUROFER 2020]

Obrázok 2.87: Pohľad zhora na rozmiestnenie sklzníc v peci na opakovaný ohrev (pravá časť schémy je vstup do pece, zatiaľ čo ľavá časť je výstup z pece)

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zníženie času zotrvania v ohnisku a následne aj priebežného času vedie v prípade SMC k úsporám energie. Uvádzalo sa aj, že SMC s vyžaduje vysoký energetický vstup pre indukčný ohrev. [14, Hot Rolling Shadow Group 2000]
- Použitie líšt sklzníc a/alebo minimalizácia tienenia sklznicami môže viesť k miernemu zníženiu priemernej teploty suroviny na výstupe z pece v kombinácii so zvýšeným výkonom. Tieto dva efekty prispievajú k úsporám energie. Posúvanie sklzníc má podobný účinok, ale s vyšším vplyvom na produktivitu pece a úspory energie. [41, EUROFER 2020]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Uvádzané zníženia posúvania sklzníc, kompenzácia stôp po sklzniciach alebo pecné lišty sklzníc predstavovali 1 % v prípade spotreby energie a 1 % v prípade emisií NO_x. [4, EUROFER 1998]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
SMC si vyžaduje vysoký energetický vstup pre indukčné ohrev. [14, Hot Rolling Shadow Group 2000]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Pecné lišty sklzníc, minimalizácia tienenia sklznicami a posúvanie sklzníc sú uplatniteľné len pri nových inštaláciách, pretože musia byť zohľadnené už vo fáze projektovania.
- Zariadenie na kompenzáciu stôp po sklzniciach: Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
- Zvýšená energetická efektívnosť.
- Zlepšená kvalita produktu.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[4, EUROFER 1998], [14, Hot Rolling Shadow Group 2000], [41, EUROFER 2020].

2.4.2.13 Zníženie energetických strát prostredníctvom zariadenia na prepravu suroviny

Opis
Počet nosných konštrukcií suroviny vo vnútri pece (napr. nosníky, sklznice) je minimalizovaný a používa sa vhodná izolácia na zníženie tepelných strát vodným chladením konštrukcií v kontinuálnych ohrievacích peciach.

Technický opis
V ohrievacích peciach sa vodné chladenie používa na ochranu niektorých komponentov a zachovanie ich fyzickej pevnosti; príklady zahŕňajú dvere, preklady a mechanizmus alebo podporný systém na transport suroviny. Vodou chladené komponenty predstavujú významný zdroj energetických strát. Najmä straty spôsobené systémami prepravy materiálu v kontinuálnych (pohyblivý nosník) peciach môžu predstavovať 6 – 12 % príkonu paliva za typických prevádzkových podmienok. Ku koncu prevádzkovej kampane pece, keď sa izolácia chladených komponentov začína zhoršovať, môžu straty dosiahnuť až 20 – 25 %. [14, Hot Rolling Shadow Group 2000], [37, ETSU 1993]

Straty z nosných konštrukcií surovín možno minimalizovať v štádiu návrhu optimalizáciou/znížením počtu chladených nosníkov a podpier a použitím vhodnej izolácie. [37, ETSU 1993]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Uvádzalo sa zníženie strát do chladiacej vody o 26,7 GJ/h (čo zodpovedá úspore paliva 44,5 GJ/h). [37, ETSU 1993]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
- 46 % zníženie spotreby vody. [37, ETSU 1993]
- Znížená spotreba energie narážacieho mechanizmu. [37, ETSU 1993]
- Znížené stopy po sklzniciach, zlepšená kvalita. [37, ETSU 1993]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

- Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.
- Pri existujúcich peciach je možné vykonať optimalizáciu počas údržby žiaruvzdornej vymurovky. [14, Hot Rolling Shadow Group 2000]

Hospodárske vplyvy

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie

Zvýšená energetická efektívnosť.

Vzorové prevádzky

Prevádzky zo zberu údajov: 14 HR, 55 HR, 87 HR, 94 HR2, 99 HR2, 100 HR, 106 HR, 110 HR1, 110 HR2, 121 HR, 127 HR, 133 HR, 152 HR, 157 HR1, 158 HR, 172 HR, 174 HR, 199 HR, 203 HR, 230 HR, 265 HR, 270 HR, 275 HR.

Odborná literatúra

[14, Hot Rolling Shadow Group 2000], [16, FMP TWG 2018], [37, ETSU 1993].

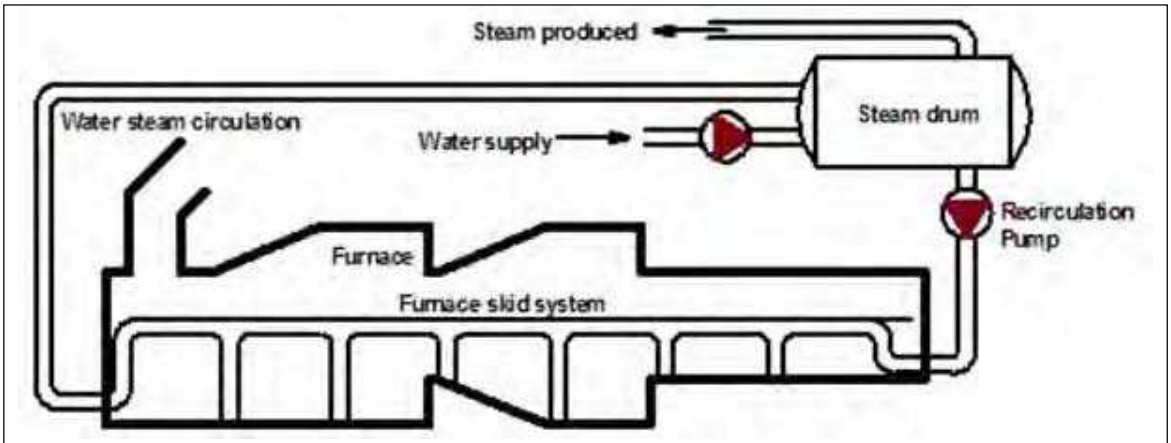
2.4.2.14 Rekuperácia tepla z chladenia sklzníc

Opis

Para vznikajúca pri chladení sklzníc podopierajúcich surovinu v ohrievacích peciach sa odsaje a použije v iných procesoch prevádzky.

Technický opis

Energetické straty z chladenia sklzníc možno využiť na výrobu pary. V ohrievacích peciach môže byť nainštalovaný uzavretý okruh núteného chladenia, ktorým cirkuluje zmes približne 95 % vody a 5 % nasýtenej pary. Para vytvorená chladením nosníkov (sklzníc) trate je odvádzaná z okruhu a privádzaná k ďalším spotrebiteľom na ďalšie využitie. [4, EUROFER 1998]



Zdroj: [4, EUROFER 1998]

Obrázok 2.88: Typická schéma odparovacieho chladenia sklzníc pece

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Efektívne využívanie energie šetrí zdroje, pretože v ďalších fázach sa nespotrebúva žiadne palivo na výrobu pary a znižujú sa emisie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Príklad: ArcelorMittal Eisenhüttenstadt. [27, Van Roosbroeck 1999]

- priemerný pracovný tlak v kotli: 23 barov;
- priemerná teplota chladiacej vody: 222 °C (pri 23 baroch);
- možná výroba pary pre turbínu: 10 – 41 t/h (v závislosti od stavu žiaruvzdorného materiálu a prevádzkových podmienok pece);
- kapacita generátora: 4,16 MW;
- výroba pary (vsádzanie za studena): 18 t/h;
- výroba pary (vsádzanie za tepla): 22 t/h;
- zhodnotená energia: nie je k dispozícii

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Nie sú známe žiadne negatívne vplyvy na iné zložky.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru a/alebo vhodnou potrebou pary.

Hospodárske vplyvy
Údaje o uvádzanom všeobecnom potenciáli zníženia a nákladoch sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 2.22: Typicky dosiahnuteľné zníženia a údaje o nákladoch na odparovacie chladenie sklzníc pece

Odparovacie chladenie sklzníc pece	Zníženie[1] [%]	
	NO_x	Energia[2]
	7	7

Poznámky: Zdroj: [4, EUROFER 1998]. Základom je pec s ročnou kapacitou 1,5 Mt, ohrievaná zemným plynom, so štandardnými horákmi a bez predohrevu vzduchu. Investičné náklady môžu byť špecifické pre danú lokalitu (dostupný priestor, usporiadanie existujúcej pece, počet bočných a spodných horákov).
[1] Odparovacie chladenie sklzníc pece má zanedbateľný účinok v kombinácii s rekuperátormi alebo s regeneračnými systémami.
[2] Zníženie energie vyjadrené v percentách má rovnaký vplyv na zníženie emisií SO_2, CO a CO_2.

Od odparovacieho chladenia sklzníc pece možno očakávať len okrajový efekt, ak je kombinované s dobrou izoláciou sklzníc.

Hnacia sila implementácie
Zvýšená energetická efektívnosť.

Vzorové prevádzky
SSAB, ArcelorMittal Eisenhüttenstad.

Odborná literatúra
[4, EUROFER 1998], [27, Van Roosbroeck 1999], [37, ETSU 1993].

2.4.2.15 Zachovanie tepla počas prepravy suroviny

Opis
Izolované kryty sa používajú medzi zariadením na kontinuálne odlievanie a ohrievacou pecou a medzi prípravným poradím a hotovým poradím valcovacej trate.

Technický opis

Zachovanie tepla medzi zariadením na kontinuálne odlievanie a ohrievacou pecou

Prepravné boxy alebo izolované kryty sa používajú na podporu zadržiavania tepla v oceli a na zabezpečenie spojenia medzi zdrojom horúceho materiálu a pecou. Polotovary, ktoré nemôžu byť okamžite vsádzané (z dôvodu koordinácie harmonogramu a na preklenutie medzier spôsobených prerušeniami), sa skladujú v tomto neohrievanom, tepelne izolovanom boxe namiesto skladovania na otvorených skládkach. Tepelné straty brám sú znížené a teplota vsádzky sa udržiava na vysokej úrovni. Priemerný čas skladovania brám je osem hodín. Teplota izolovaných uskladnených brám je približne o 220 °C vyššia ako teplota otvorene uskladnených brám. [4, EUROFER 1998], [37, ETSU 1993]

Zachovanie tepla medzi prípravným poradím a hotovným poradím

Na minimalizáciu tepelných strát v tyči počas jej dopravy z prípravného poradia do hotovného poradia a na zníženie teplotného rozdielu medzi hlavou a chvostom tyče pri vstupe do dokončovacej trate môže byť valčeková prepravná trať vybavená tepelnými krytmi. Sú to izolačné kryty použité na dopravník. Pre tie rozmery, kde valcované výrobky dosahujú hranicu kapacity valcovacej dráhy, toto zariadenie dosahuje nižšie valcovacie zaťaženia. V prípade tepelných izolačných štítov sa však uvádzalo potenciálne vyššie riziko povrchových chýb (zavalcovaných okovín) a možné poškodenie spôsobené skrútenými prenosovými pásmi.

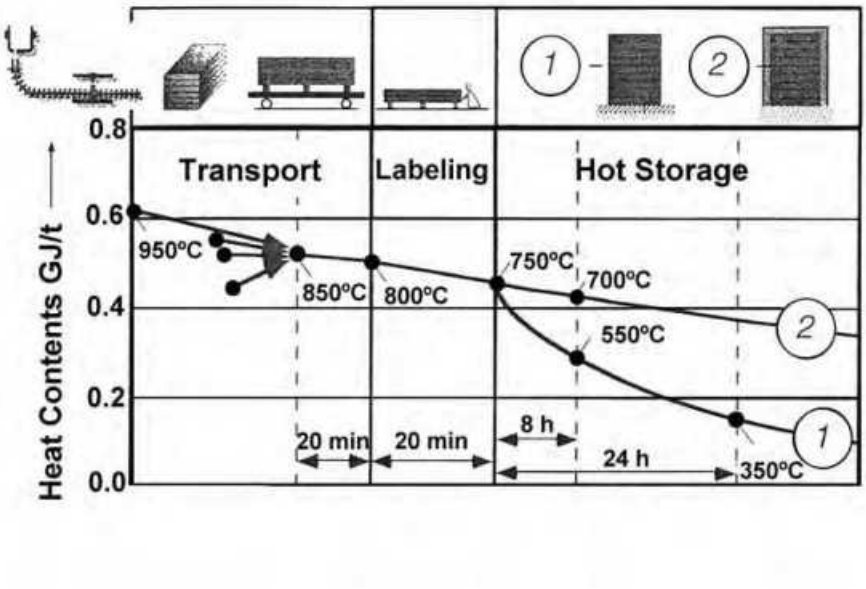
Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Znížená spotreba energie pri opakovanom ohreve.
- Tepelné kryty na prepravu brám medzi zariadením na kontinuálne odlievanie a ohrievacou pecou môžu ušetriť približne 0,33 GJ/t. [10, Rentz a kol. 1998]
- Znížená strata teploty.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Zachovanie tepla medzi zariadením na kontinuálne odlievanie a ohrievacou pecou

Skúmanie potenciálnych opatrení na zvýšenie teploty vsádzania kontinuálne odlievaných brám do ohrievacej pece bolo vykonané pomocou numerického modelovania (obrázok 2.89). Z výsledkov založených na počítačovej simulácii a meraniach pre danú inštaláciu vyplynulo, že teplota jadra bramy bezprostredne po odliatí bola približne 950 °C. Počas prepravy na skladovaciu plochu valcovne za tepla sa bramy ochladili na 750 °C: počas skladovania 24 hodín teplota brám ďalej klesala, pričom zostávajúca teplota vsádzky v ohrievacej peci bola približne 350 °C. Optimalizáciou synchronizácie plynulého odlievacieho zariadenia a harmonogramu valcovania sa podarilo skrátiť čas skladovania na tretinu. Okrem toho boli bramy pokryté tepelnými krytmi 50 mm výstelkou z minerálnej vlny. Bolo dokázané, že počas 8-hodinového obdobia skladovania, počínajúc od 750 °C, bolo možné udržať teplotu nabíjania 700 °C. V porovnaní so starou praxou vsádzania (350 °C) to predstavovalo dodatočný energetický vstup do pece 0,26 GJ/t, pričom polovica vyplývala z kratšieho času skladovania a polovica z tepelnej izolácie. [35, Münch 1997]



Zdroj: [35, Münch 1997]

Obrázok 2.89: Upravené skladovanie na zvýšenie teploty vsádzky

Zachovanie tepla medzi prípravným poradím a hotovným poradím
Tepelné štíty na prekladacích stoloch vyžadujú vysoké náklady na údržbu, pretože štíty sú ľahko poškodené kusmi šrotu. [14, Hot Rolling Shadow Group 2000]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Nie sú známe žiadne negatívne vplyvy na iné zložky.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne uplatniteľné v rámci obmedzení usporiadania prevádzky.

Hospodárske vplyvy
- Návratnosť investície bola vo VA Stahl Linz 1 rok. [28, AT, člen TWG 1999]
- Spoločnosť Voest uviedla investičné náklady vo výške 2 milióny EUR. [27, Van Roosbroeck 1999]

Hnacia sila implementácie
- Zvýšená kapacita pece a valcovne.
- Zvýšená rýchlosť vsádzania za tepla v spojení s CAQC. [28, AT, člen TWG 1999]
- Zlepšená výťažnosť.

Vzorové prevádzky
Zachovanie tepla medzi zariadením na kontinuálne odlievanie a ohrievacou pecou
- VA Stahl Linz (maximálne 5 000 t), Rakúsko. [27, Van Roosbroeck 1999]
- HADEED, Saudská Arábia. [28, AT, člen TWG 1999]
- Prevádzky zo zberu údajov: 08 – 09 HR, 11 HR, 38 HR, 55 HR, 100 HR, 110 HR2, 139 HR, 152 HR, 158 HR, 174 HR, 175 HR, 178 HR, 202 HR, 222 HR, 246 HR2, 265 HR, 287 HR, 288 HR.

Zachovanie tepla medzi prípravným poradím a hotovným poradím
Prevádzky zo zberu údajov: 12 HR, 38 HR, 66 HR, 88 HR, 94 HR1, 99 HR2, 100 HR, 106 HR, 121 HR, 126 HR, 127 HR, 174 HR, 178 HR, 196 HR, 197 HR, 222 HR, 230 HR, 231 HR, 241 HR1, 266 HR, 288 HR.

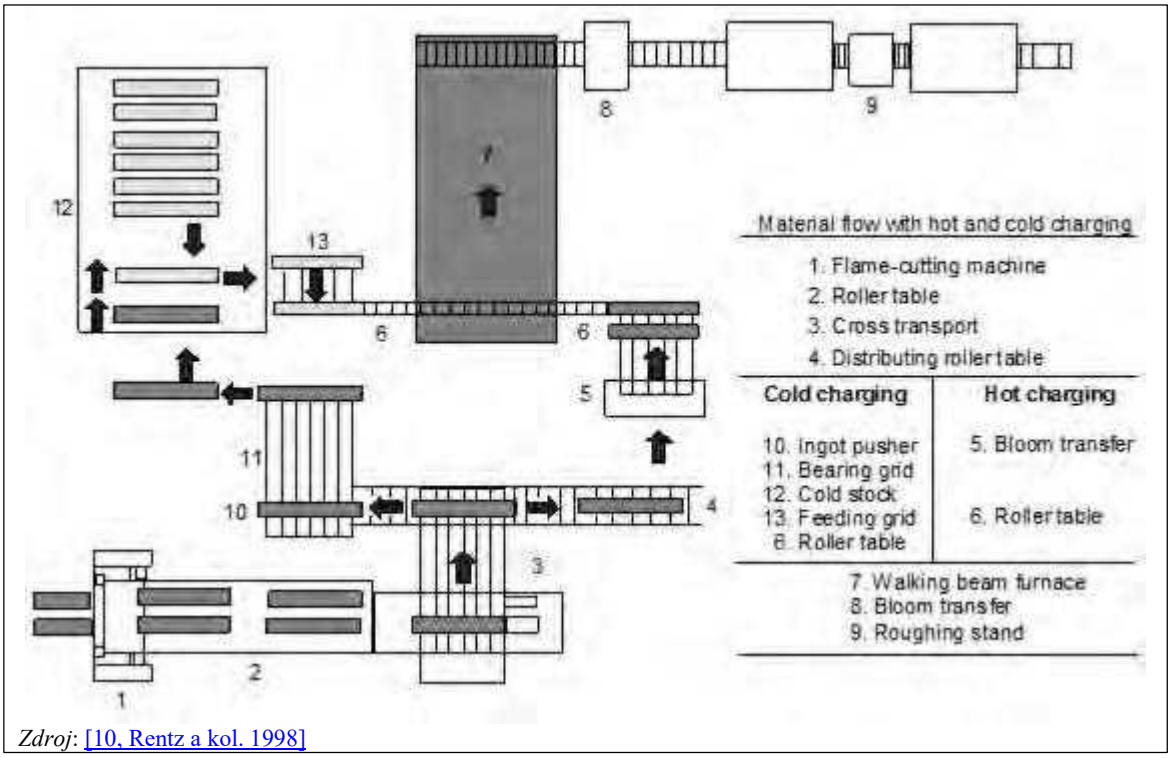
Odborná literatúra
[4, EUROFER 1998], [10, Rentz a kol. 1998], [14, Hot Rolling Shadow Group 2000], [16, FMP TWG 2018], [27, Van Roosbroeck 1999], [28, AT, člen TWG 1999], [35, Münch 1997], [37, ETSU 1993].

2.4.2.16 Horúce/priame vsádzanie

Opis
Kontinuálne odlievané oceľové výrobky sa priamo v horúcom stave vsádzajú do ohrievacích pecí alebo sa priamo v horúcom stave presúvajú do valcovne.

Technický opis
Na rozdiel od konvenčného procesu (skladovanie a chladenie materiálu) sa zvyškové teplo z kontinuálne odlievaných brám, predvalkov, oceľových profilov tvaru „H" alebo sochorov využíva ich priamym vsádzaním (s ich zvyškovým obsahom tepla) do ohrievacích pecí. Vsádzanie za tepla sa uskutočňuje pri teplotách vsádzania 300 – 600 ºC. Priame vsádzanie sa uskutočňuje pri teplotách 600 – 850 ºC. Tieto techniky možno použiť iba vtedy, ak je kvalita povrchu dostatočne dobrá, takže chladenie a odstraňovanie okovín nie je potrebné, a ak je možné harmonogramy výroby oceliarne a valcovne na valcovanie za tepla primerane zladiť. Riadiace počítače sa používajú na koordináciu výroby oboch oddelení podľa objednávok zákazníkov a na prípravu harmonogramov valcovania.

Na obrázku 2.90 sa znázorňuje možný tok materiálu v prevádzke, ktorý umožňuje vsádzanie za studena aj vsádzanie za tepla (priame) alebo za horúca. Optimalizovaný systém plánovania a riadenia výroby na synchronizáciu harmonogramov výroby oceliarne a valcovne môže dosiahnuť podiel priameho vsádzania vyšší ako 60 % pri približne 800 °C.



Zdroj: [10, Rentz a kol. 1998]

Obrázok 2.90: Tok materiálu – vsádzanie za studenia verzus vsádzanie za tepla

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zníženie spotreby energie (úspora paliva).
- Zníženie emisií SO_2, CO a CO_2.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Tabuľka 2.23 obsahuje vplyv vsádzania za tepla na spotrebu energie a čas výroby pri vsádzaní za tepla. V uvedených príkladoch sa výrobná kapacita zvýšila o 10 % pri teplote vsádzania za tepla 400 °C a o 25 % pri teplote vsádzania 700 °C.

Tabuľka 2.23: Vplyv vsádzania za tepla na spotrebu paliva a čas zotrvania

Teplota vsádzania			
	20 °C	**400 °C**	**700 °C**
Špecifická spotreba energie (palivo)	1,55 GJ/t	1,25 GJ/t	0,94 GJ/t
Percentuálne zníženie	0 %	19 %	39 %
Užitočné teplo v oceli	0,80 GJ/t	0,56 GJ/t	0,37 GJ/t
Čas zotrvania v peci[1]	100 min.	90 min.	75 min.
[1] Príklad vychádza z: sochorov, mäkkej ocele, zhora ohrievanej narážacej pece, výstupnej teploty 1 200 °C. *Zdroj*: [11, ETSU – b 1993]			

Príklady
ArcelorMittal Eisenhüttenstadt, vsádzanie brám za tepla. [3, EUROFER 2020]

- percento vsádzania za tepla: 15 % (2019),
- priemerná teplota vsádzania brám: 750 °C,
- úspora energie: 0,6 GJ/t pri použití priameho vsádzania (0,1 GJ/t v priemere celkovej výroby).

Liberty Steel, Ostrava, takmer 100 % priame vsádzanie pri 850 °C. [3, EUROFER 2020]

- špecifická spotreba energie: 0,85 GJ/t.

Imatra Steel, Imatra, vsádzanie predvalkov za tepla

- konštrukčné druhy ocelí, sochory/ťažké tyče 74/26 %,
- percentuálny podiel vsádzania horúcou cestou 91 – 93 %,
- priame vsádzanie za tepla 700 – 900 °C,
- vsádzanie cez zásobník horúceho materiálu (spaľovanie zemného plynu) 700 °C,
- homogenizačná teplota 1 250 – 1 290 °C,
- špecifická spotreba energie: 0,87 GJ/t (priemer za výrobu 1998 (98 % zemný plyn + 2 % elektriny) vrátane zásobníka horúceho materiálu, vsádzania za studena, víkendov a energie na nábeh).

Zásobník horúceho materiálu sa používa na:

- elimináciu účinkov krátkych prestojov vo valcovni,
- vyváženie rozdielu výrobnej rýchlosti pri valcovaní tyčí (rýchlosť liatia nemôže byť znížená tak, aby zodpovedala rýchlosti starej valcovne),
- pomalý predohrev studených predvalkov počas víkendov.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Znížený čas zotrvania vsádzky v peci.
- Vyššie miery produkcie (napr. 10 – 25 %).
- Zvýšená výťažnosť a kvalita produktu vďaka zníženým okovinám a oduhličeniu.
- Zníženie odpadu v nasledujúcich procesoch, napr. odstraňovanie okovín.
- Teplota odpadových plynov sa môže zvýšiť. [11, ETSU – b 1993]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatňuje sa len na prevádzky susediace s kontinuálnym odlievaním a v rámci obmedzení usporiadania prevádzky a špecifikácií produktu.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížená spotreba energie.

Vzorové prevádzky
- Valcovne na valcovanie pásov za tepla: 37 HR, 94 HR, 97 HR, 106 HR, 110 HR2, 118 HR, 121 HR, 222 HR, 265 HR.
- Valcovne nosníkov: 91 HR, 99 HR2, 108 HR1, 108 HR2, 109 HR.
- Valcovne tyčí/drôtov: 140 HR, 202 HR, 288 HR.
- Valcovne tyčí: 14 HR, 66 HR, 99 HR, 101 HR, 139 HR, 140 HR, 202 HR, 203 HR, 231 HR, 248 HR, 273 HR.

Odborná literatúra
[3, EUROFER 2020], [4, EUROFER 1998], [11, ETSU – b 1993], [16, FMP TWG 2018], [55, Kirk 1995], [56, Hendricks a kol. 1998].

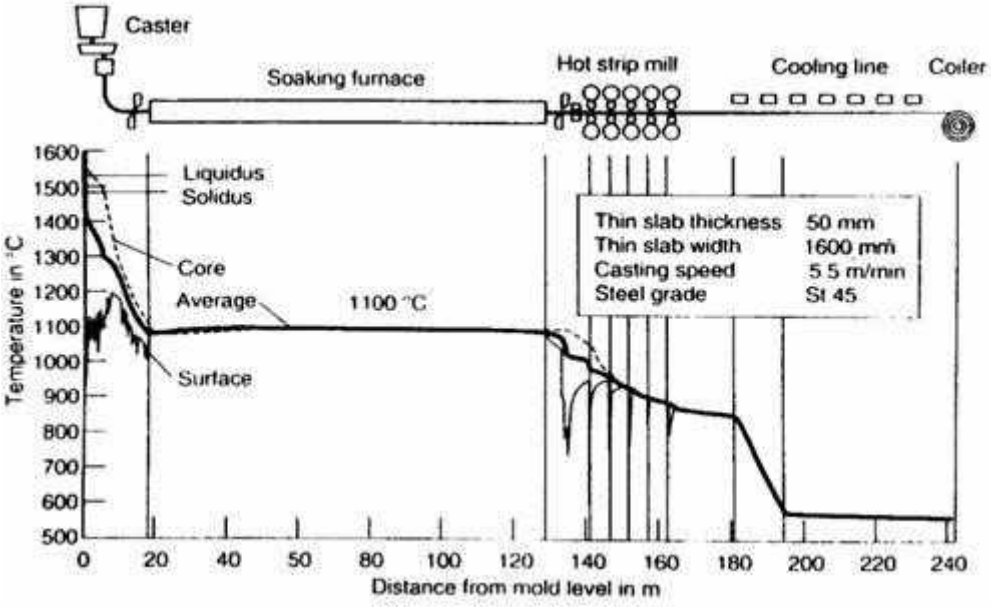
2.4.2.17 Odlievanie na hotovo pre tenké bramy s následným valcovaním

Opis
Tenké bramy sa vyrábajú kombináciou odlievania a valcovania v jednom kroku procesu. Potreba opakovaného ohrevu suroviny pred valcovaním a počet valcovacích prechodov sú znížené.

Technický opis
Odlievanie na hotovo je proces odlievania kovu do tvaru, ktorý sa blíži požadovanému finálnemu produktu. Pri výrobe plochých výrobkov spočíva odlievanie na hotovo v použití série pokročilých techník kontinuálneho odlievania tenkých brám, pri ktorých sa hrúbka vyrábanej bramy znižuje čo najviac na požadovaný tvar konečného výrobku. Celkovo sa pri odlievaní na hotovo integruje odlievanie a valcovanie ocele za tepla do jedného procesného kroku, čím sa znižuje potreba opakovaného ohrevu ocele pred jej valcovaním. [57, Worrell a kol. 2010]

Pri výrobe plochých výrobkov sa tekutá oceľ obvykle odlieva do brám v rozsahu hrúbky 150 – 300 mm. Tenké bramy (rozsah 15 – 90 mm) sa vyrábajú spojením odlievania a valcovania do jedného procesného kroku. Je to krok vpred k zjednodušeniu schémy výroby. Potreba opakovaného ohrevu suroviny pred valcovaním a počet valcovacích prechodov sa značne znižujú, rovnako ako celková dĺžka valcovne. Základným konceptom je dosiahnutie optimálnej nákladovej efektívnosti z hľadiska kapitálových aj prevádzkových výdavkov. [3, EUROFER 2020]

Dostupné technické riešenia sa líšia hlavne v hrúbke brám, v rozsahu od 15 mm až po 90 mm (konvenčné hrúbky sa pohybujú v rozsahu 150 – 300 mm), v technike opakovaného ohrevu a v prepojení medzi zariadením na odlievanie a valcovňou na valcovanie za tepla. Typický vývoj teploty počas liatia tenkých brám nasledovaného valcovaním je zobrazený na obrázku 2.91.

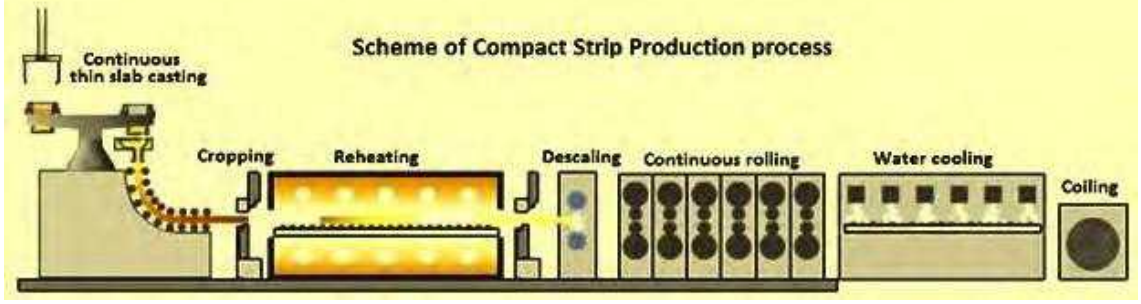


Zdroj: [3, EUROFER 2020]

Obrázok 2.91: Typický vývoj teploty počas liatia tenkých brám nasledovaného valcovaním

Dostupné techniky liatia tenkých brám zahŕňajú tieto:

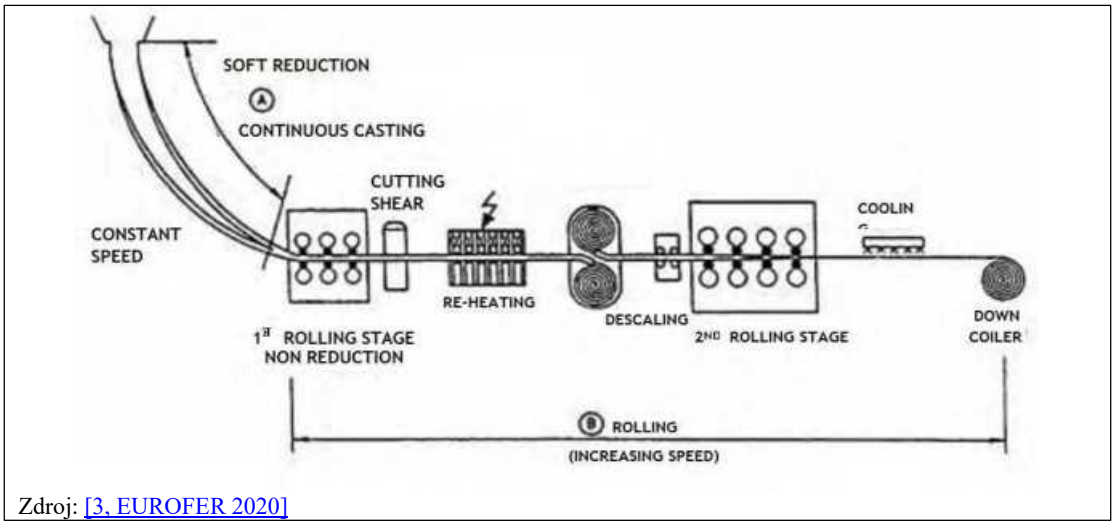
- **Kompaktná výroba pásov (CSP):** s použitím lievikovitých foriem s hrúbkou odliatku približne 50 mm. Zariadenie na odlievanie je spojené s kyvadlovými nožnicami a tunelovou pecou. Paralelne môžu byť inštalované až tri linky, ktoré zásobujú jedno hotovné poradie cez zariadenie na prenos tenkých brám. Za hotovným poradím (pozostávajúcim z piatich až siedmich stolíc) nasleduje chladenie pásu a navijakov. Hrúbka pásov sa pohybuje od 1 mm do 15 mm a šírka od 800 mm do 1 850 mm. Jedno vlákno CSP má kapacitu až 1,5 Mt/rok, dve vlákna až 3 Mt/rok a tri vlákna až 4 Mt/rok. [3, EUROFER 2020]



Zdroj: [3, EUROFER 2020]

Obrázok 2.92: Schéma procesu kompaktnej výroby pásov (CSP)

- **Radová výroba pásov (ISP):** odlievaný pás s hrúbkou približne 60 mm prechádza mäkkou redukciou (na tekutom jadre) pomocou valcov pod kokilou, nasleduje trojstolicové hotovné poradie, tvarovanie tuhnúceho pásu vytvárajúce hrúbku bramy približne 15 – 20 mm. Tenká brama sa nareže po dĺžke a opakovane ohreje v kompaktnej indukčnej peci kombinovanej s boxom na zvitky, po ktorej nasleduje hotovné poradie. Rozsah hrúbky pásu je 1 – 6 mm s maximálnou šírkou 1 300 mm. Maximálna produkcia je približne 1,2 – 1,5 Mt/r. [3, EUROFER 2020]

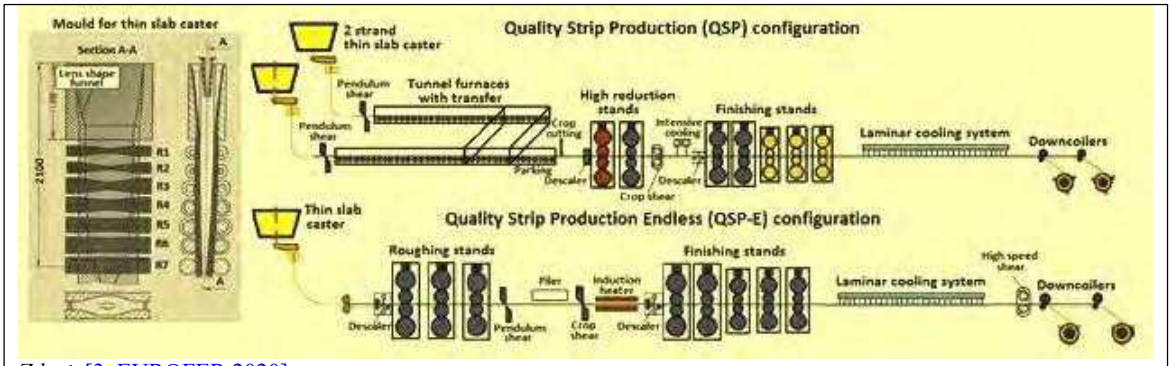


Zdroj: [3, EUROFER 2020]

Obrázok 2.93: Schéma procesu radovej výroby pásov (ISP)

- **Kontinuálne odlievanie a valcovanie tenkých brám (CONROLL):** s použitím rovných paralelných kokíl s hrúbkou odliatku 70 – 80 mm. Zariadenie na odlievanie je spojené s hotovným poradím (až sedem stolíc) prostredníctvom valčekovej kruhovej ohrievacej pece. Konečná hrúbka je v rozsahu 2 – 20 mm. Konštrukcie je obzvlášť vhodná pre nehrdzavejúcu oceľ, ale môžu sa vyrábať aj iné vysokolegované ocele, vysokopevné nízkolegované (HSLA) ocele a kremíkové ocele. [3, EUROFER 2020]

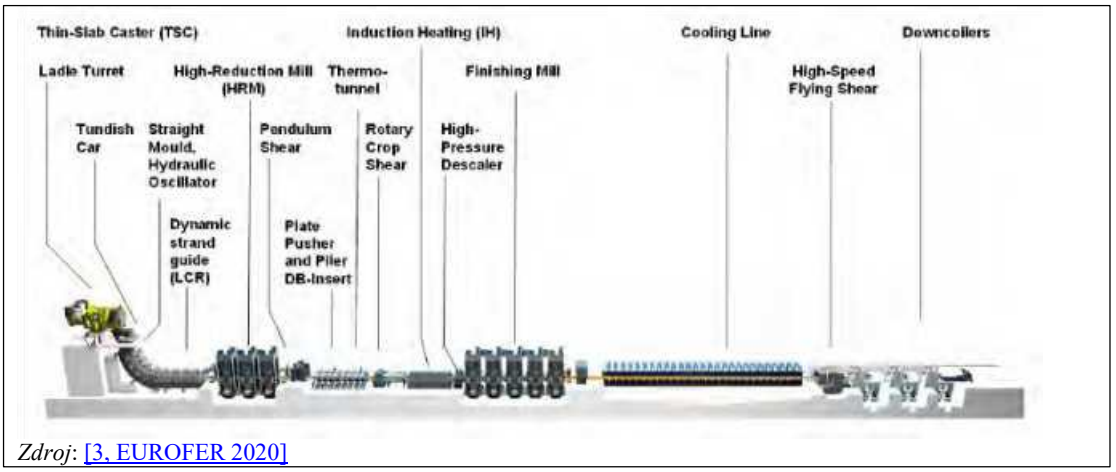
- **Flexibilné odlievanie a valcovanie tenkých brám (FTSC-FTSR):** Za odlievaným pásom s hrúbkou v rozsahu 65 – 90 mm nasleduje valcovanie pozostávajúce z valcovne (1 – 3 stolice) a hotovného poradia (až do 6 stolíc). Zariadenie na odlievanie pracuje pri veľmi vysokej rýchlosti, aby sa zvýšila produktivita. Overená kapacita je 2 Mt/r s jedným pásom a 3 Mt/r s dvoma pásmi. Nedávno boli v rámci FTSC vyvinuté dva rôzne koncepty usporiadania s názvom Kvalitná výroba pásov (QSP) a Nekonečná kvalitná výroba pásov (QSP-E). V rámci QSP je prevádzka s jedným alebo dvoma zariadeniami na odlievanie pripojená k valcovni cez tunelové pece, ktoré dokážu zaručiť dostatočný čas vyrovnávania v prípade zastavenia valcovne. Táto konštrukcia umožňuje širokú flexibilitu z hľadiska sortimentu výrobkov: ultra nízky obsah uhlíka, HSLA, kremíková oceľ. V rámci QSP-E sa odlievanie obmedzuje na jeden pás s možnosťou nekonečného valcovania. Prevádzka je mimoriadne kompaktná, špeciálne určená na výrobu veľmi tenkých špecifikácií až do hrúbky 0,8 mm. [3, EUROFER 2020]



Zdroj: [3, EUROFER 2020]

Obrázok 2.94: Konfigurácie kvalitnej výroby pásov (QSP) a nekonečné koncepty (QSP-E) kvalitnej výroby pásov

- **Nekonečná výroba pásov (ESP):** S90 mm kokilou a mäkkou redukciou na 70 mm je brama spojená s trojstolicovou valcovňou, nasledovanou indukčným ohrievačom a hotovným poradím. S rotačnými orezávacími nožnicami umiestnenými tesne pred indukčným ohrevom a vysokorýchlostnými lietajúcimi nožnicami pred navijakmi umožňuje ESP polonekonečné aj plne nekonečné valcovanie s minimálnou hrúbkou 0,8 mm. Konfigurácia je mimoriadne kompaktná (190 m celkovo), čo optimalizuje spotrebu energie pri opakovanom ohreve aj valcovaní. Výrobná kapacita je 1,7 Mt/rok pre konštrukciu so šírkou 1 300 mm a 2,5 Mt/rok pre šírku 1 600 mm. Celkovo sú koncepty ESP a QSP-E veľmi podobné. [3, EUROFER 2020]



Zdroj: [3, EUROFER 2020]

Obrázok 2.95: Schéma procesu nekonečnej výroby pásov (ESP)

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Znížená spotreba energie pri opakovanom ohreve aj pri valcovaní za tepla.
- Zlepšenie výťažnosti.
- Znížená spotreba vody.
- Potlačenie procesu valcovania za studena v prípade veľmi tenkých špecifikácií (rozsah 0,8 – 1,2 mm).

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Výroba 1 – 3 mm hrubého pásu konvenčným odlievaním brám – s teplotou vsádzky do pece 20 °C a vypúšťaním pri 1 200 °C – vyžaduje mernú spotrebu energie 1,67 GJ/t. Linka na odlievanie tenkých brám – s teplotou vsádzky do pece 960 °C a vypúšťaním pri 1 150 °C – vyžaduje mernú spotrebu energie 0,50 GJ/t.
Väčšinu druhov ocele je možné vyrábať odlievaním tenkých brám s následným valcovaním, s určitými obmedzeniami pre automobilové pohľadové diely a obalové výrobky. [3, EUROFER 2020]

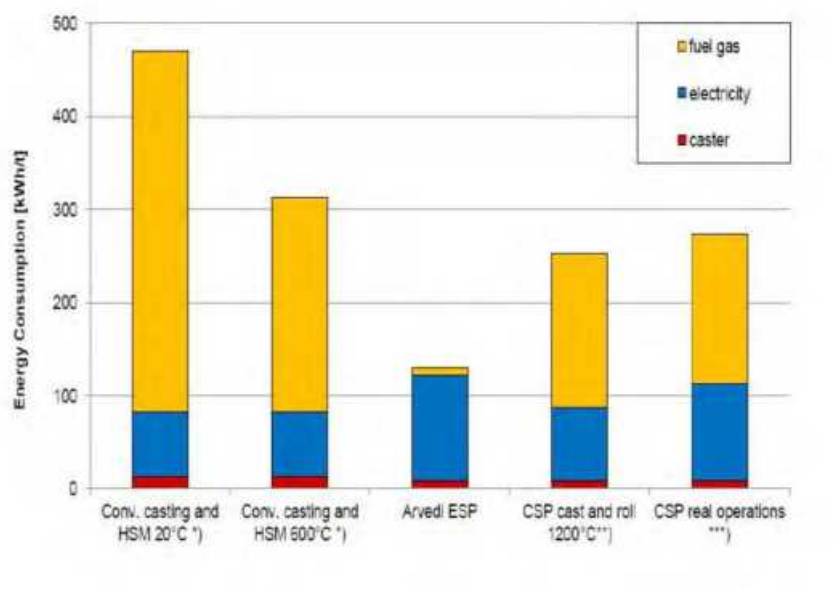
Druhy odlievané technológiou odlievania tenkých brám (komerčná výroba):

- Nelegované uhlíkové ocele mimo peritektického rozsahu (CSP).
- (0,065 – 0,15 %C) (CSP).
- Vysokolegované a nehrdzavejúce (CSP).
- Nelegované konštrukčné ocele (ISP).
- Legované konštrukčné ocele (ISP).
- Ocele na potrubia (HSLA) (ISP).
- Ocele na olejárske potrubia (ISP).
- Vysokolegované austenitické a feritické ocele (ISP)
- Nehrdzavejúce ocele CONROLL. [58, Brimacombe a kol. 1996]
- Nízkouhlíková a ultranízkouhlíková oceľ (CSP). [59, Albedyhl a kol. 1998], [60, www.algoma.com 1998]
- Druhy uhlíkovej ocele s > 0,22 %.
- Vysokopevnostná (mikrolegovaná a nelegovaná) konštrukčná oceľ.
- Druhy ocele na hlboké ťahanie.
- Mikrolegované Nb ocele.
- Konštrukčné ocele legované Cu. [58, Brimacombe a kol. 1996]

Odlievanie na hotovo sa používa na výrobu:

- Nízkolegovaná oceľ, vysokopevnostná nelegovaná a mikrolegovaná konštrukčná oceľ a uhlíková oceľ > 0,22 %; [59, Albedyhl a kol. 1998]
- Vysokokvalitná nehrdzavejúca oceľ (austenitické druhy, feritické druhy, ako aj martenzitické triedy (BHM, 142 Jg. 1997, Heft 5, 210 – 214). [28, AT, člen TWG 1999]

Na obrázku 2.96 sú zobrazené príklady spotreby energie konvenčných valcovní pásov za tepla a prevádzok využívajúcich výrobný proces CSP alebo ESP.



Zdroj: [61, Kordzadeh, E. 2016]

Obrázok 2.96: Spotreba energie pre konvenčné valcovne pásov za tepla (HSM) v porovnaní s výrobnými procesmi ESP a CSP

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Nie sú známe žiadne negatívne vplyvy na iné zložky.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatňuje sa len na prevádzky susediace s kontinuálnym odlievaním a v rámci obmedzení usporiadania prevádzky a špecifikácií produktu.

Napríklad odlievanie na hotovo nie je uplatniteľné na hrubé plechy. V prípade pásov nie je uplatniteľné na exponované časti, ako sú automobilové a obalové výrobky. [62, EUROFER 2019]

Hospodárske vplyvy
Technika odlievania tenkých brám účinne otvorila trh s plochými valcovanými výrobkov minivalcovniam. Zavedením tejto technológie sa zmenší veľkosť zariadenia na odlievanie a skráti dĺžka valcovne za tepla, čo vedie k úsporám kapitálových nákladov. Pásy valcované za tepla v nepohľadových segmentoch sa môžu ekonomicky vyrábať s kapacitami až do 2 Mt/rok s jednopásovým zariadením na odlievanie, 3 Mt/rok s dvojpásovým zariadením na odlievanie a až do 3,5 Mt/rok s trojpásovým zariadením na odlievanie.

Hnacia sila implementácie
- Zvýšená kapacita prevádzky.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 110 HR1, 112 HR, 173 HR, 243 HR.

Tabuľka 2.24: Prevádzky na odlievanie tenkých brám v EÚ prevádzkované v roku 2020

Prevádzka	Krajina	Technológia	Hrúbka bramy (mm)	Kapacita prevádzky (Mt/r)	Minimálna hrúbka (mm)	Dátum začiatku
ArcelorMittal, Sestao	ES	CSP	50	1,8	1,0	1996
Thyssenkrupp Steel Europe AG, Duisburg-Bruckhausen	DE	CSP	50	1,8	1,0	1999
Acciai Speciali, Terni (nehrdzavejúca oceľ)	IT	CSP	60	1,0	1,5	2001
Arvedi	IT	ISP	60	1,2	1,0	1992
Tata Steel, IJmuiden	NL	ISP	70	1,3	0,8	2000
Arvedi	IT	ESP	70	2,3	0,8	2009
Zdroj: [3, EUROFER 2020]						

Odborná literatúra
[3, EUROFER 2020], [14, Hot Rolling Shadow Group 2000], [16, FMP TWG 2018], [28, AT, člen TWG 1999] [57, Worrell a kol. 2010], [58, Brimacombe a kol. 1996], [59, Albedyhl a kol. 1998], [60, www.algoma.com 1998], [61, Kordzadeh, E. 2016], [62, EUROFER 2019], [63, Grobe a kol. 1996].

2.4.2.18 Odlievanie na hotovo pre oceľové profily tvaru „H" s následným valcovaním

Opis
Oceľové profily tvaru „H" sa vyrábajú kombináciou odlievania a valcovania v jednom kroku procesu. Potreba opakovaného ohrevu suroviny pred valcovaním a počet valcovacích prechodov sú znížené.

Technický opis
Odlievanie oceľových profilov tvaru „H" ponúka podobné výhody pri výrobe nosníkov ako odlievanie tenkých brám pri výrobe plochých výrobkov vrátane nižších nákladov na valcovanie, vyššej produktivity a zníženej spotreby energie.
Ďalšia – bežnejšia – forma „odlievania na hotovo" sa používa v oblasti valcovania dlhých výrobkov z konštrukčnej ocele. Namiesto tradičného predvalku s obdĺžnikovým alebo štvorcovým prierezom produkuje zariadenie na kontinuálne odlievanie oceľové profily tvaru „H", „I" alebo dvojitého „T".

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížený energetický vstup pri opakovanom ohreve a valcovaní.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Nie sú známe žiadne negatívne vplyvy na iné zložky.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatňuje sa len na prevádzky susediace s kontinuálnym odlievaním a v rámci obmedzení usporiadania prevádzky a špecifikácií produktu.

Hospodárske vplyvy
Odlievanie oceľových profilov tvaru „H" poskytuje niekoľko ekonomických výhod vrátane znížených nákladov na valcovanie v prípravnom poradí s približne o 30 % nižšími investičnými nákladmi, o 15 % zvýšenou produktivitou,
o 1,5 % vyššou výťažnosťou a o 55 % zníženou spotrebou energie v prípravnej stolici. [64, Hoedl a kol. 2003]

Hnacia sila implementácie
- Zvýšená výťažnosť v zariadení na kontinuálne odlievanie v dôsledku zníženého množstva materiálu na orezanie.
- Zvýšený merný prenos tepla v ohrievacej peci.
- Skrátený čas v procese valcovania, zvýšenie produktivity. [26, Hot Rolling Shadow Group 1999]

Vzorové prevádzky
- Stahlwerke Thueringen (Nemecko). [56, Hendricks a kol. 1998]
- ArcelorMittal Belval/Differdange (Luxembursko).
- ArcelorMittal Olaberria (Španielsko).
- Prevádzky zo zberu údajov: 91 HR, 99 HR2, 108 HR1, 108 HR2, 109 HR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [26, Hot Rolling Shadow Group 1999], [56, Hendricks a kol. 1998], [64, Hoedl a kol. 2003], [65, Klose a kol. 1994].

2.4.2.19 Všeobecné techniky na zvýšenie energetickej efektívnosti ohrevu a techniky rekuperácie tepla zo spalín

Všeobecné techniky, ktoré je potrebné zvážiť pri určovaní BAT, pozri v technikách opísaných v kapitole 8 (oddiely 8.5, 8.5.3 a 8.5.4).

2.4.3 Odstraňovanie okovín

Pozri aj oddiel 2.4.7.8 o technike na zníženie emisií do ovzdušia z odstraňovania okovín.

2.4.3.1 Odstraňovanie okovín rozprašovaním vody spúšťané snímačmi

Opis
Snímače a automatizácia sa používajú na sledovanie polohy suroviny a úpravu objemu vody na odstraňovanie okovín prechádzajúcej cez vodné rozprašovače.

Technický opis
Automatizácia príslušných častí trate a periférnych snímačov umožňuje presné určenie vstupu suroviny do zariadenia na odstraňovanie okovín a jej výstupu z neho a umožňuje operátorovi zodpovedajúcim spôsobom otvárať ventily potrubí tlakovej vody. Výsledkom je, že objem vody možno priebežne prispôsobovať požiadavkám na odstraňovanie okovín.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížená spotreba vody.
- Znížená spotreba energie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne uplatniteľné.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018]

2.4.3.2 Používanie vysokotlakových skladovacích zariadení

Opis
Vysokotlakové zásobníky sa používajú na udržanie tlaku vody na konštantne vysokej úrovni pri súčasnom znížení počtu spustení vysokovýkonných čerpadiel, čím sa znižuje spotreba energie.

Technický opis
Na dočasné ukladanie vysokotlakovej vody a na skrátenie nábehovej fázy vysokovýkonných čerpadiel sa používajú primerane dimenzované vysokotlakové zásobníky. Okrem toho je možné udržať tlak na konštantnej úrovni, keď sa vykonáva niekoľko súčasných procesov odstraňovania okovín. Táto metóda pomáha udržiavať spotrebu energie v rozumných medziach a v prípade niekoľkých procesov odstraňovania okovín súčasne pomáha zabezpečiť optimálne čistenie a vysokú kvalitu produktov vďaka konštantnému tlaku systému.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížená spotreba energie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Všeobecne uplatniteľné v systémoch odstraňovania okovín v prípravnom a hotovnom poradí a valcovniach hrubých plechov.
- Všeobecne uplatniteľné vo valcovniach na valcovanie plochých výrobkov za tepla.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018]

2.4.4 Ohraňovanie

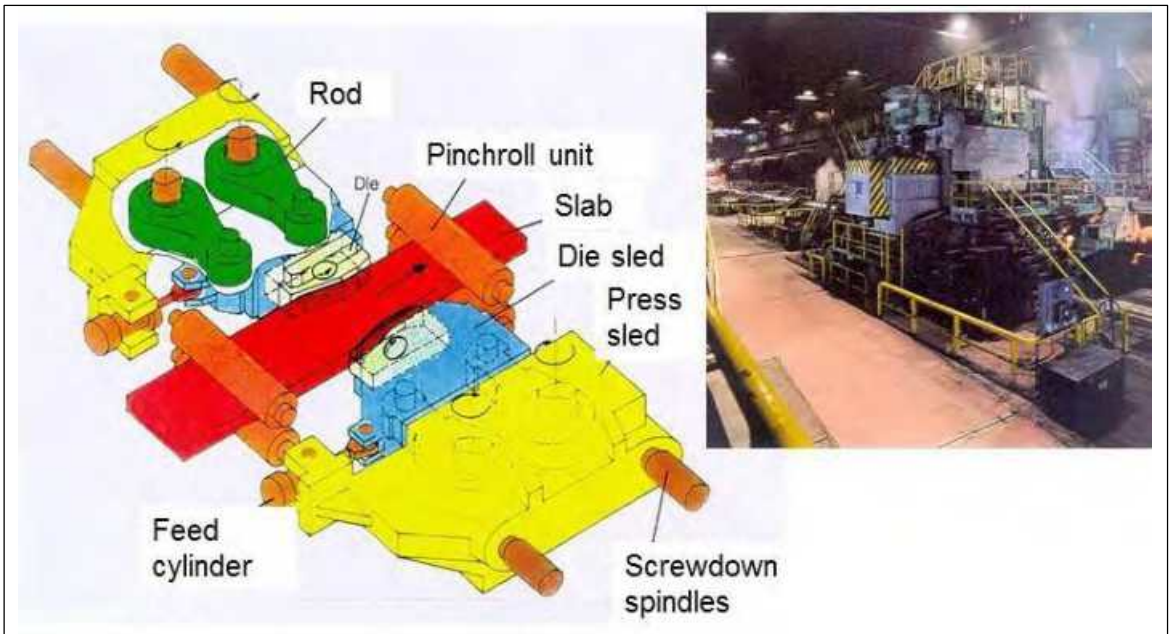
2.4.4.1 Kalibrovací lis

Opis
Použitie kalibrovacieho lisu pred prípravným poradím umožňuje výrazne zvýšiť rýchlosť vsádzania za tepla a vedie k rovnomernejšiemu zmenšeniu šírky na okrajoch aj v strede produktu. Tvar finálnej bramy je takmer obdĺžnikový, čo výrazne znižuje počet valcovacích prechodov potrebných na dosiahnutie špecifikácií výrobku.

Technický opis
Pri konvenčnom vertikálnom valcovaní je redukcia šírky obmedzená na okraje bramy len s malým vplyvom na stred brám. Hrúbka materiálu sa na okrajoch zväčšuje, čím vznikajú prierezy v tvare kosti. Pri horizontálnom valcovaní dochádza k významnému spätnému rozšíreniu (napr. bočnému), čo má za následok nízku efektívnosť redukcie šírky, zvýšené straty odstrihom na prednom a zadnom konci, s významnou odchýlkou šírky pozdĺž bramy.

V kalibrovacom lise pár trapézových nákov stláča bramy v smere šírky. Kontinuálne kalibrovacie lisy v dôsledku kovaného účinku na bramu zvyšujú hrúbku materiálu aj v jej strede. Tvar prierezu je takmer obdĺžnikový a bočné rozširovanie počas horizontálnych valcovacích prechodov je znížené. V jednom prechode takýmto zariadením je možné dosiahnuť maximálne zúženie šírky o 350 mm.

Použitie kalibrovacieho lisu medzi ohrievacími pecami a prípravným poradím umožňuje rozsiahlu redukciu šírky, čím sa minimalizujú straty na odrezoch a odchýlky šírky. Umožňuje sa aj zníženie počtu rôznych šírok brám z kontinuálneho odlievania, čím sa zvyšuje produktivita a podiel vsádzania za tepla. [3, EUROFER 2020]



Zdroj: [3, EUROFER 2020]

Obrázok 2.97: Schéma komponentov a obrázok kalibrovacieho lisu

Pokiaľ ide o sekvencie stláčania, používajú sa dva rôzne systémy: [3, EUROFER 2020]

- režim stop and go, kde sa brama zastaví počas lisovania,
- letmý režim, kde sa brama pohybuje s nákovou pri súčasnom lisovaní; v tomto prípade je rýchlosť prenosu materiálu približne 20 m/min.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Znížená spotreba energie.
- Znížený šrot z orezávania a strihania.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

- Uplatňuje sa len na valcovne pásov za tepla.
- Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.

Hospodárske vplyvy

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie

- Zlepšená výťažnosť.
- Zvýšená produktivita pri výrobe ocele a valcovaní za tepla.

Vzorové prevádzky

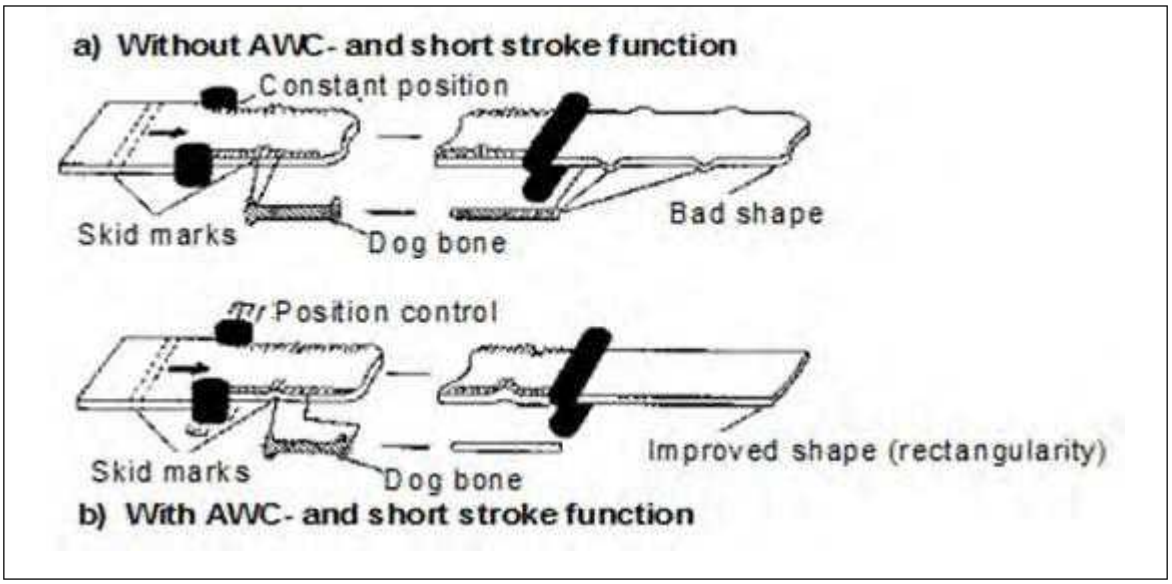
- ArcelorMittal Fos, Thyssenkrupp Steel Europe AG – Duisburg-Beeckerwerth, ArcelorMittal Taranto, Salzgitter Flachstahl.
- Prevádzky zo zberu údajov: 12 HR, 94 HR2, 106 HR, 108 HR1, 127 HR, 178 HR, 193 HR2, 193 HR3.

Odborná literatúra
[3, EUROFER 2020], [4, EUROFER 1998], [16, FMP TWG 2018].

2.4.4.2 Automatická regulácia šírky vrátane regulácie krátkeho zdvihu

Opis
S automatickým riadením šírky a systémom funkcie krátkeho zdvihu je proces ohraňovania podporovaný a riadený počítačovými modelmi, čo vedie k menšiemu počtu chýb finálneho produktu bramy s menšími odchýlkami šírky po celom prenosovom páse a pravouhlým tvarom na koncoch pásu.

Technický opis
Pri konvenčnom ohraňovaní sa šírka bramy redukuje nezávisle od skutočnej šírky a teploty materiálu, čím sa vytvárajú variácie šírky pozdĺž prenosového pásu, najmä pri vysokých redukciách šírky. S pomocou systému automatickej kontroly šírky (AWC) sa proces ohraňovania vykonáva prostredníctvom počítačových modelov. V prípade koncov pásov (hlavu a chvost) sa hodnoty ohraňovania znižujú po definovanej dĺžke, čím sa zabraňuje tvorbe tzv. jazykov na hlave pásu a/alebo rybích chvostov, ktoré sa vyskytujú pri konvenčnom valcovaní (pozri obrázok 2.98).



Obrázok 2.98: Prevádzka systému automatickej regulácie šírky

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížený šrot z orezávania, hlavy a chvosta.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Zvýšená kvalita produktov, zlepšená výťažnosť, preto sa musí recyklovať menej materiálu; spotreba energie a emisie sa znižujú.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Všeobecne uplatniteľné v prípravnom a hotovnom poradí a valcovniach hrubých plechov.
- Všeobecne uplatniteľné vo valcovniach na valcovanie plochých výrobkov za tepla.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zlepšená výťažnosť.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 08 – 09 HR, 11 HR, 37 HR, 38 HR, 56 HR, 88 HR, 94 HR1, 94 HR2, 99 HR1, 103 HR3, 106 HR, 108 HR1, 109 HR, 110 HR1, 110 HR2, 112 HR, 118 HR, 121 HR, 126 HR, 127 HR, 157 HR2, 178 HR, 179 HR, 203 HR, 222 HR, 230 HR, 231 HR, 244 HR, 265 HR, 273 HR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018].

2.4.5 Zdrsňovanie

Pozri aj oddiel 2.4.7.8 o technike na zníženie emisií do ovzdušia zo zdrsňovania.

2.4.5.1 Počítačom podporovaná optimalizácia valcovania

Opis
Úbytok hrúbky je riadené pomocou počítača, aby sa minimalizoval počet valcovacích prechodov.

Technický opis
Použitie počítačov umožňuje nastavenie zníženia hrúbky na jeden prechod. Inými slovami, bramy a predvalky sa redukujú na hrubý pás použitím najnižšieho možného počtu prechodov, a to aj v prípade krátkych prerušení, ktoré vedú k teplotným stratám materiálu.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížená spotreba energie.
- Výstupná teplota pece môže byť znížená.
- Počet valcovacích prechodov je optimalizovaný.
- Zníženie harmoník, čo vedie k zlepšeniu celkovej výťažnosti. [3, EUROFER 2020]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[3, EUROFER 2020], [16, FMP TWG 2018].

2.4.6 Doprava valcovaného materiálu z prípravného poradia do hotovného poradia dokončovacej trate

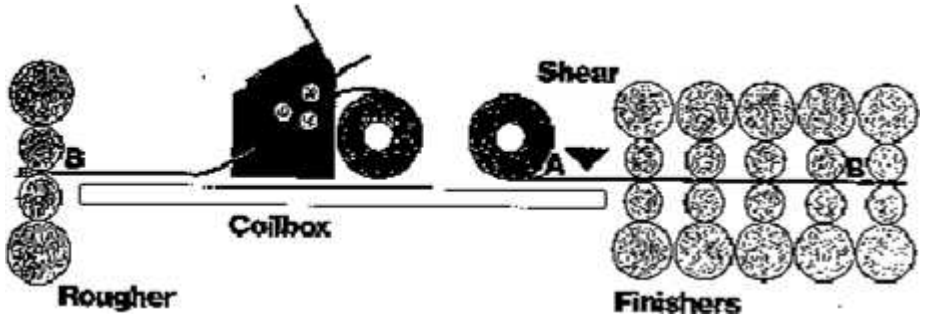
2.4.6.1 Boxy na zvitky

Opis
Izolované boxy sú nainštalované medzi prípravným a hotovným poradím na minimalizáciu tepelných strát suroviny počas procesov navíjania/odvíjania a umožňujú nižšie valcovacie sily vo valcovniach na valcovanie pásov za tepla.

Technický opis
Medziprodukt vyrobený v prípravnej trati (prenosový pás) sa navíja do zvitku bez tŕňa pomocou vhodne usporiadaných, elektricky poháňaných prítlačných/ohýbacích valcov a kolískových valcov. Po dokončení navíjania sa cievka umiestni na odvíjacie zariadenie, odvinie sa a vedie do dokončovacej stolice (pozri obrázok 2.99). Počas procesu odvíjania a dokončovacieho valcovania je navijak voľný a môže prijímať ďalší hrubý pás. Týmto spôsobom sa dá zabrániť vzniku úzkych miest vo výrobnom toku.

Toto zariadenie má tú výhodu, že rozloženie teploty po dĺžke prenosového pásu zostáva konštantné a zaťaženia počas dokončovacieho valcovania sú znížené. Na druhej strane je potrebné zvážiť dodatočnú energetickú náročnosť operácií navíjania. Pri modernizácii existujúcich valcovní sa môže rozšíriť sortiment výrobkov.

V prípade vzniku harmoniky v smere toku výroby môže byť zvinutá tyč zadržaná na dlhšie, než by bolo inak možné. Pri dlhších poruchách valcovne môže byť zvinutý prenosový pás skladovaný v takzvaných peciach na rekuperáciu tepla. Obe opatrenia teda zlepšujú výťažnosť. Boxy na zvitky však môžu mať za následok zvýšený výskyt povrchových chýb.



Zdroj: [4, EUROFER 1998]

Obrázok 2.99: Usporiadanie boxu na zvitky

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížená spotreba energie.
- Potrebná menšia valcovacia sila (teplota v surovine je vyššia a rovnomernejšia).

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
V niektorých prípadoch môže box na zvitky obmedzovať maximálnu produkciu valcovne. [26, Hot Rolling Shadow Group 1999]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zlepšená výťažnosť.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 66 HR, 118 HR, 157 HR2, 179 HR, 230 HR, 244 HR, 265 HR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [26, Hot Rolling Shadow Group 1999].

2.4.6.2 Pece na zhodnocovanie zvitkov

Opis
Pece na regeneráciu zvitkov sa používajú ako doplnok k boxom na zvitky na obnovenie teploty valcovania zvitkov a ich návrat do normálnej sekvencie valcovania v prípade prerušenia valcovne.

Technický opis
Pece na zhodnocovanie zvitkov boli vyvinuté ako doplnok k inštaláciám boxov na zvitky, aby sa v prípade dlhších prerušení valcovania mohli zvitky znovu ohriať na teplotu valcovania a vrátiť do valcovacieho procesu, čo vedie k zlepšeniu výťažnosti. Tepelné straty sú minimalizované a možno pokryť aj prestávky valcovania až do dvoch hodín.

Teplotné modely ohrievania a chladenia určujú správny ohrievací cyklus pre každý zvitok, pričom zohľadňuje teplotný profil zvitku na začiatku ohrievania. Tento profil sa určuje na základe údajov z počítača valcovne o teplote pri zdrsňovacom prechode, čase, ktorý uplynul pred navíjaním a po ňom, ako aj o rozmeroch a druhu tyče. Zvitky ušetrené pomocou rekuperačnej pece sa za tepla vyvalcujú na prvotriedne pásy, ak sa to uskutoční do dvoch hodín. Zvitky držané dlhšie obdobia sa spracúvajú na „nepohľadové produkty". (Pec je možné vybaviť systémom inertného plynu.)

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížená spotreba energie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Všeobecne použiteľné v kombinácii s boxmi na zvitky pri prípravných stoliciach.
- Všeobecne uplatniteľné vo valcovniach na valcovanie plochých výrobkov za tepla.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zlepšená výťažnosť.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 158 HR, 179 HR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018].

2.4.6.3 Ohrev okrajov pásu

Opis
Valčekové prepravné trate vo valcovniach na valcovanie pásov za tepla sú vybavené horákmi na zemný plyn alebo indukčnými ohrievacími zariadeniami na ohrev povrchových hrán brám a na udržiavanie rovnomernej teploty brám.

Technický opis
S cieľom zvýšiť teplotu chladnejších okrajov pásu na úroveň celkovej teploty a dosiahnuť konštantný teplotný profil po celej šírke pásu je valčeková prepravná trať vybavená prídavnými plynovými alebo indukčnými ohrievacími zariadeniami.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížená spotreba energie pri dokončovacom valcovaní.
- Znížené opotrebenie pracovných valcov (menej brúsneho kalu).

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Energia použitá na ohrievanie okrajov.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Všeobecne uplatniteľné na dopravnú valčekovú dráhu medzi prípravným a hotovným poradím.
- Všeobecne uplatniteľné vo valcovniach na valcovanie plochých výrobkov za tepla.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zlepšená výťažnosť.

Vzorové prevádzky
Prevádzka zo zberu údajov: 126 HR.

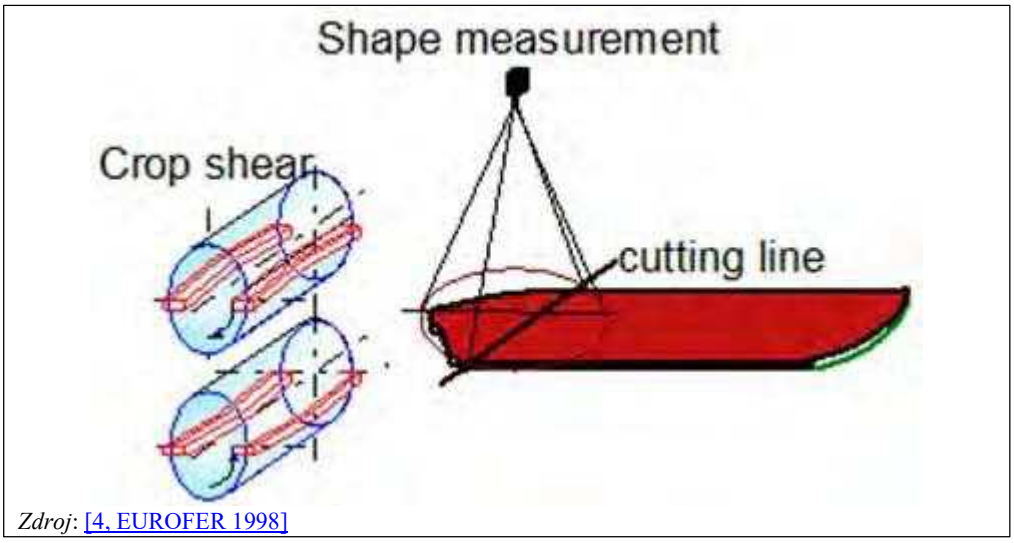
Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018].

2.4.7 Valcovanie

2.4.7.1 Optimalizácia orezávania

Opis
Orezávanie suroviny po zdrsňovaní je riadené systémom merania tvaru (napr. kamerou), aby sa minimalizovalo množstvo odrezaného kovu.

Technický opis
Použitím CCD kamier v kombinácii s meraním šírky po prípravnej trati sa identifikuje skutočný tvar orezania vstupujúceho hrubého pásu. Automatický systém zabezpečuje, že strihacia činnosť nožníc je obmedzená na odstrihávanie materiálov mimo obdĺžnikovej plochy prenosového pásu (pozri obrázok 2.100).



Zdroj: [4, EUROFER 1998]

Obrázok 2.100: Systém optimalizácie orezávania

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie šrotu (hlava a chvost).

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Všeobecne uplatniteľné pri vstupe dokončovacích tratí.
- Všeobecne uplatniteľné vo valcovniach na valcovanie plochých výrobkov za tepla.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zlepšená výťažnosť.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018].

2.4.7.2 Zníženie trenia valcovania

Opis
Oleje na valcovanie sú starostlivo vyberané. Systémy čistého oleja a/alebo emulzie sa používajú na zníženie trenia medzi pracovnými valcami a surovinou a na zabezpečenie minimálnej spotreby oleja. Pri valcovaní za tepla sa to zvyčajne vykonáva v prvých stoliciach hotovného poradia. [3, EUROFER 2020]

Technický opis
Oleje na valcovanie sa privádzajú do valcovacej medzery cez dýzy, aby sa znížilo trenie medzi materiálom a valcom, znížili sa požiadavky na hnací výkon, znížili valcovacie sily a zlepšila kvalita povrchu valcovaného materiálu.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížená spotreba energie vďaka zníženému valcovaciemu zaťaženiu.
- Znížené opotrebenie valcov (najmä v oblastiach okrajov pásu), čo má za následok dlhšiu životnosť pracovných valcov a zníženie brúsneho kalu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Kontaminácia vodného systému olejmi na valcovanie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatňuje sa len na valcovne pásov za tepla.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Vyššia produktivita valcovne.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[3, EUROFER 2020], [16, FMP TWG 2018].

2.4.7.3 Nútené medzistolicové chladenie pásov

Opis
Nútené medzistolicové chladenie pásov pomáha udržiavať požadovanú výstupnú teplotu valcovania po celej dĺžke pásu pomocou vodných rozprašovačov alebo vodných clôn a umožňuje valcovanie pri vyššej rýchlosti, čím zvyšuje produkciu valcovne.

Technický opis
Nútené medzistolicové chladenie pásu vodnými rozprašovačmi alebo vodnými clonami sa používa na umožnenie zrýchlenia dokončovacej trate pri súčasnom dosiahnutí konštantnej dokončovacej teploty.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Tvorba okovín a oxidových výparov je potlačená.
- Znížená miera opotrebovania pracovných valcov v postupných stoliciach a znížený objem brúsneho kalu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Tvorba odpadových vôd.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Všeobecne uplatniteľné medzi dokončovacími stolicami.
- Všeobecne uplatniteľné vo valcovniach na valcovanie plochých výrobkov za tepla.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 08 – 09 HR, 37 HR, 94 HR1, 97 HR, 106 HR, 108 HR1, 110 HR1, 110 HR2, 121 HR, 157 HR2, 178 HR, 179 HR, 193 HR3, 222 HR, 241 HR1, 244 HR, 246 HR2, 249 HR, 265 HR, 273 HR, 300 HR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018].

2.4.7.4 Regulácia napätia pásu medzi stolicami

Opis
Slučkovacie systémy kombinované s počítačovými modelmi sa používajú na presný výpočet napätia pásu medzi dokončovacími stolicami, aby sa zabránilo zúženiu pásu po prevlečení a aby sa znížilo nadmerné orezávanie pásov.

Technický opis
Slučkovače sa bežne používajú na reguláciu napätia pásu medzi dokončovacími stolicami. K dispozícii sú rôzne konštrukcie slučkovačov (hydraulické, s nízkou zotrvačnosťou a meraním napätia). Okrem toho boli vyvinuté takzvané techniky bez slučkovačov, ale ich úspešná prevádzka závisí do veľkej miery od presnosti merania procesných parametrov. Zdokonalené systémy slučkovačov v kombinácii s počítačovými modelmi na výpočet napätia pásu a vhodnou riadiacou elektronikou umožňujú nezávislé riadenie napätia aj výšky slučkovača. Tým sa zabraňuje najmä zúženiu pásu po navliekaní a nestabilnej prevádzke.

Automatické systémy na reguláciu šírky pásu pri výstupe z trate hotovného poradia a/alebo pri vstupe do navijakov (so spätnou väzbou na počítačové modely dokončovacej trate) podporujú systém regulácie ťahu.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zabraňuje sa „zúženiu", čím sa znižujú odrezky počas navliekania a nestabilnej prevádzky.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Všeobecne uplatniteľné v dokončovacích tratiach.
- Všeobecne uplatniteľné vo valcovniach na valcovanie plochých výrobkov za tepla (súčasť automatických systémov valcovní).

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zlepšená výťažnosť.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018].

2.4.7.5 Kontrola profilu pásu a rovinnosti

Opis
Vo valcovniach na valcovanie pásov za tepla a valcovniach na valcovanie hrubých plechov sa profil prierezu a rovinnosť pásu valcovaného za tepla riadia pomocou pokročilých počítačových modelov, aby sa dosiahol požadovaný profil pásu bez prekročenia požadovaných tolerancií rovinnosti.

Technický opis
Profil prierezu a rovinnosť pásu valcovaného za tepla sú dôležité pre následné spracovanie a závisia od viacerých prevádzkových podmienok vrátane postupu valcovania.

Hlavným účelom regulácie profilu a rovinnosti pásov vo valcovniach je dosiahnuť požadovaný profil pásu bez prekročenia požadovaných tolerancií rovinnosti. Pri použití v prípade valcovní na valcovanie za tepla sú systémy regulácie profilu a rovinnosti pásu bežne navrhované na dosiahnutie nasledujúcich cieľov:

- rozsah regulácie vypuklosti pásu približne od 0 µm do 75 µm,
- tolerancie vypuklosti pásu,
- rovinnosť pásu približne 10 I-jednotiek (I-jednotka: $\Delta L/L = 10^{-5}$ m),
- zníženie poklesu okraja.

Na udržanie dobrej rovinnosti pásov vo valcovniach pásov za tepla existujú len určité maximálne zmeny v pomere vypuklosti pásu k hrúbke, ktoré sú možné v jednom valcovacom prechode bez zavedenia nežiaducich porúch rovinnosti pásu, známych ako „pásmo necitlivosti regulácie rovinnosti". Na objektívny výber profilu a rovinnosti pásu sa vyvíjajú rôzne aktuátory:

- systémy ohýbania pracovných valcov a oporných valcov,
- valce s nastaviteľnou vypuklosťou a flexibilným telesom,
- valce s nastaviteľnou vypuklosťou a flexibilným okrajom,
- systémy skríženia valcov,
- systémy axiálneho posuvu s necylindrickými valcami,
- axiálne posúvané cylindrické valce,
- automatická regulácia hrúbky,
- automatická regulácia rovinnosti.

Vo valcovniach na valcovanie za tepla je každá stolica obvykle vybavená systémom ohýbania valcov, ktorý umožňuje buď kladný ohyb, záporný ohyb, alebo oba smery. Ak to nie je dostatočné na dosiahnutie požiadaviek na vypuklosť, stolice môžu byť vybavené dodatočnými aktuátormi, ako sú valce CVC (plynule nastaviteľná vypuklosť), valce UPS, systémy skríženia valcov alebo iné. Počítačový model nastavenia valcovne, niekedy obsahujúci neurónové siete, vypočítava požadované nastavenia aktuátorov profilu a rovinnosti s ohľadom na tepelnú vypuklosť telesa valca na dosiahnutie požadovanej vypuklosti a rovinnosti pásu.

Za valcovacími stolicami sú nainštalované zariadenia na meranie profilu (snímače), ktoré monitorujú skutočnú vypuklosť. Skutočná vypuklosť sa porovnáva s cieľovou a rozdiel sa používa na vytvorenie zmien hlavne v silách ohýbania valcov. Regulačné slučky rovinnosti vedú k takmer konštantnému pomeru vypuklosti pásu k hrúbke. Zariadenia na meranie tvaru sú inštalované buď na konci dokončovacej trate, alebo medzi valcovacími stolicami na monitorovanie skutočnej rovinnosti. Zistené chyby rovinnosti sa opäť používajú na úpravu síl valcového ohýbania.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížený šrot.
- Zlepšenie podmienok valcovania pre výrobky valcované za studena. [3, EUROFER 2020]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Všeobecne uplatniteľné v hotovnom poradí a valcovniach hrubých plechov.
- Všeobecne uplatniteľné vo valcovniach na valcovanie plochých výrobkov za tepla (súčasť riadenia automatických procesov).

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018].

2.4.7.6 Chladenie pracovných valcov

Opis
Rôzne typy vodných rozprašovacích dýz a konfigurácie rozprašovacích hlavíc sa používajú na chladenie pracovných valcov, predchádzanie poškodeniu a trhlinám vo valcoch a zníženie tvorby okovín.

Technický opis
Vo valcovni sa používa široká škála druhov vodných rozprašovacích dýz a konfigurácií rozprašovacích hlavíc na chladenie pracovných valcov. Je to dôležité na zabránenie poškodenia a trhlinám vo valcoch (čo znamená menej brúsnych operácií a tvorby odpadu) a znižuje to tvorbu okovín.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížená tvorba okovín.
- Znížené opotrebenie valcov a znížené množstvo brúsneho kalu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Všeobecne uplatniteľné v prípravnom a hotovnom poradí a valcovniach hrubých plechov.
- Všeobecne uplatniteľné vo valcovniach na valcovanie plochých výrobkov za tepla.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[3, EUROFER 2020], [16, FMP TWG 2018].

2.4.7.7 Automatizácia dokončovacej trate – procesná a základná automatizácia

Opis
Procesné počítače podporované regulačnými slučkami sa používajú na plánovanie výroby a riadenie pecí vo valcovniach, čo umožňuje aktualizácie harmonogramu výroby v reálnom čase v prípade prerušení.

Technický opis
Vysokokvalitné materiály možno vyrábať pomocou procesných počítačov podporovaných vhodnými regulačnými obvodmi (základná automatizácia – úroveň I) na plánovanie výroby a riadenie pecí a prípravného poradia. V prípade krátkych prevádzkových prerušení umožňujú zavedené flexibilné softvérové modely zmeny harmonogramu prechodov až do poslednej chvíle (tesne pred uchopením v prvej stolici).

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížený šrot počas krátkych porúch valcovne.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Všeobecne uplatniteľné v hotovnom poradí.
- Všeobecne uplatniteľné vo valcovniach na valcovanie plochých výrobkov za tepla.

Ekonomika
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zvýšená výťažnosť.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018].

2.4.7.8 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií pri mechanických procesoch a zváraní v kombinácii so spracovaním odpadových plynov

Opis
Emisie z čistenia plameňom, z odstraňovania okovín, zdrsňovania, valcovania, konečnej úpravy, vyrovnávania a zo zvárania sa zachytávajú napríklad pomocou extrakcie poklopu alebo veka. Systémy na znižovanie znečistenia používané na úpravu emisií prachu zahŕňajú textilné filtre, elektrostatické odlučovače a mokré práčky. Na zdrsňovanie a valcovanie, v prípade nízkej úrovne tvorby prachu, napr. pod 100 g/h, sa namiesto toho môžu použiť rozprašovače vody (pozri oddiel 2.4.7.9).

Technický opis
Častice prachu (napr. oxid železa) sa uvoľňujú v procesoch valcovania za tepla ako fugitívne emisie. V závislosti od kategórie spracúvanej ocele môžu tieto častice obsahovať ťažké kovy ako nikel a olovo. Pri valcovaní sa častice vo vzduchu uvoľňujú najmä na výstupnej strane valcovacích stolíc (kde je rýchlosť valcovacích stolíc najvyššia). Vo všeobecnosti sa na účely chladenia a potlačenie fugitívnych emisií prachu používa rozprašovanie vody, ale najmä v prípade nízkej úrovne tvorby prachu (pozri oddiel 2.4.7.9). Efektívnosť rozprašovania vody je nízka a tam, kde sú emisie významné, sa používajú špecializované odsávacie systémy vrátane: odsávacích krytov, odsávacích zákrytov, extrakcie veka alebo odsávacích potrubí. Emisie sa spracúvajú pomocou rôznych druhov systémov na znižovanie znečistenia vrátane rozprašovania vody, Venturiho práčok, mokrého elektrostatického odlučovania alebo iných odsávacích systémov, ako sú pulzné dýzové filtre (suchý typ, rukávové filtre) alebo mokré filtre.

Venturiho práčky
V prípravnom poradí sa prach z valcovania odsáva vysokotlakovou práčkou (30 bar) a odvádza sa do Venturiho práčok. Zozbieraný kal je vedený do okovinového kanála a do vodného okruhu valcovne na valcovanie za tepla. Okoviny z vodného okruhu sa zachytia a môžu sa ďalej spracovať ako surovina v taviarni. [25, EUROFER 2018]

Mokré elektrostatické odlučovače
Prach z valcovní na valcovanie za tepla sa čistí pomocou dvojstupňového mokrého elektrostatického odlučovača. Prvý stupeň spočíva v úprave prašného plynu určeného na čistenie pomocou rozprašovania vody, aby sa nasýtil vodnou parou pred vstupom do druhého stupňa v elektrickom poli, kde dochádza k jeho odlučovaniu. Zachytený prachový kal sa môže ďalej spracovať na použitie ako surovina v taviarni. [25, EUROFER 2018]

Pulzné dýzové filtre (suché alebo textilné filtre)/mokré filtre
Ďalšou možnosťou je inštalácia odsávacieho systému, kde sú medzi valcovacími stolicami (hlavne za poslednými tromi dokončovacími stolicami) nainštalované odsávacie zákryty na zachytávanie prachu a oxidov. Cez sacie potrubia na strane pohonov valcovne sa zmes oxidov a prachu odsáva a vedie do pulzných dýzových filtrov (suchých textilných filtrov) alebo do mokrých filtrov. Oddelený prach a oxidy sa dopravujú do nádob prostredníctvom závitovkových dopravníkov a recyklujú sa v integrovaných oceliarňach.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zníženie emisií prachu.
- Zníženie emisií kovov vrátane ťažkých kovov (napr. nikel a olovo).

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Úrovne emisií prachu menšie ako 5 mg/Nm^3 možno dosiahnuť pomocou Venturiho práčok, ESP alebo textilných filtrov. Venturiho práčky majú typicky efektívnosť separácie 90 – 95 %. Mokré elektrostatické odlučovače majú zvyčajne efektívnosť separácie 99 %. [16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
- Suché systémy spotrebúvajú energiu, ale podobne ako odpadové/rukávové filtre majú tú výhodu, že odstraňujú potrebu získavať oxidy z odpadovej vody a zachytený prach sa môže recyklovať interne. [14, Hot Rolling Shadow Group 2000]
- Spotreba vody a elektriny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Nemusí byť uplatniteľné na zváranie v prípade nízkej úrovne tvorby prachu, napr. pod 50 g/h.
- V prípade zvárania zo zberu údajov vyplynulo, že dve prevádzky uviedli veľmi rozdielne hmotnostné toky prachu (t. j. prevádzka 08 – 09 HR3: 1,8 g/h a 37-HR2: 184 g/h). Vo všeobecnosti sú emisie prachu zo zvárania v HR relatívne nízke (z hľadiska koncentrácií a hmotnostných tokov), ale v niektorých prípadoch sa môžu vyskytnúť významnejšie emisie. Preto sa považovalo za vhodné zahrnúť prahovú hodnotu hmotnostného toku 50 g/h, nad ktorou sa na reguláciu emisií prachu používa odsávanie a znižovanie emisií.
- Textilné filtre nemusia byť uplatniteľné v prípade odpadových plynov s vysokým obsahom vlhkosti.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
- Zníženie emisií prachu.
- Zníženie emisií oxidov železa. [27, Van Roosbroeck 1999]

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[14, Hot Rolling Shadow Group 2000], [16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018], [27, Van Roosbroeck 1999].

2.4.7.9 Použitie rozprašovačov vody v prípade nízkej úrovne tvorby prachu

Opis
Na výstupnej strane každej zdrsňovacej a valcovacej stolice sú inštalované vstrekovacie systémy s rozprašovaním vody, aby sa znížila tvorba prachu. Zvlhčovanie prachových častíc uľahčuje zhlukovanie a usadzovanie prachu. Voda sa zhromažďuje naspodku stolice a upravuje (pozri oddiel 8.9).

Technický opis
Častice potlačené rozprašovaním vody sú odvádzané do žľabov valčekovej dráhy a ďalej na úpravu vody, kde sa zachytávajú v usadzovacích nádržiach a filtroch. Rozprašovanie vody sa môže použiť iba v prípade nízkej úrovne tvorby prachu, napr. pod 100 g/h.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie emisií prachu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Rozprašovanie vody je nainštalované v poslednej dokončovacej stolici. Zariadenie môže napríklad obsahovať šesť dýz v hornej časti a osem dýz v dolnej časti pri každej stolici. Voda sa rozprašuje pri prietoku 22 l/min. a tlaku 8 barov. Celkový prietok vody rozprašovacieho systému je 35 m^3/h.

Tabuľka 2.25: Typické zníženie fugitívnych emisií pomocou rozprašovania vody

Miesto odberu vzoriek Trvanie odberu vzoriek: 3 h	Koncentrácia tuhých častíc	
	bez rozprašovania	s rozprašovaním
Nad hotovným poradím	6,02 mg/Nm^3	2,35 mg/Nm^3
Strecha	2,77 mg/Nm^3	0,63 mg/Nm^3
Zdroj: [27, Van Roosbroeck 1999]		

Systém merania nezodpovedá žiadnej norme, pretože emisie sú viac alebo menej difúzne. Odberové miesta boli zvolené po vyhodnotení zdrojov emisií pochádzajúcich z aspirácie v hale, pretože tam neexistovali žiadne presne definované prúdy plynov.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
- Rozprašovanie vody vedie k vzniku odpadovej vody; oxidy sa musia zhodnocovať z odpadovej vody.
- Spotreba vody a elektriny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Rozprašovanie vody je uplatniteľné iba v prípade nízkej úrovne tvorby prachu, napr. pod 100 g/h.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zníženie emisií prachu.

Vzorové prevádzky
Celkovo viac ako 23 prevádzok HR uviedlo použitie rozprašovania vody (napr. 55 HR, 56 HR, 158 HR3, 238 HR, 246 HR2, 247 HR4).

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [27, Van Roosbroeck 1999].

2.4.7.10 Hydraulické navijaky s krokovým ovládaním

Opis
Hydraulicky ovládané navijaky so systémami krokového ovládania automaticky zdvíhajú ťažné valce pomocou snímačov, keď hlavica pásu prechádza jednotlivými valcami, aby sa znížilo množstvo šrotu z orezávania a zvýšila sa výťažnosť výroby.

Technický opis
Pri konvenčnom navíjaní je pás v kontakte s ťažnými valcami počas najmenej troch otáčok tŕňa a preniká do prekrývajúceho sa vinutia. Tieto časti pásu valcovaného za tepla musia byť odstránené na účely následného spracovania vo valcovni na valcovanie za studena. Hydraulicky ovládané navijaky obsahujúce systémy krokového ovládania automaticky zdvíhajú ťažné valce na príkaz snímačov, keď hlavica pásu prechádza jednotlivými valcami.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Množstvo šrotu z orezávania v nasledujúcich procesoch sa znižuje.
- Zníženie výskytu harmoník na úrovni navijakov. [3, EUROFER 2020]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatňuje sa len na valcovne pásov za tepla.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zvýšená výťažnosť.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 08 – 09 HR, 12 HR, 94 HR1, 97 HR, 106 HR, 110 HR1, 110 HR2, 112 HR, 121 HR, 126 HR, 127 HR, 157 HR2, 158 HR, 179 HR, 222 HR, 244 HR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018].

2.4.7.11 Kontrola tvaru suroviny počas valcovania

Opis
Akékoľvek deformácie suroviny počas valcovania sú monitorované a kontrolované, aby sa zabezpečilo, že valcovaná oceľ má čo najviac pravouhlý tvar, a minimalizovala sa potreba orezávania.

Technický opis
Počas konvenčného valcovania plechov pri zachovaní konštantnej hrúbky plechu počas každého valcovacieho prechodu dochádza k výraznému skresleniu pôdorysného tvaru plechu od skutočného obdĺžnikového tvaru. Pri použití valcovania s riadeným tvarom sa vyrábajú profily s kónickou hrúbkou alebo prierezy v tvare kosti. Na základe meraní (zaťaženie alebo tvar) sa vypočíta miera vzniku koncového zúženia alebo kužeľovitosti a korekčné signály sa posielajú do systému nastavovania valcov. Ovládanie pôdorysného zobrazenia sa používa hlavne ako doplnok k automatickému systému merania. Termín „tvarové valcovanie alebo ovládanie pôdorysného zobrazenia" sa vzťahuje na škálu techník, ktoré využívajú valcovanie plechu s premenlivou hrúbkou počas medziprechodov, čoho výsledkom je výsledný pravouhlý tvar plechu a zníženie množstva odrezkov.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížený šrot.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Všeobecne uplatniteľné vo valcovniach hrubých plechov.
- Vo všeobecnosti použiteľné v nových prevádzkach a s obmedzeniami v existujúcich prevádzkach.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zvýšená výťažnosť.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 08 – 09 HR, 56 HR, 94 HR2, 157 HR1, 172 HR, 243 HR, 298 HR, 175 HR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018].

2.4.7.12 Priebežné tepelné spracovanie (zrýchlené chladenie)

Opis
Priebežné tepelné spracovanie so zrýchleným chladením umožňuje výrobu oceľových valcovaných výrobkov s požadovanou štruktúrou materiálu a mechanickými vlastnosťami bez potreby dodatočných krokov opakovaného ohrevu na dosiahnutie špecifikácií.

Technický opis
Priebežné tepelné spracovanie valcovaných materiálov so zrýchleným ochladzovaním sa používa v prevádzkach na valcovanie za tepla na dosiahnutie požadovanej štruktúry materiálu a mechanických vlastností bez potreby opakovaného ohrevu. Tepelné spracovanie poskytuje účinný spôsob manipulácie s vlastnosťami ocele za predpokladu, že rýchlosť ochladzovania oceľového výrobku je presne kontrolovaná. Rýchlosť chladenia je

definovaná súčiniteľom prestupu tepla. Dobrá regulovateľnosť súčiniteľa prestupu tepla sa dá dosiahnuť použitím buď vzduchovo-vodných, alebo vodných dýz. Takto priebežné tepelné spracovanie s pomocou rozprašovacích dýz umožňuje výrobný proces, ktorý môže zlepšiť výkonnosť produktu zvýšením pevnosti, tvrdosti a ďalších žiaducich charakteristík ocele, pričom znižuje celkovú spotrebu energie valcovne na valcovanie za tepla. [66, Hnizdil a kol. 2018], [67, Kotrbacek a kol. 2006]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížená spotreba energie a emisie z následných pecí na tepelné spracovanie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Uplatniteľné najmä vo valcovniach hrubých plechov.
- Vo všeobecnosti použiteľné v nových prevádzkach a s obmedzeniami v existujúcich prevádzkach.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [66, Hnizdil a kol. 2018], [67, Kotrbacek a kol. 2006].

2.4.7.13 Termomechanická valcovacia operácia

Opis
Termomechanické valcovanie umožňuje výrobu oceľových brám s veľmi vysokou pevnosťou a húževnatosťou bez potreby dodatočných tepelných úprav, čo vedie k celkovému zníženiu spotreby energie vo valcovni.

Technický opis
Pri „termomechanickom valcovaní" sa ovplyvňujú vlastnosti valcovaných plechov alebo profilov za tepla, aby sa znížila potreba následného tepelného spracovania. Bramy alebo predvalky/oceľové profily tvaru „H" z ohrievacej pece sa valcujú na medzihrúbku, nasleduje prestávka (počas ktorej sa môže aplikovať vodný postrek) na ochladenie na požadovanú teplotu a potom sa finálne valcujú. Termomechanické valcovanie vedie k tomu, že brama dosahuje jemnozrnnú mikroštruktúru. Táto technika poskytuje veľmi vysokú pevnosť a veľmi dobrú húževnatosť výrobku z plochej ocele s použitím menšieho množstva legujúcich prísad a so zníženou potrebou alebo bez potreby následných tepelných úprav, ako je normalizačné žíhanie. Okrem toho termomechanicky valcované ocele vykazujú oveľa lepšiu zvárateľnosť ako normalizovaná oceľ.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížená spotreba energie.
- Zníženie emisií z tepelného spracovania.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Týka sa hlavne valcovní plechov a profilov.
- Všeobecne použiteľné za predpokladu dostatočného valcovacieho výkonu. [26, Hot Rolling Shadow Group 1999]

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 08 – 09 HR, 16 HR, 56 HR, 91 HR, 94 HR2, 99 HR2, 106 HR, 108 HR1, 109 HR, 110 HR1, 110 HR2, 121 HR, 127 HR, 152 HR, 157 HR1, 157 HR2, 172 HR, 196 HR, 222 HR, 241 HR1, 243 HR, 244 HR, 288 HR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [26, Hot Rolling Shadow Group 1999].

2.4.7.14 Trojvalcová stolica

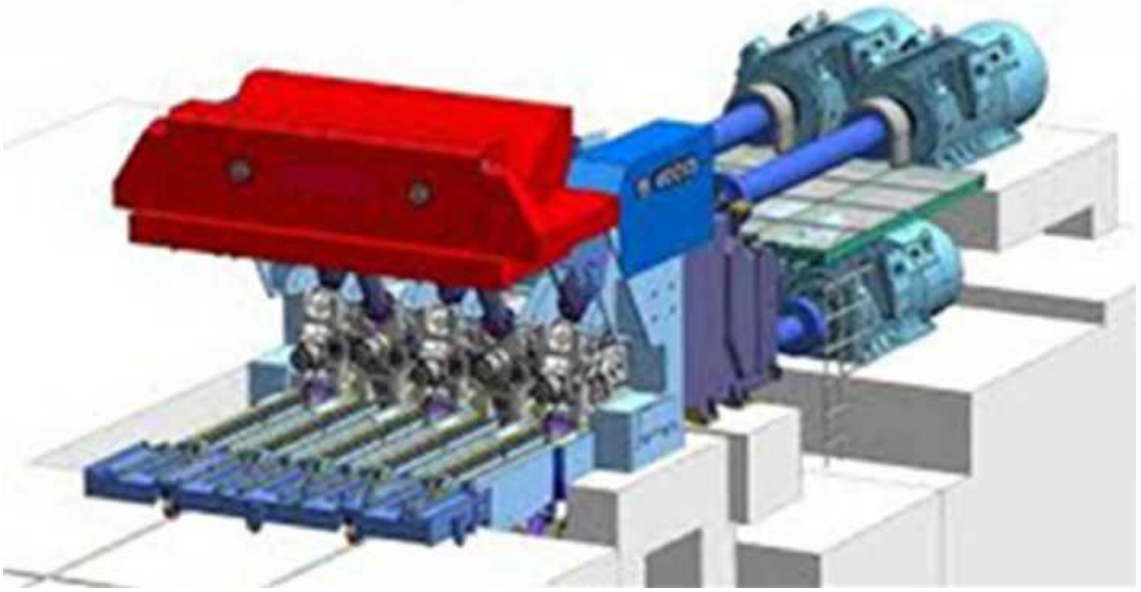
Opis
Trojvalcová stolica zvyšuje redukciu prierezu na jeden prechod, čo vedie k celkovému zníženiu počtu valcovacích prechodov potrebných na výrobu drôtov a tyčí.

Technický opis
Trojvalcová stolica je dokončovacia valcovňa vhodná na použitie vo valcovaniach drôtu a tyčí. Skladá sa z valcovacej stolice obsahujúcej tri valce a pridružené vodiace zariadenia s nastaviteľnými polohami, ktoré umožňujú valcovanie výrobkov s veľmi presnými rozmerovými toleranciami a na akýkoľvek požadovaný konečný rozmer v rámci špecifikovaného rozsahu rozmerov. V porovnaní s konvenčnými medzioperačnými valcovacími stolicami trojvalcová technika zvyšuje výrobnú flexibilitu a produktivitu prevádzky a zároveň znižuje spotrebu energie a mazív.

V konvenčných valcovacích tratiach je tolerancia hotového výrobku ovplyvnená najmä zmenami v priereze vstupného materiálu vstupujúceho do dokončovacej časti valcovne. Trojvalcová stolica na výrobu valcovaných drôtov a tyčí umožňuje valcovanie bez skrútenia kvalitných ocelí, špeciálnych druhov, superzliatin, spekaných materiálov, ako aj neželezných kovov a ich zliatin, vo veľmi kompaktných blokoch. Okrem toho trojvalcová stolica znižuje rozšírenie počas deformácie. V dôsledku toho sa zlepšuje homogenita deformácie počas valcovania.

Trojvalcová stolica je vybavená systémom rýchlej výmeny stolíc a pokročilým zariadením na výmenu a nastavovanie valcov v dielni valcov, čo umožňuje mimoriadne rýchle výmeny stolíc a valcov. Poskytuje aj možnosť prechodu na akúkoľvek veľkosť a z nej v uvedenom rozsahu rozmerov hotových tyčí (valcovanie bez určeného poradia). V dôsledku toho sa výrazne zlepšuje výrobná flexibilita prevádzky a zvyšuje sa produktivita s vysokými ziskami vo výťažnosti a výkone. A napokon trojvalcová stolica umožňuje valcovanie pri nižších teplotách než v konvenčnom hotovnom poradí, čo vedie k výrazným úsporám energie. [68, Ammerling a kol. 2005]

Na obrázku 2.101 sa uvádza schéma trojvalcovej stolice.



Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Obrázok 2.101: Schéma trojvalcovej stolice

Komerčne sú dostupné viaceré verzie technológií trojvalcových stolíc vrátane týchto:

- Trojvalcový redukčný a kalibrovací blok
  Dokončovací blok pre tyče a/alebo preddokončovací blok pre valcovaný drôt s priemerom v rozpätí 5,0 – 160,0 mm, ako aj pre zodpovedajúce šesťhranné rozmery.
- Trojvalcový preddokončovací blok
  Na kalibráciu vstupného prierezu pre dokončovací blok valcovaného drôtu s priemerom v rozpätí 5,0 – 30,0 mm, ako aj pre zodpovedajúce rozmery šesťhranných profilov.
- Trojvalcový redukčný blok
  V prípravnom a strednom poradí valcovní na valcovanie drôtu a tyčí na výrobu medzirozmerov s priemerom v rozpätí 12,0 – 160,0 mm, ako aj zodpovedajúcich rozmerov šesťhranných profilov.
- Trojvalcový dokončovací blok pre valcovaný drôt
  Dokončovací blok vo valcovniach na valcovanie drôtov pre finálne rozmery s priemerom v rozpätí 5,0–
  23,0 mm, ako aj pre zodpovedajúce rozmery šesťhranných profilov.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Znížená spotreba oleja vďaka nižším teplotám valcovania a rýchlym výmenám stolíc.
- Znížená spotreba energie v dôsledku znížených teplôt počas valcovania.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Uvádzalo sa, že inštalácia trojvalcovej stolice v konvenčnej valcovni tyčí viedla k zvýšeniu produktivity o 14,9 % (produktivita je vyjadrená v tonách/prevádzkových hodinách). Podobne sa v konvenčných valcovniach na valcovanie drôtu a tyčí uvádzajú nárasty produktivity od 14,4 % do 16,1 %. Inštalácia trojvalcovej stolice takisto výrazne znižuje spotrebu oleja (napr. približne 20 % a 80 % pokles spotreby mazacích a hydraulických olejov, v uvedenom poradí, v porovnaní s konvenčnými valcovňami na valcovanie drôtu a tyčí). [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
- Ekonomické výhody vďaka zníženým prestojom pri zmenách rozmerov a druhov (rýchla výmena stolíc a valcov).
- Ekonomické výhody vďaka zvýšenej rýchlosti valcovania a výkonu.
- Inštalácia trojvalcovej stolice v konvenčnej valcovni zvyšuje valcovaciu rýchlosť a produktivitu približne o 20 %, čím sa zabezpečuje rýchla návratnosť relatívne vysokých počiatočných investičných nákladov. [69, Seki a kol. 2007]

Hnacia sila implementácie
- Znížené náklady vďaka minimalizácii prestojov a zvýšenej produktivite presunutím všetkých operácií, ktoré prerušujú výrobu, z valcovacej linky do dielne valcov. [68, Ammerling a kol. 2005]
- Zvýšená flexibilita v rámci medzivalcovne s možnosťou valcovania rôznych finálnych rozmerov v akomkoľvek čase.
- Použitie trojvalcovej stolice vedie k veľmi rovnomernému tvarovaniu, s menším rozširovaním a väčším predlžovaním počas procesu valcovania.

Vzorové prevádzky
Celkovo bolo 93 prevádzok po celom svete bolo v rokoch 1977 až 2018 vybavených trojvalcovou stolicou. Niektorými európskymi prevádzkami vybavenými touto technológiou sú:

- Acciaierie Valbruna, Bolzano – Taliansko,
- Liberty Speciality Steels, Rotherham – Spojené kráľovstvo,
- Ascometal, Hagondange – Francúzsko,
- Saarstahl, Neunkirchen & Nauweiler & Völklingen – Nemecko,
- BGH Edelstahl, Freital – Nemecko,
- Rodaccia, Miláno – Taliansko,
- Acciaierie Bertoli Safu, Pozzuolo del Fruili – Taliansko,
- ArcelorMittal Steel, Gandrange – Francúzsko.

Odborná literatúra
[31, EUROFER 10-7-18 2018], [68, Ammerling a kol. 2005], [69, Seki a kol. 2007].

2.4.8 Chladiace linky

2.4.8.1 Optimalizované vodné čerpadlá pre laminárne toky

Opis
Vo valcovni na valcovanie pásov za tepla sú nainštalované optimalizované systémy riadenia prietoku chladiacej vody, ktoré presne regulujú množstvo chladiacej vody dodávanej do čerpacej stanice laminárneho chladenia, aby sa valcované pásy ochladili pri súčasnej optimalizácii spotreby vody a energie.

Technický opis
Vo valcovniach na valcovanie pásov za tepla rad čerpadiel privádza chladiacu vodu do čerpacej stanice laminárneho chladenia, ktorá sa používa na zabezpečenie nepretržitého prúdu vody na chladenie valcovaných pásov. Systém regulácie prietoku chladiacej vody sa skladá z čerpadiel vybavených elektrickými motormi na nasávanie a výtlak vody (so servopohonom alebo s premenlivými otáčkami) a z vodovodného potrubia na prívod vody k valcovanému pásu. Pás sa chladí prúdom vody dodávaným zhora aj zdola v automatickom režime, podľa chladiacich stratégií pre špecifické technologické kódy, na teplotu navíjania alebo v závislosti od hrúbky pásu valcovaného za tepla. Vo všeobecnosti je množstvo vody potrebné na chladenie kontrolované a mení sa v závislosti od požadovanej výstupnej teploty pásu. [70, EUROFER 31-5-17 2017]

Na optimalizáciu chladenia pásu sú vyvinuté dva hlavné systémy:

- optimalizované riadenie prietoku ventilov so servopohonom a konvenčné pohony pre elektromotory,
- optimalizované riadenie prietoku čerpadiel s elektromotormi: pohon s premenlivými otáčkami (pomocou frekvenčného meniča) a konvenčné ventily s riadením zapnuté/vypnuté. Je dôležité poznamenať, že pri technológii pohonu s premenlivými otáčkami je potrebná zložitejšia údržba ako pri optimalizovanej technológii regulačných ventilov. S cieľom zabezpečiť rovnomerné chladenie pásu sú za každou chladiacou časťou nainštalované bočné vodné ostreky na odstránenie chladiacej vody z pásu. [70, EUROFER 31-5-17 2017]

Tieto optimalizované systémy riadenia prietoku umožňujú výtlak presného množstva chladiacej vody potrebnej na chladenie valcovaných pásov na správnu teplotu, čím sa znižuje spotreba vody a náklady na energiu súvisiace s čerpaním vody.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížená spotreba energie a chladiacej vody. [70, EUROFER 31-5-17 2017]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 37 HR, 38 HR, 97 HR, 103 HR3, 106 HR, 110 HR1, 110 HR2, 118 HR, 127 HR, 158 HR, 178 HR, 205 HR, 222 HR, 244 HR, 265 HR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [70, EUROFER 31-5-17 2017].

2.4.9 Morenie a olejovanie ocele valcovanej za tepla (HRPO)

Pokiaľ ide o techniky, ktoré treba zvážiť pri určovaní BAT, pozri techniky uplatňované pri valcovaní za studena (oddiel 3.4.1) a všeobecné techniky uvedené v kapitole 8 (oddiely 8.8.4 a 8.8.7).

2.4.10 Dielňa valcov

2.4.10.1 Recyklácia opotrebovaných pracovných valcov a úprava brúsneho kalu

Opis
Opotrebované pracovné valce, ktoré nie sú vhodné na tvarovanie, sa recyklujú na výrobu železa a ocele alebo sa vracajú výrobcovi na prepracovanie. Úprava brúsneho kalu sa vykonáva magnetickou separáciou na zhodnotenie kovových častíc a recykláciu kovov, napr. na výrobu železa a ocele.

Technický opis
Kondiciovanie pracovných a oporných valcov používaných v hotovnom a prípravnom poradí sa vykonáva v dielni valcovni, kde sa uplatňujú správne prevádzkové postupy na používanie rozpúšťadiel a nakladanie s rezíduami (napr. recyklácia alebo likvidácia). V dielni valcov sa pracovné valce chladia a rekondicionujú pomocou rôznych čistiacich techník na odstránenie usadenín a mazív. Typické čistiace techniky sú čistenie parou, použitím alkalických roztokov alebo organických rozpúšťadiel na odmastenie. Na všetky tieto operácie sa uplatňujú dobré prevádzkové postupy týkajúce sa týchto činností:

Použitie rozpúšťadiel
- Pokiaľ je to technicky prijateľné pre požadovaný stupeň čistoty, malo by sa použiť odmasťovanie na vodnej báze.
- Ak sa používajú organické rozpúšťadlá, prednosť by sa mala dať nechlórovaným rozpúšťadlám.

Nakladanie s odpadmi a rezíduami
- Mazivo odstránené z čapov valcov sa zachytáva a správne zneškodňuje (napr. spaľovaním).
- Brúsny kal sa spracúva magnetickým odlučovaním na zhodnotenie kovových častíc, ktoré sa recyklujú do procesu výroby ocele.
- Oceľové a železné odrezky sa recyklujú späť do procesu výroby ocele.
- Opotrebované valce, ktoré nie sú vhodné na ďalšie rekondicionovanie, sa recyklujú na výrobu železa a ocele alebo sa vracajú výrobcovi na prepracovanie.
- Chladiace kvapaliny a rezné emulzie sa upravujú tak, aby sa oddelil oleja od vody. Olejové rezíduá sa likvidujú správnym spôsobom (napr. spálením).
- Výtoky odpadových vôd z chladenia a odmasťovania, ako aj z oddeľovania emulzií, sa zhodnocujú v čistiarni odpadových vôd valcovne na valcovanie za tepla.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie celkového vplyvu na životné prostredie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne použiteľné v dielňach valcov.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018].

2.4.11 Úprava vody a produkcia odpadových vôd

2.4.11.1 Polouzavreté a uzavreté vodné okruhy

Opis
Polouzavreté a uzavreté vodné okruhy sa používajú vo valcovaniach na valcovanie za tepla s cieľom opakovaného použitia procesnej a chladiacej vody po úprave a minimalizovania spotreby vody.

Technický opis
Technický popis polouzavretých a uzavretých vodných okruhov s čo najnižším vypúšťaním je uvedený v oddiele 2.2.17.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zníženie odpadových vôd a vypúšťania znečisťujúcich látok.
- Zníženie spotreby vody.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
- Zvýšená spotreba energie a spotreba chemikálií.
- Tvorba odpadu (kalu).

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
V niektorých prípadoch nie je možné modernizovať existujúce prevádzky z „mokrých valcovní" (prietokových) na valcovne vybavené polouzavretými alebo uzavretými vodnými okruhmi z dôvodu nedostatočného priestoru na inštaláciu čistiarne odpadových vôd.

Hospodárske vplyvy
Investičné náklady do veľkej miery závisia od faktorov, akými sú existujúca infraštruktúra, kvalita sekundárnej chladiacej vody alebo miestne klimatické podmienky. [25, EUROFER 2018]

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Široko používané.
Polouzavreté: Neboli poskytnuté žiadne informácie.
Uzavreté: ArcelorMittal Bremen, U.S. Steel Košice

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018].

2.4.11.2 Úprava a opakované využitie procesnej vody obsahujúcej okoviny a olej pri valcovaní za tepla

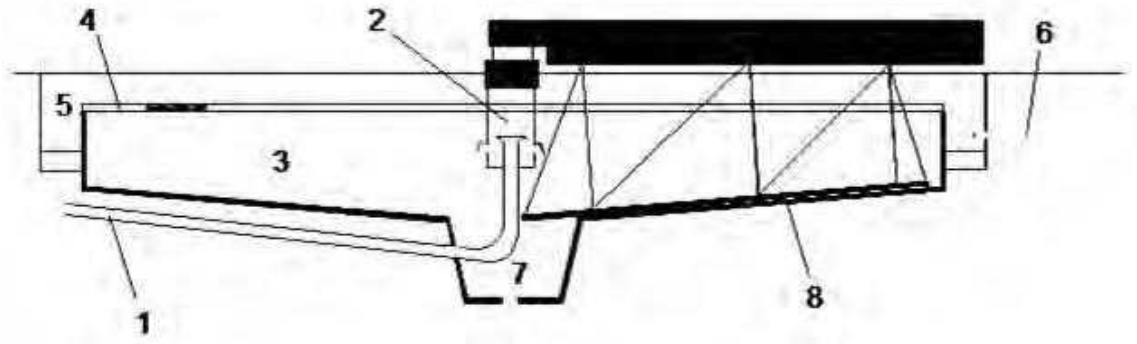
Opis
Odpadová voda s obsahom oleja a okovín z valcovní za tepla sa upravuje samostatne pomocou rôznych čistiacich krokov vrátane jám na okoviny, usadzovacích nádrží, cyklónov a filtrácie na oddelenie oleja a okovín. Veľká časť upravenej vody sa opakovane používa v procese.

Technický opis
Odpadová voda obsahujúca okoviny a olej z valcovania za tepla (a často aj z kontinuálneho odlievania) sa upravuje pomocou rôznych čistiacich krokov, napríklad jám na okoviny, usadzovacích nádrží, cyklónov, filtrácie atď., čím vznikajú relatívne zložité systémy čistenia odpadových vôd. Prvým krokom je zvyčajne jama na okoviny na odstránenie hrubých okovín sedimentáciou. Nasleduje niekoľko sekundárnych alebo jemných

čistiacich krokov zameraných na oddelenie a odstránenie oleja a zvyšných okovín. Upravená voda sa recirkuluje do rôznych procesov a opakovane používa, pričom miera recyklácie môže presiahnuť 95 %.
Keďže existujú početné možnosti kombinácie jednotlivých krokov čistenia, spracovanie procesných vôd obsahujúcich okoviny a olej a dosiahnuteľné emisné úrovne sú opísané prostredníctvom príkladov systémov úpravy vody implementovaných vo valcovniach na valcovanie za tepla.

Vo väčšine prípadov sa hrubé okoviny zachytávajú v blízkosti miesta ich vzniku pomocou **jám na okoviny**, malých gravitačných odlučovačov, aby sa zabránilo poškodeniu zariadení, napr. ak je potrebné preniesť vodu s okovinami pomocou čerpadiel. Jamy na okoviny môžu znížiť obsah nerozpustných látok v odpadovej vode (zaťaženie 20 – 40 $m^3/(m^2h)$) z 200 – 800 mg/l na 60 – 100 mg/l. Výhodou decentralizovaného zachytávania okovín je, že v oplachových žľaboch nedochádza k sedimentácii a korózia je menšia.
Pri ďalšom hrubom čistení (medzičistení) sa voda zvyčajne fyzikálne upravuje v usadzovacích nádržiach na oddelenie hrubých okovín a uhľovodíkov. K dispozícii sú rôzne konštrukcie, napr. **usadzovacie nádrže** s vertikálnym a horizontálnym prietokom. Na obrázku 2.102 a 2.103 sú znázornené príklady gravitačných odlučovačov.

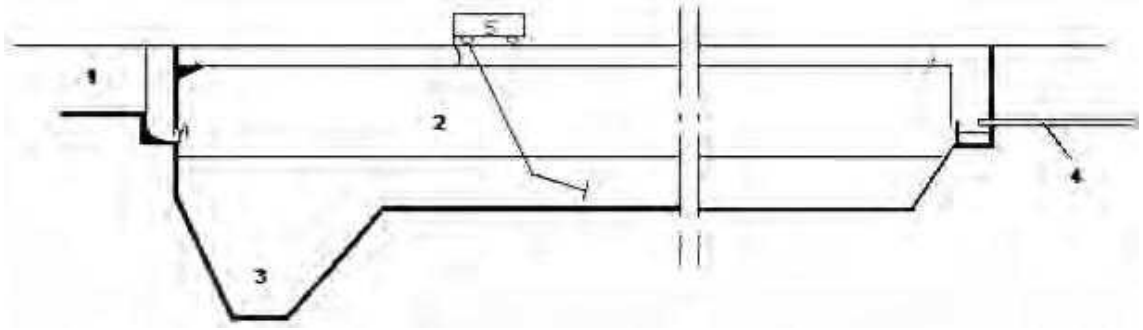
Základným princípom týchto odlučovačov je, že hrubé častice sa usadzujú na dne nádrže pôsobením gravitácie, zatiaľ čo hlavná časť oleja rozptýleného vo vode stúpa na povrch. Voda sa vypúšťa cez výpust vybavený vpredu ponorenou bariérou, ktorá zabraňuje tomu, aby sa olej plávajúci na povrchu vypúšťal spolu s prečistenou vodou. Usadené sedimenty sú zvyčajne dopravované stieračmi do odpadovej nádrže, odkiaľ môžu byť odstránené bagrami alebo čerpadlami.



1 Prívod odpadovej vody
2 Rozdeľovací valec
3 Nádrž
5 Zberné potrubie vyčistenej vody
6 Výpust vyčistenej vody
7 Kalová nádrž
8 Dnový stierač
(sacie potrubia na odstraňovanie kalu nie sú

Zdroj: [10, Rentz a kol. 1998]

Obrázok 2.102: Kruhová usadzovacia nádrž (zvislá)



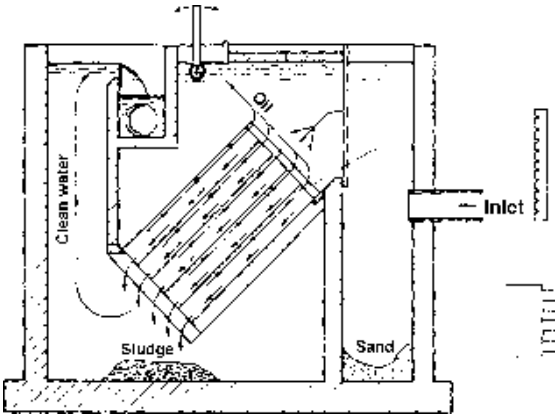
1 Prívod odpadovej vody
2 Užitočný usadzovací priestor
3 Kalová nádrž
4 Výpust vyčistenej vody
Zdroj: [10, Rentz a kol. 1998]

Obrázok 2.103: Horizontálna usadzovacia nádrž

Dosiahnuteľné zníženie závisí od veľkosti nádrže, rozdelenia veľkosti častíc, pridania flokulačných činidiel a obsahu oleja. Usadzovacie nádrže môžu znížiť nerozpustné látky zo 40 – 80 mg/l na 20 – 35 mg/l (zaťaženie 4 – 15 $m^3/(m^2h)$).

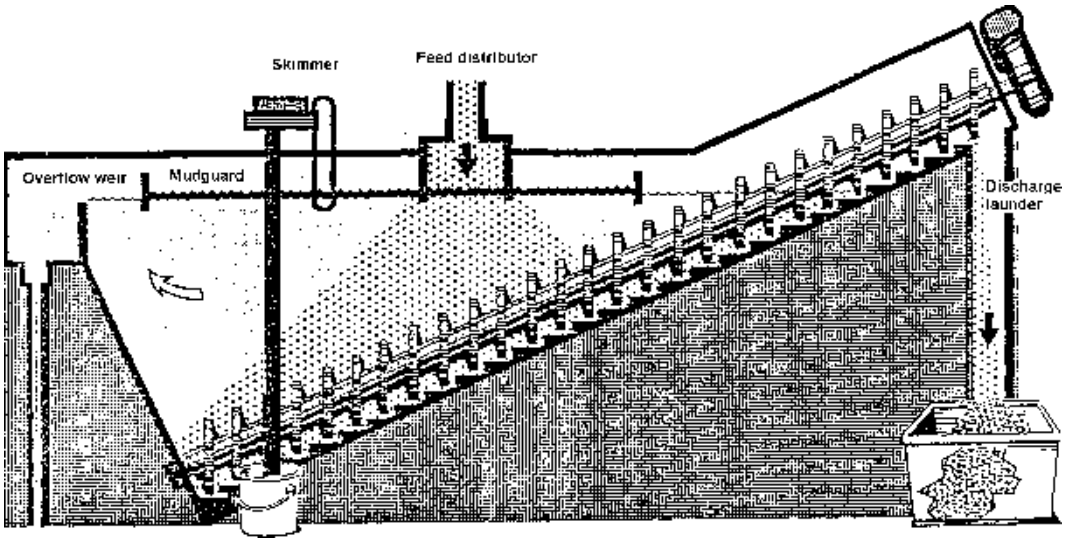
Ďalšími druhmi gravitačných odlučovačov sú **skrutkový čírič (alebo skrutkový odvodňovač)** a **lamelový odlučovač.** V porovnaní s usadzovacími nádržami majú kompaktnejšiu konštrukciu. V lamelových odlučovačoch (obrázok 2.104) sa privádzaná voda vedie cez sústavu naklonených dosiek (lamiel). Vzdialenosť usadzovania je oveľa kratšia. Usadeniny sú gravitáciou tlačené pozdĺž dosiek nadol, zatiaľ čo oleje sa pohybujú nahor po spodnej strane dosiek a môžu byť zachytené zberacími mechanizmami. Prečistená voda sa vypúšťa cez výpust, ktorý je od nádrže oddelený ponorenou bariérou. Sediment sa vypúšťa z dna
napr. pomocou skrutky, ktorá je tiež oddelená od hlavnej nádrže ponorenou bariérou.

Skrutkové číriče (pozri obrázok 2.105) sú v podstate usadzovacie nádrže so šikmým dnom. Tuhé látky usadzujúce sa gravitáciou sú transportované von z odlučovača pomocou rotujúcej skrutky, čiastočne ponorenej v sedimente.



Zdroj: [71, Fichtner 1994]

Obrázok 2.104: Schéma lamelového odlučovača



Zdroj: [72, Schwandtner 1990]

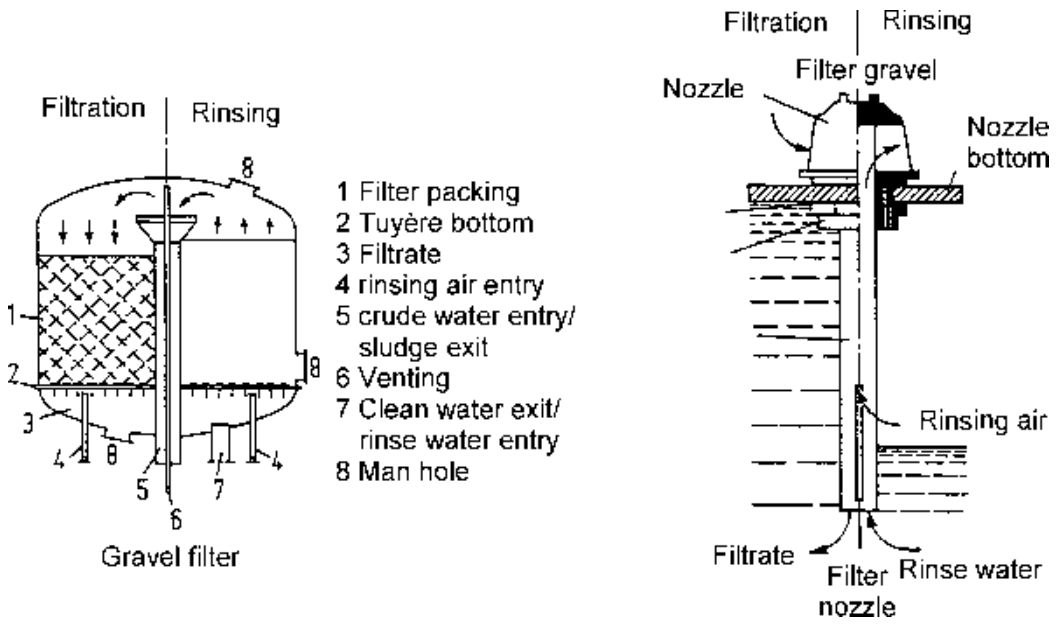
Obrázok 2.105: Skrutkový čírič

V **odstredivých odlučovačoch** sú častice okovín pritláčané prúdením k stene. Na stene odlučovacej komory častice okovín pomaly kĺžu nadol do zbernej komory. Keď je zberná komora plná, automaticky sa spustí vymývanie. Nevýhodou tejto metódy je skutočnosť, že odlúčenie oleja nie je možné.
Olej plávajúci na vodnej hladine sa odstraňuje **olejovými zberačmi.** Olej priľne k nekonečnému pásu alebo hadici, ktorá je ponorená v nádobe. Spolu s týmto pásom alebo hadicou sa olej prenáša do lievika mimo nádrže, kde sa z pásu stiahne. Namiesto nekonečného pásu možno použiť aj koleso.
Jemné čistenie sa môže vykonávať v **štrkovom** alebo **pieskovom filtri** (obrázok 2.106). Voda preteká cez filtračné médium zhora nadol. Takto sa zachytávajú veľké množstvá okovín, kalu a oleja. V závislosti od čistiaceho systému môžu tieto filtre odstrániť všetky častice unášané vodou až do veľkosti zrna 1 mikrón. Vyčistená, ale stále tepelne zaťažená, voda je ochladzovaná v chladiacich vežiach, aby sa dosiahla správna teplota na recirkuláciu. Štrkové a pieskové filtre musia byť čistené, aby sa odstránili častice a uhľovodíky. Filtre sa spätne preplachujú po uplynutí stanoveného času alebo po dosiahnutí definovaného odporu filtra. Spätné preplachovanie sa vykonáva vodou alebo vzduchom. Požadovaný objem vody na spätný preplach predstavuje približne 1 – 3 % vyčistenej vody.

Niektoré pieskové filtre sa prevádzkujú s kontinuálnym spätným preplachom. Tu voda preteká cez filtračné médium zdola nahor. Piesok sa nepretržite prepravuje nahor a neustále premýva. Prečistený piesok padá na vrch čistého pieskového lôžka.

Voda zo spätného preplachu je zvyčajne vysokokontaminovaná a buď sa čistí v predčistiacich jednotkách, v prípade potreby s pridaním flokulantov; alebo oddelene v špeciálnych jednotkách na úpravu kalu.

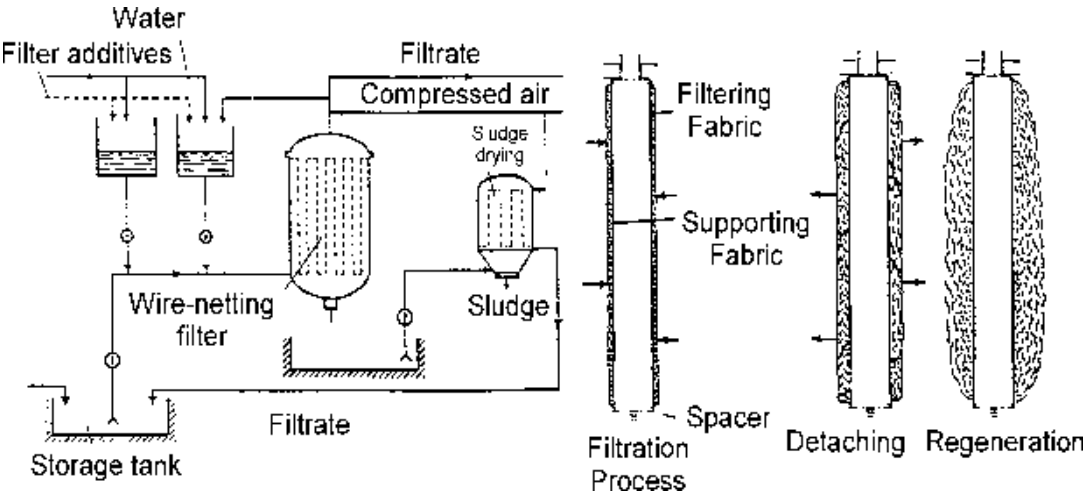
Na **úpravu spätne preplachovanej vody** z pieskových filtrov sa voda zahusťuje v zahusťovači pridaním flokulantov a použitím techník sedimentácie. Pridaný flokulant sa mieša s vodou zo spätného preplachu v predreakčnej komore. V centrálnej komore sa kal usadzuje. Prečistená voda sa vypúšťa cez vrúbkovaný prepad a vracia sa do systému pieskového filtra. Pomocou stierača sa kal prepravuje do kalového žľabu, kde sa vypúšťa.
Ak vznikajúci kal obsahuje príliš veľa vody, na ďalšie odvodnenie možno použiť lis. Takýto lis môže byť navrhnutý ako komorový filtračný lis, membránový filtračný lis alebo odstredivka s plným bubnom. Prefiltrovaná voda sa recirkuluje do zahusťovača. [4, EUROFER 1998]



Zdroj: [73, Theobald 1997]

Obrázok 2.106: Príklad štrkovej filtrácie s detailným zobrazením spätného preplachovania

Ďalšou možnosťou jemného čistenia predčistenej odpadovej vody sú filtre, ktoré pozostávajú z valcových filtračných vložiek z drôteného pletiva (pozri obrázok 2.107).



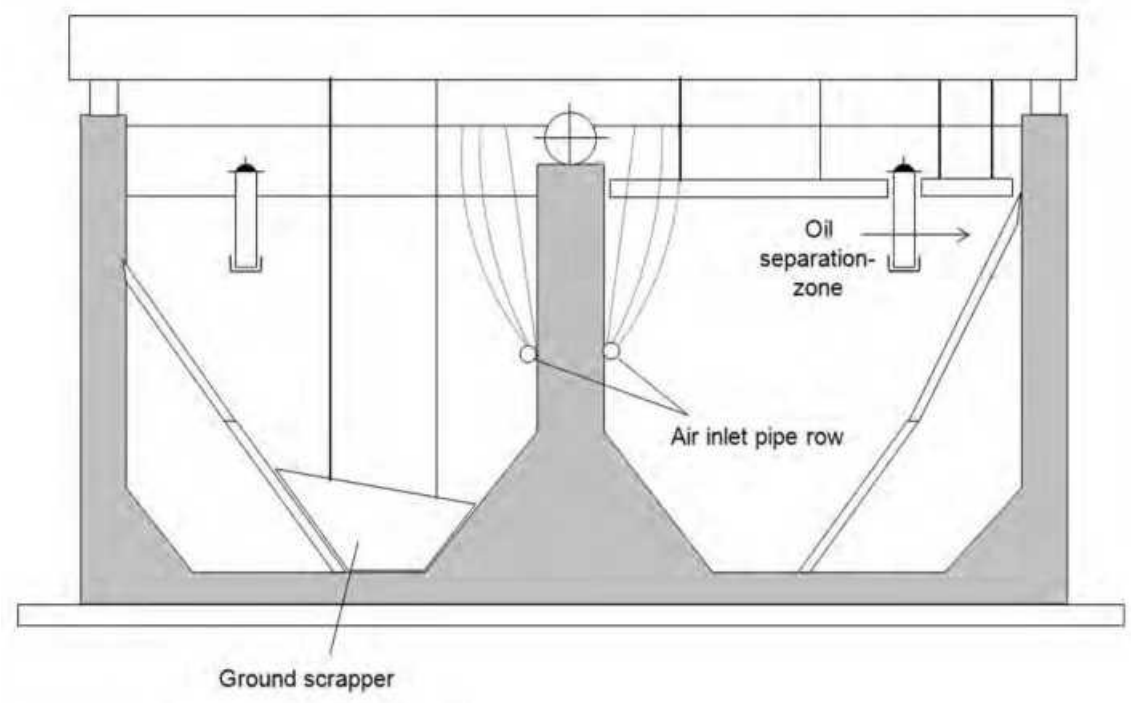
Zdroj: [73, Theobald 1997]

Obrázok 2.107: Príklad filtrov s drôtenou sieťkou zobrazujúci detailne činnosť spätného preplachovania

Prevádzkové cykly týchto filtrov sa delia na:

- počiatočnú fázu, počas ktorej sa na jemnom filtračnom pletive vytvára vrstva pomocnej filtračnej látky,
- filtračnú fázu, počas ktorej sa pridáva ďalšia pomocná filtračná látka na zachovanie priepustnosti filtrátu a kalovej vrstvy,
- fázu spätného preplachu, počas ktorej sa filtre čistia obrátením smeru prúdenia. Kaly získané zo spätného preplachovania môžu byť priamo odvodňované a vyžadujú si špeciálnu úpravu pred opakovaným použitím (napr. v aglomerácii) len vtedy, ak majú vysoký obsah oleja. [73, Theobald 1997]

Na efektívnejšie priebežné čistenie a vylepšené odlučovanie okovín a oleja boli vyvinuté takzvané **prevzdušňovacie lapače jemných okovín**, ako je znázornené na obrázku 2.108. Predstavujú kombináciu princípov sedimentácie a flotácie. Tuhé látky sa usadzujú na dne a odstraňujú sa stieračmi, zatiaľ čo vháňaný vzduch (vzduchové bubliny) zvyšuje flotáciu oleja.



Zdroj: [10, Rentz a kol. 1998]

Obrázok 2.108: Prevzdušňovací lapač jemných okovín

Okrem toho sa olej adsorbovaný jemnými okovinami „vymýva" miešaním. Vďaka lepšiemu odlučovaniu oleja a okovín a zníženému obsahu oleja v okovinách sa zlepšujú možnosti recyklácie. Pri zdržných časoch 15 až 30 minút a zaťaženiach 15 – 20 $m^3/(m^2h)$ môžu prevzdušňovacie lapače jemných okovín dosiahnuť efektívnosť odstránenia 99 % v prípade častíc > 63 µm a 20 – 80 % v prípade častíc s veľkosťou 31 – 63 µm (v závislosti od rozdelenia veľkosti častíc). [10, Rentz a kol. 1998], [73, Theobald 1997]

Tabuľka 2.26: Príklad dosiahnutých úrovní emisií pre prevzdušňovacie lapače jemných okovín

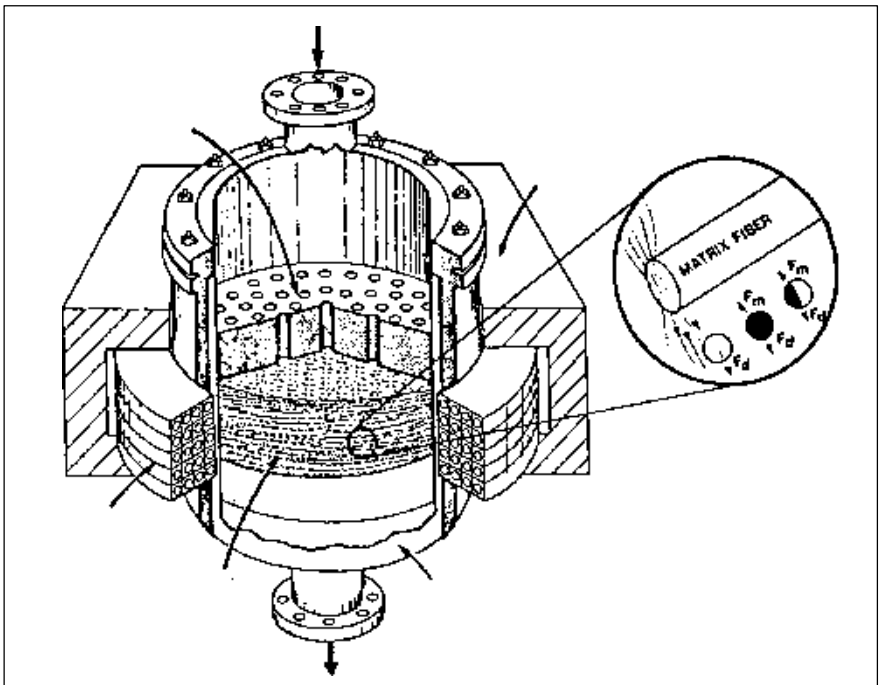
	Prívod [mg/l]	Výpust [mg/l]	Zníženie [%]
Nerozpustné tuhé látky	32,3	25,8	20,1
Usaditeľné tuhé látky	95,5	44,2	53,7
Fe celkové	43,5	24,6	43,4
Uhľovodíky[1]	2,0	1,3	35,0

Zdroj: [74, Dammann a kol. 1994]

1 Určené podľa DIN 38 409, časť 18, 1981

Zníženie obsahu oleja a maziva pomocou prevzdušňovacích lapačov jemných okovín ako prečisťovacieho zariadenia pred štrkovými alebo pieskovými filtrami môže zlepšiť prevádzku filtrov. Intervaly spätného preplachovania sa predlžujú so znižovaním zaťaženia časticami a minimalizuje sa upchávanie filtrov v dôsledku oleja a tuku. [75, Batisch a kol. 1996]

Okoviny majú vysokú magnetickú susceptibilitu, a preto môžu byť odstránené **magnetickou filtráciou** (pozri príklad na obrázku 2.109). Zvitok vytvára magnetické pole, v ktorom sa magnetizuje aj oceľový plášť filtra a matrica vláknitého materiálu (zosilnenie); vďaka vysokým gradientom sú priťahované malé feromagnetické častice, ako sú jemné častice okovín.



Zdroj: [76, Wallin a kol. 1996]

Obrázok 2.109: Magnetická filtrácia (napríklad vysokogradientná MF)

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zníženie vypúšťania znečisťujúcich látok do vody, najmä nerozpustných tuhých látok, oleja a mazív.
- Zníženie spotreby vody.
- Zníženie objemu produkovaných odpadových vôd.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Príklad A: SSAB

Hlavná časť okovín a oleja sa oddeľuje v dvoch jamách na okoviny v blízkosti valcovne. Čistiareň odpadových vôd má tri nádrže na gravitačné rozdeľovanie okovín a povrchové odlučovanie olejov a mazív. Konečné čistenie sa vykonáva pomocou 10 pieskových filtrov. Miera cirkulácie vody sa v priebehu posledných rokov postupne zvyšovala, aby sa znížil výpust vody do rieky pod 200 m^3/h (predtým: 3 500 m^3/h, miera recirkulácie približne > 95 %). Okrem toho boli prijaté primárne opatrenia na zníženie úniku napríklad maziva, lubrikantov a hydraulických olejov zo strojových zariadení. Vymenili sa hadice, boli nainštalované lepšie spojky a vykonávajú sa pravidelné kontroly. [77, Andersson 1995]

Dosiahnuté hodnoty vypúšťania sú 0,4 mg/l v prípade oleja (0,7 t/rok) a 3,8 mg/l v prípade nerozpustných tuhých látok (6 t/rok) (referenčný rok 1994, priemerná mesačná hodnota). [77, Andersson 1995]

Príklad B: ArcelorMittal Bremen

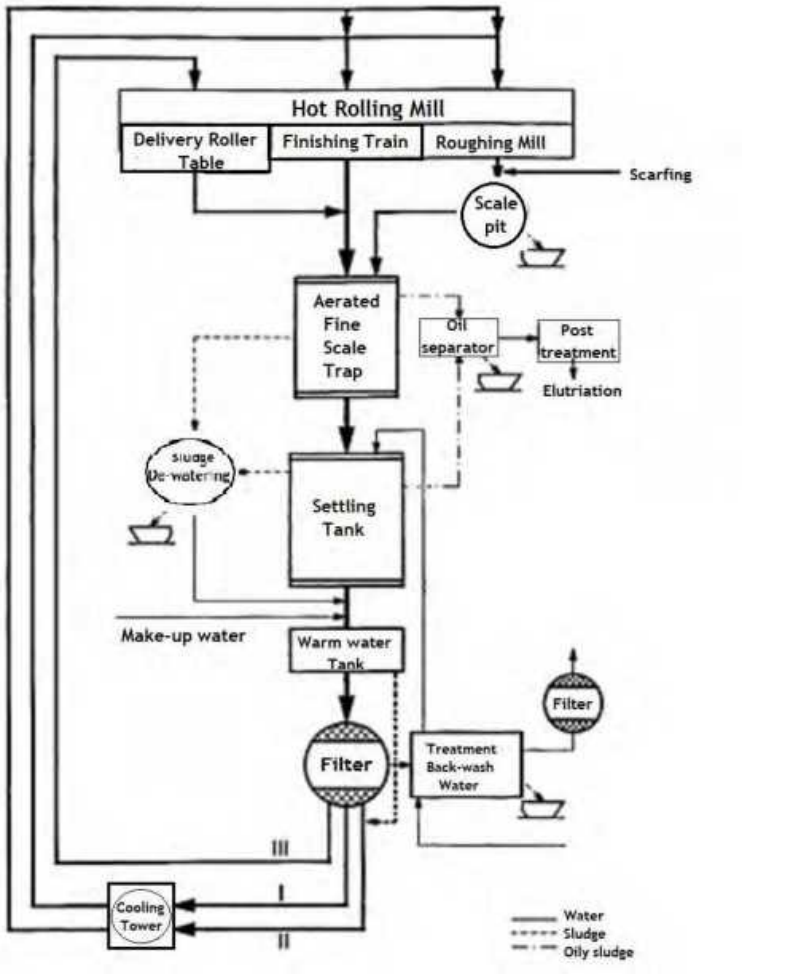
Na obrázok 2.110 je znázornený vodný okruh a systém úpravy vody inštalovaný v ArcelorMittal Bremen. Systém upravuje priemerný prietok vody 18 000 m^3/h vrátane 3 500 m^3/h z prípravného poradia a 14 500 m^3/h z dokončovacej trate (vrátane vody z výstupnej valčekovej dráhy, navijaka a systému odsávania hmly). Hrubé okoviny sa odstraňujú z procesnej vody prípravného poradia v jamách na okoviny predtým ako sa spracúvajú spolu s prúdom z dokončovacej trate v prevzdušňovacích lapačoch jemných okovín a následne v usadzovacích nádržiach. Predtým, ako sa voda recirkuluje

a rozdelí na rôzne kvalitatívne prúdy, sa vyčistí v pieskových filtroch. Tie pozostávajú z troch skupín tlakových filtrov; pri prevádzke na plnú výrobnú kapacitu je rýchlosť filtrovania 21,4 m^3/h. Znížená koncentrácia nerozpustných tuhých látok, železa a uhľovodíkov je uvedená v tabuľke 2.27. [75, Batisch a kol. 1996], [78, Dammann 1994]

Tabuľka 2.27: Koncentrácia znečisťujúcich látok vo vodnom okruhu

Látka	Jamy na okoviny, prevzdušňovací lapač jemných okovín, usadzovacia nádrž	Pieskový/štrkový filter		
	Výpust	Prívod[1]	Výpust	Zníženie
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[%]
Nerozpustné tuhé látky	40 – 70	36	3,5 ~ 3,8	90
Železo	10 – 20	7,7	0,85	90
Uhľovodíky	1 – 2	1,7	0,5 ~ 0,6	65

[1] Priemerná koncentrácia na prívode.
Zdroj: [75, Batisch a kol. 1996]



Prúd I: 4 600 m^3/h na chladenie stroja (najvyššia kvalita, olej < 10 mg/l)
Prúd II: 7 400 m^3/h prípravné poradie a dokončovacia trať (stredná kvalita, olej ~15 mg/l)
Prúd III: 6 000 m^3/h výstupná valčeková dráha (najnižšia kvalita, olej < 20 mg/l)
Zdroj: [79, Lieber a kol. 1985]

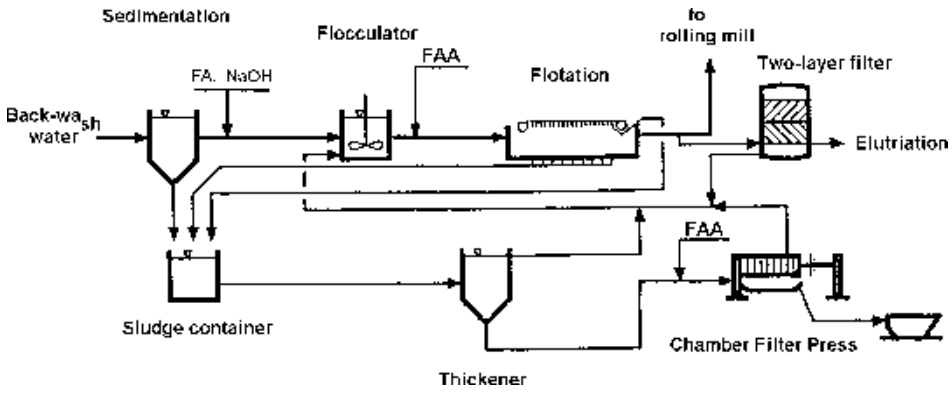
Obrázok 2.110: Príklad systému recirkulácie vody pre valcovňu na valcovanie za tepla

Na kompenzáciu strát spôsobených odparovaním a vymývacou vodou sa do systému pridáva voda z oceliarní LD alebo – v prípade zastavenia výroby – hrubofiltrovaná voda z rieky. Množstvo vymývacej vody, ktoré je potrebné odobrať zo systému, aby sa zabránilo hromadeniu solí, je

minimalizované opakovaným využitím pieskových filtrov na spätné preplachovanie a čiastočným opakovaným využitím pri spracovaní trosky. [75, Batisch a kol. 1996], [78, Dammann 1994]

Zo spätného preplachovania filtra vzniká približne 750 m^3/h, ktoré sa upravujú spôsobom znázorneným na obrázku 2.111, približne 92 % tuhých látok sa usadí v sedimentačnom kroku; zvyšné nerozpustné tuhé látky (približne 50 mg/l) a uhľovodíky (v priemere 1,5 mg/l) sa upravujú flokuláciou a flotáciou. Voda sa potom recirkuluje späť do vodného systému. Čiastočný prúd, ktorý sa musí zahodiť, sa spracúva v dvojvrstvových filtroch. Koncentrácia nerozpustných tuhých látok a uhľovodíkov je výrazne pod emisnými limitnými hodnotami stanovenými úradmi (10 mg/l SS a 1 mg/l HC). Dosiahnuté úrovne emisií sú uvedené v tabuľke 2.28.

Na údržbu vodného okruhu sa pridávajú biocídy, inhibítory korózie a dispergačné činidlá. V prípade potreby (napr. raz denne) sa vykonáva šoková chlorácia.



FA = flokulačné činidlo FAA = pomocná látka na filtráciu
Zdroj: [79, Lieber a kol. 1985]

Obrázok 2.111: Úprava preplachovej vody

Tabuľka 2.28: Koncentrácia výtokov z úpravy preplachovej vody

Látka	Koncentrácia v mg/l	Druh odberu vzoriek	Merania v roku 1998 Prevádzkovateľ/príslušný orgán
Fe	0,13	Kvalifikovaná náhodná vzorka	12/6
Olej	< 0,1	Kvalifikovaná náhodná vzorka	12/6
Nerozpustné tuhé látky	< 3	Kvalifikovaná náhodná vzorka	12/6
Cr	< 0,01	Kvalifikovaná náhodná vzorka	12/6
Ni	0,02	Kvalifikovaná náhodná vzorka	12/6
Zn	0,03	Kvalifikovaná náhodná vzorka	12/6

Poznámka:
Priemerné hodnoty kvalifikovaných náhodných vzoriek z roku 1998. Objem odpadovej vody: 1 620 404 m^3
Zdroj: Senator für Bau und Umwelt Bremen. Prevádzka: ArcelorMittal Bremen. [80, DE, člen TWG 2000]

Príklad C: ArcelorMittal Ghent
Vodný okruh inštalovaný v ArcelorMittal Ghent pozostáva v zásade z troch systémov: 3-barového systému chladenia oporných valcov, valčekovej dráhy a motorov; 12-barového systému chladenia pracovných valcov a na napájanie systému čerpadiel na odstraňovanie okovín a 150-barového systému odstraňovania okovín pri výstupoch z pecí a v prípravnom a hotovnom poradí. Celkový prietok je až 13 000 m^3/h.

Voda obsahujúca olej a okoviny zo 150-barového systému sa v prvom kroku čistí pomocou jám na okoviny a následne gravitačnými pieskovými filtrami. Procesná voda z prípravného poradia obsahuje hlavne veľké okoviny, menej ako 20 % spotrebovaného oleja a mazív, nevyžaduje chladenie a môže sa znovu použiť v 3-barovom systéme bez ďalšej úpravy. Voda z hotovného poradia obsahuje jemné okoviny a viac ako 80 % spotrebovaného oleja a mazív. Po dekantéroch a pieskových filtroch je potrebné túto vodu ochladiť predtým ako sa znovu použije v 3-barovom systéme. opakovane použitá kanálová voda obsahuje menej ako 5 mg/l nerozpustných tuhých látok a menej ako 0,2 mg/l uhľovodíkov.
Z dôvodu strát odparovaním a vysokého obsahu Na, Cl atď. je potrebných približne 500 m^3/h doplňujúcej vody, ktorá sa odoberá z valcovne na valcovanie za studena. Vymývacia voda odchádza do oceliarne.

Miera opakovaného využitia opísaného systému je vyššia ako 95 %.

Efektívnosť čistenia odpadových vôd, a tým aj koncentrácie vypúšťaných znečisťujúcich látok, závisí okrem iného od kombinácie jednotlivých čistiacich operácií. V tabuľke 2.29 sú uvedené ďalšie príklady postupov úpravy vody a dosiahnuté úrovne emisií.

Tabuľka 2.29: Zníženie znečisťujúcich látok pri niekoľkých úpravách odpadových vôd

Výsledky čistenia odpadových vôd		
Pred úpravou	**Úprava**	**Po úprave [mg/l]**
Olej/mazivo: 10 – 200 mg/l 0,7 – 2,73 kg/t **Nerozpustné tuhé látky (SS):** 120 – 2 000 mg/l 0,13 –4,57 kg/t	**Príklad E** Sedimentácia + flokulácia, flotácia + pieskový filter	Olej: 50 SS: 50
	Príklad F Sedimentácia + flokulácia + chladenie + pieskový filter	SS: < 10 Olej: <5 Fe: 12 Ni, Cr, Cu, Zn, Pb, Cd: < 0,1
	Príklad G Usadzovanie + flokulácia + chladenie + magnetická filtrácia[1]	Zníženie: SS: 90 % (zníženie na 3 – 9 mg/l) Olej: 50 – 90 %
	Príklad B Usadzovanie + prevzdu speka šňovací nec odstránenie + flotácia + pieskový filter, odkal: biologické dočisťovanie	Zníženie: SS (>63 µm): > 99 % 31 < SS <63 µm): 20 – 80 %:
	Príklad H Cyklóny, usadzovacia nádrž, pieskový filter, chladiace veže	Olej: 50 (= 20 g/t) SS: 50 (= 20 g/t) ChSK: 100
[1] Koncentrácia pred úpravou: 30 – 100 mg nerozpustných tuhých látok/l *Zdroj*: [81, Haskoning 1993]		

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Olej a kal vznikajú ako odpad pri čistení odpadových vôd. [82, DE, člen TWG 1999]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[4, EUROFER 1998], [10, Rentz a kol. 1998], [16, FMP TWG 2018], [73, Theobald 1997], [75, Batisch a kol. 1996], [77, Andersson 1995], [78, Dammann 1994], [82, DE, člen TWG 1999].

2.5 Nové techniky valcovania za tepla

2.5.1 Organický Rankinov cyklus (ORC) – rekuperácia tepla z odpadových plynov ohrievacích pecí valcovní

Opis
Nízkopotenciálne teplo z odpadových plynov ohrievacích pecí valcovne za tepla sa premieňa na elektrinu pomocou pracovných látok s vysokou molekulovou hmotnosťou.

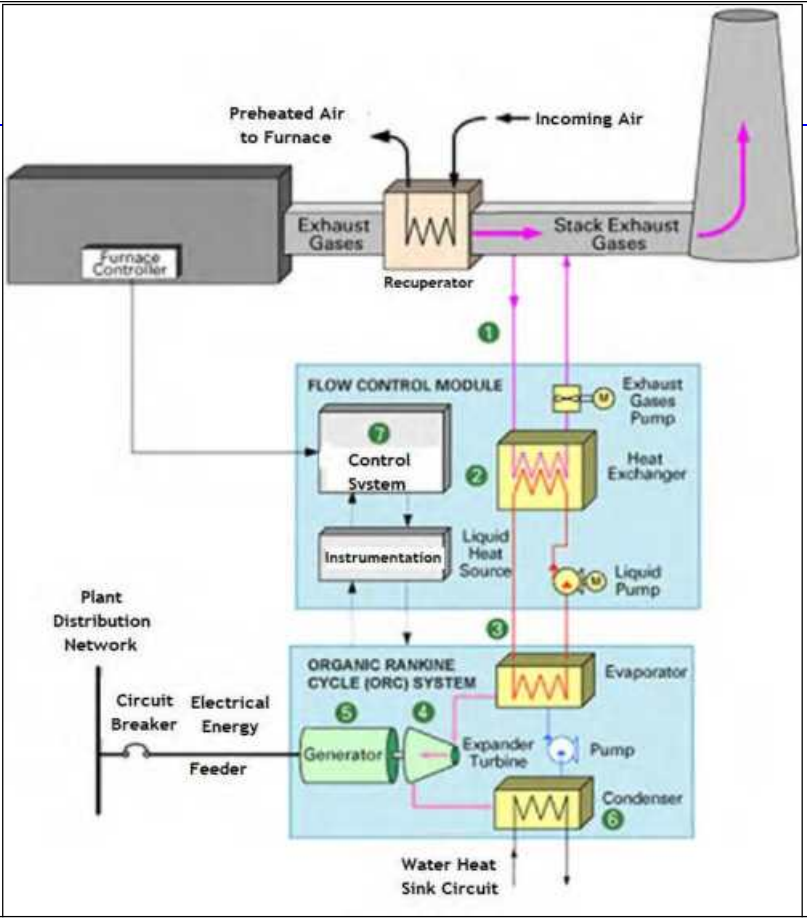
Technický opis

Všeobecné princípy organického Rankinovho cyklu
V konvenčnom Rankinovom cykle sa pracovná látka (zvyčajne voda) ohrieva v kotli až do nasýtenia, vodná para expanduje cez turbínu a pritom vykonáva prácu, vracia sa do kvapalného stavu v kondenzátore a je čerpaná späť do kotla, aby sa cyklus opakoval.

V ORC sa namiesto vody ako pracovná látka používajú organické kvapaliny s vysokou molekulovou hmotnosťou. Vo všeobecnosti sa ako pracovné látky používajú siloxány alebo uhľovodíky. Tieto látky vykazujú oveľa nižšie body varu než voda. Pracovná látka sa odparuje vo výmenníku tepla využitím tepla z odpadových spalín. Pracovná látka sa mení na plynné skupenstvo a expanduje v turbíne priamo spojenej s generátorom na výrobu elektriny. Pracovná látka sa kondenzuje vo vodou chladenom kondenzátore a čerpá sa späť do výmenníka tepla. ORC sa používajú na výrobu elektrickej energie pomocou nízkoteplotných až stredne teplotných zdrojov tepla (napr. nízkopotenciálne teplo), typicky v rozsahu od 80 ºC do 350 °C.

Proces zachytávania odpadového tepla a výroby elektrickej energie v systéme ORC je znázornený na obrázku 2.112. Jednotlivé kroky sú: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

- horúce odpadové plyny prechádzajú cez výmenník tepla,
- vo výmenníku tepla sa teplo prenáša z horúcich odpadových plynov do organickej pracovnej kvapaliny, ako je silikónový olej (hexametyldisiloxán), uhľovodíky alebo fluórované chladivá, [83, Foresti a kol. 2016]
- horúca pracovná látka sa čerpá do rekuperačného výparníka v systéme ORC,
- pracovná látka sa varí v ORC výparníku a privádza sa do expanznej turbíny, ktorá poháňa elektrický generátor,
- turbogenerátor vyrába elektrickú energiu, ktorá sa privádza do distribučnej siete elektrárne,
- výstupné chladivo kondenzuje s využitím prevádzkovej vody ako tepelného ponoru a následne sa prečerpáva späť do výparníka, čím sa cyklus opakuje,
- hlavný regulátor monitoruje všetky relevantné parametre a premenné ORC procesu vrátane prietoku, tlaku, teploty a elektrickej energie, ale riadi aj čerpadlá s premenlivými otáčkami na zaistenie optimálnej tepelnej efektívnosti.



Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Obrázok 2.112: Schéma organického Rankinovho cyklu

Použitie technológie ORC na ohrievacie pece valcovní na valcovanie za tepla

Vo valcovniach na valcovanie za tepla sa používajú ohrievacie pece na opakovaný ohrev sochorov, predvalkov alebo brám z teploty okolia alebo z približne 800 °C v prípade vsádzania za tepla až na 1 250 °C. Najdôležitejšími druhmi ohrievacích pecí sú narážacie pece alebo pece s pohyblivým nosníkom. V týchto peciach sa zvyčajne stráca 20 % až 30 % vstupnej energie cez straty stenami a dverami, ale aj cez spaliny. Teplota odpadových plynov medzi rekuperátorom spaľovacieho vzduchu a komínom je zvyčajne v rozmedzí 250 – 400 °C.

Prvé použitie rekuperácie tepla pomocou ORC z ohrievacích pecí vo valcovniach na valcovanie za tepla bolo spustené v apríli 2013 v Singapure. Teplo z odpadových plynov ohrievacej pece (s teplotou približne 400 °C) sa zachytáva prostredníctvom výmenníka tepla v prevádzke ORC. Pracovnou látkou je organická kvapalina (hexametyldisiloxán). Po zhodnotení v systéme ORC je teplota odpadových plynov v rozmedzí 130 – 150 °C pred ich vypustením do atmosféry cez komín. V dôsledku toho sa ohriata pracovná látka mení na plynné skupenstvo a expanduje do turboexpandéra, ktorý je priamo spojený s generátorom na výrobu elektriny [85, Wong 2013].

Druhé použitie rekuperácie tepla pomocou systému ORC na výrobu elektriny bolo zaznamenané v nemeckej valcovni na valcovanie za tepla v prípade narážacej pece so začiatkom prevádzky v roku 2014 (Badische Stahlwerke GmbH (prevádzka 140 HR – zber údajov)). [84, Menges a kol. 2017]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Zvýšená energetická efektívnosť.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Vo valcovni NatSteel bola kumulatívna elektrina vyrobená počas testovacieho obdobia 37 dní so systémom ORC s kapacitou 700 kW 109 390 kWh. [85, Wong 2013]

V roku 2017 sa v spoločnosti Badische Stahlwerke GmbH po inštalácii systému ORC ušetrilo približne 60 000 kWh ročne. Avšak očakávané úspory energie vo výške viac ako 1 400 000 kWh sa nedosiahli kvôli technickým problémom prevádzky. [84, Menges a kol. 2017]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny identifikovaný.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Celosvetovo sa odhaduje potenciálne zhodnotenie 310 MW energie, ak by sa v 209 valcovniach v rámci EÚ 27 nainštalovali prevádzky ORC. [86, Campana a kol. 2013]

V prevádzke valcovne NatSteel pri ohrievacej peci boli náklady na inštaláciu prevádzky ORC 3,7 milióna USD s čistými ročnými úsporami energie v rozmedzí od 650 000 USD do 750 000 USD ročne. [85, Wong 2013]

Hnacia sila implementácie
Dodávka elektrickej energie do distribučnej siete prevádzky.

Vzorové prevádzky
- Ohrievacia pec valcovne NatSteel v Singapure. [83, Foresti a kol. 2016], [85, Wong 2013]
- Badische Stahlwerke GmbH (prevádzka 140 HR – zber údajov).

Odborná literatúra
[31, EUROFER 10-7-18 2018], [83, Foresti a kol. 2016], [84, Menges a kol. 2017], [85, Wong 2013], [86, Campana a kol. 2013].

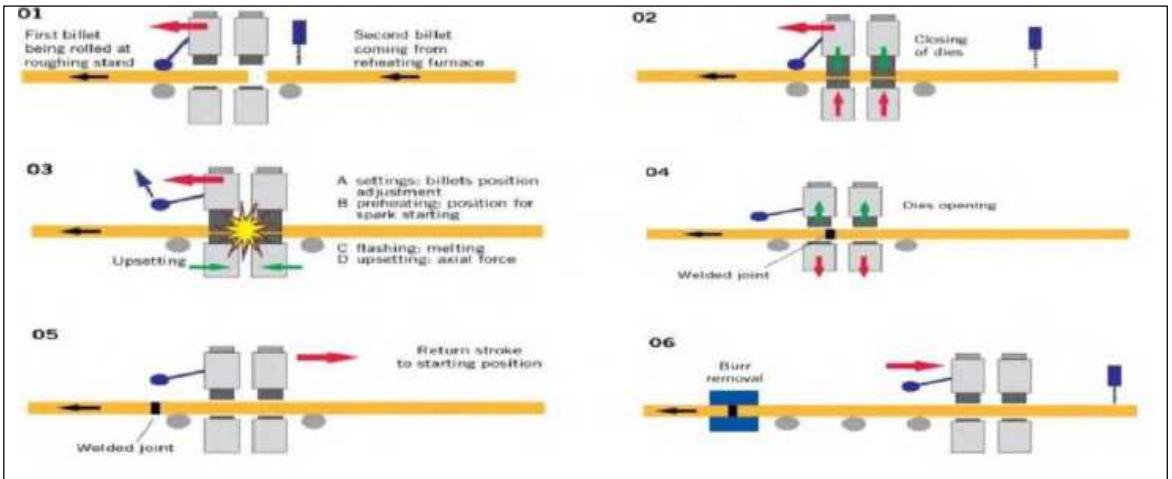
2.5.2 Elektrické zváranie sochorov s použitím rozprašovačov vody a zariadení na elimináciu iskier na potlačenie fugitívnych emisií prachu

Opis
Elektrické zváranie sochorov sa vykonáva bez použitia akéhokoľvek externého chemického prvku pre proces tavenia a s použitím rozprašovania vody v kombinácii so zariadením na elimináciu iskier na potlačenie fugitívnych prachových emisií.

Technický opis
Vo všeobecnosti sa spájanie sochorov realizuje pomocou elektrického prúdu prechádzajúceho cez dva sochory umiestnené v kontakte so svorkami z vodivého materiálu (zliatina medi). Pri procese elektrického zvárania sa tavenie materiálu a následné spojenie sochorov uskutočňuje bez prispenia akéhokoľvek externého chemického prvku k tým, ktoré sú už v sochoroch prítomné.

Táto technika takisto nevyžaduje použitie plynných zlúčenín a využíva zariadenie na elimináciu iskier v kombinácii s rozprašovaním vody na zníženie emisií fugitívneho prachu. Kvôli týmto špecifikám sa tento proces zvárania sochorov líši od všetkých ostatných konvenčných zváracích procesov.

Počas spájania, čo je prerušovaný proces trvajúci približne 12 sekúnd, sa zariadenie na potlačenie iskier nainštalované na elektrickom zváracom zariadení posúva smerom nadol do polohy spoja, aby obmedzilo elektrické iskry a výpary. Súčasne je zóna spájania postreková relatívne veľkým množstvom chladiacej vody, ktorá veľmi účinným spôsobom prispieva k zníženiu fugitívnych emisií prachu. [87, PT 2021]



Zdroj: [87, PT 2021]

Obrázok 2.113: Schéma zobrazujúca princípy elektrického zvárania sochorov s použitím rozprašovania vody v kombinácii so zariadením na elimináciu iskier na potlačenie fugitívnych prachových emisií.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Zníženie emisií fugitívneho prachu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Vďaka efektívnemu fungovaniu zariadenia na elimináciu iskier v kombinácii s vodnými sprejmi nedochádza počas procesu elektrického zvárania sochorov k žiadnym významným emisiám tuhých častíc. V dôsledku toho nie sú prevádzky využívajúce takúto zváraciu techniku vybavené odsávacím a odlučovacím zariadením na zachytávanie a znižovanie fugitívnych prachových emisií.

V závislosti od veľkosti polotovarov spotrebuje elektrický zvárací systém v priemere 2 kWh na každý zvar.

Vznikajú niektoré odpadové materiály vrátane iskier zo zváranie, otrepov zo zariadenia na čistenie spojov (čo sú kúsky ocele rovnakého chemického zloženia ako sochory). Vzniknuté odpady sa zachytávajú pomocou vyhradeného dopravníka a môžu byť plne recyklované späť do oceliarne. Okrem toho je jednou z výhod techniky elektrického zvárania zníženie odrezkov hlavy a chvosta pri valcovaní, čím sa znižuje celkové množstvo oceľového odpadu.

Elektrický zvárací systém je nainštalovaný na vozíku, ktorý umožňuje odsunutie zariadenia na účely vykonania údržby v bezpečných podmienkach. Zariadenie na elimináciu iskier sa čistí samo pomocou štyroch čepelí a špecializovaného čistiaceho cyklu. Elektrický zvárací systém je zvyčajne inštalovaný v uzavretom priestore bez prítomnosti pracovníkov v blízkosti.

Celkovo sa pri rozprašovaní vody spotrebuje 11 m^3/h chladiacej vody, čo je vo valcovni zanedbateľné množstvo. Chladiaca voda sa môže znovu použiť v otvorenom okruhu chladiacej vody valcovne. [87, PT 2021]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Žiadne hlásenie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

- Všeobecne uplatniteľné na zváranie oceľových sochorov.
- Táto technika môže byť uplatniteľná aj na iné typy zvárania železných kovov.

Hospodárske vplyvy

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie

Prevencia emisií fugitívneho prachu.

Vzorové prevádzky

- Alfa Acciai (Taliansko, inštalované v roku 2019).
- Alpa (Francúzsko, inštalované v roku 2018).
- Ferriere Nord (Taliansko, inštalované v roku 2016).
- ESF Elbe-Stahlwerke Feralpi (Nemecko, inštalované v roku 2021).

Odborná literatúra

[87, PT 2021].

3 VALCOVANIE ZA STUDENA

3.1 Všeobecné informácie o valcovaní za studena

3.1.1 Ploché výrobky valcované za studena

Celková produkcia valcovaných výrobkov za studena v roku 2019 bola 43,0 miliónov ton v EÚ 27 a Spojenom kráľovstve.

Výrobu valcovaných pásov za studena možno rozdeliť do rôznych výrobných odvetví: valcovanie za studena úzkych pásov valcovaných za tepla so šírkou menšou ako 500 mm a valcovanie za studena širokých plechov valcovaných za tepla a následné pozdĺžne delenie. Približne dve tretiny celkovej potreby úzkych pásov v EÚ sa vyrábajú rezaním širokých plechov. [88, Beddows & Co. 1995]

V tabuľke 3.1 sa uvádza výroba valcovaných plechov a pásov za studena v niekoľkých členských štátoch EÚ a Spojenom kráľovstve. Počet a výrobná kapacita dvoch hlavných typov valcovní na valcovanie za studena prevádzkovaných v EÚ (t. j. reverzné a tandemové valcovne) sú uvedené v tabuľke 3.2.

Tabuľka 3.1: Výroba plechov a pásov valcovaných za studena v roku 2019

	Výroba plechov a pásov valcovaných za studena [tis. t]
Rakúsko	3 071,5
Belgicko	5 155,3
Bulharsko	0
Česká republika	42,7
Dánsko	0
Fínsko	1 296,8
Francúzsko	5 095,4
Nemecko	10 513,7
Grécko	0
Mad'arsko	397,2
Taliansko	5 146,2
Luxembursko	0
Holandsko	2 732,1
Poľsko	984,2
Portugalsko	321,2
Rumunsko	512,2
Slovensko	1 907,9
Slovinsko	8,9
Švédsko	822,7
Španielsko	3 311,2
Spojené kráľovstvo	1 682,8
Celkom	**43 002,6**

Pozn.: referenčný rok 2019.
Zdroj: [1, EUROFER 2021]

Tabuľka 3.2: Počet a menovitá kapacita CR valcovní v EÚ (reverzné/tandemové valcovne)

			Rozsah menovitej kapacity (t/h)								
Typ valcovne na valcovanie za studena		Celkom	0 – 19	20 – 39	40 – 59	60 – 79	80 – 99	100 – 119	120 – 149	150 – 199	200 – 299
Reverzná valcovňa	Menovitá kapacita (t/h)	1 266	551	425	46	129	0	114	0	0	0
Reverzná valcovňa	Počet zariadení	96	78	14	1	2	0	1	0	0	0
Tandemová valcovňa	Menovitá kapacita (t/h)	6 155	15	73	197	616	88	342	1 418	872	2 533
Tandemová valcovňa	Počet zariadení	49	3	3	4	9	1	3	10	5	11

Pozn.: referenčný rok 2019.
Zdroj: [1, EUROFER 2021]

3.2 Používané postupy a techniky pri valcovaní za studena

3.2.1 Prehľad postupu

Pri valcovaní za studena sa vlastnosti pásových výrobkov valcovaných za tepla, napr. hrúbka, mechanické a technologické vlastnosti, menia tlakom medzi valcami, zvyčajne bez predchádzajúceho ohrevu vstupnej suroviny. V niektorých prípadoch sa môže vykonať predchádzajúce žíhanie pásov valcovaných za tepla. Vstupný materiál sa získava vo forme zvitkov z valcovní na valcovanie za tepla.

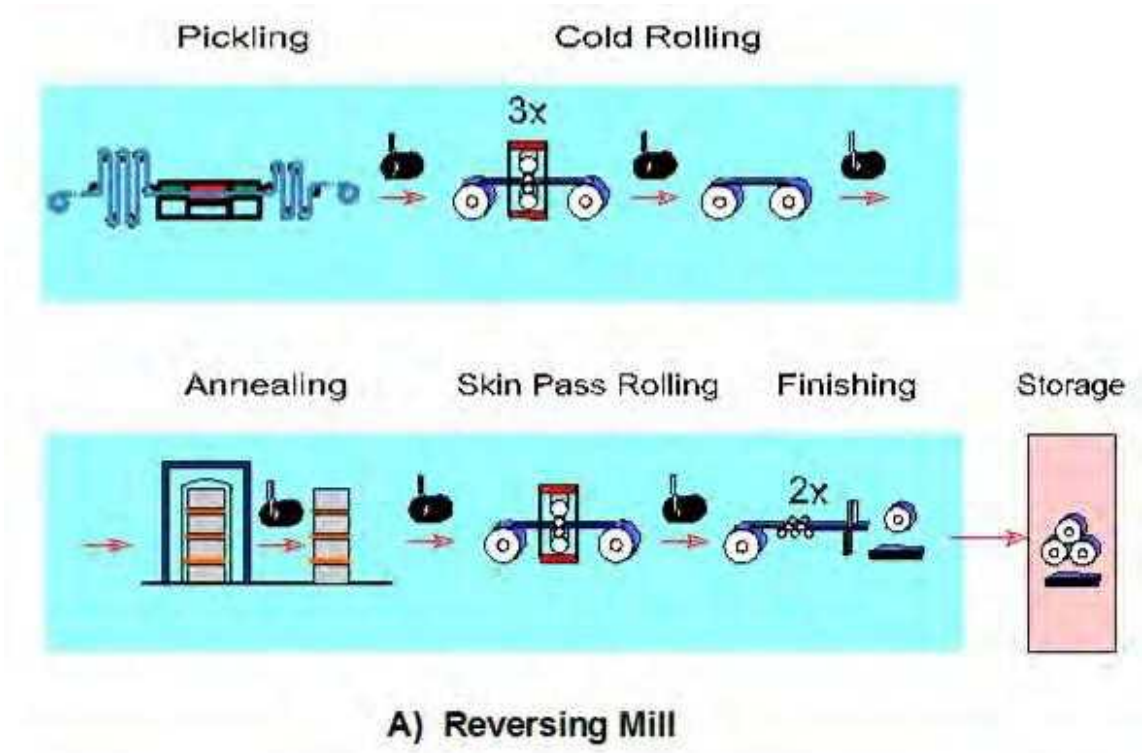
Kroky a postupnosť spracovania vo valcovni na valcovanie za studena závisia od kvality spracúvanej ocele. **Spracovanie nízkolegovanej a legovanej ocele (uhlíkové ocele)** zvyčajne prebieha v poradí: morenie, valcovanie, žíhanie, popúšťanie/kalibračné valcovanie a konečná úprava.

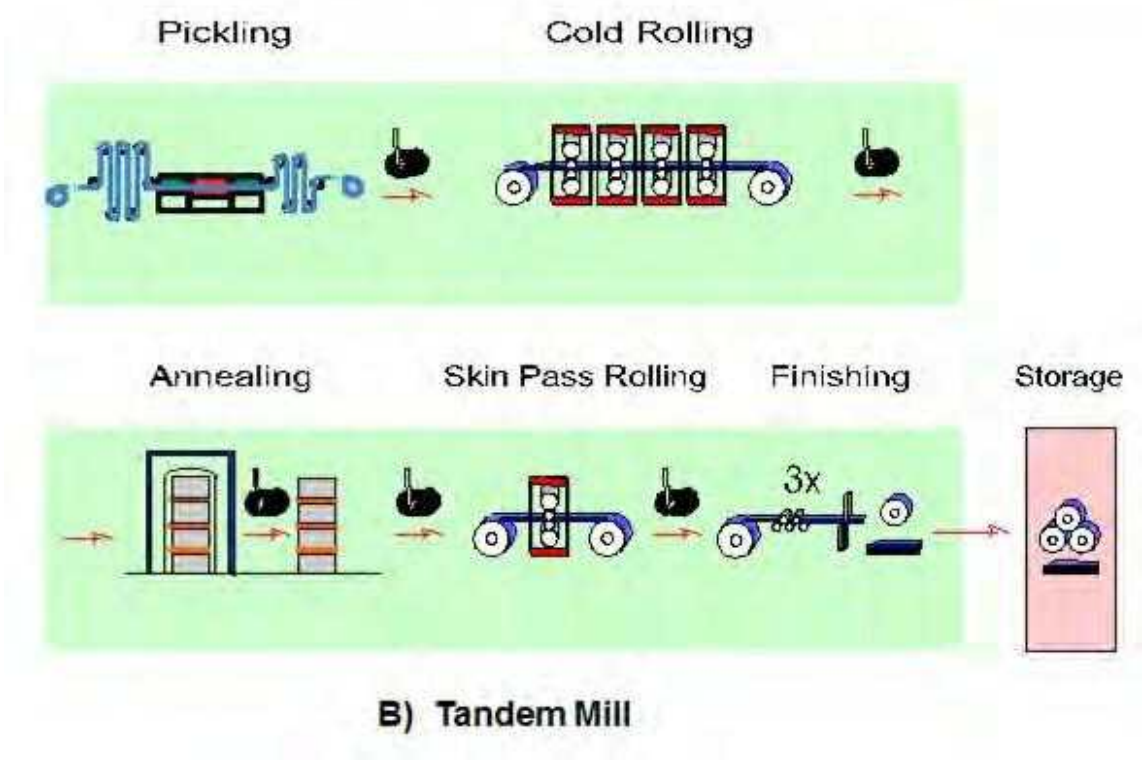
Pri postupe pre **vysokolegovanú oceľ (nehrdzavejúcu**) sa vyžaduje počiatočný krok žíhania pred morením z dôvodu tvrdosti podľa kvality ocele, a navyše môže byť potrebných niekoľko ďalších krokov žíhania a/alebo morenia počas valcovania.

Valcované výrobky za studena sú hlavne pásy a plechy (s hrúbkou zvyčajne 0,16 – 3 mm) s vysokokvalitnou povrchovou úpravou a presnými metalurgickými vlastnosťami na použitie vo výrobkoch s prísnymi špecifikáciami.

Valcovne na valcovanie za studena (valcovne pásov CR)
Typické usporiadania valcovní na valcovanie za studena sú znázornené na obrázku 3.1. Prevádzky zvyčajne obsahujú tieto zariadenia:

- **Kontinuálnu moriacu linku**, kde sa vrstva oxidov vytvorená počas valcovania za tepla odstraňuje morením kyselinou sírovou, chlorovodíkovou alebo zmesou kyseliny dusičnej a fluorovodíkovej. Na zlepšenie tvaru pásu a mechanické odstránenie vrstvy oxidov možno použiť rovnačku alebo integrovanú kalibračnú stolicu.
- **Valcovňu na valcovanie za studena** pozostávajúcu zvyčajne zo štvorstolicovej alebo päťstolicovej štvorvalcovej tandemovej valcovne alebo zo štvorvalcovej reverznej valcovne. Alternatívne sa môžu použiť šesťvalcové valcovne, ktoré zlepšujú kontrolu rovinnosti. Valcovaním za studena sa znižuje počiatočná hrúbka pásu valcovaného za tepla zvyčajne o 50 – 80 % (dosiahnuť sa dá aj 90 %).
- **Žíhacie zariadenia** na obnovenie tvárnosti rekryštalizáciou oceľového pásu, ktorá sa stráca v dôsledku mechanického spevnenia počas valcovania za studena, alebo v niektorých prípadoch na normalizáciu oceľového pásu pri teplotách napríklad 950 °C na dosiahnutie rovnoosej jemnozrnnej mikroštruktúry. [3, EUROFER 2020]
- **Valcovne na popúšťanie** na dosiahnutie požadovaných mechanických vlastností žíhaného materiálu (zabránenie tvorbe Lüdersových čiar počas ťahania) a požadovanej drsnosti povrchu. Materiál je podrobený miernemu kalibračnému valcovaniu, zvyčajne vo štvorvalcovej kalibračnej valcovni a niekedy v šesťvalcovej kalibračnej valcovni Drsnosť pracovných valcov valcovne sa prenáša na pás tlakom valcov. Valcovňa na popúšťanie zabezpečuje aj konečnú rovinnosť výrobku.
- **Kontrolné a dokončovacie linky**, kde môžu byť zvitky s rôznymi dĺžkami zvarené dohromady na dosiahnutie požadovanej hmotnosti alebo môžu byť rozrezané na požadovanú šírku. Zvitky sa takisto režú na plechy s požadovanou dĺžkou a šírkou. Súčasne je možné vyradiť chybné časti pásu. Môžu sa použiť aj integrované ťahové rovnačky, ako aj zariadenia na olejovanie pásov, na prevenciu proti hrdzaveniu.
- **Baliace linky pre zvitky alebo plechy** podľa miesta určenia a/alebo dopravného prostriedku.
- **Dielňu valcov**, kde sa pripravujú pracovné valce a oporné valce pre valcovňu na valcovanie za studena a pre valcovňu na popúšťanie.





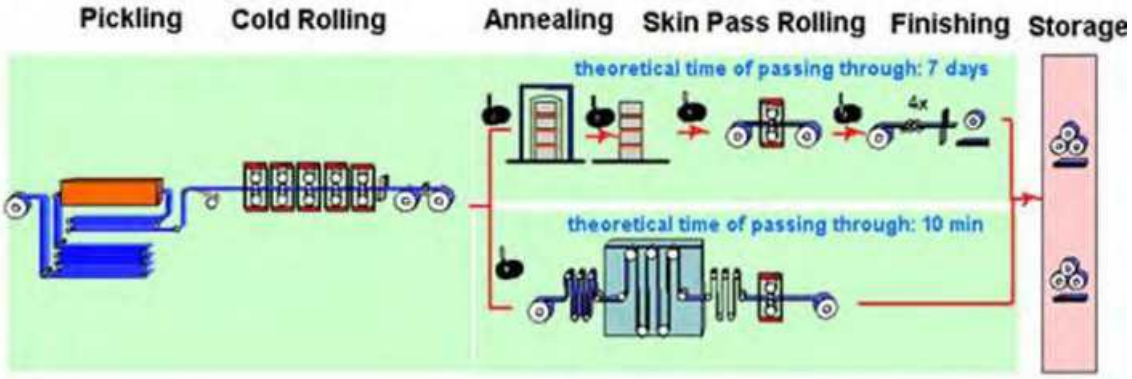
Zdroj: [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Obrázok 3.1: Typické konfigurácie valcovní pásov za studena

Pri výrobe plechov z elektrotechnickej ocele je konštrukcia valcovne podobná vyššie opísaným. Valcovňa zvyčajne pozostáva zo štvorvalcovej reverznej valcovacej stolice, ktorá je rozšírená o valcovanie a alternatívne kalibračné valcovanie (predvalcovanie až do 7 % deformácie).

Pri vyššom obsahu kremíka sa stykové odtavovacie zváranie hlavy a chvosta zvitkov na nekonečný pás musí nahradiť „drážkovaním" koncov zvitkov.

Technické trendy a vývoj vo výrobe pásov valcovaných za studena, poháňané rastúcimi požiadavkami trhu a konkurenciou alternatívnych materiálov, sa zameriavajú na zvyšovanie efektívnosti a výkonu prevádzok minimalizovaním času spracovania a spotreby materiálov a energie. Súčasne sa znižujú vplyvy zariadení na životné prostredie. Na obrázku 3.2 je znázornený príklad spojenej moriacej a valcovacej linky a modifikovaný koncept prevádzky, ktorý skracuje čas procesu žíhania a následných činností z 3 – 7 dní (2 – 3 dni pri použití vodíka) pri poklopovom žíhaní na približne 10 minút pomocou kontinuálnej žíhacej a spracovateľskej linky (CAPL). [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998], [90, VDMA 1999]



Zdroj: [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Obrázok 3.2: Moriaca linka prepojená s linkou na valcovanie za studena s konvenčným dávkovým spracovaním verzus kontinuálnym žíhaním a spracovaním

3.2.2 Morenie nízkolegovanej a legovanej HR ocele

Celý povrch zvitku valcovaného za tepla je pokrytý tenkou vrstvou okovín obsahujúcich oxidy, ktoré musia byť odstránené pred valcovaním za studena. Toto sa vykonáva morením kyselinou chlorovodíkovou alebo kyselinou sírovou pri teplotách zvyčajne v rozmedzí od 75 °C do 95 °C.

Po namorení sa musí pás alebo plech dôkladne opláchnuť demineralizovanou (alebo ekvivalentnej kvality) vodou a následne vysušiť. Olejovanie sa vykonáva buď valcovacím olejom, alebo protikoróznym olejom. [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Moriace linky

Morenie môže byť vykonávané ako poklopový proces (zvyčajne pre tyče, prúty alebo rúrky), polokontinuálny alebo kontinuálny proces a môže tiež zahŕňať niekoľko stupňov s použitím viacerých kyslých kúpeľov. Nasledujúci opis procesu sa vzťahuje na kontinuálne moriace linky, na ktorých sa oceľ morí v zvitkovom tvare. Každý z krokov morenia popísaných nižšie možno vykonať aj ako samostatný dávkový proces.

Typická prevádzka na morenie môže obsahovať:

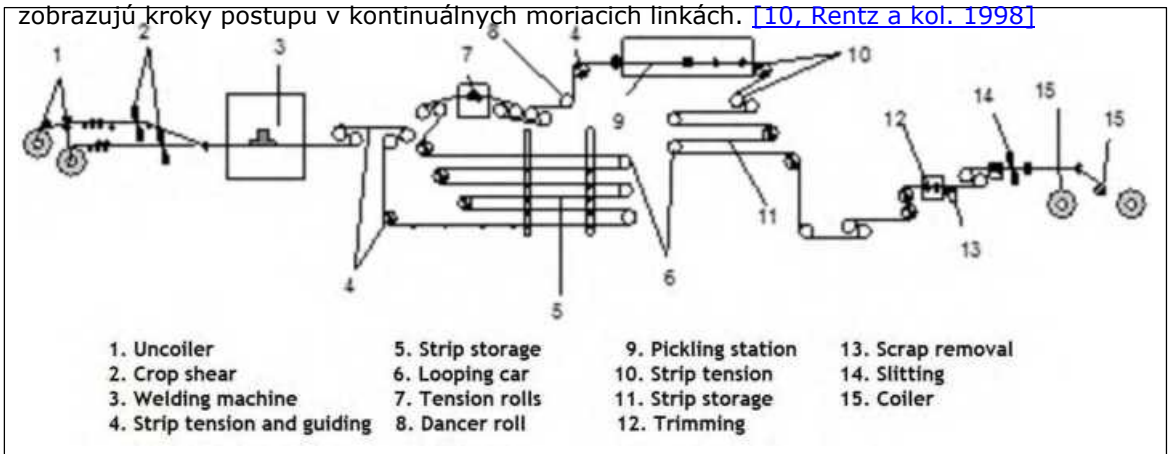
- Antibreaker na odvíjači na zabránenie vzniku tokových čiar (Lüdersových čiar) na vstupujúcom zvitku valcovanom za tepla.
- Zváranie zvitkov valcovaných za tepla na kontinuálny pás na zabezpečenie definovaných konštantných časov morenia.
- Rovnačku pred vstupom pásu valcovaného za tepla do moriacich nádrží. Rovinnosť pásu valcovaného za tepla sa zvyšuje rovnaním a výkon morenia sa zlepšuje efektom drvenia okovín pri rovnaní.
- Zóna chemického morenia; zariadenie na morenie s hlbokou nádržou alebo plytkou nádržou (turbulentné).

- Oplachovacie zóny na odstránenie zvyškovej kyseliny z povrchu pásu.
- Orezávanie pásu na získanie rezaných hrán a presných šírok.
- Kontrola pásu na rozmerové tolerancie, povrchové chyby a zvyšky.
- Olejovanie pásu (toto nemusí byť potrebné v kombinovanej moriacej a valcovacej linke).

Morenie sa vykonáva v úplne uzavretých zariadeniach alebo nádržiach vybavených odsávacími krytmi. V oboch prípadoch sú zariadenia pod neustálym odsávaním na odstránenie akýchkoľvek výparov vytvorených špecifickými technikami znižovania emisií, ako sú mokré práčky.

Moderná konštrukcia moriacej prevádzky zahŕňa moriace nádrže vybavené externými čerpadlami. Namiesto toho, aby oceľový pás jednoducho kontinuálne prechádzal cez kyselinový kúpeľ, sa kyselina čerpá cez cirkulačný systém cez dýzy namontované v samotnom kúpeli. Výsledná turbulencia podporuje moriace reakcie. [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Veľké kontinuálne moriace linky môžu mať kapacitu až 2,4 milióna t/rok. Na obrázku 3.3 sa zobrazujú kroky postupu v kontinuálnych moriacich linkách. [10, Rentz a kol. 1998]



Zdroj: [10, Rentz a kol. 1998]

Obrázok 3.3: Schéma kontinuálnej moriacej linky

3.2.3 Žíhanie (I) a morenie (I) vysokolegovanej HR ocele

Zvitky pásu z nehrdzavejúcej ocele vyrobené valcovaním za tepla sú známe ako zvitky „teplé zvitky". Vzhľadom na prítomnosť okovín a vrstvy ochudobnenej o chróm, ktoré sa vytvorili počas valcovania za tepla, musí byť oceľ pred valcovaním za studena tiež zbavená okovín/namorená. Okrem toho si väčšia tvrdosť ocele v porovnaní s uhlíkovými oceľami vyžaduje aj počiatočné žíhanie (I). Proces žíhania má tri zložky, ohrev na žíhaciu teplotu, vyrovnanie teploty a chladenie. Môže sa použiť kontinuálne aj poklopové žíhanie. [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Žíhanie

Feritické druhy sa vo všeobecnosti žíhajú ako tesne navinuté zvitky v zariadení na **poklopovú tepelnú úpravu**. Takéto zariadenia môžu byť použité na úplné cykly ohrevu, vyrovnávania teploty a chladenia. Jeden alebo viac zvitkov sa umiestni na základňu pece a zakryje sa, čím sa vytvorí uzavretá komora pece. Ohrev možno dosiahnuť spaľovaním plynu alebo elektrickým ohrevom. Z metalurgických dôvodov je vo všeobecnosti potrebná inertná ochranná atmosféra (dusík/vodík). Feritické ocele sa zvyčajne žíhajú pri teplotách ocele do 800 °C. [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Pri **kontinuálnom žíhaní austenitických ocelí** sa zvitok ocele odvíja a prechádza cez jednu alebo viac pecí na tepelné spracovanie. Tieto pece sa najčastejšie skladajú z oceľovej konštrukcie vystlanej žiaruvzdorným materiálom (alebo inou formou izolácie) a sú zvyčajne priamo vyhrievané plynnými palivami. Na vytvorenie okovín bohatých na kyslík, ktoré umožňujú lepšie morenie, je potrebná oxidačná atmosféra. Odpadové plyny sa odvádzajú cez prieduchy prirodzeným alebo núteným ťahom. Na žíhanie austenitických ocelí sú nevyhnutné teploty pásov zvyčajne do 1 100 °C. Oceľový pás potom prechádza cez chladiacu časť a môže byť chladený pomocou prúdov plynu, vzduchu, rozprašovačmi vody alebo kalením do vody. Kontinuálne žíhanie sa všeobecne kombinuje s prevádzkou na odstraňovanie okovín/morenie, ako je opísané vyššie, čím vzniká kontinuálna linka na žíhanie a morenie. [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Odstraňovanie okovín a morenie

Po žíhaní sa oceľ zbavuje okovín, aby sa vytvoril oceľový povrch vhodný na valcovanie za studena. Mechanické odstraňovanie okovín, ako je brokovanie alebo drvenie okovín, sa môže použiť pred chemickým morením na odstránenie hrubej vrstvy okovín. Na minimalizáciu poškodenia povrchu pásu, ktoré by mohlo ovplyvniť kvalitu finálneho výrobku, je však nevyhnutné starostlivé riadenie takýchto mechanických procesov.

Konečné odstránenie okovín vrátane odstránenia vrstvy ochudobnenej o chróm pod okovinami sa zvyčajne vykonáva morením v zmesi kyseliny dusičnej a kyseliny fluorovodíkovej pri teplotách do 70 °C. Použité koncentrácie kyselín závisia od spracúvaného materiálu, ale zvyčajne sú v rozsahu 10 – 18 % kyseliny dusičnej a 1 – 5 % kyseliny fluorovodíkovej.

Chemické reakcie, ktoré prebiehajú počas morenia nehrdzavejúcich ocelí, sú zložité a zahŕňajú odstránenie priľnavej vrstvy okovín kombinovaným pôsobením použitých kyselín. Dominantnou chemickou reakciou počas morenia je rozpúšťanie kovov kyselinou dusičnou. Ako vedľajší produkt týchto reakcií vzniká oxid dusný aj oxid dusičitý. Reakcie uvedené nižšie platia pre dominantný kov železo, ale podobné reakcie prebiehajú aj v prípade legovaných prvkov prítomných v nehrdzavejúcej oceli, ako sú nikel a chróm.

$$Fe + 4H^+ + NO_3^- = Fe^{3+} + NO + 2H_2O$$

$$Fe + 6H^+ + 3NO_3^- = Fe^{3+} + 3NO_2 + 3H_2O$$

Vznikajúci NO_x je čiastočne rozpustný v kyseline, ale po dosiahnutí limitu rozpustnosti sa výpary NO_x prenášajú do plynnej fázy a uvoľňujú sa z moriacich nádrží. Rýchlosť tvorby NO_x sa zvyšuje s rastúcou teplotou.

Kovové ióny vzniknuté v rozpúšťacích reakciách potom reagujú s kyselinou fluorovodíkovou, čo vedie k tvorbe kovových komplexov.

$$2HF + Fe^{3+} = FeF_2^+ + 2H^+$$

$$3HF + Fe^{3+} = FeF_3 + 3H^+$$

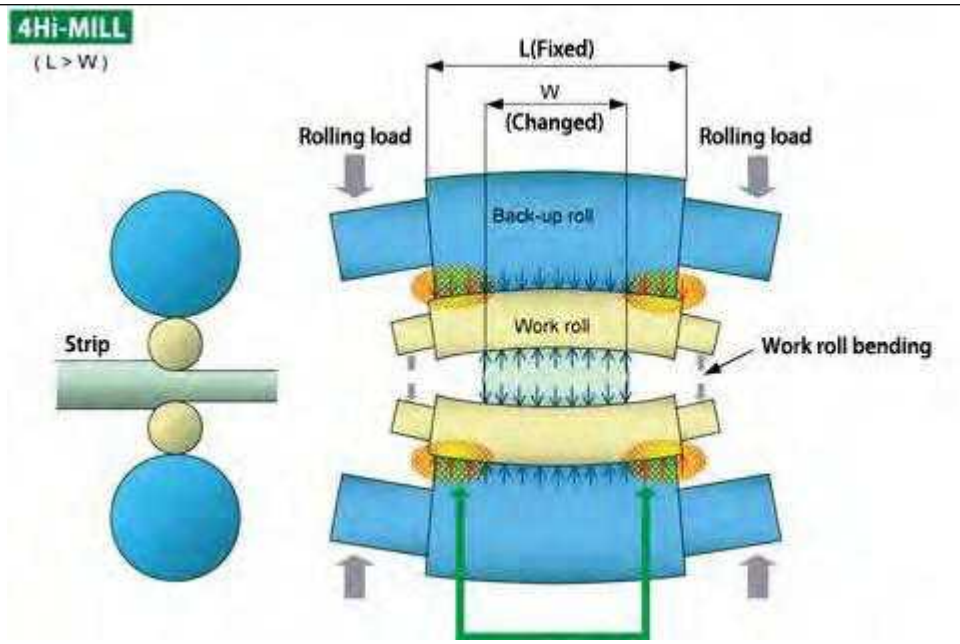
Kombinácia týchto dvoch súborov reakcií vedie k spotrebe kyseliny dusičnej aj kyseliny fluorovodíkovej. Aby sa udržali optimálne podmienky na odstraňovanie okovín, podľa potreby sa pravidelne pridáva čerstvá kyselina. Komplexy fluoridu železa, ktoré vznikajú pri rozpúšťacích reakciách, majú obmedzenú rozpustnosť a ak sa koncentrácia železa nechá na 5 % (40 g/l), začne dochádzať k vyzrážaniu fluoridu železa. Toto vyzrážanie spôsobuje tvorbu veľkého množstva tvrdého kryštalického kalu.

Konštrukcia moriacej linky je zvyčajne rovnaká ako pri morení nízkolegovaných ocelí, s tým rozdielom, že po výstupe z poslednej moriacej nádrže sa oceľový pás opláchne vodou, aby sa odstránili zvyšky kyseliny, a potom sa vysuší. Olej sa na pás nenanáša z dôvodu odolnosti nehrdzavejúcej ocele voči korózii. [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

3.2.4 Valcovanie za studena morených pásov valcovaných za tepla

3.2.4.1 Nízkolegovaná a legovaná oceľ

Pri valcovaní za studena sa morené tyče, plechy alebo pásy valcované za tepla prevádzajú cez sústavy valcov v reverzných valcovniach alebo v kontinuálnych integrovaných valcovniach. Nízkolegované ocele, ktoré sú menej tvrdé, sa vo všeobecnosti valcujú vo viacstolicových tandemových valcovniach z dôvodu vyššej kapacity týchto valcovní. Pozostávajú zo série štvorvalcových alebo šesťvalcových stolíc (pozri obrázok 3.4 a obrázok 3.5). Pás vstupuje do prvej stolice a podstupuje počiatočnú redukciu hrúbky; ďalšie redukcie sa dosahujú v každej nasledujúcej stolici, až kým sa nedosiahne konečná hrúbka.

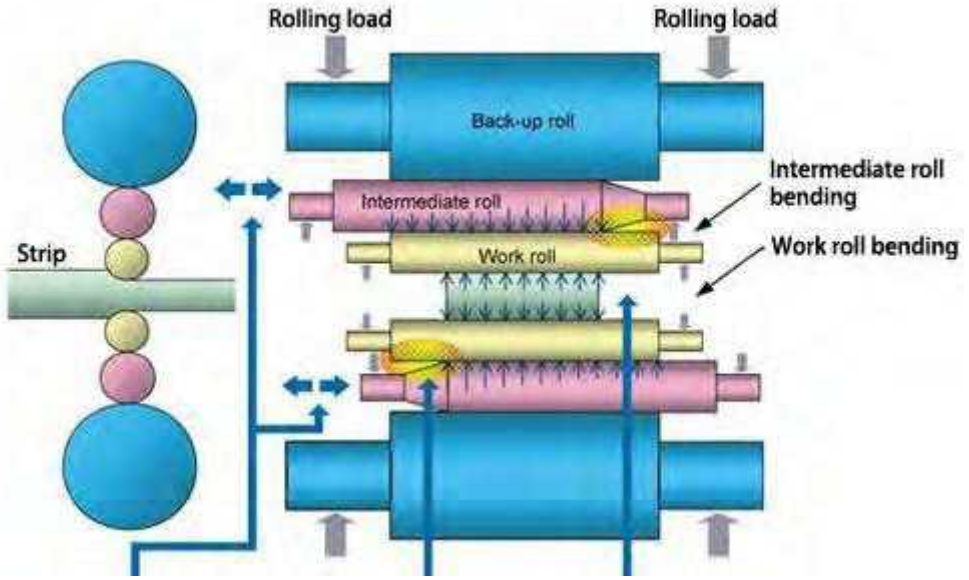


Pozn. Priehyb valcov je čiastočne kompenzovaný ohybom pracovných valcov.
Zdroj: [91, EUROFER 2019]

Obrázok 3.4: 4-valcová stolica vo valcovni na valcovanie za studena

V prípade nízkouhlíkovej ocele je vo všeobecnosti potrebná emulzia 0,5 – 4 % (10 – 20 % pri priamej aplikácii) oleja vo vode pre:

- mazanie,
- chladenie pásu, pracovných a oporných valcov,
- odstránenie Fe častíc.



Pozn.: Posúvanie medziľahlých valcov v kombinácii s ohýbaním valcov zlepšuje kontrolu rovinnosti a znižuje stenčenie hrán pásu.
Zdroj: [91, EUROFER 2019]

Obrázok 3.5: 6-valcová stolica vo valcovni na valcovanie za studena

Pri procese valcovania sa široký pás deformuje hlavne v pozdĺžnom smere, pričom priečna deformácia je prakticky zanedbateľná. Zníženie hrúbky materiálu sa dosahuje vplyvom valcovacích síl a pôsobením ťahov pásu (predného a zadného). Proces tvárnenia za studena vedie k zodpovedajúcemu spevneniu materiálu. Môže sa použiť presné riadenie hmotnostného toku (riadenie valcovacej sily a/alebo polohy), podporené laserovým riadením rýchlosti a ťahu pásu. Meranie hrúbkomerom a kontrola procesu sú zavedené na zabezpečenie prísnych tolerancií po celej dĺžke pásu. Na dosiahnutie požadovanej rovinnosti pásu sa používajú dodatočné obvody automatickej regulácie rovinnosti (ohýbanie valcov, zónové chladenie atď.). Textúra drsnosti povrchu pásu sa aplikuje v poslednej stolici tandemovej valcovne.

Pre optimálnu čistotu povrchu pásu je dôležité zabrániť kontaminácii emulzie pre tandemové valcovne hydraulickým olejom, olejom Morgoil, mazivom alebo chladiacou vodou (používanou na chladenie emulzie). Opatrenia prijaté na zabránenie akejkoľvek kontaminácii môžu zahŕňať:

- nepretržité monitorovanie úrovní oleja,
- monitorovanie koncentrácie oleja,
- pravidelná kontrola hydraulického zariadenia a ložísk,
- monitorovanie parametrov emulzie, ako sú teplota, hodnota pH, index zmydelnenia, číslo kyslosti, vodivosť,
- filtrovanie emulzie pre tandemové valcovne (pomocou techník ako sú magnetické filtre, papierové filtre, naplavovacie filtre).

Na vyčistenie pásu a odstránenie zvyškov mydla alebo oleja môže byť podrobený chemickému a/alebo elektrochemickému odmasťovaniu. Na tento účel sú na vstupnej strane prevádzok na následné spracovanie, ako sú prevádzky na zinkovanie ponorom do roztaveného kovu alebo prevádzky na kontinuálne žíhanie, nainštalované čistiace zóny. [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Konvenčné diskontinuálne valcovanie

Morený pás valcovaný za tepla sa privádza do valcovne na valcovanie za studena zvitok po zvitku. To má za následok zmenu hrúbky pásu zodpovedajúcu geometrickým podmienkam linky na koncoch pásu počas zavádzania a na výstupe konca zvitku.

Na výrobu čistého plechu z valcovne sa často môže použiť riedka emulzia s maximálnou koncentráciou 1 % na posledných stoliciach tandemovej valcovne. Emulzia sa zvyčajne nanáša pomocou rozprašovacích dýz na valce a pás. Niekedy sa pri systémoch priamej aplikácie používajú vyššie koncentrácie.
Prerušované valcovanie ponúka vysoký stupeň procesnej flexibility na zohľadnenie variácií v sortimente výrobkov. Táto technika sa uprednostňuje pri určitých kvalitách ocele. [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Kontinuálne valcovanie a kombinované morenie a valcovanie
V procese kontinuálneho valcovania nasleduje po kontinuálnej moriacej linke samostatne kontinuálna tandemová valcovňa. V tomto prípade sa na vstupe kontinuálnej tandemovej valcovne nachádza zváračka, za ktorou nasleduje zásobník. Použitie zváračky a zásobníka umožňuje spájanie zvitkov a kontinuálne podávanie pásu do valcovne.

Na dosiahnutie čo najužších tolerancií hrúbky, maximálneho výkonu a optimálnych hodnôt produktivity je možné prepojiť prevádzku na turbulentné morenie s plytkými nádržami s tandemovou valcovňou, ktorá je rozšírená o jednu stolicu. V tomto prípade je zváračka na vstupe spojenej linky, nasleduje zásobník, potom moriaca linka a nakoniec tandemová valcovňa. Zváračka a zásobník pred tandemovou valcovňou zvyčajne dosahujú rovnako dobré výsledky a zvýšenú kapacitu.

Na tandemovej linke sa vstupujúci morený pás valcovaný za tepla redukuje na požadovanú konečnú hrúbku jedným priechodom cez linku. Vďaka inštalácii niekoľkých samostatných emulzných systémov je možné v poslednej stolici aplikovať špeciálnu emulziu na zvýšenie čistiaceho účinku. Na tento účel sa môže použiť buď detergent, alebo riedka emulzia (1 % obsah oleja).

Kontinuálne valcovanie umožňuje dobrú kontrolu hrúbky pásu na koncoch zvitkov a kvality povrchu. To môže mať priaznivý vplyv na výťažnosť materiálu. Okrem toho umožňuje optimalizovať spotrebu oleja. [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

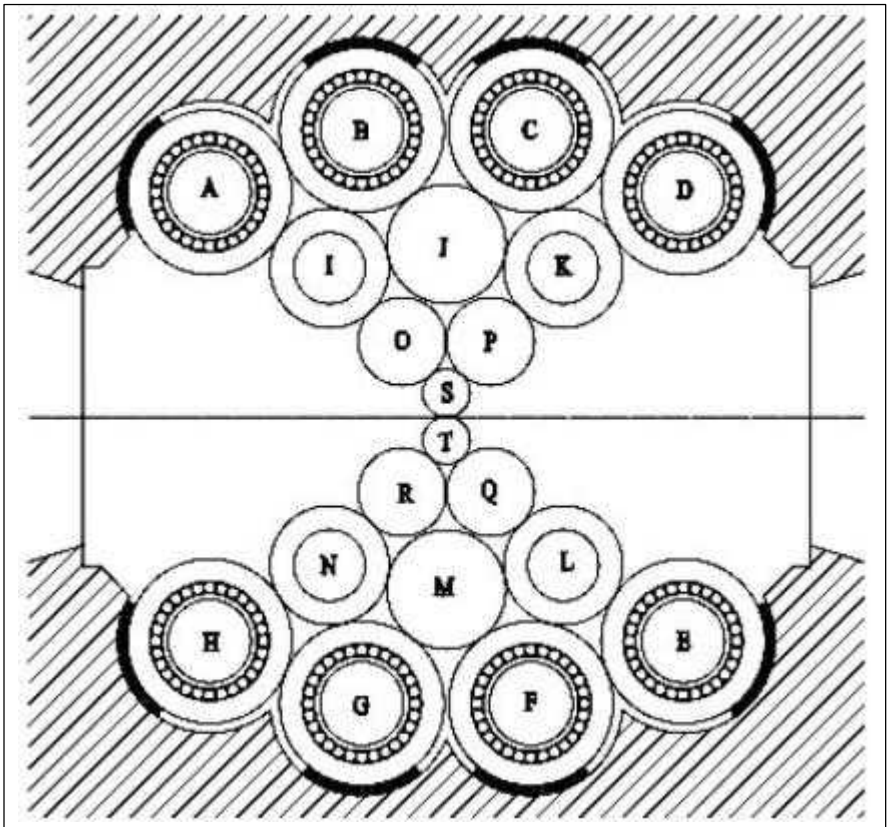
3.2.4.2 Vysokolegovaná oceľ

Po počiatočnom žíhaní a morení sa oceľ zvyčajne valcuje na požadovanú hrúbku v reverzných klastrových valcovniach v niekoľkých prechodoch, kým sa nedosiahnu požadované rozmery alebo kým si mechanické spevnenie nevyžaduje ďalšie žíhanie. Reverzná klastrová valcovňa sa skladá z viacerých valcov. Najbežnejšia je 20-valcová konštrukcia (pozri obrázok 3.6). V tomto prípade je priemer pracovných valcov približne 50 – 90 mm, čo znižuje silu a krútiaci moment valcovania. Medziľahlé valce zabezpečujú stabilitu pracovných valcov. Osem podporných valcov sa skladá z nezávislých segmentov nastaviteľných excentrami, ktoré slúžia na efektívnu reguláciu rovinnosti.

Pri procese valcovania za studena vzniká teplo, ktorého časť sa prenáša do valcovacieho oleja, ktorý sa rozprašuje na oceľ a valce na účely chladenia ako aj mazania. Čistý olej sa používa na mazanie a chladenie. Toto teplo sa následne odvádza cez výmenníky tepla do systémov chladiacej vody.

Minerálne oleje sa všeobecne používajú ako valcovacie oleje a na optimálny výkon je potrebná prísna kontrola čistoty oleja. Toto možno dosiahnuť pomocou okruhov filtrácie oleja, ktoré obsahujú vložkové filtre alebo filtračné systémy s práškovou náplavou. Hoci prevláda použitie minerálnych olejov, môžu sa používať emulzné chladiace systémy podobné tým, ktoré sa používajú pre uhlíkové ocele. V takýchto prípadoch sa musia prijať dodatočné opatrenia na kontrolu čistoty oleja, aby sa zabránilo značeniu pásu.

Zberné odsávače sú namontované na valcovňu a fungujú pri nepretržitom odsávaní na odstraňovanie olejovej hmly, ktorá sa vytvára. [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]



Zdroj: [91, EUROFER 2019]

Obrázok 3.6: Typická 20-valcová stolica na valcovanie nehrdzavejúcej ocele

3.2.5 Žíhanie nízkolegovanej a legovanej ocele

Základné fázy procesu žíhania zahŕňajú:

- ohrev na teplotu žíhania (nad 650 °C),
- udržiavanie teploty žíhania,
- chladenie.

Tento proces žíhania sa môže vykonávať v dávkovacích peciach alebo kontinuálnych peciach. Žíhací cyklus má významný vplyv na mechanické vlastnosti a následne na tvarovateľnosť oceľového pásu. Hlavným parametrom riadiacim cyklus žíhania je teplotný profil. Líši sa to v závislosti od toho, či sa žíhanie vykonáva v kontinuálnej alebo dávkovej peci a v závislosti od požadovanej pevnosti alebo tvrdosti výrobku. Žíhací cyklus závisí od viacerých parametrov vrátane skutočnej analýzy materiálu, redukcie dosiahnutej počas valcovania za studena, požadovaných mechanických vlastností a požadovanej čistoty povrchu, typu ochranného plynu atď.

Kontinuálne žíhanie a poklopové žíhanie sa považujú za doplnkové procesy a nie sú plne zameniteľné. Problémy súvisiace s výrobou sú neoddeliteľnou súčasťou výberu techniky žíhania.

3.2.5.1 Poklopové žíhanie

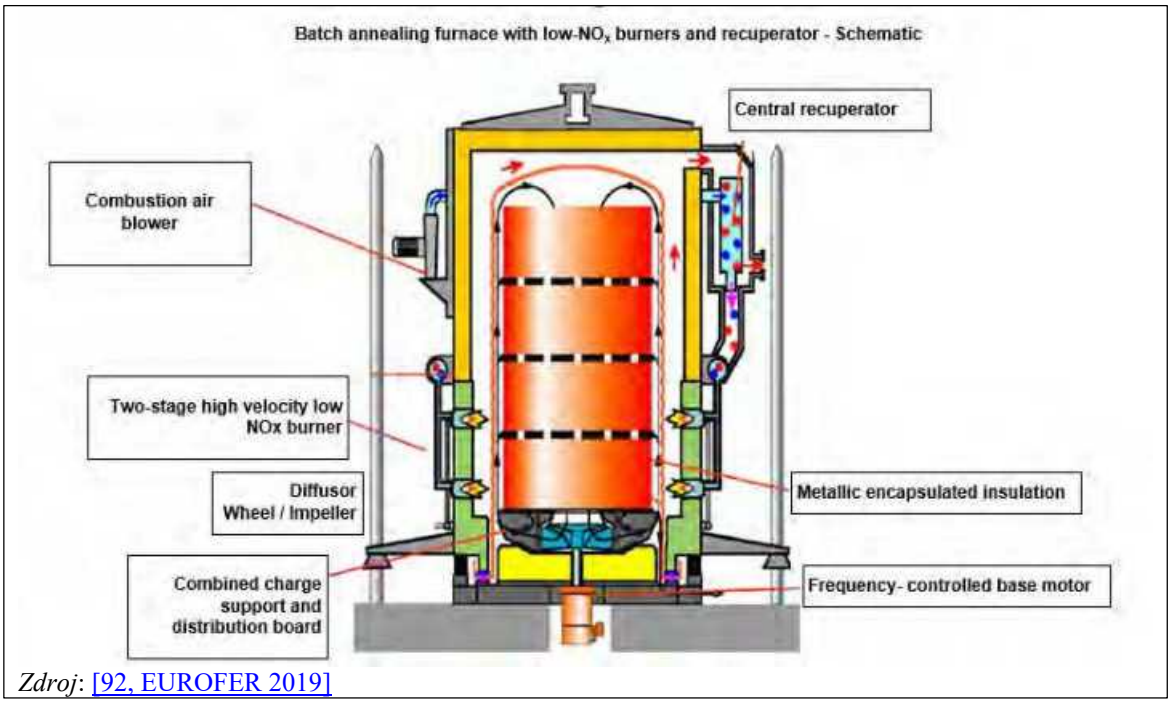
Odmastenie/čistenie pomocou alkálií
Pred procesom žíhania môže byť pás vyčistený (odmastený), aby sa dosiahol čistejší povrch (bežné pre obalovú oceľ). Čistenie slúži na odstránenie rezíduí oleja z povrchu

ocele. Proces je podobný tomu, ktorý sa používa pri kyslom morení, s výnimkou použitých chemikálií. Najčastejšie používanými čistiacimi prostriedkami sú fosfáty, alkalické kremičitany, hydroxid sodný a uhličitan sodný. V niektorých prípadoch sa na odstránenie železných pilín z povrchu pásu používa aj elektrolytické čistenie a kefy.

Oceľový plech sa odvíja z cievky a prechádza cez čistiace nádrže, ktoré môžu byť miešané na zlepšenie čistiaceho účinku. Následne sa oceľ opláchne vodou a opakovane navinie. Odmasťovací roztok je možné zhodnotiť a recyklovať.

Žíhanie

Pás valcovaný za studena vo forme zvitku sa ukladá do žíhacej pece s poklopom (pozri obrázok 3.7). Spaľovacia komora (priestor medzi vykurovacím a ochranným krytom) je ohrievaná olejovými alebo plynovými horákmi. Teplo prechádza cez ochranný kryt do priestoru, kde sú uložené oceľové zvitky. Cirkulačný ventilátor zabezpečuje čo najrovnomernejšie rozloženie teploty. Atmosféra pod ochranným krytom je vo vysokoprúdových peciach väčšinou 100 % H_2. Atmosférou môže byť aj plyn HN_X (zmes dusíka a vodíka s obsahom vodíka blízkym hranici horľavosti okolo 5 % H_2).

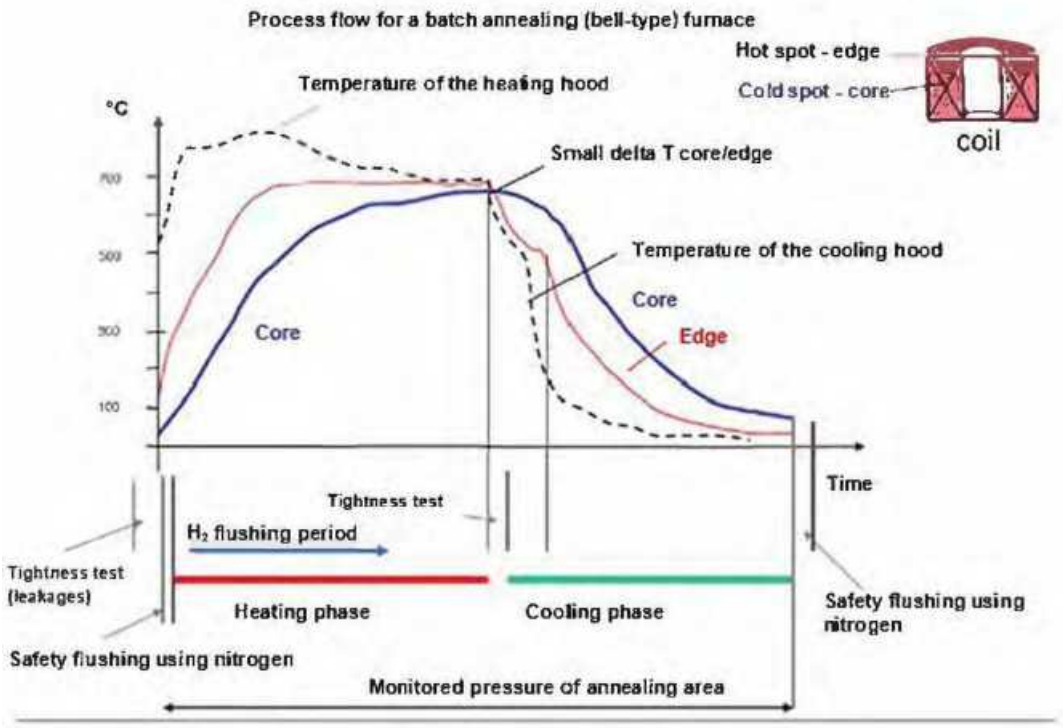


Zdroj: [92, EUROFER 2019]

Obrázok 3.7: Schéma žíhacej pece s poklopom

Teplo prechádza do cievok cez ich vonkajšie hrany, takže tieto oblasti sú vždy teplejšie ako vnútorné vinutia, obzvlášť počas zohrievania. Tepelné spracovanie spôsobuje čiastočné vyhorenie organických rezíduí emulzie; prebieha proces čiastočnej destilácie. Produktmi prebiehajúcich reakcií sú CO/CO_2, H_2, FeO_X a CH_4. Pás sa zahrieva na rekryštalizačnú teplotu a žíha sa pri približne 610 – 700 °C, čo vedie k úplnej rekryštalizácii ocele valcovanej za studena. Na chladenie špirál sa sníma ohrievací poklop. Chladiaci účinok možno zvýšiť rozprašovaním vody na ochranný kryt, jeho zakrytím chladiacim zvonom a ofukovaním vzduchom alebo použitím chladiaceho obtokového systému, ktorý chladí ochrannú atmosféru pod ochranným krytom. Čas potrebný na žíhanie závisí od teploty žíhania a hmotnosti vsádzky, ako aj od ochrannej atmosféry a môže trvať 1 až 2 dni (v prípade 100 % vodíkovej atmosféry). Proces žíhania v 100 % vodíkovej atmosfére vyžaduje kratšie časy žíhania (fázy ohrevu a ochladzovania sú oveľa rýchlejšie), povrch pásu je čistejší a merná spotreba energie je oveľa nižšia ako v atmosfére HN_X. [92, EUROFER 2019]

Na rozdiel od opakovaného ohrevu alebo medziohrevu pri valcovaní za tepla (ktorého cieľom je ohriať surovinu čo najrýchlejšie a čo najrovnomernejšie na valcovaciu teplotu) má tepelné spracovanie žíhaním za cieľ poskytnúť výrobku špecifické fyzikálne/mechanické vlastnosti ohrevom, udržiavaním teploty a ochladením podľa výrobku s použitím špecifického teplotného profilu, aby sa umožnilo preusporiadanie vnútornej zrnovej štruktúry (rekryštalizácia). Pri kontinuálnom žíhaní sa požadovaný teplotný profil dosahuje prechodom pásu cez rôzne ohrievacie/teplotné zóny v peci. Pri poklopovom žíhaní sa teplotný profil získava – in situ – zmenou teploty celej pece v priebehu času. Na obrázku 3.8 sa zobrazujú rôzne fázy cyklu poklopového žíhania a teploty ohrievacieho poklopu a špecifických zón v zvitku. Približne polovica cyklu poklopového žíhania je venovaná ohrevu, zatiaľ čo zvyšok času je určený na chladenie. Fáza ohrevu s ohrievacím poklopom sa končí, keď horúce a studené miesta cievok dosiahnu takmer rovnakú teplotu. V prípade HNX atmosféry (t. j. 95 % N_2, 5 % H_2) sú fázy ohrevu a chladenia približne o 50 % až 80 % dlhšie. [3, EUROFER 2020], [92, EUROFER 2019]



Zdroj: [92, EUROFER 2019]

Obrázok 3.8: Príklad teplôt počas cyklu poklopového žíhania

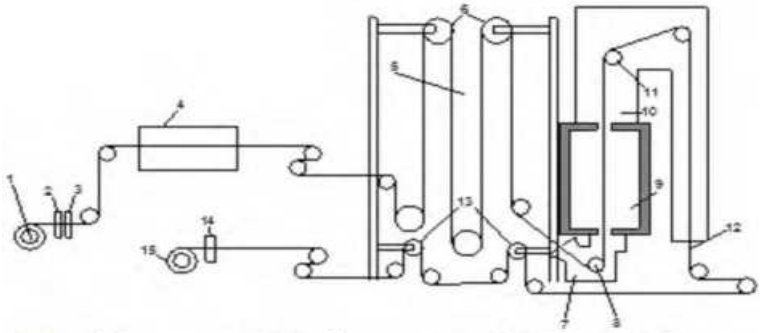
Emisie NO_X sa budú meniť s teplotou ohrievacieho poklopu pece počas žíhacieho cyklu a súvisia s kolísaním teploty predohrevu vzduchu. [3, EUROFER 2020]

3.2.5.2 Kontinuálne žíhanie

Pri kontinuálnom žíhaní sú zvitky na vstupnej strane prevádzky zvárané dohromady a podrobené nasledujúcim procesným krokom:

- alkalické/elektrolytické čistenie pásov,
- ohrev a udržiavanie pri požadovanej teplote žíhania,
- chladenie (pomalé dýzové chladenie, vysokovýkonné dýzové chladenie plynom (s použitím rýchlostí chladenia až do 150 °C/s), kalenie do horúcej vody, prestarnutie, chladenie valcov, finálne chladenie, dýzové chladenie vodnou hmlou).

Kontinuálne žíhanie sa vykonáva prechodom oceľového pásu cez viaczonálnu ohrievaciu pec s ohrievacou komorou, žíhacou komorou, chladiacou zónou, popúšťacou zónou a druhou chladiacou zónou. Oceľ sa zahrieva na teplotu v rozmedzí 650 °C až 830 °C a potom sa ochladzuje prúdmi plynu, rozprašovačmi plynu a vody, kontaktnými valcami alebo kalením do vody, v závislosti od požadovaných metalurgických vlastností. Tieto pece sú zvyčajne ohrievané plynom (priamo alebo nepriamo) alebo elektricky. Oceľ môže byť chránená atmosférou inertného plynu alebo atmosférou redukčného plynu v častiach pece. Hlavné prevádzkové kroky kontinuálneho žíhania sú zobrazené na obrázku 3.9.



Zdroj: [10, Rentz a kol. 1998]

Obrázok 3.9: Príklad kontinuálnej žíhacej pece

Kontinuálne žíhanie zabezpečuje kratší čas spracovania (približne 10 minút), nižšiu potrebu medziskladovania, rovnomerné mechanické vlastnosti a vynikajúcu čistotu povrchu. Kontinuálne žíhanie je vhodnejšie na výrobu ocelí s vyššou pevnosťou. Usporiadanie pece umožňuje rekuperáciu energie z odpadových plynov.

3.2.6 Žíhanie (II) a morenie (II) vysokolegovanej ocele

Odmasťovanie

Pred finálnym procesom žíhania môže byť potrebné odmasťovanie pásu na odstránenie akýchkoľvek kontaminantov z povrchu ocele. To sa dá dosiahnuť použitím čistiaceho systému na báze alkálií, ktorý môže byť začlenený do vstupnej časti kontinuálnych žíhacích liniek.

Oceľový zvitok sa odvíja a prechádza cez sériu nádrží obsahujúcich čistiace roztoky. Miešanie roztoku sa zvyčajne používa na zlepšenie čistenia. Následne sa pás opláchne vodou. Demineralizovaná voda sa môže použiť na posledný krok oplachovania [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Žíhanie

Postup pre finálne žíhanie a morenie je určený požadovanou povrchovou úpravou. Príkladmi sú povrchová úprava podľa normy EN 2R, ktorá vyžaduje lesklé žíhanie, a povrchová úprava 2B, ktorá vyžaduje žíhanie a morenie.

Použitie lesklého žíhania s vodíkom ako inertnou atmosférou nielen zvyšuje rýchlosť ohrevu vďaka lepšej tepelnej vodivosti, ale tiež vedie k lesklejšiemu povrchu, ako naznačuje názov tohto postupu. Najväčšou výhodou z hľadiska spotreby energie a spotreby zdrojov je, že lesklé žíhanie nevyžaduje ďalší krok morenia, pretože povrch je už bez okovín.

Leskłé žíhanie sa všeobecne vykonáva v elektricky ohrievanej alebo plynom ohrievanej peci s ochrannou inertnou atmosférou dusíka a/alebo vodíka. Môže sa použiť poklopové žíhanie aj kontinuálne žíhanie. Odmasťovanie povrchu ocele je potrebné, aby sa zabránilo sfarbeniu povrchu.

Materiál s povrchovou úpravou 2B sa zvyčajne spracúva v kontinuálnych žíhacích a moriacich linkách. Koncepcia a prevádzkovanie pece je vo všeobecnosti podobná tej, ktorá sa používa na žíhanie pásového materiálu valcovaného za tepla opísaného vyššie. Oceľ sa odvíja a prechádza cez jednu alebo viac pecí, ktoré sú zvyčajne ohrievané plynom. Žíhanie prebieha v atmosfére bohatej na kyslík. Je to potrebné na zabezpečenie toho, aby okoviny vytvorené v peci mali zloženie, ktoré sa dá ľahko odstrániť následnými chemickými moriacimi procesmi.

Morenie
Na rozdiel od odstraňovania okovín z pásového materiálu valcovaného za tepla opísaného vyššie nemožno mechanické techniky odstraňovania okují použiť na pomoc pri odstraňovaní týchto okovín kvôli povrchovému poškodeniu, ktoré by vzniklo na konečnom páse valcovanom za studena. Preto sa používa iba chemické morenie. Toto sa vykonáva rovnakým spôsobom, ako je opísané vyššie pri morení pásu za tepla.

Okoviny z vysokolegovanej ocele, v dôsledku prítomnosti oxidov legujúcich prvkov, nie je vždy možné odstrániť len jedným krokom odstraňovania okovín v kyseline. Môžu byť potrebné procesy dodatočnej úpravy alebo predúpravy. Tie môžu zahŕňať odstraňovanie okovín počiatočným elektrolytickým procesom odstraňovania okovín (s použitím napríklad hydrogensiričitanu sodného) inštalovaným pred časťou nitračnej zmesi. Tieto zariadenia zvyčajne pracujú s neutrálnymi soľami alebo kyselinami ako elektrolytom. Je vhodné považovať elektrolytický proces za systém predmorenia, pretože samotnou touto časťou nie je možné dosiahnuť uspokojivé odstraňovanie okovín. Avšak dĺžka potrebnej časti s nitračnou zmesou (a tým aj spotreba kyselín a environmentálne vplyvy) sa značne znižuje. Okrem toho môže kombinácia elektrolytického a zmesového kyslého leptania poskytnúť zlepšenú povrchovú úpravu. [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998], [93, Cold Rolling Shadow Group 2000]

3.2.7 Popúšťanie pásu valcovaného za studena

3.2.7.1 Nízkolegovaná a legovaná oceľ

Po žíhaní sa povrchová úprava a mechanické vlastnosti ocele upravia v súlade s požiadavkami zákazníka. Toto sa vykonáva popúšťaním, ktoré spočíva v tom, že sa pás podrobí ľahkému valcovaciemu prechodu s redukciou hrúbky od 0,3 % do 2 %. Pred popúšťaním musí byť teplota pásu nižšia ako 50 °C.

Popúšťanie sa vykonáva vo valcovni na popúšťanie, ktorá zvyčajne obsahuje jednu alebo dve štvorvalcové stolice, hoci sú možné aj dvojvalcové alebo šesťvalcové stolice. Na výrobu pocínovaného plechu sú bežné dve štvorvalcové stolice. Valce pre tieto stolice majú extrémne presnú povrchovú úpravu, aby sa regulovala konečná drsnosť pásu v súlade s koncovým použitím hotového výrobku. Popúšťaním sa zlepšuje aj rovinnosť pásu.

V závislosti od konečného použitia pásu sa uplatňujú dva typy procesov: popúšťanie za sucha a popúšťanie za mokra. Aby sa rezíduá z procesu valcovania nezostávali na páse, môžu byť počas popúšťania potrebné čistiace prostriedky (prostriedok na mokré popúšťanie). Valce sa môžu čistiť aj mechanickým leštiacim zariadením a pridruženým odsávacím systémom. [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

3.2.7.2 Vysokolegovaná oceľ

Podobne ako pri postupe pre uhlíkové ocele sa vykonáva popúšťanie alebo kalibračné valcovanie, aby sa dosiahla požadovaná povrchová úprava ocele. Táto úprava valcovaním za studena, ktorá zahŕňa minimálne zmenšenie hrúbky (do 2 %), sa všeobecne vykonáva nasucho bez použitia oleja na chladenie. Valcovňa na popúšťanie zvyčajne pozostáva z jednej dvojvalcovej alebo štvorvalcovej stolice s presne brúsenými valcami.

3.2.8 Konečná úprava

Konečná úprava zahŕňa pozdĺžne rezanie na zvitky pásov rôznej šírky a priečne strihanie na získanie plechu. Ďalšie kroky ako rovnanie, odber vzoriek, olejovanie a označovanie sa tiež dokončia. Vo všeobecnosti sa používajú techniky podobné pre nízkolegované aj vysokolegované ocele; olejovanie však nie je potrebné pre nehrdzavejúce ocele.

Konečná úprava zahŕňa tieto činnosti:

- kontrola rozmerov (šírka, hrúbka a dĺžka),
- kontrolu povrchových defektov a ich odstránenie,
- odber vzoriek na určenie mechanických a technologických vlastností, štruktúry drsnosti pásu a obsahu rezíduí častíc z opotrebovania valcov a uhlíka na povrchu pásu (štatistický odber vzoriek),
- orezávanie zvitkov na presnú šírku,
- vyrovnávanie pásov na optimálnu rovinnosť,
- olejovanie pásov elektrostatickými olejovacími strojmi alebo olejovacími strojmi vybavenými rozprašovačmi alebo valcami olejovacích strojov (antikorózne oleje alebo predmazivá),
- označovanie hotových výrobkov číslom zvitku, dátumom výroby atď.,
- zváranie menších cievok do väčších cievok.

V prevádzkach konečnej úpravy sa zvitky s hmotnosťou určenou na maximalizáciu produktivity režú na hmotnosti zvitkov objednané zákazníkmi. Chybné časti zvitkov sú odstránené alebo v prípade potreby je materiál podrobený dodatočnému spracovaniu na odstránenie chýb. To môže zahŕňať dodatočné žíhanie, popúšťanie alebo rovnanie. [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

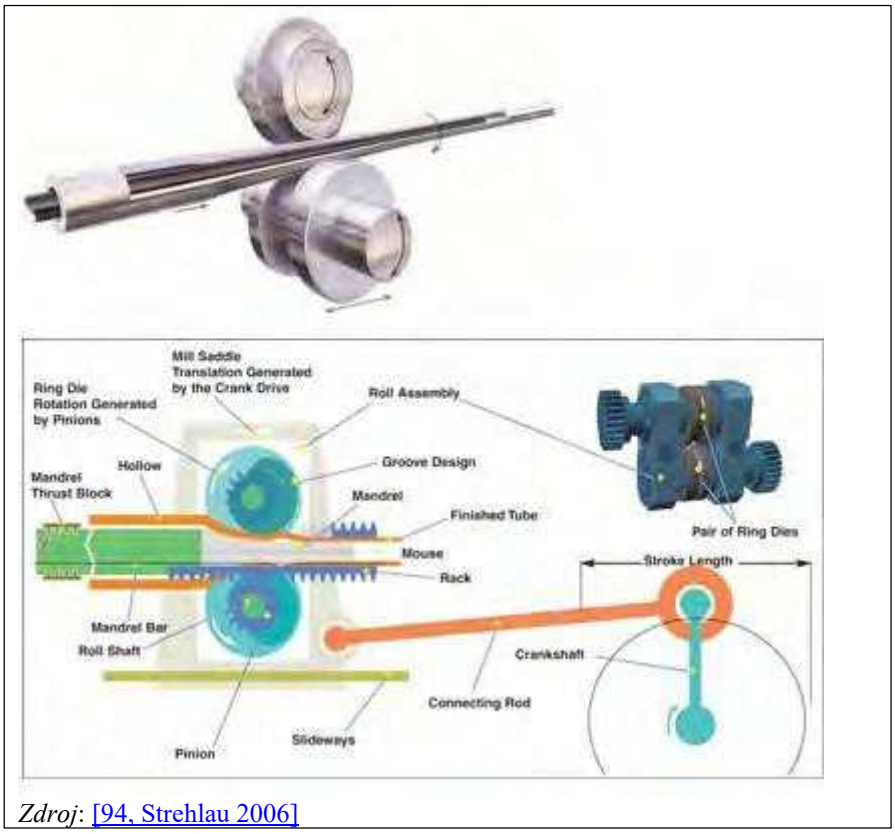
Brúsenie pásu
Brúsenie povrchu ocele možno použiť na dosiahnutie rovnomernej kvality povrchu, ako aj na odstránenie defektov. Pás sa zvyčajne odvíja na špecializovaných technologických linkách, postrieka sa olejom a brúsi sa pásmi s rôznou drsnosťou povrchu. Na tento proces sa všeobecne používa minerálny olej a okruhy filtrácie slúžiace na oddelenie triesok vznikajúcich počas brúsenia. [89, EUROFER, TG Valcovanie za studena 1998]

Balenie
Materiál v konečnej podobe sa zvyčajne zabalí a pripraví na odoslanie zákazníkovi. Obal je navrhnutý tak, aby sa zabezpečilo, že nedôjde k žiadnemu poškodeniu počas skladovania ani prepravy ku koncovému používateľovi. Musia sa prijať aj kontrolné opatrenia na zabránenie mechanickému a klimatickému poškodeniu. Okrem toho by mali byť aj zdvíhacie a prepravné zariadenia vo výrobnej prevádzke skonštruované a prevádzkované tak, aby sa minimalizovalo poškodenie ocele. Po konečnej úprave sa vykonáva balenie jednotlivých položiek objednaných zákazníkmi. Použité obalové materiály zahŕňajú: oceľové pásy, papier, plast, drevo, námorné balenie, špeciálne balenie. [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

3.2.9 Valcovne na valcovanie za studena na pútnickej stolici

Valcovanie za studena na pútnickej stolici je valcovací proces, ktorým sa redukuje priemer a hrúbka steny kovových rúr v jednom procesnom kroku. Proces valcovania za studena na pútnickej stolici je vhodný pre všetky kovy. Typické materiály sú mäkká oceľ, nehrdzavejúca oceľ, feritická oceľ, nízkolegovaná oceľ, meď a zliatiny medi, zliatiny titánu, zliatiny zirkónia a zliatiny niklu. V závislosti od materiálu dosahuje proces valcovania za studena na pútnickej stolici typicky zníženie prierezu až do 90 % v prípade medi; 80 % v prípade nehrdzavejúcej ocele, zliatin niklu a zirkónia a 75 % v prípade vysokopevnostných zliatin titánu [94, Strehlau 2006]. Na obrázku 3.10 je znázornený celkový pohľad a podrobná schéma stroja na valcovanie za studena na pútnickej stolici. Počas procesu valcovania za studena na pútnickej stolici sa rúrka posúva dopredu a rotuje, zatiaľ čo kruhové matrice sa pohybujú dozadu a dopredu a rotujú.

Valcovacie nástroje v procese valcovania za studena na pútnickej stolici pozostávajú z páru kruhových matríc a tŕňa. Tŕň sa nachádza vnútri rúrky v pevnej polohe a je otáčaný oporným uzlom tŕňa. Samotný tŕň je v smere valcovania zúžený. Matrice majú na svojich obvodoch zodpovedajúce drážky. Ojnica poháňa valcovacie sane dozadu a dopredu. Táto akcia spôsobuje rotáciu kruhových matríc. Pastorky namontované na každom hriadeli valca zaberajú do dvoch ozubených hrebeňov, ktoré sú upevnené na skrini stroja. Toto usporiadanie využíva kmitavý pohyb valcovacích saní na vytvorenie kmitavého rotačného pohybu kruhových matríc. [12, SE TWG 2019], [94, Strehlau 2006]



Zdroj: [94, Strehlau 2006]

Obrázok 3.10: Obrázok a podrobná schéma valcovne na valcovanie za studena na pútnickej stolici

V závislosti od konštrukcie drážky si proces tvarovania vyžaduje viac ako 10 krokov, pričom sa rúrka posúva a otáča do rôznych polôh vzhľadom na prechod tvarovacej matrice. Veľký počet malých krokov tvarovania pomáha zabezpečiť konštantnú hrúbku steny a takmer homogénne materiálové vlastnosti vo valcovanej rúre. [12, SE TWG 2019], [94, Strehlau 2006]

3.2.10 Dielňa valcov

V dielni valcov činnosti vo všeobecnosti pozostávajú z demontáže valcov, brúsenia valcov, tvarovania pracovných valcov a opakovanej montáže valcov.
Na splnenie požadovaných noriem pre tolerancie povrchy pásov sa musia valce pravidelne prebrúsiť. Počas tejto brúsnej operácie sú valce zvyčajne chladené a mazané brúsnou emulziou. Použitá emulzia môže byť recirkulovaná a filtrovaná, ale pravidelne je potrebná jej čiastočná výmena. Okrem toho vzniká použitý olej a brúsny kal, ktoré si vyžadujú likvidáciu.

Medzi hlavné systémy tvarovania valcov patria:

- SBT (tvarovanie brokovaním): ide o mechanické nanesenie textúry na valec pomocou zdrsňovania brokovaním.
- EDT (elektroerozívne tvarovanie): pracovné valce sa tvarujú vytváraním iskier v olejovom kúpeli.
- EBT (tvarovanie elektrónovým lúčom): v tomto systéme sa valec umiestni do vákuovej komory a textúra sa nanáša pomocou elektrónového dela.
- Laser Tex (laserové tvarovanie): valec sa tvaruje na vopred určenú drsnosť laserovým delom.
- Pretex (prémiové tvarovanie): valec sa tvaruje elektrolytickým chrómovaním, ktoré zabezpečuje rovnomerné rozloženie tvrdých chrómových pologúľ nanesených na povrch valca. Chrómová vrstva zvyšuje životnosť valca a znižuje prestoje valcovne na valcovanie za studena. Proces chrómovania je plne uzavretý a vybavený systémom na odsávanie odpadových plynov s použitím mokrej práčky. Celý proces funguje bez vypúšťania výtoku vďaka stratám spôsobeným odparovaním. [3, EUROFER 2020], [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

3.2.11 Hospodárenie s vodou a procesnými kúpeľmi vo valcovniach na valcovanie za studena

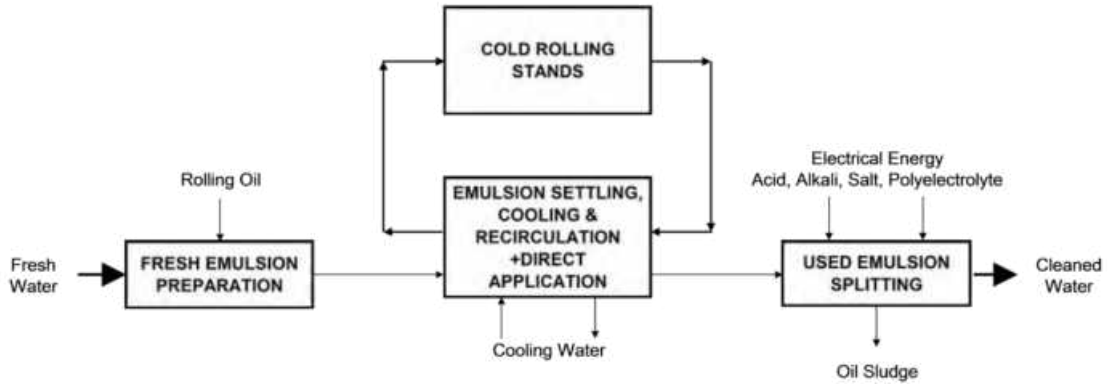
Voda sa používa vo valcovniach na valcovanie za studena na čistenie povrchu valcovaného materiálu, na prípravu moriacich a odmasťovacích kúpeľov, na oplachovanie a na chladenie. Morenie a súvisiace procesy (oplachovanie, čistenie plynov, zhodnocovanie kyselín) spôsobujú vznik kyslých tokov odpadových vôd. V prípade, že súčasťou alkalického spracovania je aj odmasťovanie, vzniká odpadová voda.

Na chladenie a mazanie sa vo valcovacích častiach používajú vodno-olejové emulzie, čo vedie k vzniku tokov olejových a odpadových vôd obsahujúcich nerozpustné tuhé látky. Emulzné a odmasťovacie roztoky sa vo všeobecnosti recyklujú späť do procesu v uzavretých okruhoch. Voda používaná na nepriame chladenie sa tiež prevádzkuje v uzavretých obehových okruhoch. (Klasifikácie a definície pre vodné okruhy sú analogické s tými, ktoré sa používajú pri valcovaní za tepla; pozri oddiel 2.2.17).

Pri valcovaní za studena sa priama aplikácia oleja používa v prípade obalových výrobkov a čistý olej sa používa v prípade nehrdzavejúcich ocelí. [3, EUROFER 2020]

3.2.11.1 Systémy mazania valcovacej medzery: použitie emulzie alebo čistého oleja

Emulzné systémy
V prípade výroby uhlíkovej ocele sú typické valcovne na valcovanie za studena (štvorvalcové alebo šesťvalcové stolice) vybavené emulznými cyklami, ako je znázornené na obrázku 3.11.
Na udržiavanie týchto okruhov sa cirkulujúce kvapaliny musia upravovať a kondicionovať usadzovaním emulzie a chladením. Opatrenia na zachovanie kvality emulzie a predĺženie jej životnosti sú opísané v oddieloch 3.4.2.8 a 3.4.4.3.



Zdroj: [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Obrázok 3.11: Všeobecný tok emulzie

Aplikácia čistého oleja

V prípade výroby nehrdzavejúcej ocele sa valcovanie za studena vykonáva hlavne pomocou reverzných klastrových valcovní, ako sú Sendzimirove stolice alebo Sundwigove stolice, kde dobre podopierané pracovné valce s malým priemerom (napr. < 100 mm) umožňujú dosiahnuť veľké redukcie.

Okrem základnej úlohy znížiť hrúbku prichádzajúceho pásu na konečný rozmer zákazníka (dosiahnutý po mnohých prechodoch), je kľúčovým cieľom dosiahnuť vynikajúcu povrchovú úpravu (nízka drsnosť, vysoký lesk, homogénny povrch). Prichádzajúci drsný povrch sa počas valcovania za studena výrazne modifikuje v dôsledku vysokého trenia, čo má za následok vysokú abráziu pásu. Kvôli vysokej deformačnej energii (tvrdosti ocele) a vysokému treniu je teplota pásu, a najmä kontaktná teplota, veľmi vysoká. V dôsledku toho je povinné používať mazivo a bežne sa pri valcovaní nehrdzavejúcej ocele aplikuje čistý olej.

Na mazanie a chladenie valcovacej medzery, pracovných a oporných valcov vrátane ich ložísk sa používa kontinuálne cirkulujúce chladivo, čo je kľúčová vlastnosť klastrových valcovní. Hlavné chladenie valcovne sa vykonáva vo valcovacej medzere pomocou vysokotlakových rozstrekovačov. Vo všeobecnosti tok maziva smeruje zo stredu smerom k vonkajším okrajom pásu, čím sa zmyjú všetky uvoľnené častice valcovaného kovu. Rovnakým olejom sa mažú neutesnené podporné ložiská a je potrebný olej s nízkou viskozitou (< 8 centistokes) s vysokými prietokmi, aby sa zabránilo nadmernému zahrievaniu týchto ložísk a aby sa z nich udržali cudzie častice.

Vyberajú sa vhodné receptúry olejov pozostávajúce zo základového oleja a aditív, ako sú vysokotlakové prísady, prostriedky proti opotrebeniu, prísady na zvýšenie mastnosti a antioxidanty. Ak sú v prípade daného oleja kontaktné podmienky príliš náročné, napríklad vysoká redukcia v kombinácii s vysokou rýchlosťou, môžu sa vyskytnúť chyby ako tepelné šmuhy, čo má za následok nejednotný povrch.

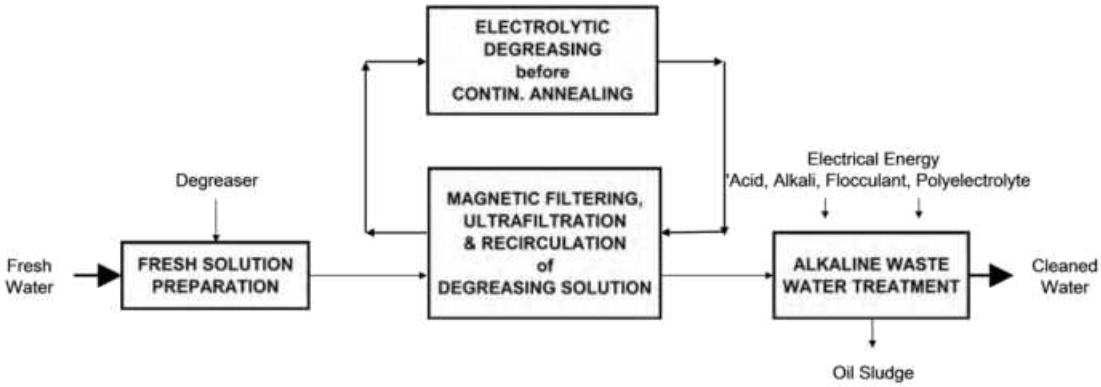
Opotrebenie pásu je veľmi intenzívne a vzniká veľké množstvo kovových častíc. Vyžaduje sa účinná filtrácia maziva a dobrá údržba filtrov. Chladiaci systém sa skladá z nádrže obsahujúcej kontaminované mazivo, čerpadiel na prenos kontaminovaného maziva k filtrom, nádrže na čistý olej a čerpadiel na spätnú dodávku čistého maziva do valcovne. Používa sa kontinuálna recirkulácia oleja. V najmodernejších zariadeniach sa filtrácia vykonáva pomocou vložiek vyrobených zo špeciálnych materiálov, vo všeobecnosti z nylonu. Olej sa zvyčajne filtruje do 2 µm. Na predĺženie životnosti (napr. až na 20 rokov) sa filtre často automaticky preplachujú spätným prefukom vzduchu. Rezíduá zachytávané počas tejto činnosti sa odstraňujú a zachytávajú na účely recyklácie v špecializovaných spoločnostiach. Pri tomto druhu zariadenia sa predchádza vzniku nerecyklovateľných odpadov, ako je napríklad kremelina.

V prípade výroby, pri ktorej lesklý povrch nie je hlavným cieľom, najmä v prípade hrubého materiálu, je možné mazanie vykonávať pomocou recirkulovaných emulzií oleja vo vode, ako bolo opísané vyššie v prípade emulzných systémov výroby uhlíkovej ocele). V tomto prípade je hlavnou výhodou dosiahnutie vysokej efektívnosti chladenia. V poslednom čase boli navrhnuté aj viacstolicové tandemové valcovne s emulziou oleja vo vode. Tento druh zariadení, v ktorých sa pracovné valce

často nemenia, však nie je určený pre najnáročnejšie požiadavky na kvalitu povrchu. [208, EUROFER 2021]

3.2.11.2 Systém odmasťovacieho roztoku

V systémoch odmasťovacích roztokov (pozri obrázok 3.12) je recirkulácia roztoku umožnená odstránením oleja a iných znečistení, napr. magnetickou filtráciou alebo ultrafiltráciou.



Zdroj: [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Obrázok 3.12: Tok odmasťovacieho roztoku (kontinuálna žíhacia linka)

3.2.11.3 Chladiace vodné systémy

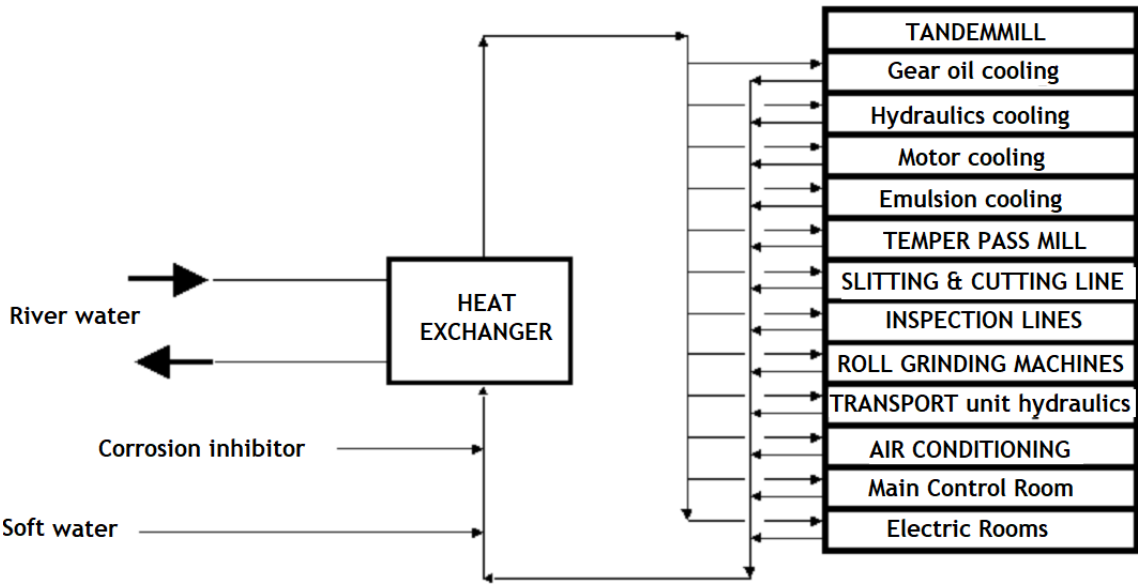
Vo valcovniach na valcovanie za studena je potrebná chladiaca voda na odvádzanie nadmerného tepla z procesu valcovania (energia valcovania) a zo žíhacích pecí (energia ohrevu). Energia valcovania sa odvádza hlavne cez emulziu do chladiča emulzie a sčasti cez chladiče maziva a hydrauliky do chladiacej vody. Hlavnými spotrebiteľmi chladiacej vody sú:

- chladenie emulzie pre tandemovú linku,
- stolica kalibračnej valcovne inštalovaná za prevádzkou na poklopové žíhanie,
- kontinuálna žíhacia prevádzka so stolicou kalibračnej valcovne,
- chladenie transformátorov a motorov,
- zariadenia na olejové mazanie.

Tepelne zaťažená chladiaca voda sa opakovane chladí priemyselnou vodou v doskových výmenníkoch tepla, ak sú k dispozícii dostatočné zásoby vody, alebo odparovaním v chladiacich vežiach. opakované chladenie vo výmenníkoch tepla ponúka výhodu, že značné množstvá chemikálií pre chladiacu vodu (ako sú inhibítory korózie, stabilizátory tvrdosti, dispergátory a biocídy) možno ušetriť a nevypúšťajú sa do kanalizačného systému. Okruhy chladiacej vody sa upravujú inhibítormi korózie, ale vypúšťanie čiastočného prietoku s vysokým obsahom solí nie je pri týchto uzavretých okruhoch potrebné. Pri okruhoch chladiacich veží je naopak potrebné pravidelné vypúšťanie čiastočných prietokov do kanalizačného systému, aby sa zabránilo koncentrácii solí v dôsledku odparovania. V dôsledku odparovania vody v chladiacich vežiach môžu byť miestne klimatické podmienky ovplyvnené neustálym vytváraním hmly a takzvaným priemyselným snehom, čo môže predstavovať problém v strednej a severnej Európe.

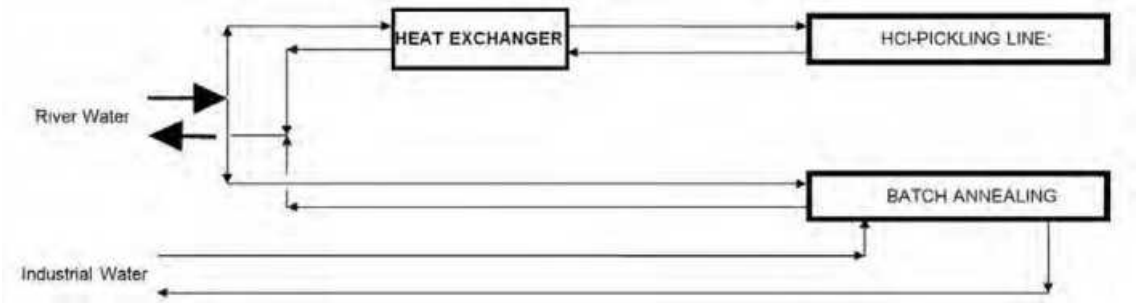
V zásade sú použiteľné systémy s recirkulačným chladením aj s chladiacimi vežami s odparovaním a výber systému bude závisieť od umiestnenia a iných špecifických podmienok lokality. V niektorých krajinách sa zdaňuje odber a vypúšťanie vody, čo môže ovplyvniť výber použitého systému. [93, Cold Rolling Shadow Group 2000]

Na obrázku 3.13, 3.14 a 3.15 sa zobrazujú príklady cyklov chladiacej vody.



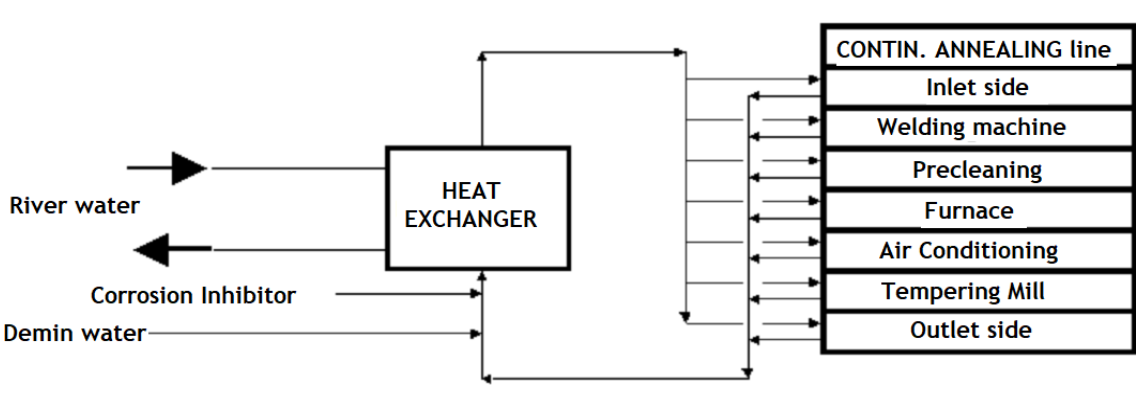
Zdroj: [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Obrázok 3.13: Systém chladiacej vody pre valcovňu na valcovanie za studena



Zdroj: [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Obrázok 3.14: Systém chladiacej vody pre morenie v HCl a poklopové žíhanie



Zdroj: [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Obrázok 3.15: Systém chladiacej vody pre kontinuálnu žíhaciu linku

3.2.11.4 Úprava odpadovej vody

Odpadová voda z činností valcovania za studena, ktorú nemožno zhodnocovať ani použiť inde vo výrobnej linke, musí byť pred vypustením upravená.

Kyslá odpadová voda z oplachovania alebo zhodnocovania kyseliny sa zvyčajne upravuje neutralizáciou pomocou činidiel, ako je hydroxid vápenatý alebo hydroxid sodný. Rozpustené kovové ióny sa vyzrážajú ako hydroxidy a potom sa oddelia sedimentačnými technikami vrátane očistenia alebo filtrácie. Na uľahčenie procesu sa niekedy používajú flokulanty. Kal sa odvodňuje, napr. pomocou kalolisov, aby sa znížil konečný objem kalu.

Ak sa používajú elektrolytické chemické procesy predmorenia, môžu byť potrebné dodatočné kroky úpravy výtoku. Tie zvyčajne môžu zahŕňať procesy redukcie chrómu (VI) s použitím hydrogensiričitanu sodného alebo zlúčenín železa (II).

Alkalické toky odpadových vôd môžu byť neutralizované pomocou HCl, prefiltrované a potom vypustené.

Použité chladiace kvapaliny/mazivá (emulzie) sa upravujú narušením emulzie, ktoré sa vykonáva buď tepelne, chemicky, mechanicky, alebo fyzikálne, po čom nasleduje fáza oddelenia vody a oleja.

3.2.12 Nakladanie s odpadmi a vedľajšími produktmi vo valcovniach na valcovanie za studena

Valcovanie za studena vedie k vzniku rezíduí tuhých látok, ako sú šrot (čistiace handry, čistiaci papier), kaly z čistiarní odpadových vôd, zvyšky obalového materiálu a prach.

Šrot sa recykluje v závodoch na výrobu ocele. **Kaly obsahujúce olej** z čistiarní odpadových vôd možno použiť vo vysokých peciach.

Kaly zo zhodnocovania kyselín môžu byť recyklované v oceliarnach (EAF a vysoká pec) alebo odovzdané externým recyklačným firmám na výrobu oxidov železa.

Heptahydrát síranu železnatého z prevádzky na zhodnotenie kyseliny sírovej možno použiť:

- na výrobu komplexných kyanoželezitých solí,
- ako flokulanty v čistiarňach odpadových vôd,
- na výrobu adsorbčnej hmoty na plyny,
- ako chemický melioračný prostriedok,
- na výrobu pigmentov oxidu železa a
- na výrobu kyseliny sírovej. [82, DE, člen TWG 1999]

Oxid železa zo zhodnotenia kyseliny chlorovodíkovej možno použiť v niekoľkých odvetviach ako vysokokvalitný vstup, napr.:

- ako vstupná surovina na výrobu feromagnetických materiálov,
- ako vstupná surovina na výrobu železného prášku alebo
- ako vstupná surovina na výrobu stavebných materiálov, pigmentov, skla a keramiky. [82, DE, člen TWG 1999]

Kaly zo zhodnotenia oleja sa externe využívajú na spätné získavanie oleja v špeciálne určených prevádzkach alebo sa externe spracúvajú spaľovaním.

Iba malá časť **kalov z čistenia odpadových vôd** sa recykluje interne; prevažná väčšina sa skládkuje.

Olejové odpady (olej, emulzie, mazivá) sa recyklujú interne alebo upravujú externe spaľovaním.

3.3 Súčasná spotreba a úrovne emisií v prípade valcovní na valcovanie za studena

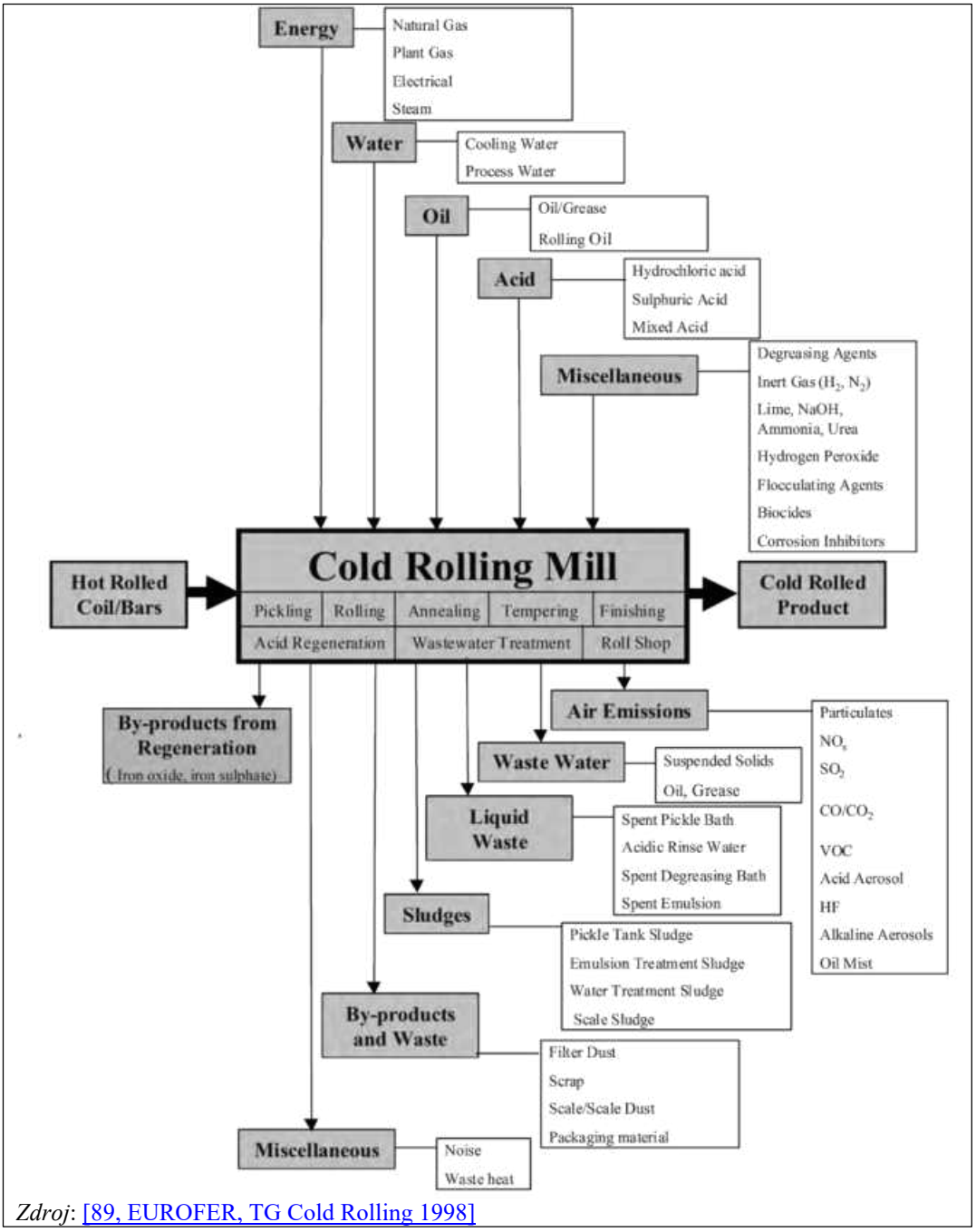
V nasledujúcich oddieloch sa uvádzajú údaje o spotrebe a emisiách poskytnuté prevádzkami CR v rámci EÚ, ktoré sa zúčastnili na zbere údajov o FMP v roku 2018 (celkovo 42 prevádzok). Príslušné prevádzky sú uvedené v oddiele 11.1, v ktorom sa nachádza zoznam zariadení/prevádzok.

Zaobchádzanie s dôvernými obchodnými informáciami (CBI)

Údaje o spotrebe energie, materiálov a vody prevádzkovatelia prevádzok považovali za CBI. V záujme zachovania dôvernosti údajov sa názvy prevádzok v grafoch priamo neuvádzajú, ale sú nahradené anonymizovanými a náhodne pridelenými kódmi CBI. Okrem toho nie sú zahrnuté žiadne kontextové informácie (napr. procesné parametre alebo použité techniky), pretože by mohli odhaliť identitu prevádzok. V údajoch sú uvedené len kategória ocele a oceľové výrobky za predpokladu, že pri zbere údajov bolo nahlásených viac ako päť rôznych hodnôt spotreby. Ak bolo nahlásených menej ako päť rôznych hodnôt spotreby, údaje sú zobrazené v kategórii označenej ako „iné" bez akéhokoľvek uvedenia kategórie ocele alebo oceľového výrobku z dôvodu zachovania dôvernosti. Všetky údaje o spotrebe sú uvedené vo vzostupnom poradí podľa maximálnych hodnôt mernej spotreby energie.

3.3.1 Prehľad tokov hmoty

Na obrázku 3.16 sa uvádza prehľad rôznych vstupov (napr. druhy oceľových výrobkov, energia, voda, olej, kyselina) a výstupov (napr. výrobky valcované za studena, emisie do ovzdušia a vody, vedľajšie produkty a odpad, kvapalné odpady a kaly) v typickej valcovni na valcovanie za studena.



Zdroj: [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Obrázok 3.16: Prehľad vstupov/výstupov pre valcovne na valcovanie za studena

3.3.2 Spotreba energie

Počas zberu údajov boli údaje o špecifickej spotrebe energie prevádzok (t. j. MJ spotrebovanej energie na celkové množstvo spracovanej suroviny, vyjadrenej v t/rok) vykázané pre tieto procesy:

- valcovacie procesy,
- žíhanie po valcovaní (poklopové a kontinuálne).

Valcovacie procesy

V tabuľke 3.3 sa zobrazujú rozsahy mernej spotreby energie pre valcovacie procesy v závislosti od typu oceľových výrobkov. Za valcovacie procesy poskytlo 30 prevádzok údaje o celkovej mernej spotrebe energie. Veľká väčšina údajov o špecifickej spotrebe energie sa pohybovala v rozmedzí od 65 MJ/t do približne 550 MJ/t (ročný priemer). Iba štyri prevádzky uviedli hodnoty o špecifickej energii

spotreby vyššie ako 1 500 MJ, ako je znázornené na obrázku 3.17. Tri z týchto prevádzok vyrábajú vysokolegovanú oceľ (napr. austenitickú), avšak z dôvodu zachovania dôvernosti údajov nebolo možné bližšie špecifikovať, ktoré z nich vyrábajú vysokolegovanú oceľ.

Tabuľka 3.3: Rozsahy špecifickej spotreby energie pre procesy valcovania.

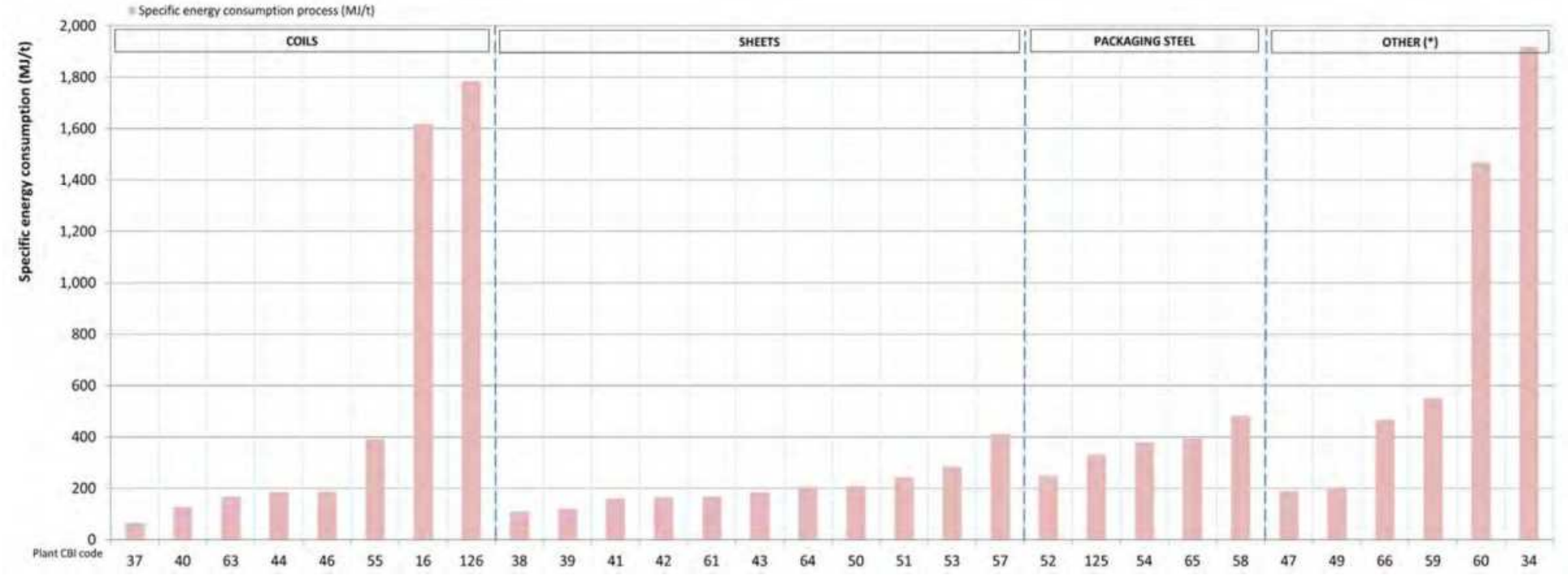
Oceľové výrobky	**Špecifická spotreba energie MJ/t (ročný priemer)**
Zvitky valcované za studena, plechy	65 – 412
Obalová oceľ	246 – 482
Iné	127 – 550
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]	

Kontinuálne a poklopové žíhanie

Na obrázku 3.18 a 3.19 sa zobrazujú údaje o špecifickej spotrebe energie poklopových a kontinuálnych žíhacích pecí po valcovaní (ročný priemer). Celkovo 16 prevádzok nahlásilo informácie o špecifickej spotrebe energie v rozsahu od 550 MJ/t do 1 700 MJ/t pre poklopové žíhanie. Celkovo 12 prevádzok nahlásilo informácie o špecifickej spotrebe energie v rozsahu od 657 MJ/t do 1 400 MJ/t pre kontinuálne žíhanie.

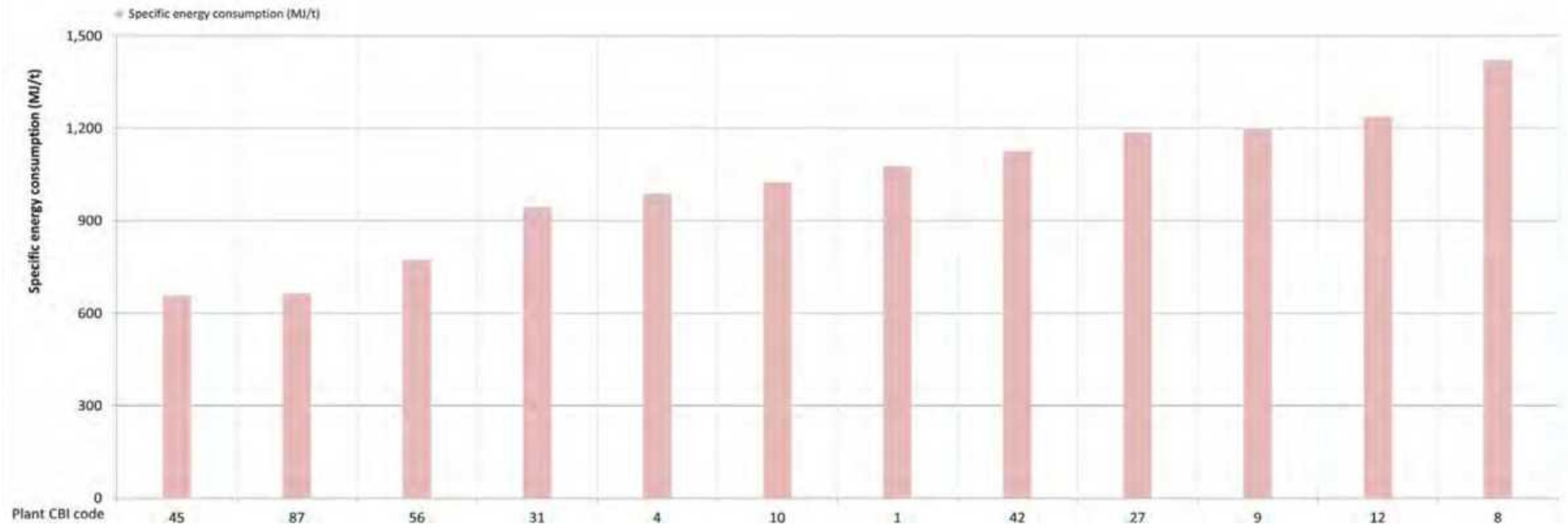
Pri výrobe pokročilých vysokopevnostných ocelí (AHSS) alebo ultravysokopevnostných ocelí (UHSS) v kontinuálnej žíhacej linke je potrebné ohriať pás na teploty v rozmedzí od 850 °C do 900 °C v porovnaní s obvyklým rozsahom 700 – 750 °C pre štandardné druhy ocele. Týka sa to širokej škály pokročilých druhov ocele, ako sú oceľ s komplexnou fázou, dvojfázová oceľ, oceľ TRIP (plasticita vyvolaná transformáciou), TWIP (plasticita vyvolaná dvojčatením) alebo QP (ocele spracované procesom kalenia a redistribúcie). V špecifickom prípade QP produktov sa pás ohrieva na približne 900 °C. Ako druhý krok sa materiál musí ochladiť na približne 230 °C (kalenie). Následne je potrebné materiál druhýkrát zohriať až na približne 500 °C, po ktorom nasleduje krok vyrovnávania teploty pred konečným ochladením. Proces redistribúcie umožňuje difúziu uhlíka v produkte. [95, AT 2020], [207, EUROFER 2021]

V prípade plne dokončených elektrotechnických ocelí (napr. s neorientovanou štruktúrou) sú v porovnaní s polohotovými elektrotechnickými oceľami taktiež potrebné vysoké teploty žíhania približne 1 100 °C.
V súlade s tým môže výroba významného podielu takýchto druhov ocele v budúcnosti v sortimente výrobkov prevádzky FMP viesť k špecifickej spotrebe energie vyššej ako 1 200 MJ/t. [95, AT 2020], [207, EUROFER 2021]



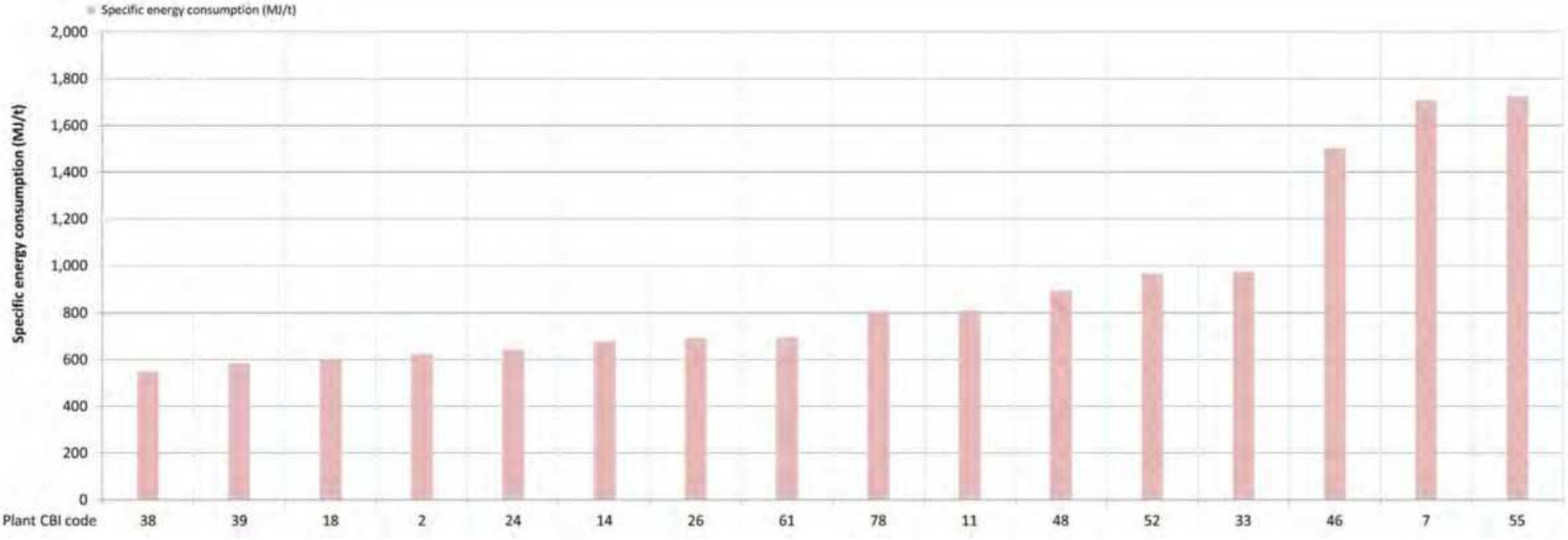
Iné (*): zahŕňa iné druhy produktov, ktoré nie sú špecifikované.
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.17: Špecifická spotreba energie (MJ/t spracovanej suroviny) pri valcovaní



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.18: Špecifická spotreba energie (MJ/t spracovanej suroviny) pre kontinuálne žíhanie s valcovaním



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

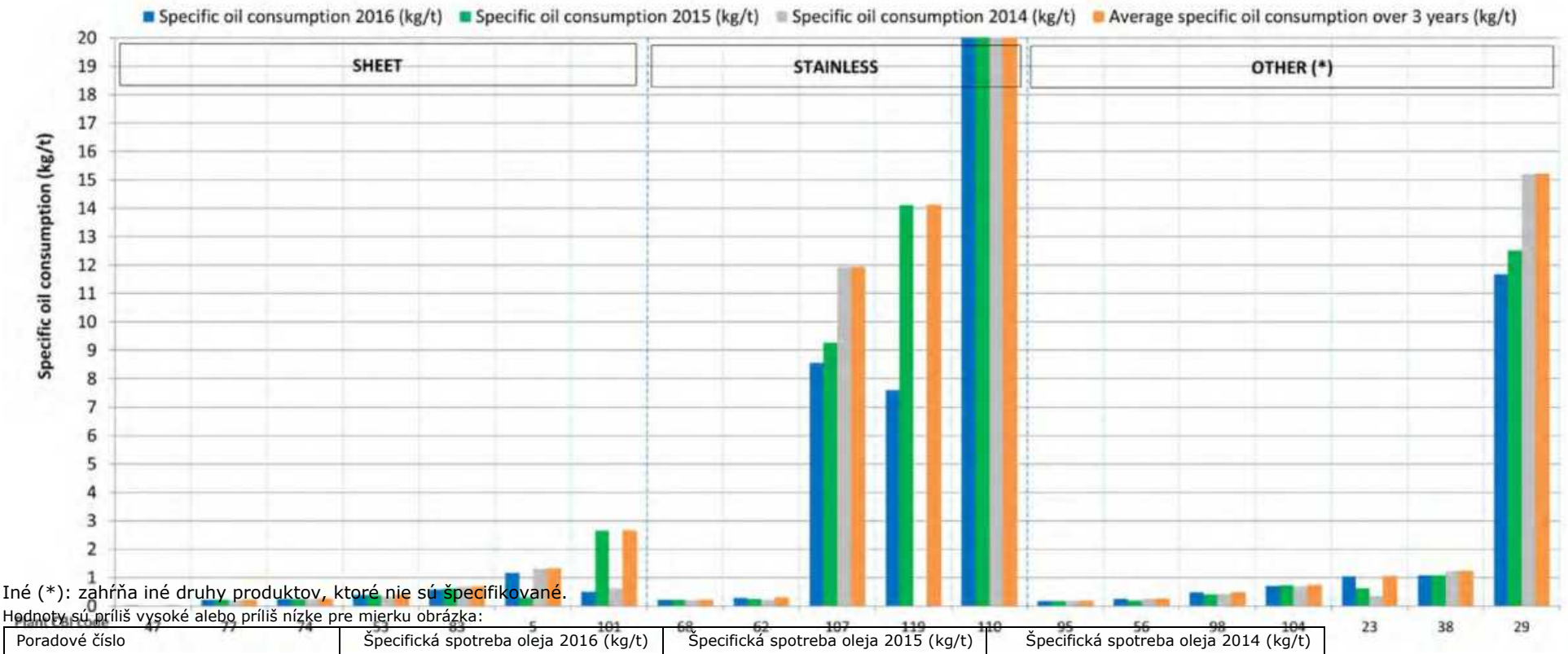
Obrázok 3.19: Špecifická spotreba energie (MJ/t spracovanej suroviny) pre poklopové žíhanie s valcovaním

3.3.3 Spotreba materiálu

3.3.3.1 Spotreba olejov

Morenie nízkolegovanej, legovanej a vysokolegovanej ocele
Spotreba antikorózneho oleja závisí od percentuálneho podielu olejovaných výrobkov, od typu olejovacieho stroja (elektrostatické olejovanie alebo rozprašovacie dýzy) a od hmotnosti oleja požadovanej zákazníkom. [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Na obrázku 3.20 sa zobrazujú údaje uvádzané o špecifickej spotrebe oleja za tri prevádzkové roky a získaný ročný priemer za valcovne na valcovanie za studena, ktoré sa zúčastnili zberu údajov o FMP. Špecifická spotreba oleja sa pohybovala od 2 kg/t do 15 kg/t. Uvedené hodnoty zahŕňajú všetky typy olejov používaných v prevádzke (napr. valcovací olej, olej do hydraulických systémov, mazací olej, antikorózny olej, emulzný olej, tuky a mazivá).



Iné (*): zahŕňa iné druhy produktov, ktoré nie sú špecifikované.
Hodnoty sú príliš vysoké alebo príliš nízke pre mierku obrázka:

Poradové číslo	Špecifická spotreba oleja 2016 (kg/t)	Špecifická spotreba oleja 2015 (kg/t)	Špecifická spotreba oleja 2014 (kg/t)
110	188,70	262,08	255,46

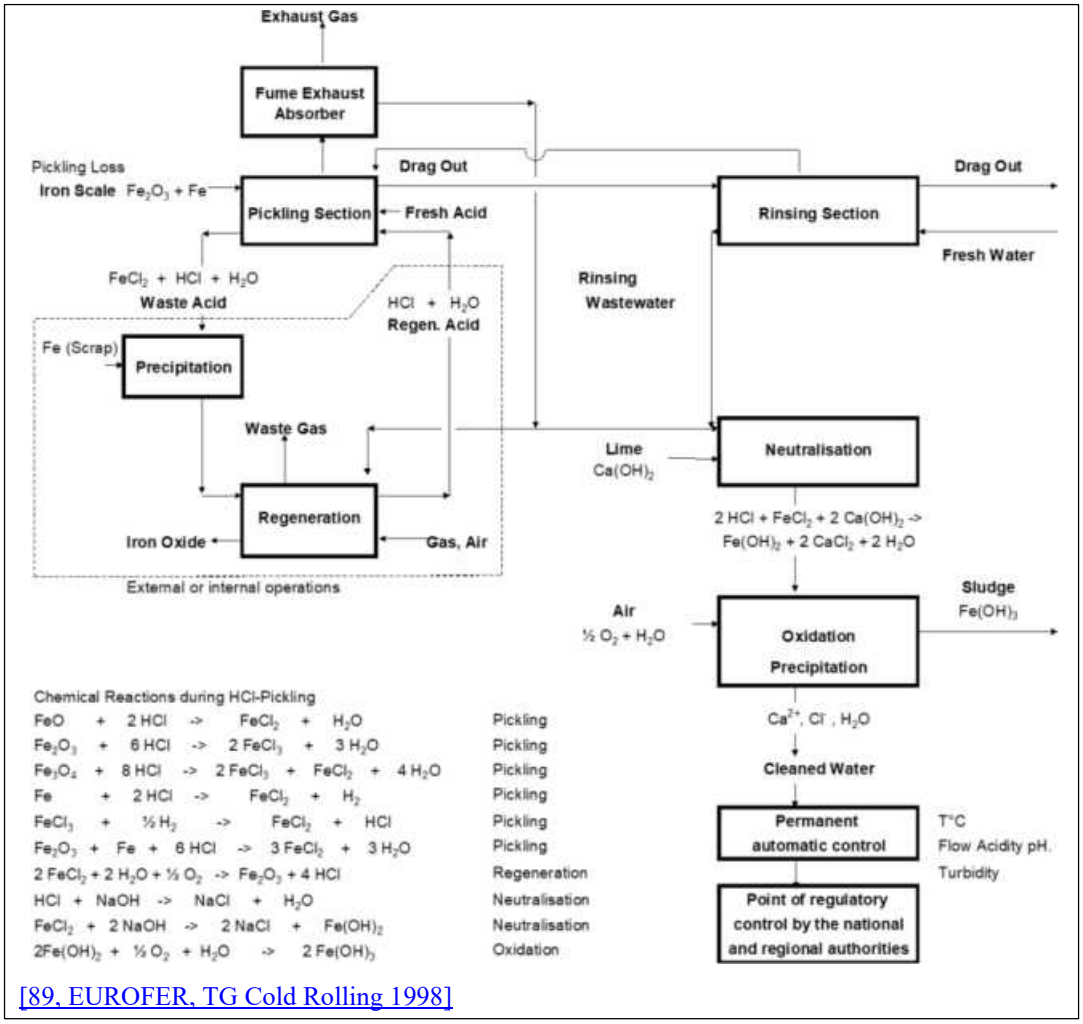
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.20: Špecifická spotreba oleja (kg/t spracovanej suroviny) vo valcovniach na valcovanie za studena

3.3.3.2 Spotreba kyselín

Ako moriace činidlá sa používajú kyselina chlorovodíková, sírová a pre nehrdzavejúcu oceľ zmes kyseliny dusičnej a fluorovodíkovej. Spotreba kyseliny sa zjavne líši v závislosti od toho, či sa kyselina zhodnocuje alebo nie. Závisí to tiež od špecifickej morenej plochy povrchu a hrúbky oxidovej vrstvy. [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

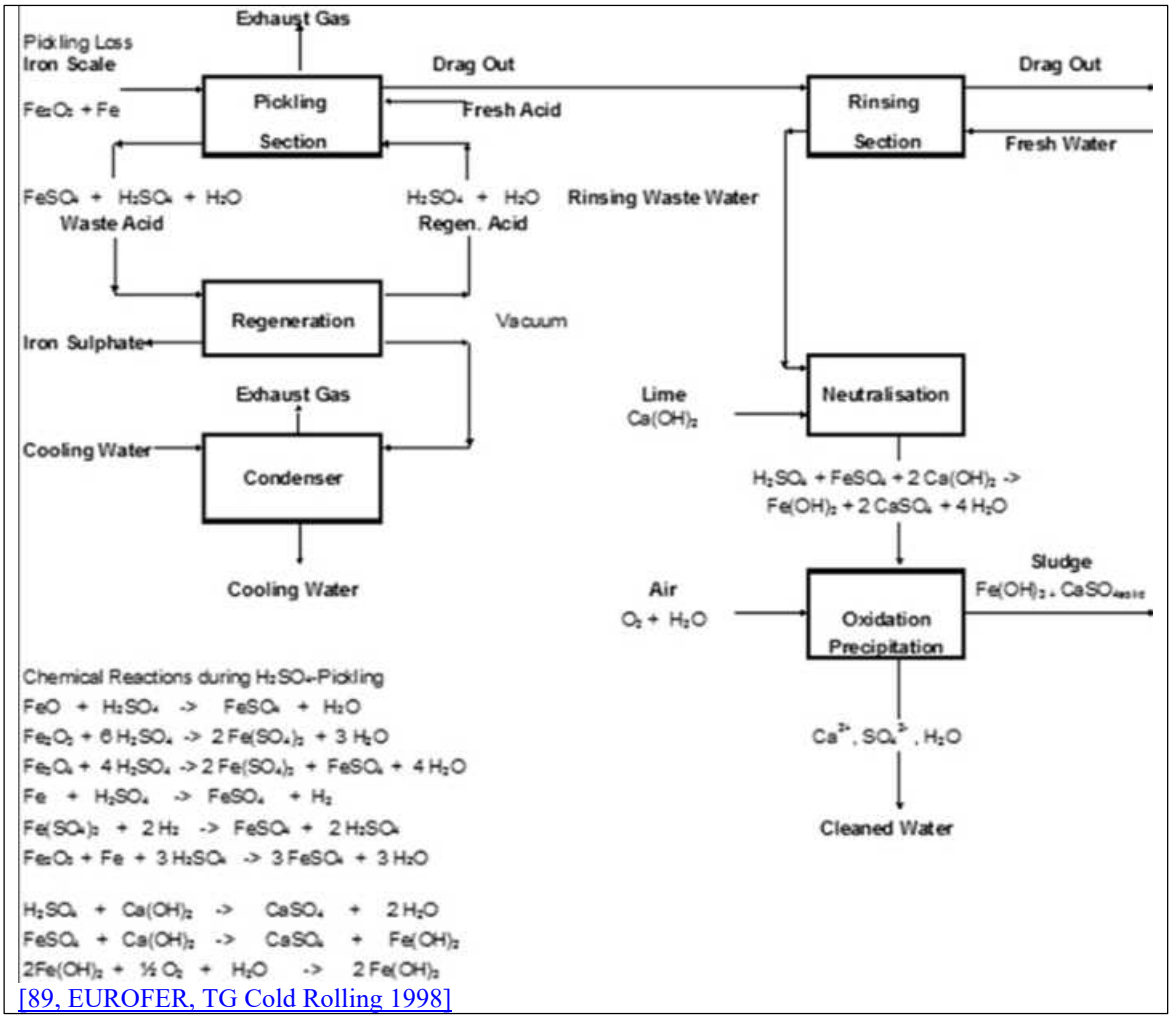
Na obrázku 3.21 sa znázorňuje tok materiálu pre moriacu linku HCl v spojení so zhodnotením kyseliny.



[89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Obrázok 3.21: Znázornenie morenia v HCl a zhodnotenia kyseliny

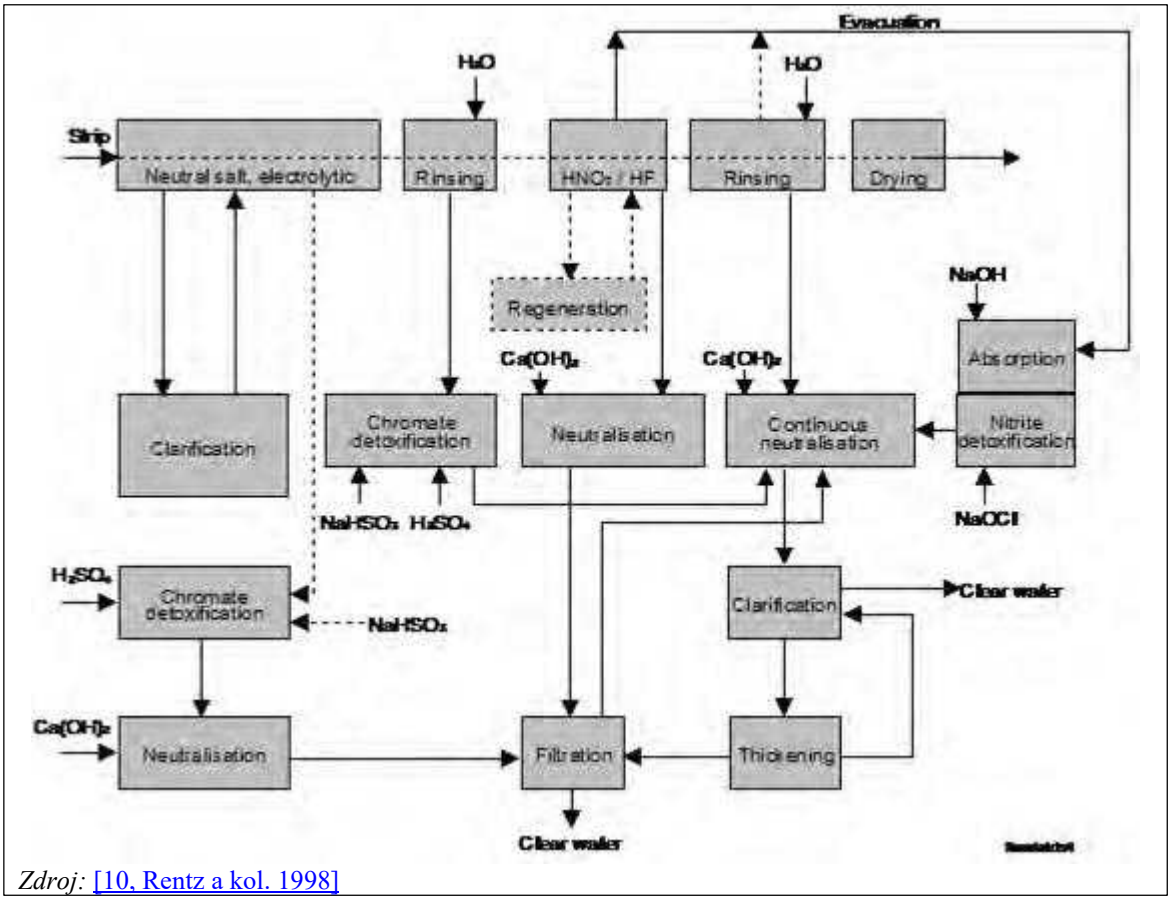
Na obrázku 3.22 sa znázorňuje tok materiálu pre moriacu linku s H_2SO_4 v spojení so zhodnotením kyseliny.



[89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Obrázok 3.22: Znázornenie morenia v H_2SO_4 a jej zhodnotenia

Na obrázku 3.23 sa zobrazuje tok materiálu pre morenie v nitračnej zmesi v spojení so zhodnotením kyseliny.



Zdroj: [10, Rentz a kol. 1998]

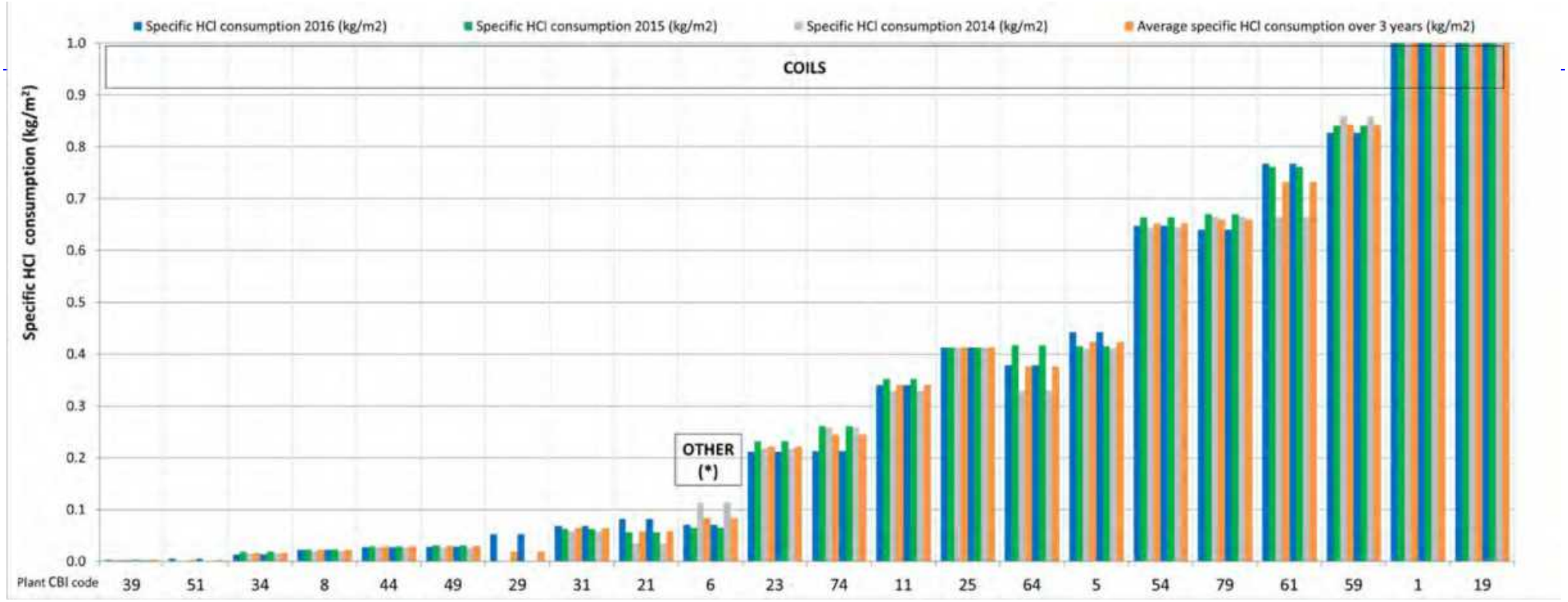
Obrázok 3.23: Znázornenie morenia nehrdzavejúcej ocele v kyseline HNO_3-HF (vrátane zhodnotenia)

V tabuľke 3.4 sa zobrazujú rozsahy špecifickej spotreby kyseliny v linkách valcovania za studena, ktoré sa zúčastnili zberu údajov o FMP.

Tabuľka 3.4: Rozsahy špecifickej spotreby kyseliny v linkách valcovania za studena

Druh kyseliny (% hmot.)	**Špecifická spotreba kyseliny v kg/m² (ročný priemer)**
HCl	0,002 – 10,3
H_2SO_4	0,002 – 3,5
HNO_3	0,002 – 0,8
HF	0,006 – 9,7
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]	

Okrem toho sa na obrázkoch 3.24 až 3.27 zobrazujú údaje o špecifickej spotrebe kyseliny za tri prevádzkové roky vo valcovniach na valcovanie za studena zo zberu údajov. Každý obrázok zodpovedá inému druhu kyseliny, konkrétne kyseline chlorovodíkovej, sírovej, dusičnej a fluorovodíkovej. Špecifická spotreba kyseliny sa vyjadruje v kg kyseliny na m^2 upraveného (moreného) povrchu. Uvažované koncentrácie kyselín boli 33 % hmot., 96 % hmot., 49 % hmot. a 70 % hmot. pre HCl, H_2SO_4, HNO_3 a HF, v uvedenom poradí.



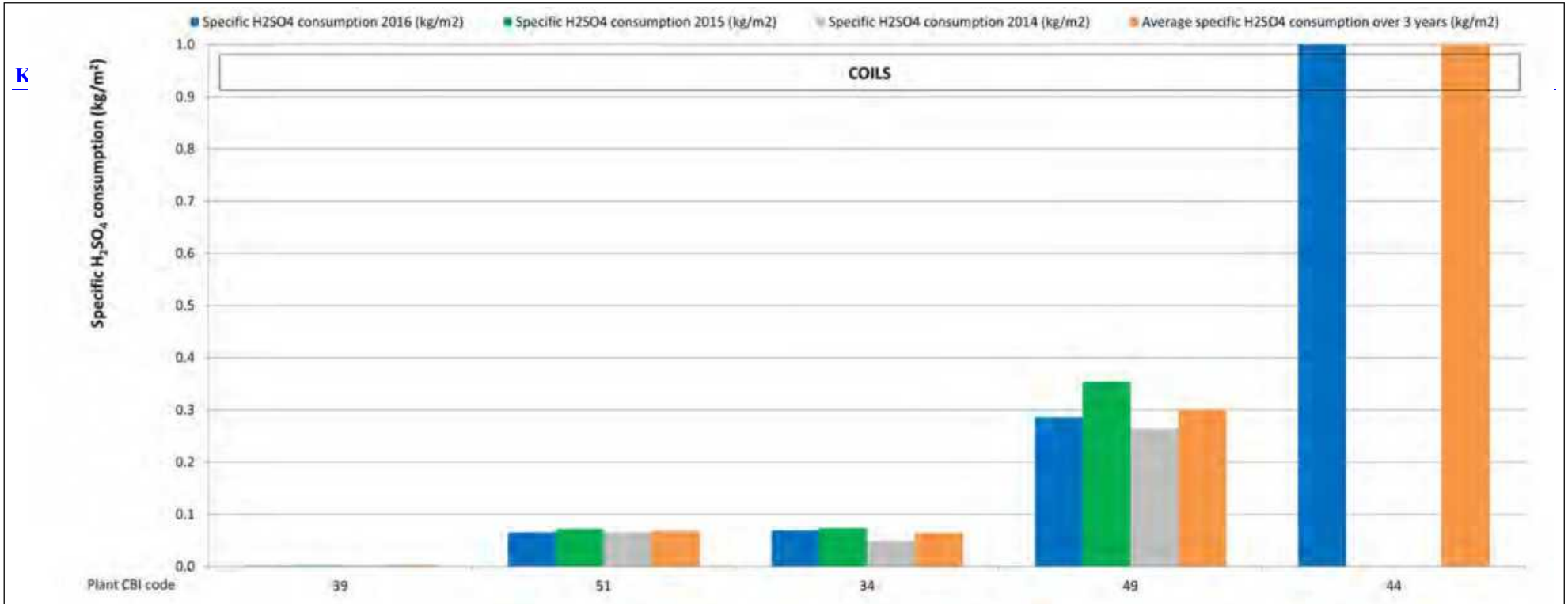
Iné (*): zahŕňa iné druhy produktov, ktoré nie sú špecifikované.

Hodnoty sú príliš vysoké alebo príliš nízke pre mierku obrázka:

Poradové číslo	Špecifická spotreba HCl 2016 (kg/m²)	Špecifická spotreba HCl 2015 (kg/m²)	Špecifická spotreba HCl 2014 (kg/m²)
1	10,29	10,29	10,29
19	545,51	475,33	512,59

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.24: Špecifická spotreba HCl (kg/m² upraveného povrchu) vo valcovniach na valcovanie za studena

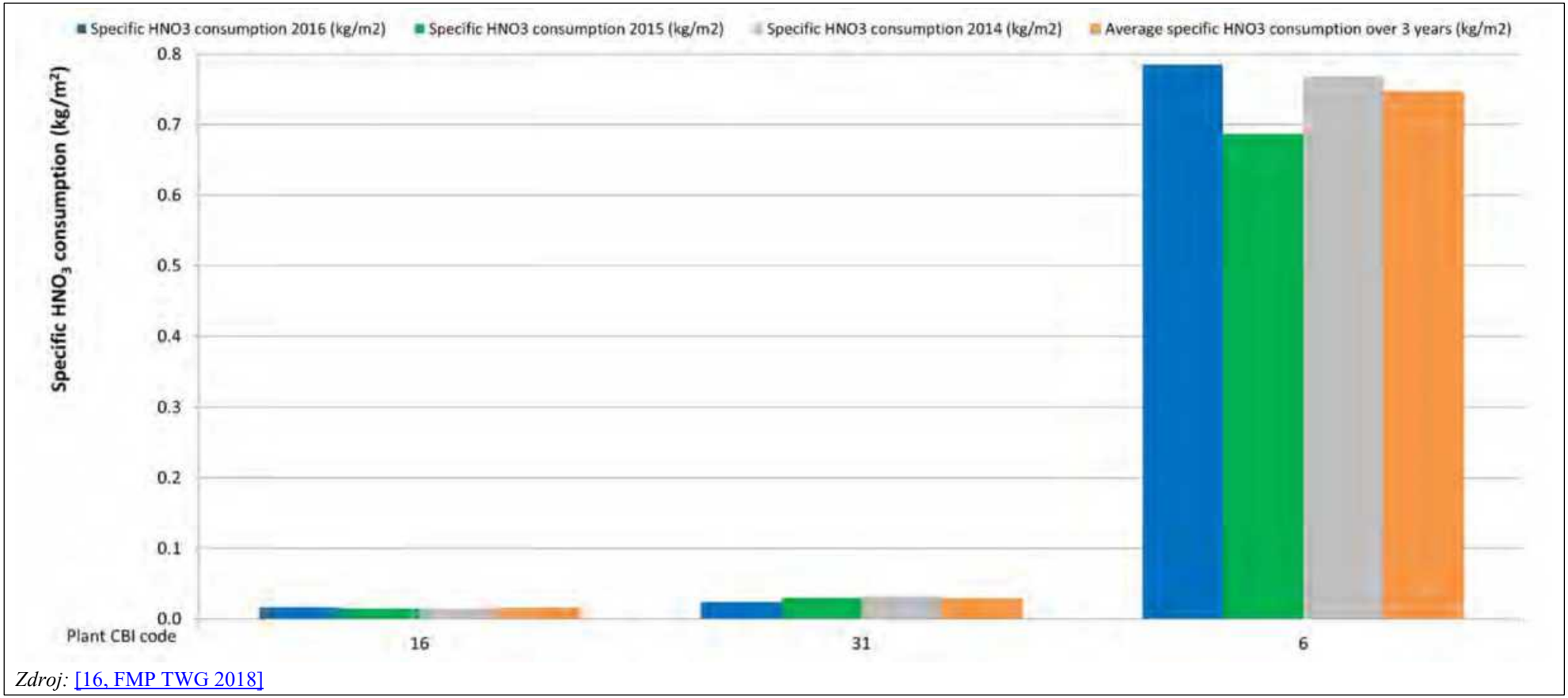


Hodnoty sú príliš vysoké alebo príliš nízke pre mierku obrázka:

Poradové číslo	Špecifická spotreba H_2SO_4 2016 (kg/m²)	Špecifická spotreba H_2SO_4 2015 (kg/m²)	Špecifická spotreba H_2SO_4 2014 (kg/m²)
39	0,0018	0,0020	0,0024

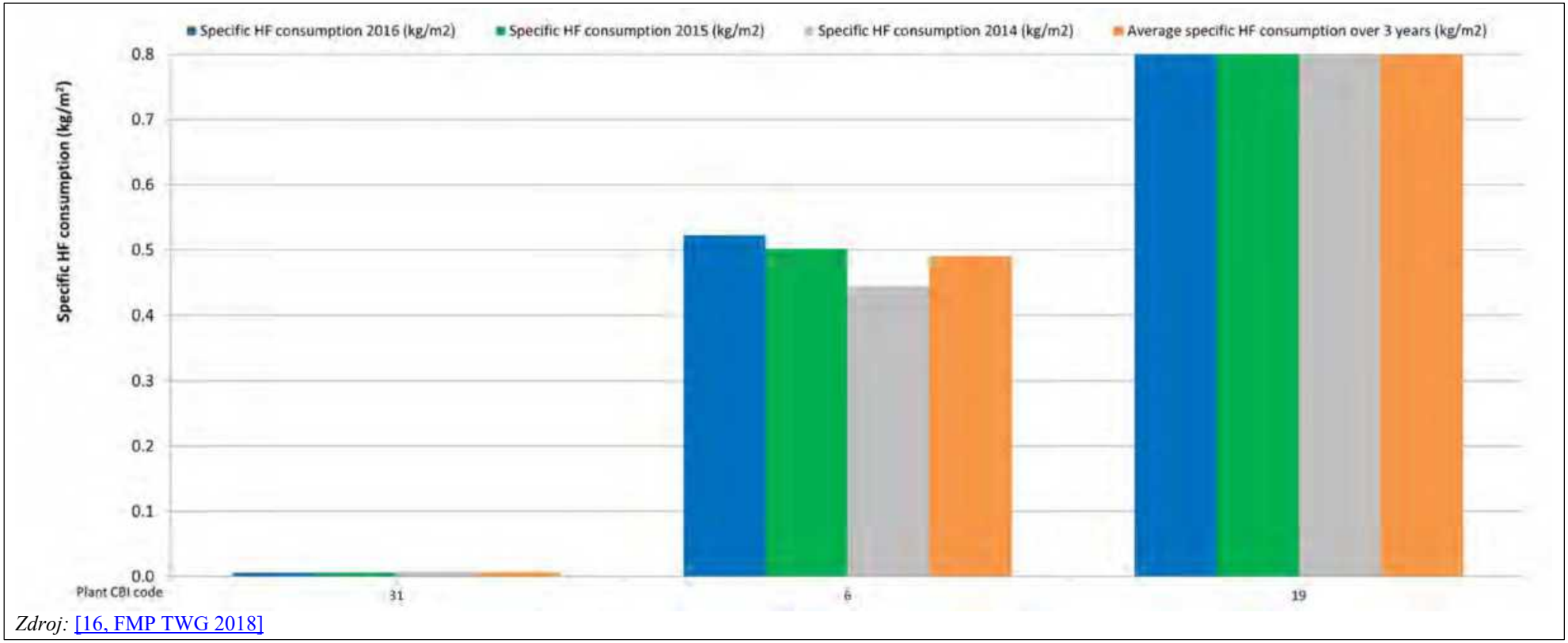
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.25: Špecifická spotreba H_2SO_4 (kg/m² upraveného povrchu) vo valcovniach na valcovanie za studena



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.26: Špecifická spotreba HNO_3 (kg/m^2 upravovaného povrchu) vo valcovniach na valcovanie za studena

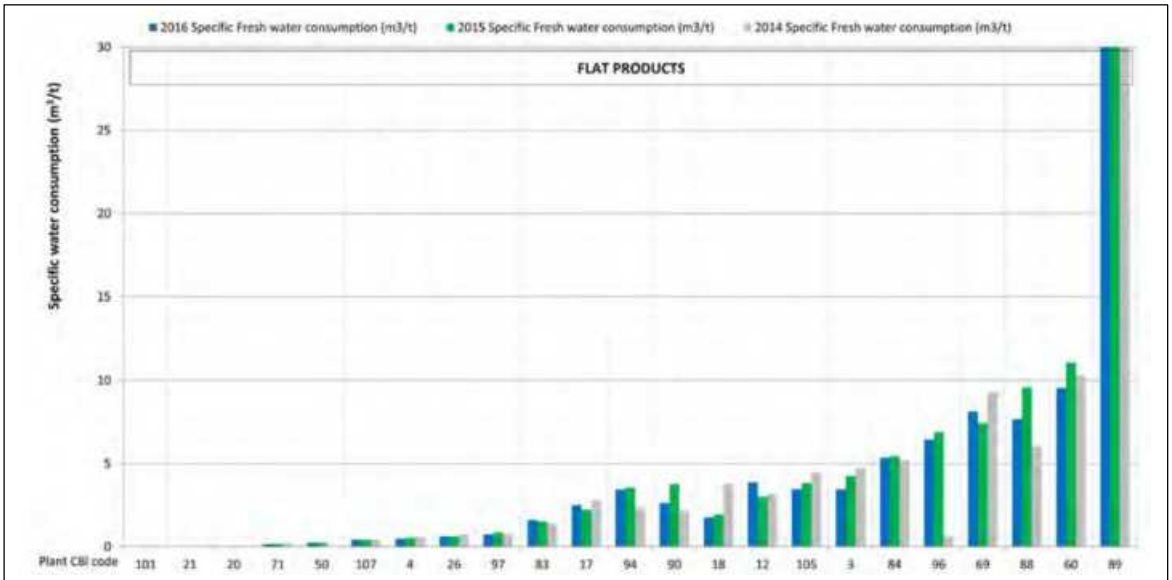


Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.27: Špecifická spotreba HF (kg/m² upraveného povrchu) vo valcovniach na valcovanie za studena

3.3.4 Spotreba vody

Na obrázku 3.28 sa zobrazujú údaje o špecifickej spotrebe vody na úrovni prevádzky za tri prevádzkové roky v prevádzkach valcovania za studena, ktoré sa zúčastnili zberu údajov. Špecifická spotreba vody sa pohybovala od 0,0002 m^3/t do 74 m^3/t celkovo za 23 prevádzok. Konkrétnejšie zo zberu údajov vyplýva, že spomedzi siedmich prevádzok CR, ktoré uviedli, že sú súčasťou oveľa väčšieho zariadenia (t. j. integrovaných železiarní a oceliarní), väčšina prevádzok uviedla špecifickú spotrebu pod alebo blízko 10 m^3/t, okrem jednej prevádzky, ktorá uviedla veľmi vysokú spotrebu 74 m^3/t, čo sa považuje za odľahlú hodnotu. Údaje na obrázku sú zoradené vo vzostupnom poradí podľa maximálnych hodnôt špecifickej spotreby vody za tri prevádzkové roky. Vymedzenie špecifickej spotreby vody možno nájsť v oddiele 9.4.4.2.



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.28: Špecifická spotreba vody (m^3/t spracovanej suroviny) vo valcovniach na valcovanie za studena

3.3.5 Emisie do ovzdušia

3.3.5.1 Emisie do ovzdušia z mechanického spracovania a zvárania

Emisie prachu
Údaje o emisiách prachu do ovzdušia z mechanického spracovania a zvárania sú uvedené na obrázku 3.31 a 3.32. Emisie prachu boli uvedené celkovo za 42 emisných bodov. Emisné koncentrácie sa pohybovali od 0,1 mg/Nm^3 do 35,4 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 8,5 g/h do 1 650 g/h.

Emisie olova
Údaje o emisiách olova do ovzdušia z odstraňovania okovín pred morením sú uvedené na obrázku 3.33. Emisie olova boli uvedené celkovo za tri emisné body. Uvádzané emisné koncentrácie sa pohybovali od 0,001 mg/Nm^3 do 0,003 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 0,12 g/h do 0,15 g/h.

Emisie niklu
Údaje o emisiách niklu do ovzdušia z odstraňovania okovín pred morením sú uvedené na obrázku 3.34. Emisné koncentrácie niklu boli nahlásené pre celkovo päť emisných bodov. Uvádzané emisné koncentrácie sa pohybovali od 0,001 mg/Nm^3 do 0,9 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 0,05 g/h do 27 g/h.

3.3.5.2 Emisie do ovzdušia z ohrevu (žíhania)

Emisné koncentrácie uvedené v tomto oddiele sa týkajú emisií do ovzdušia pri ohreve vstupnej suroviny pri žíhaní (t. j. žíhanie pred morením, poklopové a kontinuálne žíhanie po valcovaní). V údajoch sa zohľadňuje, či sa zloženie paliva pre uvedenú maximálnu koncentráciu vzťahuje na 100 % zemný plyn alebo na iné palivá ako 100 % zemný plyn. Uvedené hodnoty koncentrácií emisií do ovzdušia zo spaľovania sa vzťahujú na spoločnú koncentráciu kyslíka 3 %.

Emisie prachu
Uvedené údaje o emisiách prachu do ovzdušia z 15 emisných bodov z ohrevu suroviny (žíhanie pred morením a poklopové a kontinuálne žíhanie po valcovaní) s použitím 100 % zemného plynu sú uvedené na obrázku 3.35. Koncentrácie emisií prachu sa pohybovali od 0,2 mg/Nm^3 do 237 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia prachom sa pohybovali od 4,0 g/h do 1 024 g/h.

Na obrázku 3.36 sa zobrazujú emisie prachu do ovzdušia pre tri emisné body z ohrevu suroviny (poklopové žíhanie po valcovaní) pre palivá iné ako 100% zemný plyn. Emisné koncentrácie sa pohybovali od 34,6 mg/Nm^3 do 77,1 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 155 g/h do 270 g/h.

Emisie SO_2
Uvedené údaje o emisiách SO_2 do ovzdušia z deviatich emisných bodov z ohrevu suroviny (žíhanie pred morením a poklopové a kontinuálne žíhanie po valcovaní) s použitím 100 % zemného plynu sú uvedené na obrázku 3.37. Emisné koncentrácie sa pohybovali od 7,2 mg/Nm^3 do
81,4 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 19,5 g/h do 608 g/h.

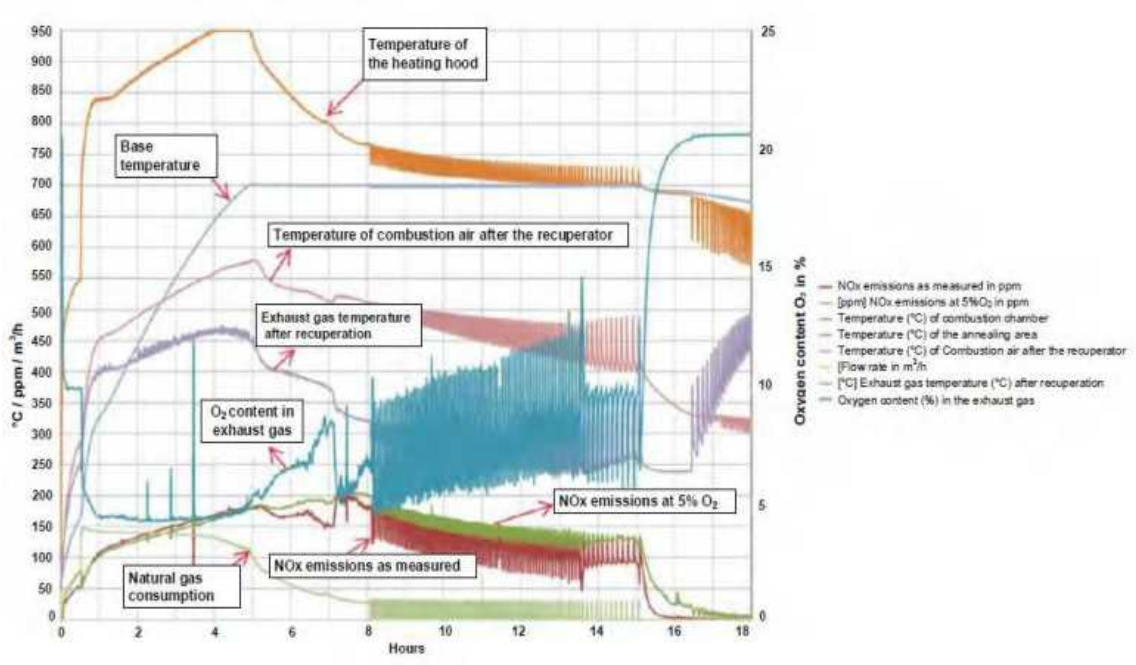
Uvedené údaje o emisiách SO_2 do ovzdušia z piatich emisných bodov z ohrevu suroviny (žíhanie pred morením a poklopové a kontinuálne žíhanie po valcovaní) s použitím iných palív ako 100 % zemný plyn sú uvedené na obrázku 3.38. Emisné koncentrácie sa pohybovali od 66 mg/Nm^3 do 810 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybujú od 468 g/h do 1 900 g/h.

Emisie $_XNO$
Špecifické aspekty na zváženie pri poklopovom žíhaní
Na obrázku 3.29 sa znázorňujú emisie NO_x a príslušné parametre počas žíhacieho cyklu zvonovej žíhacej pece na zemný plyn vo valcovni C.D. Wälzholz na valcovanie za studena (zodpovedá prevádzke/emisnému bodu 115 CR-1 v zbere údajov). Pec je vybavená horákmi s nízkymi emisiami NO_x a rekuperačným systémom na predohrev spaľovacieho vzduchu. Pri poklopovom žíhaní, keď sa používajú rekuperátory, je predohrev spaľovacieho vzduchu často obmedzený na 400°C, ale vyššie teploty sú možné. Prevádzka 115 CR pracuje s maximálnou teplotou predohrevu vzduchu 550°C. Teplota predohrevu sa počas žíhacieho cyklu mení, pretože súvisí s teplotou pece a výslednou teplotou odpadových plynov. Emisie NO_x na obrázku 3.29 sledujú podobnú krivku ako teplota predohrevu, aj keď s miernym oneskorením. [92, EUROFER 2019] Toto je jasným ukazovateľom toho, že emisie NO_X súvisia s predohrevom spaľovacieho vzduchu. Okrem toho môže predohrev vzduchu ušetriť až 25 % spotreby energie, a preto je tiež dôležité pre energetickú efektívnosť. [3, EUROFER 2020]

V prvej hodine, kým je spotreba energie vysoká a teplota predhriateho spaľovacieho vzduchu nízka, je koncentrácia emisií NO_X len polovičná oproti maximálnej hodnote pozorovanej počas celého žíhacieho cyklu. Počas fázy, keď sa teplota ohrievacieho poklopu znižuje (aby sa zvitky neprehriali), sa spotreba zemného plynu znižuje postupne. V tejto fáze sa predohrev vzduchu znižuje, a tým sa vytvára menej NO_X. Hmotnostný tok NO_X v mg/h súvisí so spotrebou zemného plynu alebo inými slovami s výkonom horáka. [3, EUROFER 2020], [92, EUROFER 2019]

Pri pravidelných meraniach NO_X môže mať čas merania (t. j. ako ďaleko v cykle žíhania) alebo trvanie monitorovania vplyv na výsledky. Napríklad na obrázku

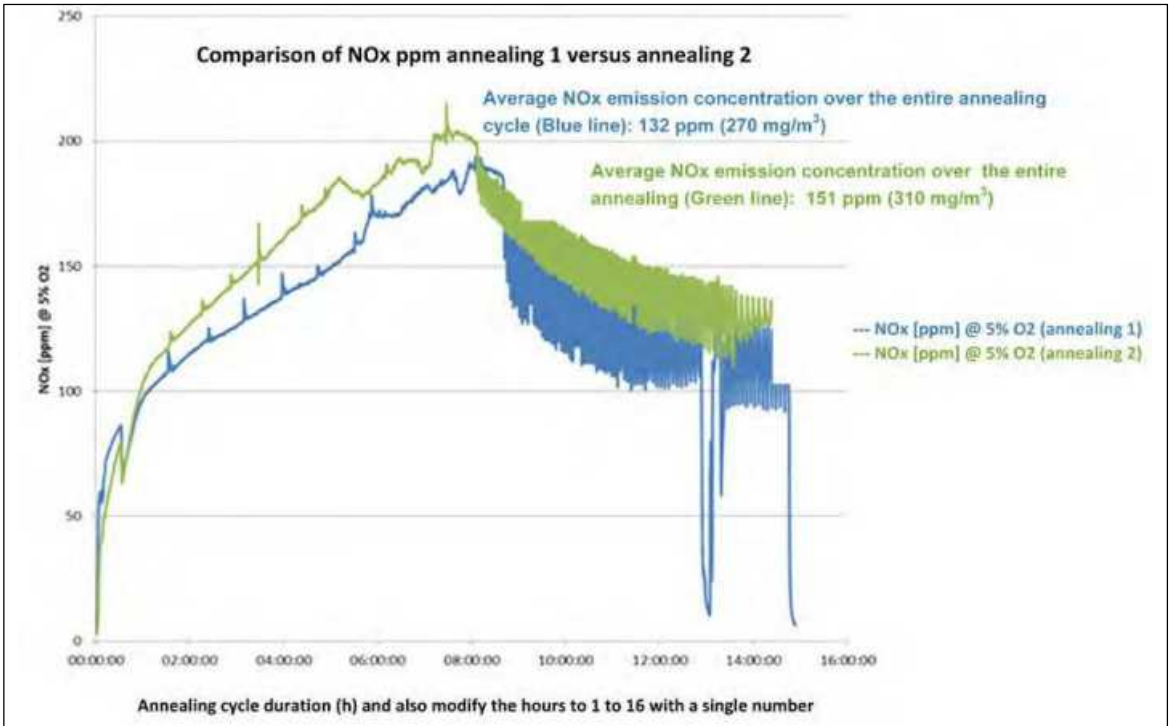
3.29 sú uvedené pravidelné merania (tri vzorky odobraté počas dvojhodinového monitorovania) zo zberu údajov za tri roky s hodnotami koncentrácie 250 mg/Nm^3, 260 mg/Nm^3 a 280 mg/Nm^3 (pri 5 % O_2), čo zodpovedá 281 mg/Nm^3, 293 mg/Nm^3 a 315 mg/Nm^3 (pri 3 % O_2). Maximum kontinuálne nameraných údajov, ako je znázornené nižšie na obrázku 3.29, je však 200 ppm (pri 5 % O_2), čo zodpovedá 450 mg/Nm^3 (pri 3 % O_2).



Zdroj: [92, EUROFER 2019]

Obrázok 3.29: Príklad parametrov vsádzky počas fázy ohrevu a súvisiace emisie NO_X (v ppm) vrátane špecifických aspektov, ktoré je potrebné zvážiť pri meraní emisií NO_X z poklopových žíhacích pecí, najmä vplyv predohrevu vzduchu na emisie NO_X.

Na obrázku 3.30 sa zobrazujú koncentrácie emisií NO_X počas žíhacieho cyklu vo valcovni C.D. Wälzholz na valcovanie za studena (zodpovedajúce prevádzke/emisnému bodu 115 CR-1 pri zbere údajov). Pre prvý cyklus žíhania (modrou farbou) je výkon horáka 85 % a maximálna koncentrácia NO_X je približne 220 ppm (pri 5 % O_2), s priemerom 132 ppm počas cyklu žíhania; čo zodpovedá maximálnej koncentrácii 555 mg/Nm³ a priemernej koncentrácii 300 mg/Nm³ pri 3 % O_2. Pre druhý cyklus žíhania (zelenou farbou) je výkon horáka 100 % a maximálna koncentrácia je približne 190 ppm (pri 5 % O_2), s priemerom 151 ppm počas celého cyklu žíhania; čo zodpovedá maximálnej koncentrácii 430 mg/Nm^3 a priemernej koncentrácii 350 mg/Nm^3 pri 3 % O_2. Počas zberu údajov táto prevádzka uvádzala koncentrácie emisií NO_X v rozsahu 250 mg/Nm^3 až 280 mg/Nm^3 (pri 5 % O_2).



Zdroj: [62, EUROFER 2019]

Obrázok 3.30: Testovací príklad emisií NO_x (ppm) a vplyv výkonu horáka počas celého žíhacieho cyklu vo valcovni na valcovanie za studena C.D. Wälzholz zobrazujúci rozdiely medzi priemernou emisnou koncentráciou počas žíhacieho cyklu a maximálnou emisnou koncentráciou

Súhrn koncentrácií emisií NO_x uvedených v zbere údajov o FMP

Uvedené údaje o emisiách NO_x do ovzdušia z 37 emisných bodov z ohrevu suroviny (žíhanie pred morením a poklopové, kontinuálne a lesklé žíhanie po valcovaní) s použitím 100 % zemného plynu sú uvedené na obrázku 3.39. Emisné koncentrácie sa pohybovali od 62,0 mg/Nm^3 do 1 274 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 291 g/h do 61 800 g/h.

Uvedené údaje o emisiách NO_x do ovzdušia z ohrevu suroviny (žíhanie pred morením a poklopové a kontinuálne žíhanie po valcovaní) pri palivách iných ako 100 % zemný plyn sú uvedené za celkovo osem emisných bodov na obrázku 3.40. Emisné koncentrácie sa pohybovali od 259 mg/Nm^3 do 1 260 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 728 g/h do 5 600 g/h.

V tabuľke 3.5 sa uvádzajú rozsahy koncentrácií emisií a emisné zaťaženia NO_x do ovzdušia z ohrevu suroviny bez predohrevu vzduchu a s predohrevom vzduchu.

Tabuľka 3.5: Rozsahy emisií NO_x do ovzdušia z ohrevu suroviny pri žíhaní bez predohrevu vzduchu a s predohrevom vzduchu

	Zemný plyn		Palivá iné ako 100 % zemný plyn	
	mg/Nm³	g/h	mg/Nm³	g/h
Bez predohrevu vzduchu	63 – 691	91 – 19 000	312 – 1 260	728 – 1 050
S predohrevom vzduchu	62 – 1 274	291 – 61 000	25 – 945	2 600 – 27 000
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]				

Na obrázkoch 3.41 a 3.43 sa zobrazujú uvádzané údaje o emisiách NO_X do ovzdušia z ohrevu suroviny (žíhanie pred morením a poklopové, kontinuálne a lesklé žíhanie po valcovaní) pri 100 % zemným plynom bez predohrevu vzduchu a s predohrevom vzduchu.

Na obrázkoch 3.42 a 3.44 sa zobrazujú uvádzané údaje o emisiách NO_X do ovzdušia z ohrevu suroviny (žíhanie pred morením a poklopové a kontinuálne žíhanie po valcovaní) pri palivách iných ako 100 % zemný plyn bez predohrevu vzduchu a s predohrevom vzduchu.

Emisie CO
Uvedené údaje o emisiách CO do ovzdušia z 21 emisných bodov z ohrevu suroviny (žíhanie pred morením a poklopové a kontinuálne žíhanie po valcovaní) s použitím 100 % zemného plynu sú uvedené na obrázku 3.45. Emisné koncentrácie sa pohybovali od 4,4 mg/Nm^3 do 2 800 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 70 g/h do 96 000 g/h.

Uvedené údaje o emisiách CO do ovzdušia zo štyroch emisných bodov z ohrevu suroviny (poklopové a kontinuálne žíhanie po valcovaní) s použitím iných palív ako 100 % zemný plyn sú uvedené na obrázku 3.38. Emisné koncentrácie sa pohybovali od 30 mg/Nm^3 do 540 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 18 g/h do 1 700 g/h.

3.3.5.3 Emisie do ovzdušia z morenia

Emisie prachu
Uvádzané údaje o emisiách prachu do ovzdušia z morenia sú zobrazené na obrázku 3.47. Obrázok obsahuje osem emisných bodov z valcovní na valcovanie za tepla (HR v kóde prevádzky), štyri emisné body z valcovní na valcovanie za studena (CR v kóde prevádzky), ako aj jeden emisný bod z prevádzky na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu (HDC v kóde prevádzky). Koncentrácie emisií prachu sa pohybovali od
0,6 mg/Nm^3 do 18,0 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 11 g/h do 255 g/h.

Emisie HCl
Uvedené údaje o emisiách HCl do ovzdušia z morenia sú zobrazené na obrázku 3.48. Obrázok obsahuje sedem emisných bodov z valcovní na valcovanie za tepla (HR v kóde prevádzky), 22 emisných bodov z valcovní na valcovanie za studena (CR v kóde prevádzky), ako aj jeden emisný bod z prevádzky na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu (HDC v kóde prevádzky). Koncentrácie emisií HCl sa pohybovali od
0,4 mg/Nm^3 do 78,0 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 0,02 g/h do 1 390 g/h.

Emisie $_X$SO
Uvedené údaje o emisiách SO_X do ovzdušia z morenia sú zobrazené na obrázku 3.49. Obrázok obsahuje 12 emisných bodov z valcovní na valcovanie za tepla (HR v kóde prevádzky), ako aj sedem emisných bodov z valcovní na valcovanie za studena (CR v kóde prevádzky). Uvádzané koncentrácie emisií SOx sa pohybovali od 0,1 mg/Nm^3 do 12,9 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 0,9 g/h do 332 g/h.

Emisie NO_X
Uvedené údaje o emisiách NO_X do ovzdušia z morenia sú zobrazené na obrázku 3.50. Obrázok obsahuje 16 emisných bodov z valcovní na valcovanie za tepla (HR v kóde prevádzky), ako aj 13 emisných bodov z valcovní na valcovanie za studena (CR v kóde prevádzky). Koncentrácie emisií NO_x sa pohybovali od 1,0 mg/Nm^3 do 478 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 15 g/h do 300 g/h.

Emisie HF
Uvedené údaje o emisiách HF do ovzdušia z morenia sú zobrazené na obrázku 3.51. Obrázok obsahuje 15 emisných bodov z valcovní na valcovanie za tepla (HR v kóde prevádzky), ako aj 13 emisných bodov z valcovní na valcovanie za studena (CR v kóde prevádzky). Emisné koncentrácie sa pohybovali od 0,03 mg/Nm^3 do 46,0 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 0,07 g/h do 640 g/h.

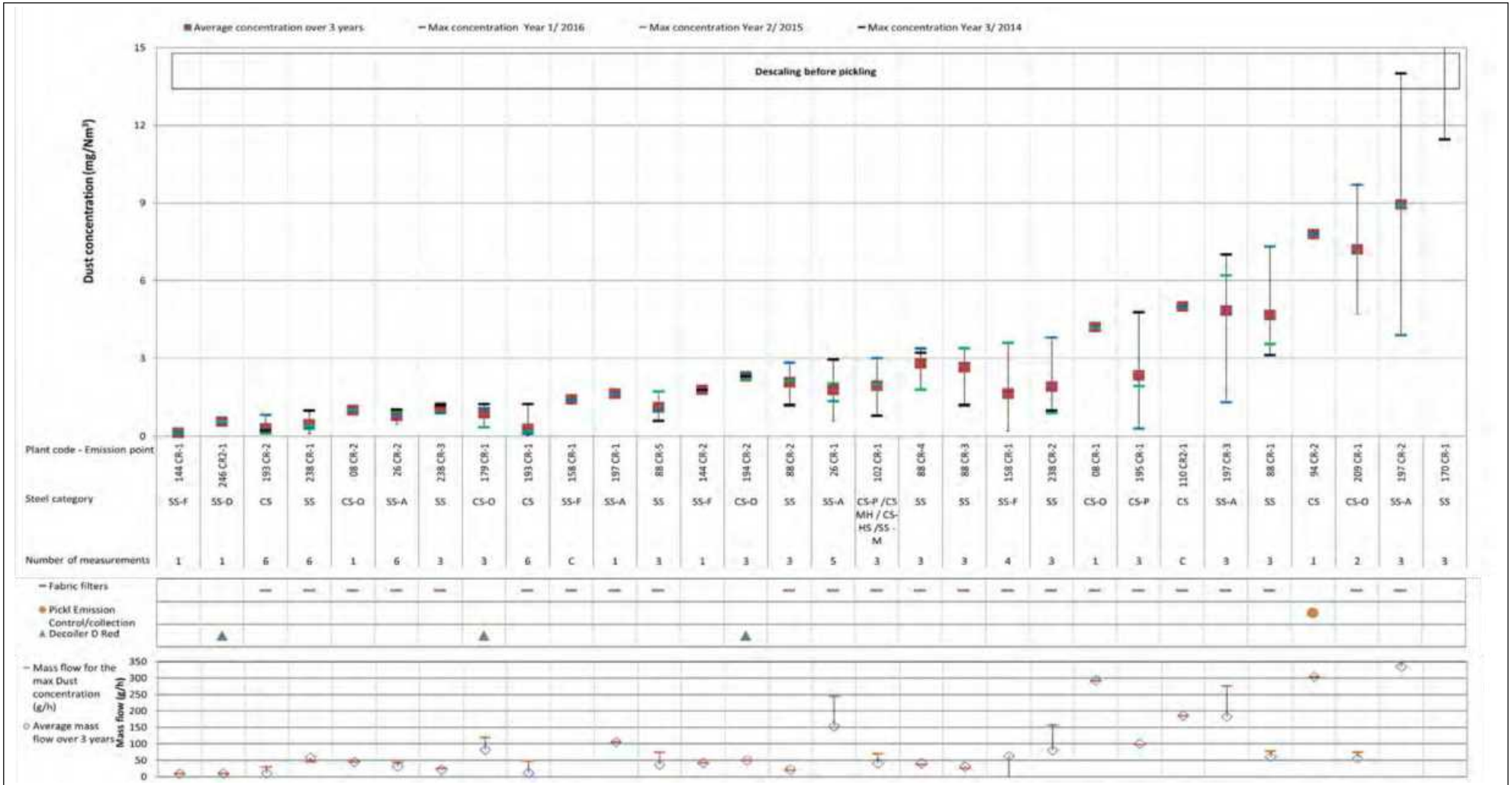
3.3.5.4 Emisie do ovzdušia z valcovacích stolíc a konečnej úpravy

Emisie TVOC

Uvedené údaje o emisiách TVOC do ovzdušia z valcovacích stolíc a konečnej úpravy sú zobrazené na obrázku 3.52. Emisie TVOC boli uvedené celkovo za 21 emisných bodov. Koncentrácie emisií TVOC sa pohybovali od 0,2 mg/Nm^3 do 26,2 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 16,8 g/h do 2 200 g/h.

3.3.5.5 Obrázky s koncentráciami emisií do ovzdušia

Údaje týkajúce sa emisií do ovzdušia, ktoré sa uvádzajú v tomto oddiele, sa skladajú z niekoľkých častí. V hornej časti grafu sa vždy zobrazujú maximálne koncentrácie za každý z troch rokov vykazovania a priemerná hodnota získaná za obdobie vykazovania. Pri spaľovacích procesoch (žíhanie) sa vynesené hodnoty koncentrácie vždy vzťahujú na referenčnú úroveň kyslíka 3 % a zahŕňajú aj informácie o druhu použitého paliva (palív). Merania uvedené bez poskytnutia informácií o nameranej úrovni kyslíka alebo použitom zložení paliva sa neberú do úvahy. Pod osou x sú uvedené dodatočné kontextové informácie, ako napríklad kód emisného bodu, typ oceľových výrobkov a kategória ocele, počet meraní vykonaných každý rok a použitých kandidátov BAT. V spodnej časti grafu sa môžu zobrazovať aj dodatočné informácie, ako napríklad hodnoty hmotnostného toku za maximálnu koncentráciu dosiahnutú počas obdobia vykazovania aj priemerný hmotnostný tok za tri roky vykazovania. Zvyčajne je k dispozícii údaj pre prípady, keď sa používa 100 % zemný plyn, a samostatný údaj sa uvádza pre iné palivá ako 100 % zemný plyn s jasným uvedením druhu palivového mixu (vyjadreného ako percentá energetického vstupu). V prípade údajov týkajúcich sa emisií NO_x je v dolnej časti grafu uvedený dodatočný graf zobrazujúci zodpovedajúce emisie CO. Vo všetkých prípadoch sú údaje zoradené vzostupne podľa maximálnych hodnôt koncentrácie za tri prevádzkové roky. Vysvetlenia skratiek použitých v grafoch sa nachádzajú v slovníku pojmov.

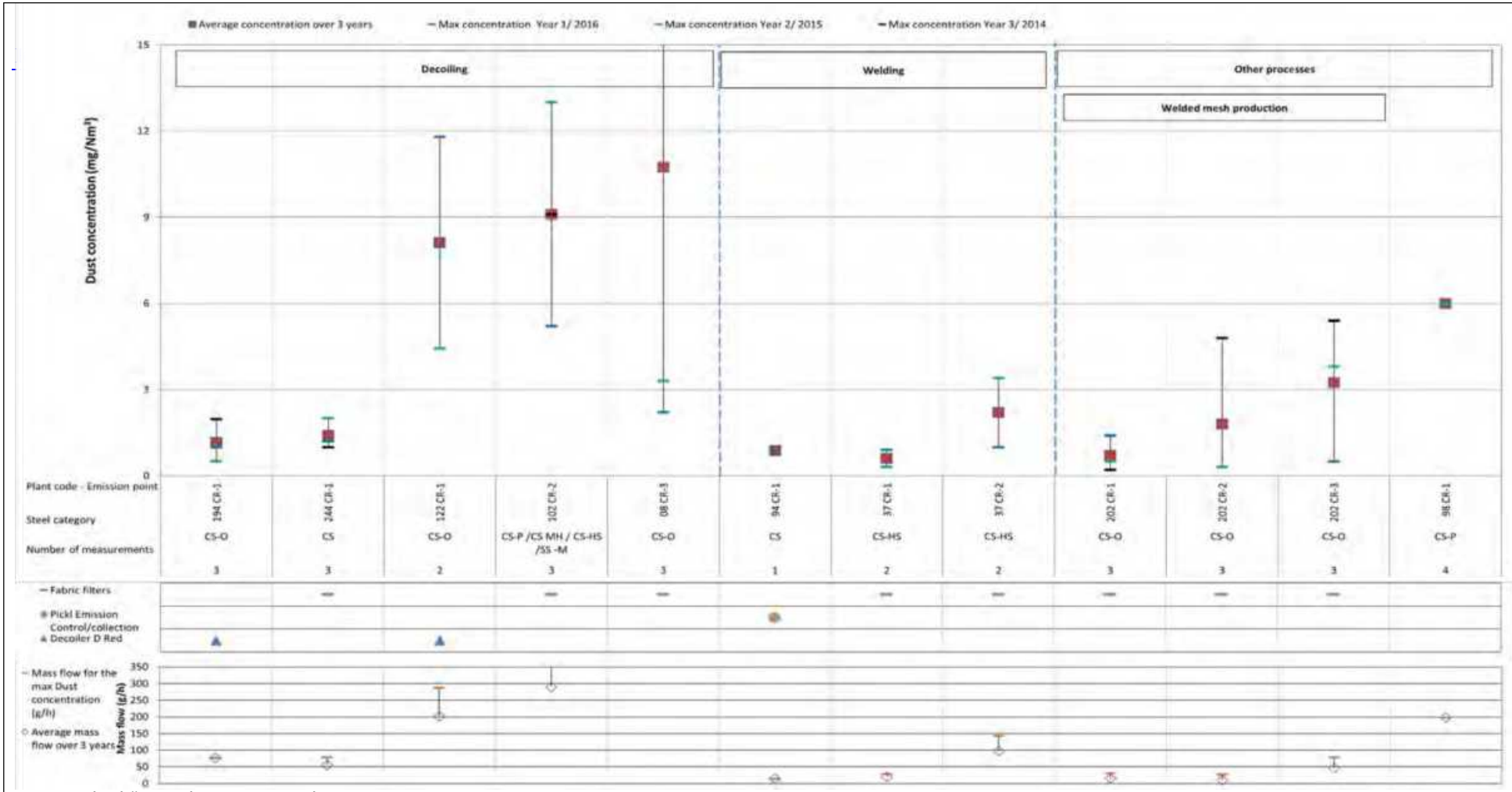


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky– emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm³)	Hmotnostný prietok pre max. konc. prachu (g/h)	Priemerný hmotnostný prietok za tri roky (g/h)
197 CR-2					527,6	
170 CR-1	26,0	31,2	35,4		1 373,4	928,2

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.31: Emisie prachu z mechanického spracovania a zvárania – časť 1 z 2

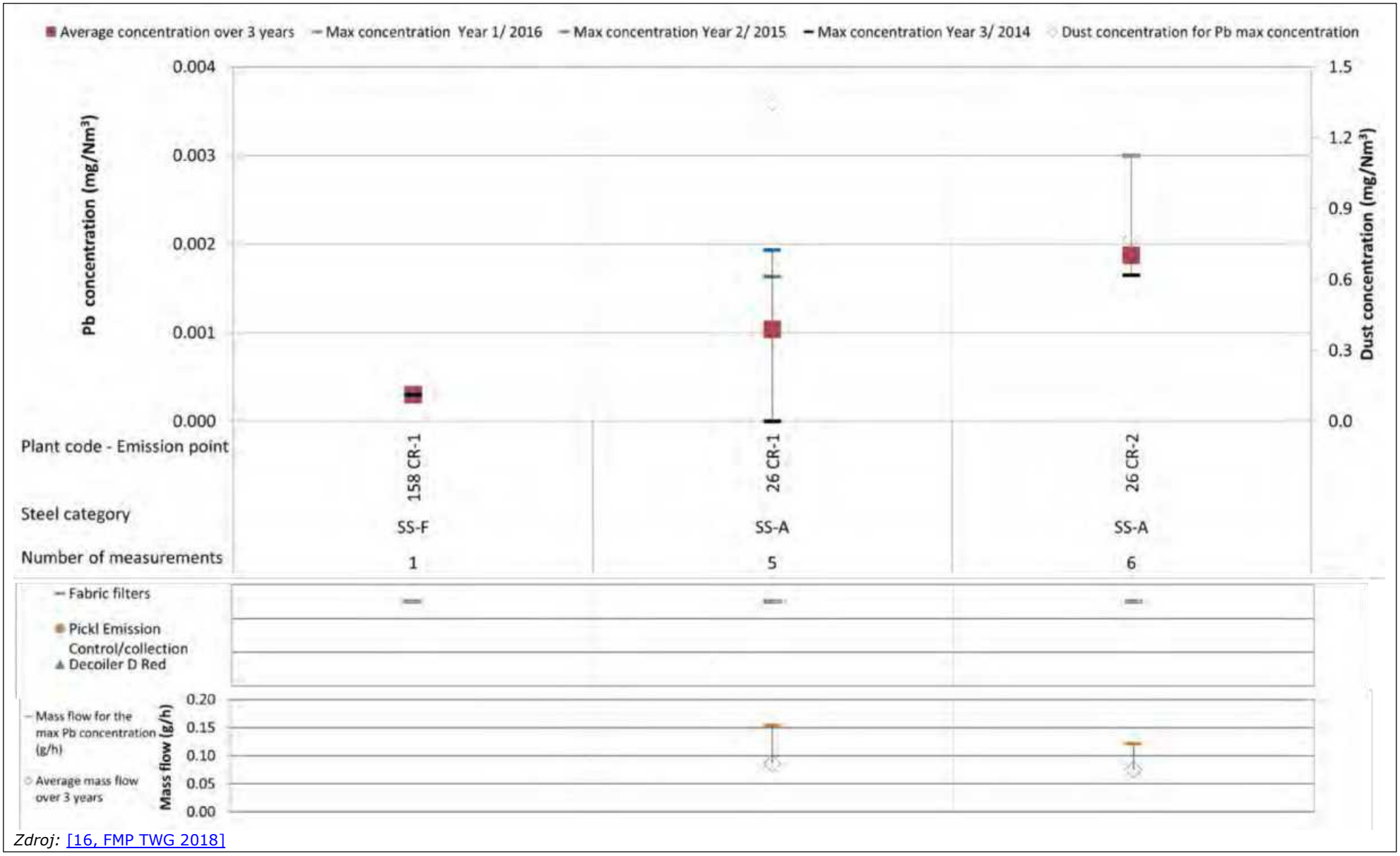


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm³)	Hmotnostný prietok pre max. konc. prachu (g/h)	Priemerný hmotnostný prietok za tri roky (g/h)
102 CR-2					403,9	
08 CR-3				26,7	1 654,9	648,8

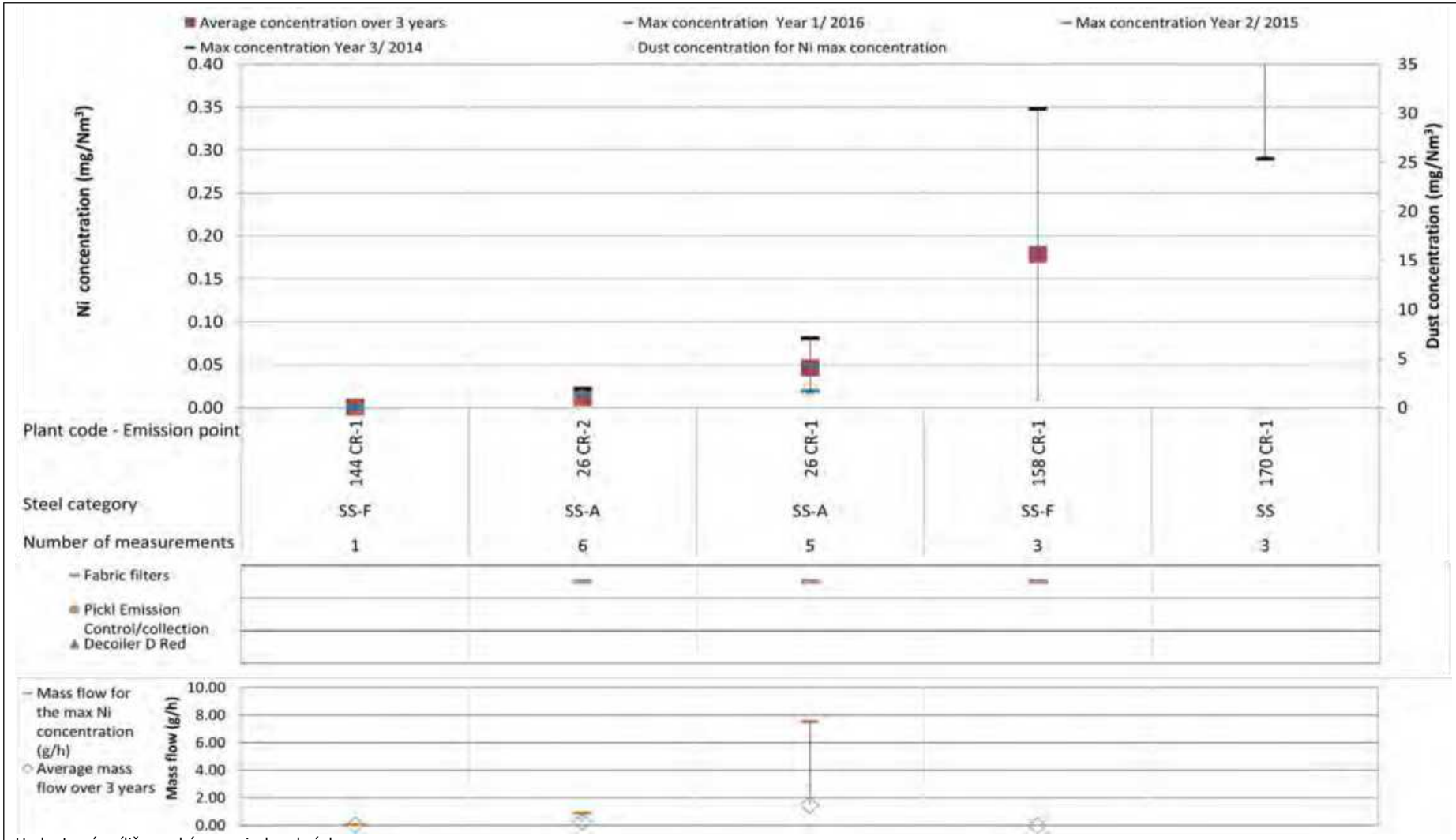
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.32: Emisie prachu z mechanického spracovania a zvárania – časť 2 z 2



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.33: Emisie olova z odstraňovania okovín pred morením

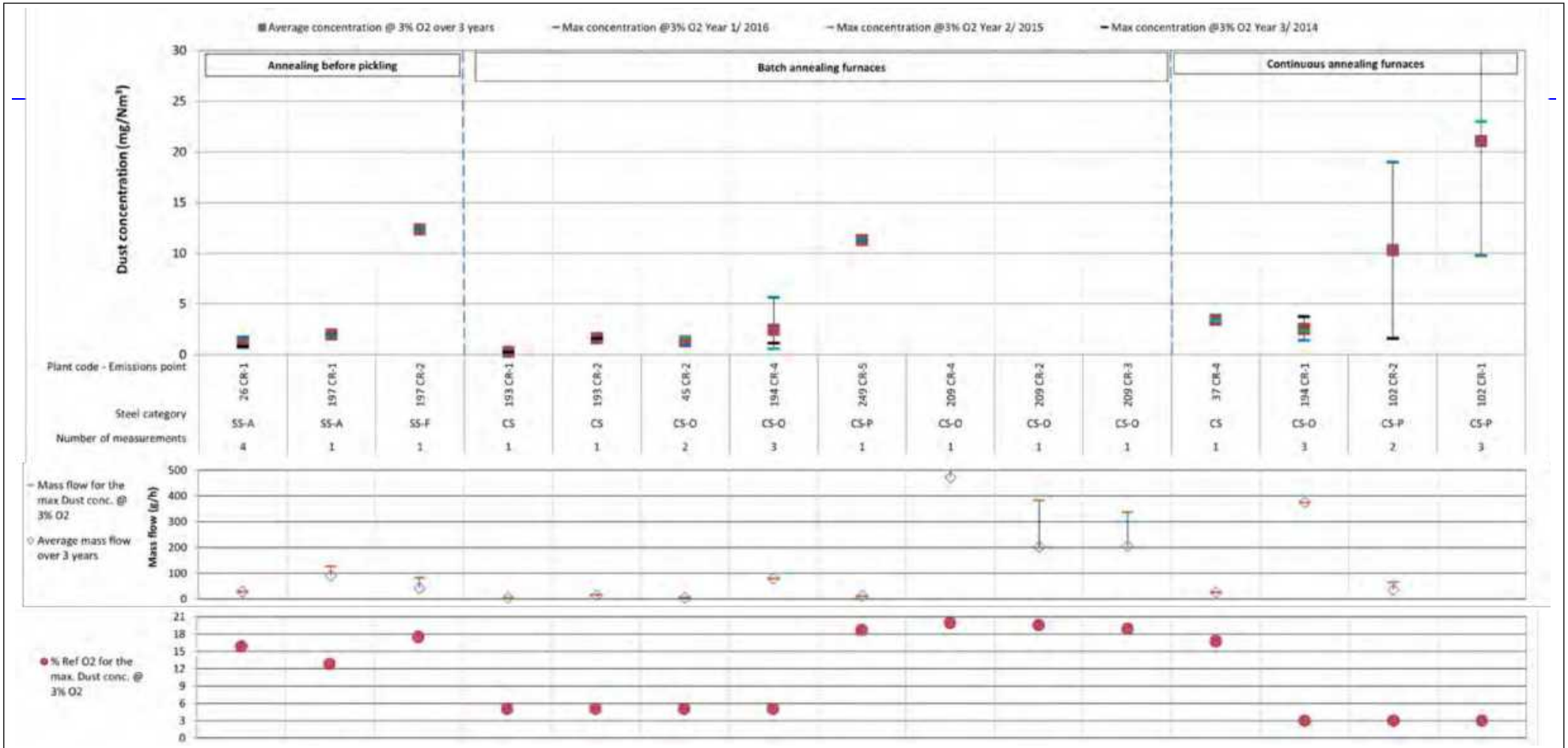


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm³)	Hmotnostný prietok pre max. konc. prachu (g/h)	Priemerný hmotnostný prietok za tri roky (g/h)
170 CR-1	0,7	0,9	0,9	0,3	27,1	15,1

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.34: Emisie niklu z odstraňovania okovín pred morením



Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm³)	Hmotnostný prietok pre max. konc. prachu pri 3 % O₂ (g/h)	Priemerný hmotnostný prietok za tri roky (g/h)
209 CR-4	178,4	178,4			848,0	
209 CR-2	235,2	235,2				
209 CR-3	237,4	237,4				
102 CR-1				30,7	1 025,0	828

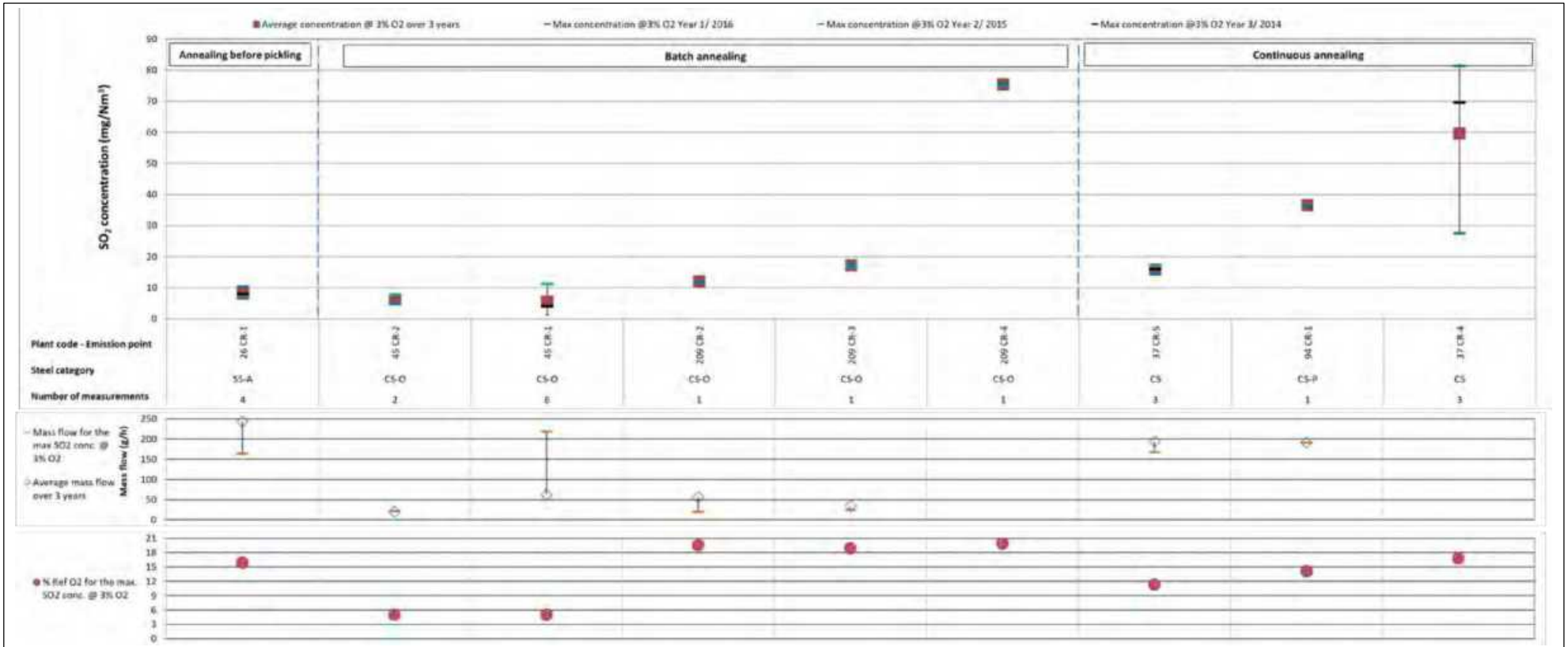
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.35: Emisie prachu z ohrevu surovín (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri použití 100 % zemného plynu



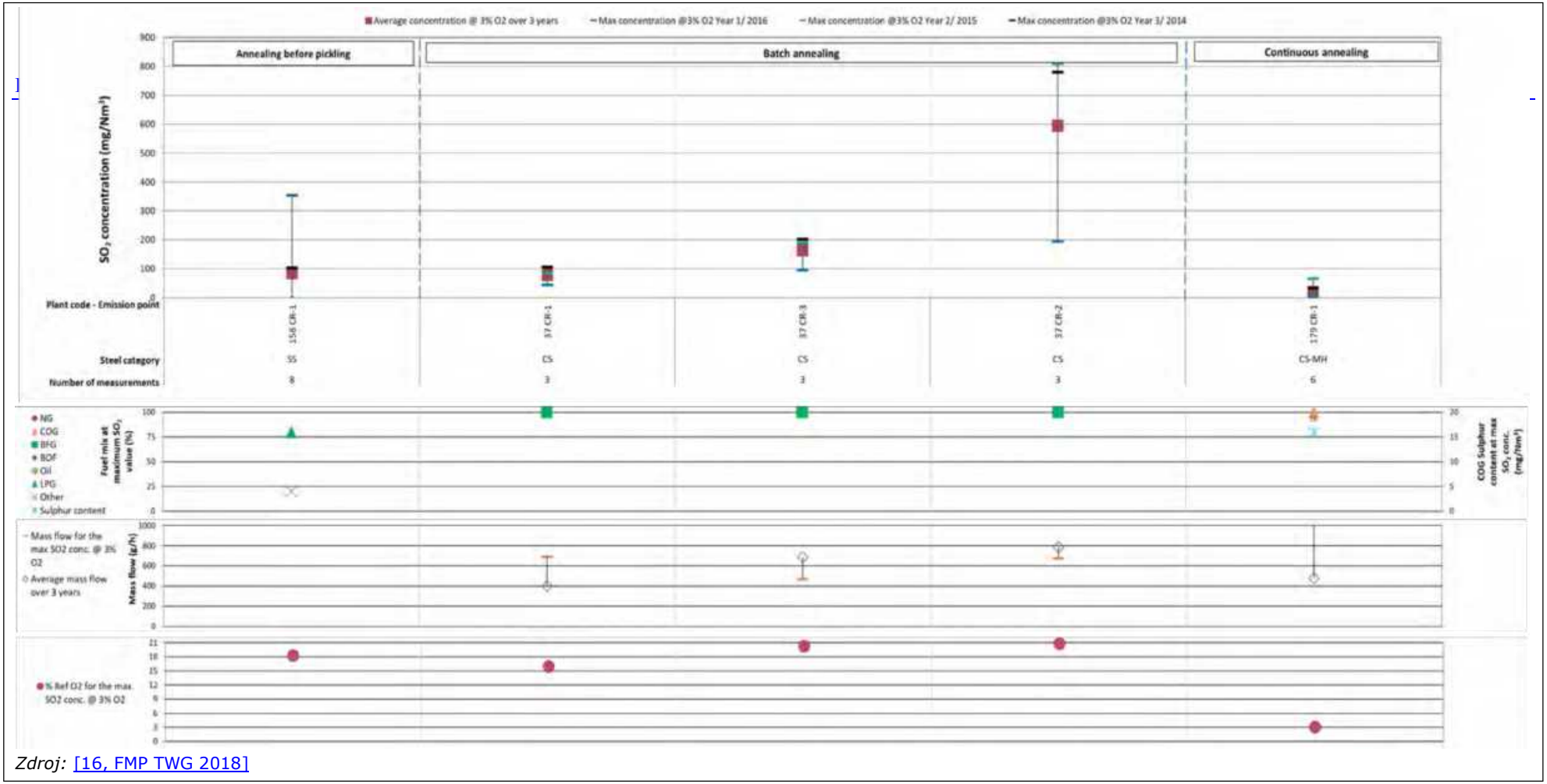
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.36: Emisie prachu z ohrevu surovín (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri palivách iných ako 100 % zemný plyn



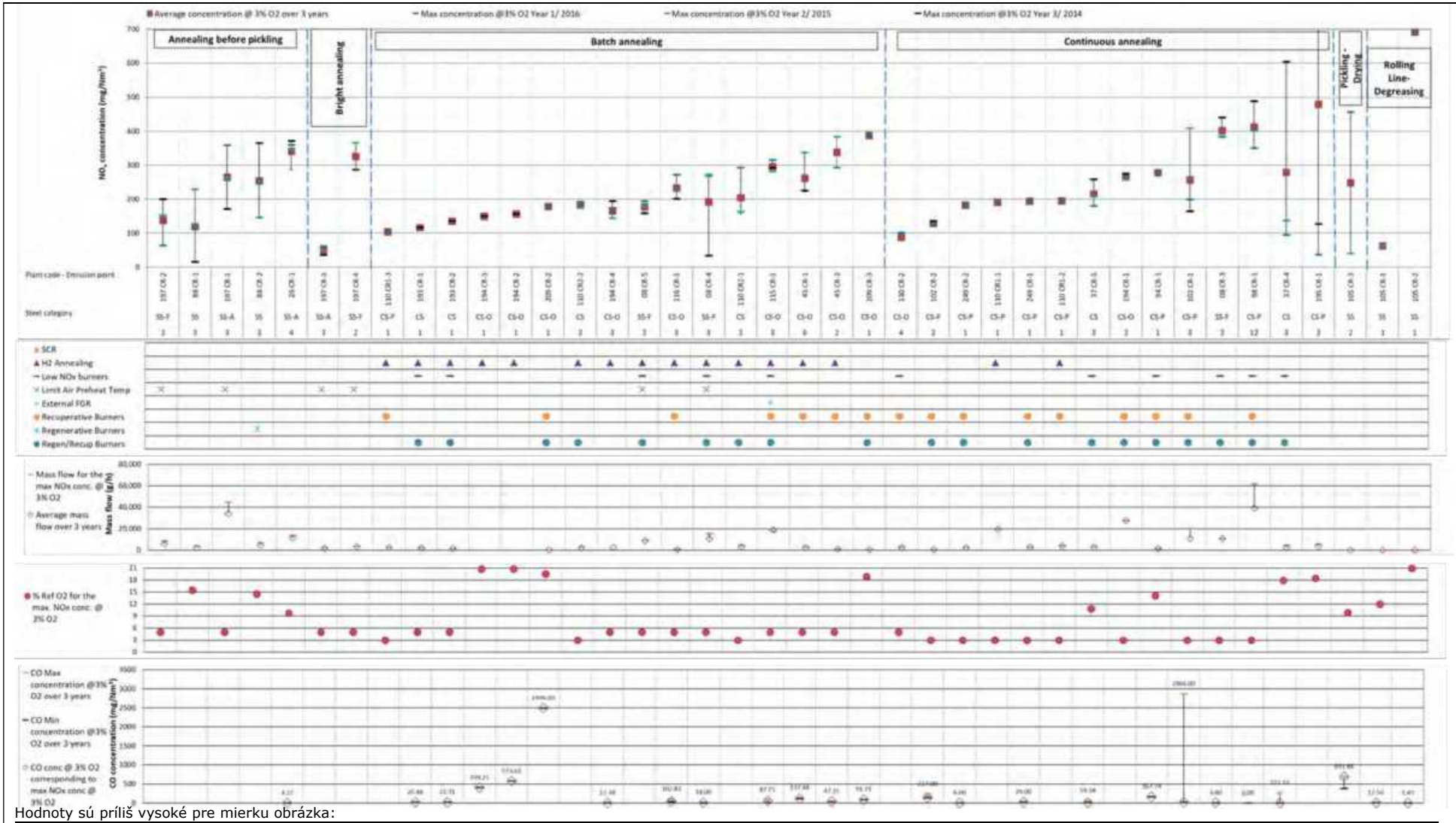
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.37: Emisie SO_2 z ohrevu surovín (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri použití 100 % zemného plynu



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.38: Emisie SO_2 z ohrevu surovín (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri palivách iných ako 100 % zemný plyn

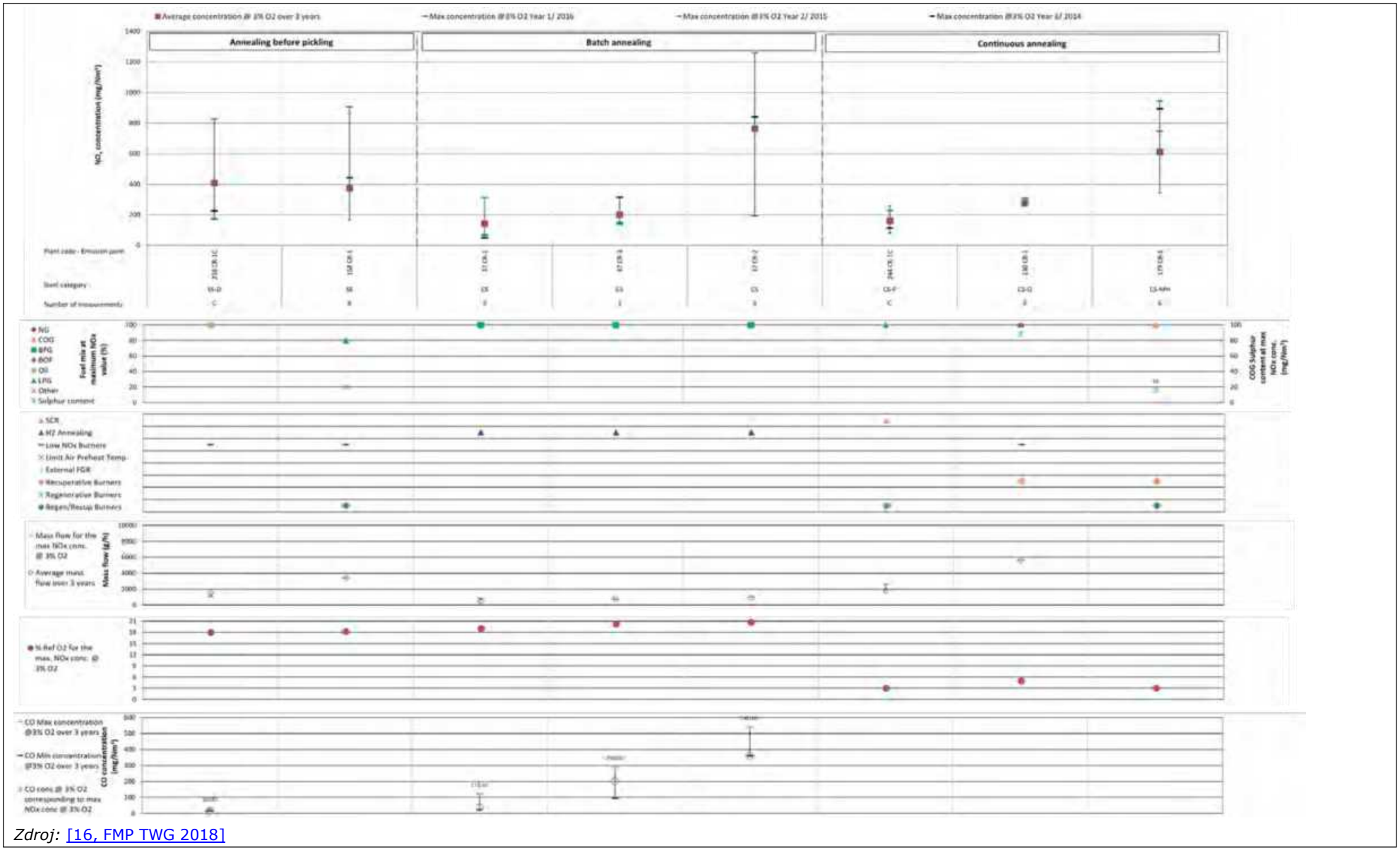


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm³)
195 CR-1			1 274,4	

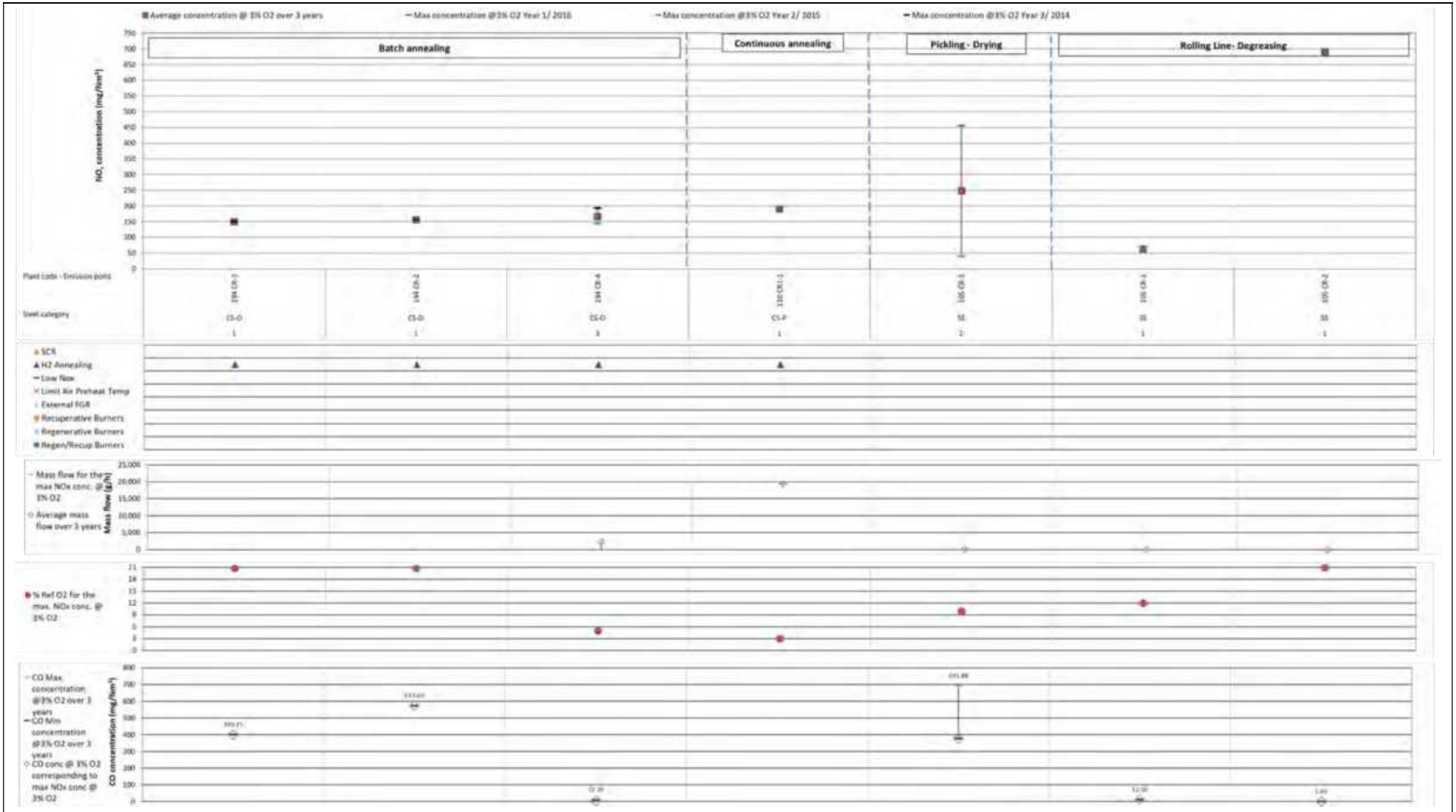
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.39: Emisie NO_x z ohrevu surovín (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri použití 100 % zemného plynu



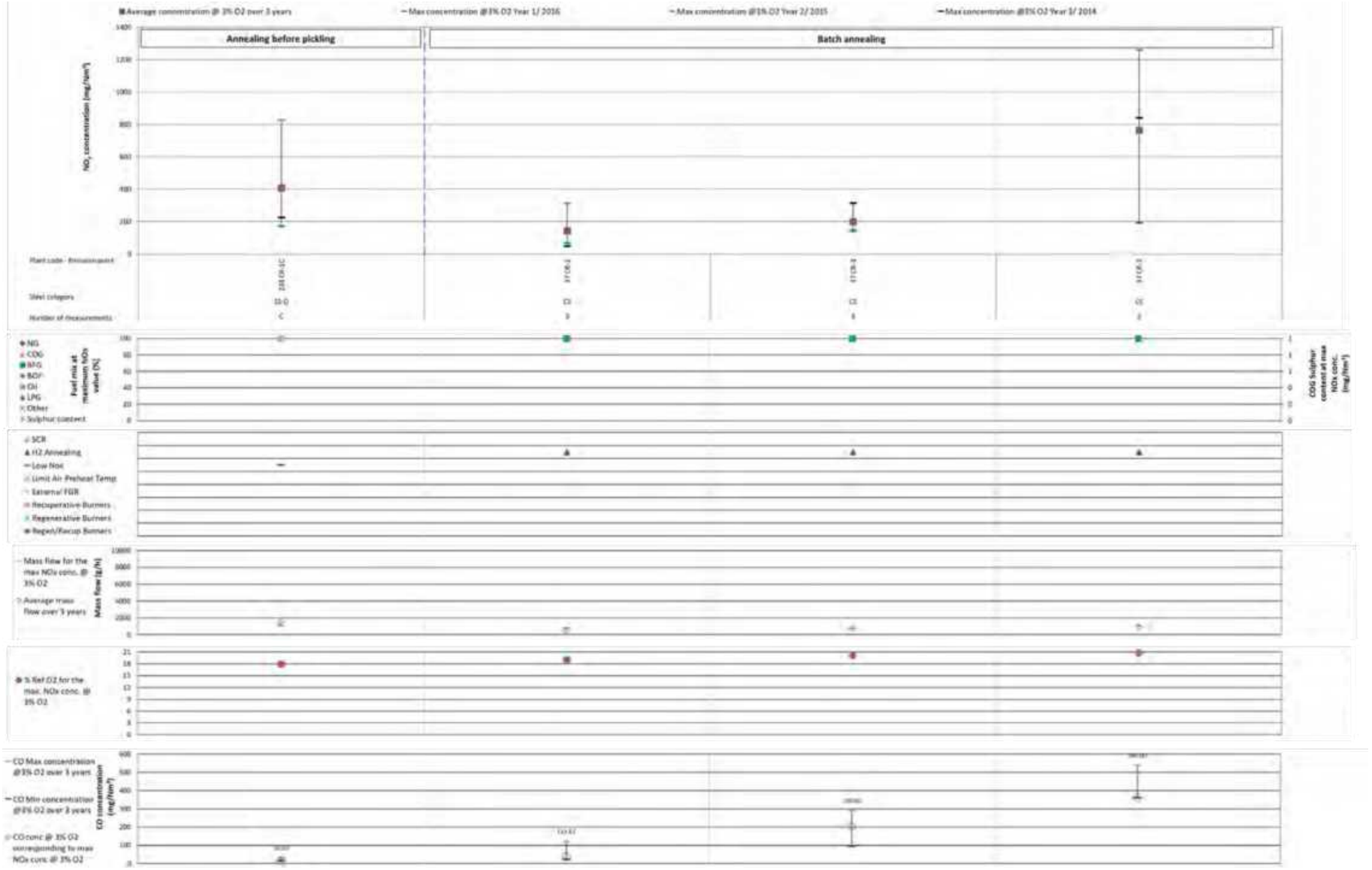
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.40: Emisie NO_x z ohrevu surovín (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri palivách iných ako 100 % zemný plyn



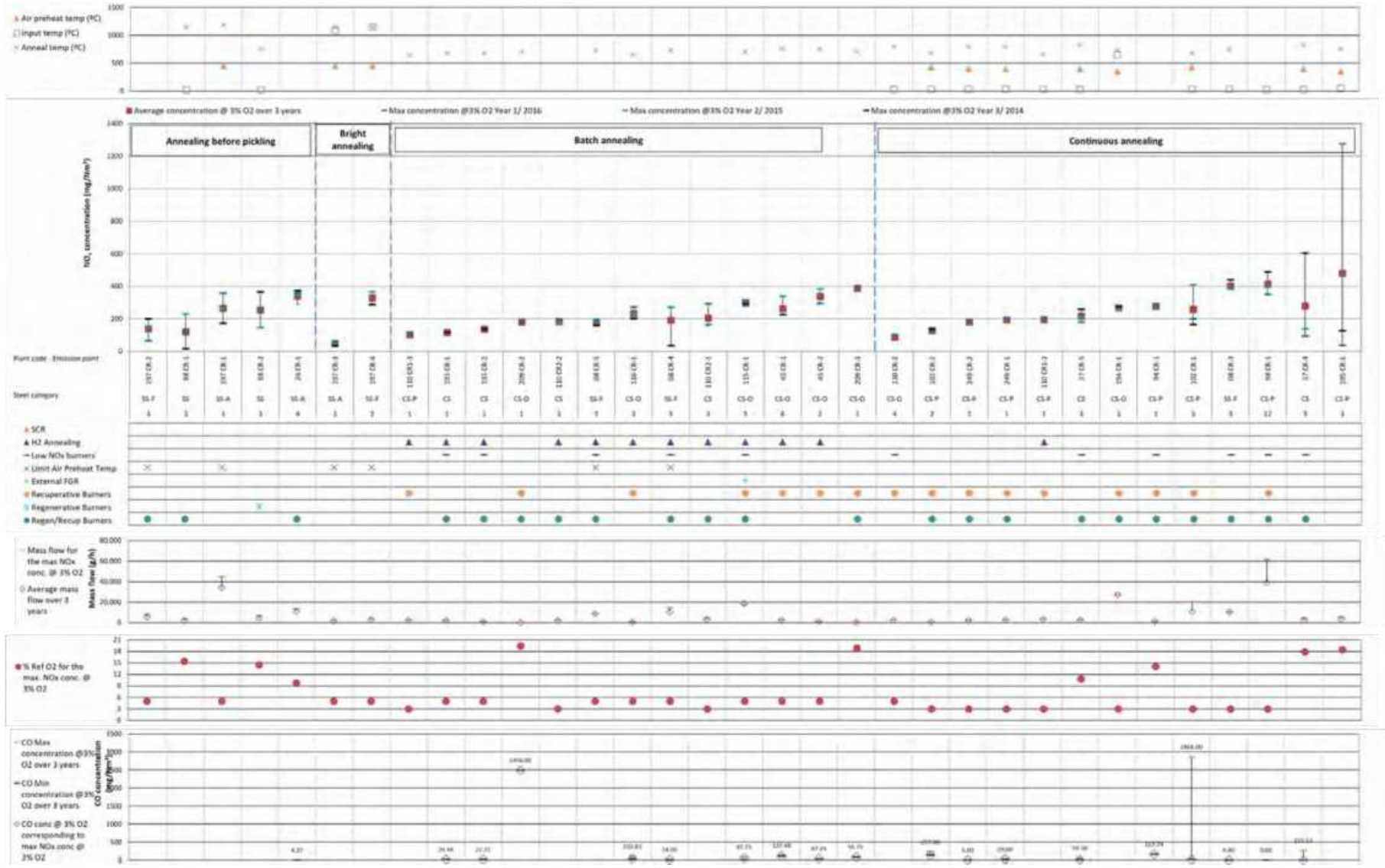
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.41: Emisie NO_x z ohrevu surovín (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri použití 100 % zemného plynu, bez predohrevu vzduchu



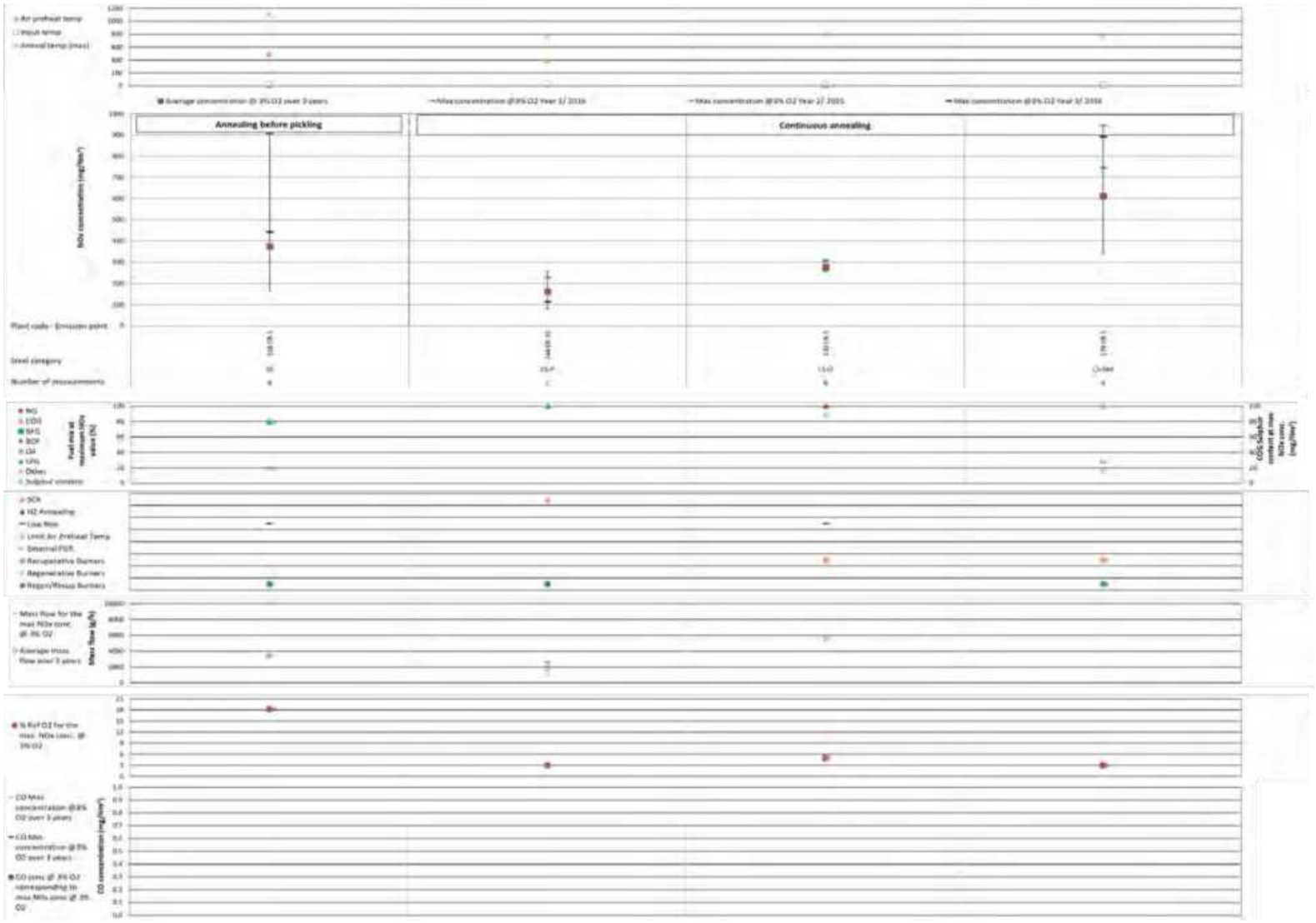
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.42: Emisie NO_x z ohrevu surovín (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri palivách iných ako 100 % zemný plyn, bez predohrevu vzduchu



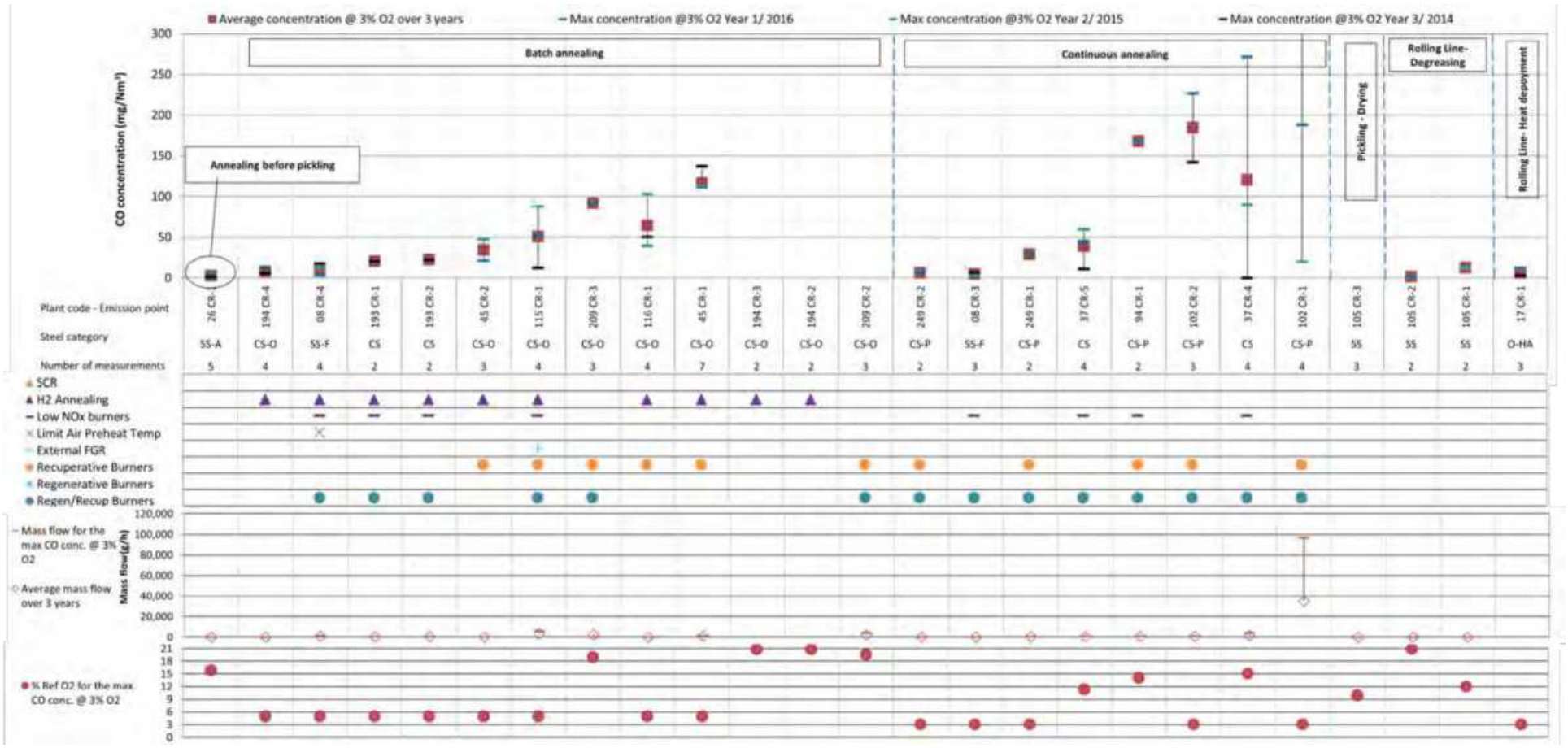
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.43: Emisie NO_x z ohrevu suroviny (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri použití 100 % zemného plynu, s teplotou predohrevu vzduchu a vstupnou a cieľovou teplotou suroviny



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.44: Emisie NO_x z ohrevu suroviny (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka) pri použití iných palív ako 100 % zemného plynu, s teplotou predohrevu vzduchu a vstupnou a cieľovou teplotou suroviny



Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm³)
194 CR-3	399,8			399,8
194 CR-2	573,7			573,7
209 CR-2	2 496,0	2 496,0		
102 CR-1	1 024,7			2 866,0
105 CR-3	534,5	691,9	377,1	

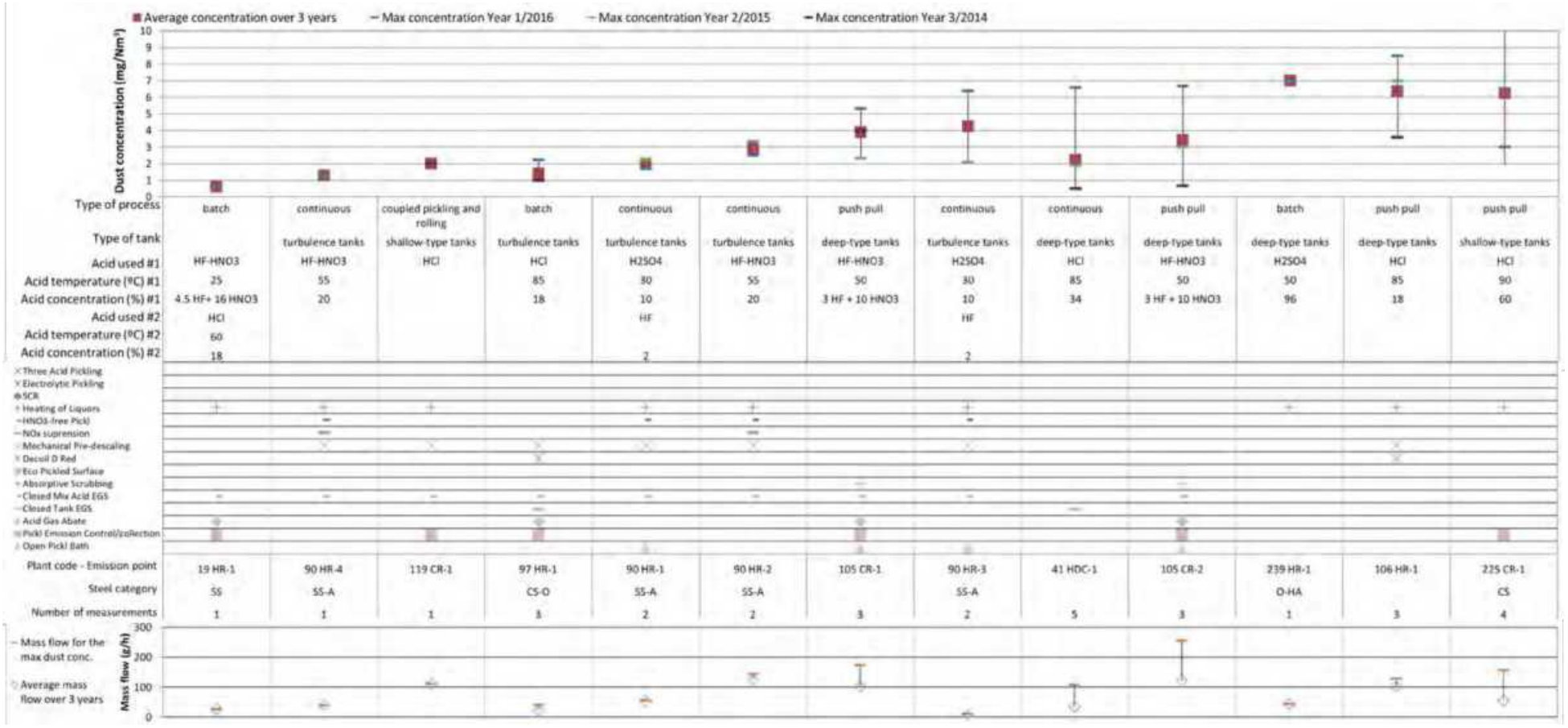
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.45: Emisie CO z ohrevu surovín (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri použití 100 % zemného plynu



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.46: Emisie CO z ohrevu surovín (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka) pri palivách iných ako 100 % zemný plyn

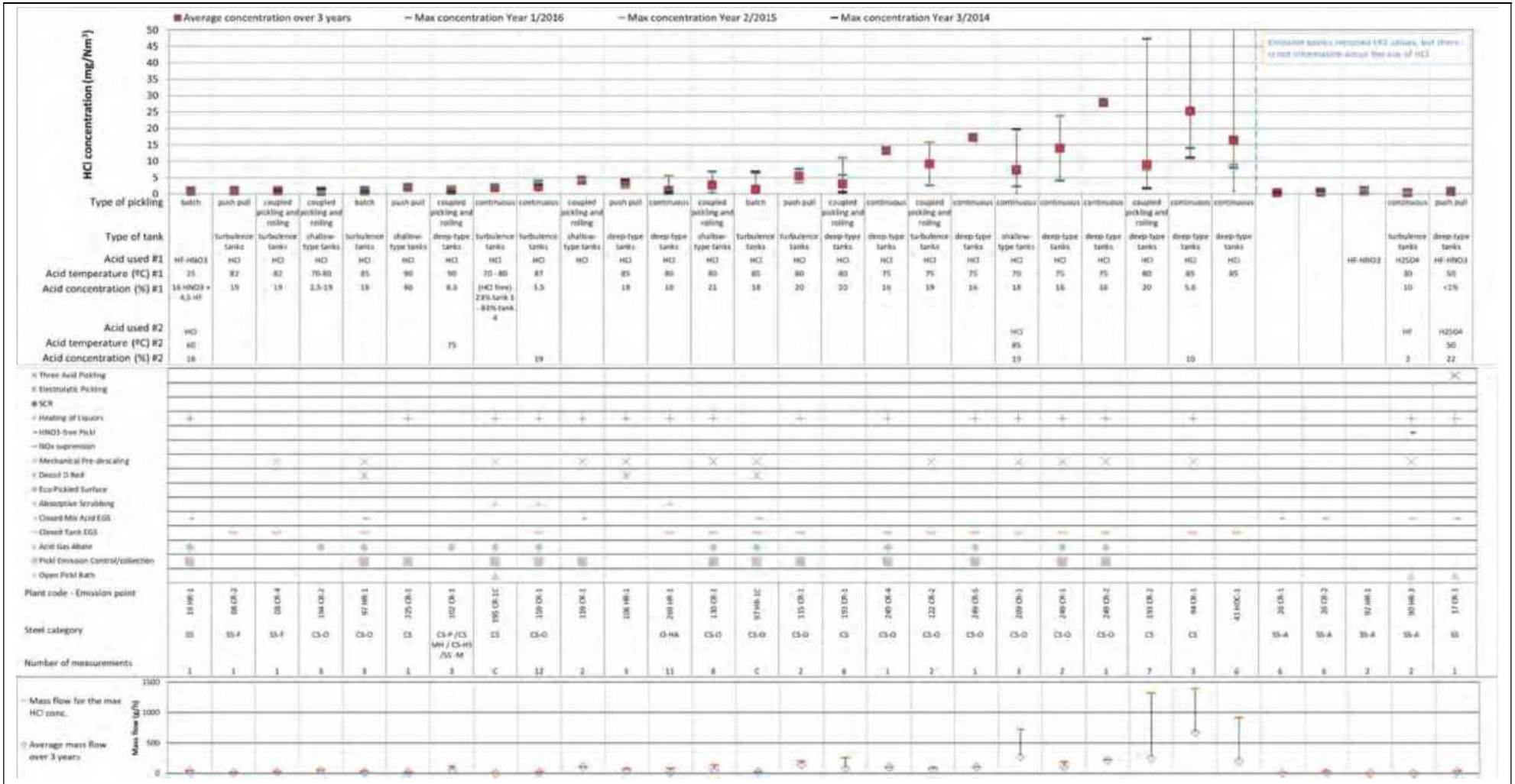


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm³)
225 CR-1			18,0	

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.47: Emisie prachu z morenia (mg/Nm³) vo valcovniach na valcovanie za tepla, valcovanie za studena a prevádzkach na nanášanie povlakov ponorom



Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm³)
94 CR-1			50,7	
41 HDC-1				78.0

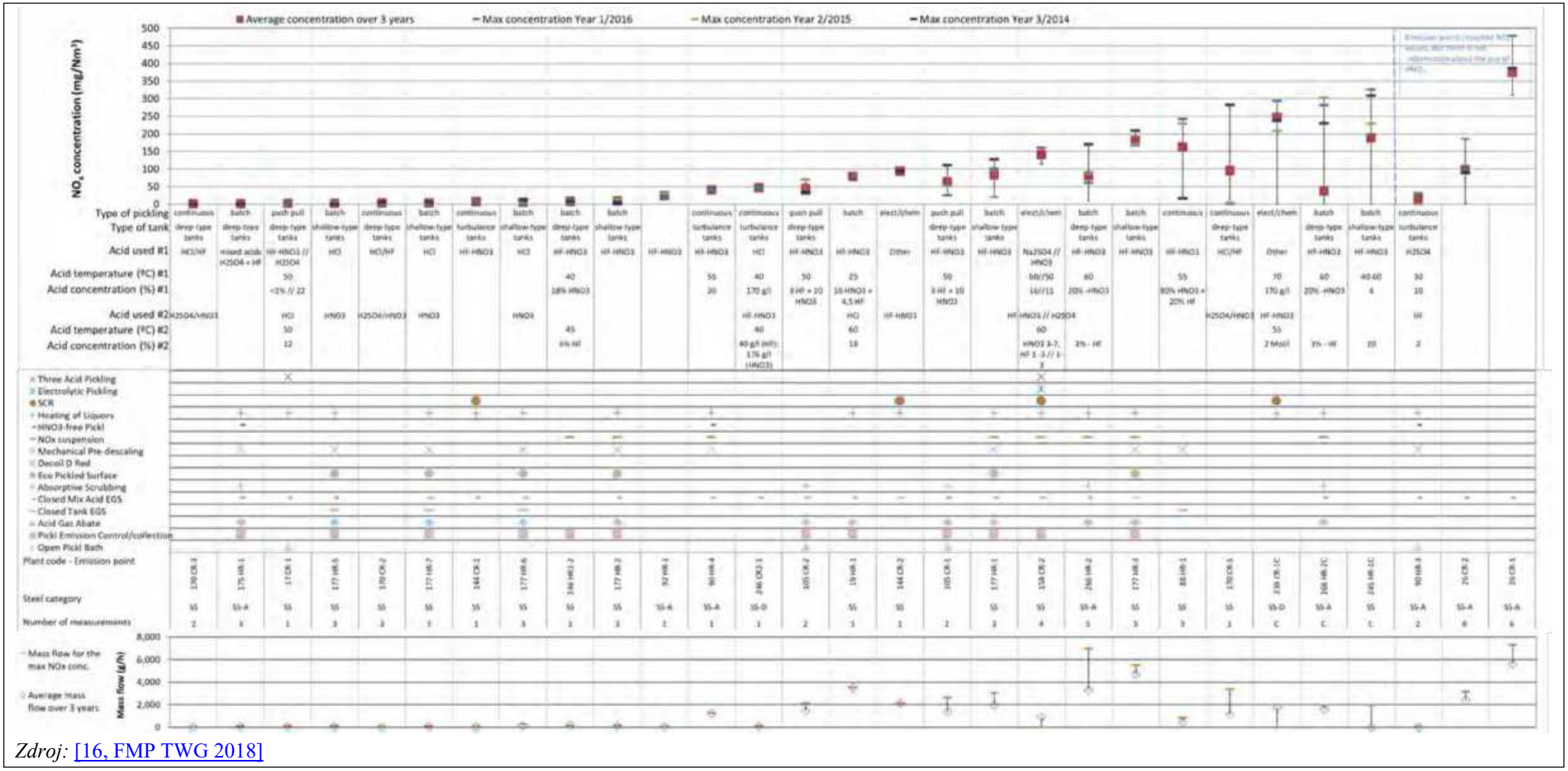
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.48: Emisie HCl z morenia (mg/Nm³) vo valcovniach na valcovanie za tepla, valcovanie za studena a prevádzkach na nanášanie povlakov ponorom



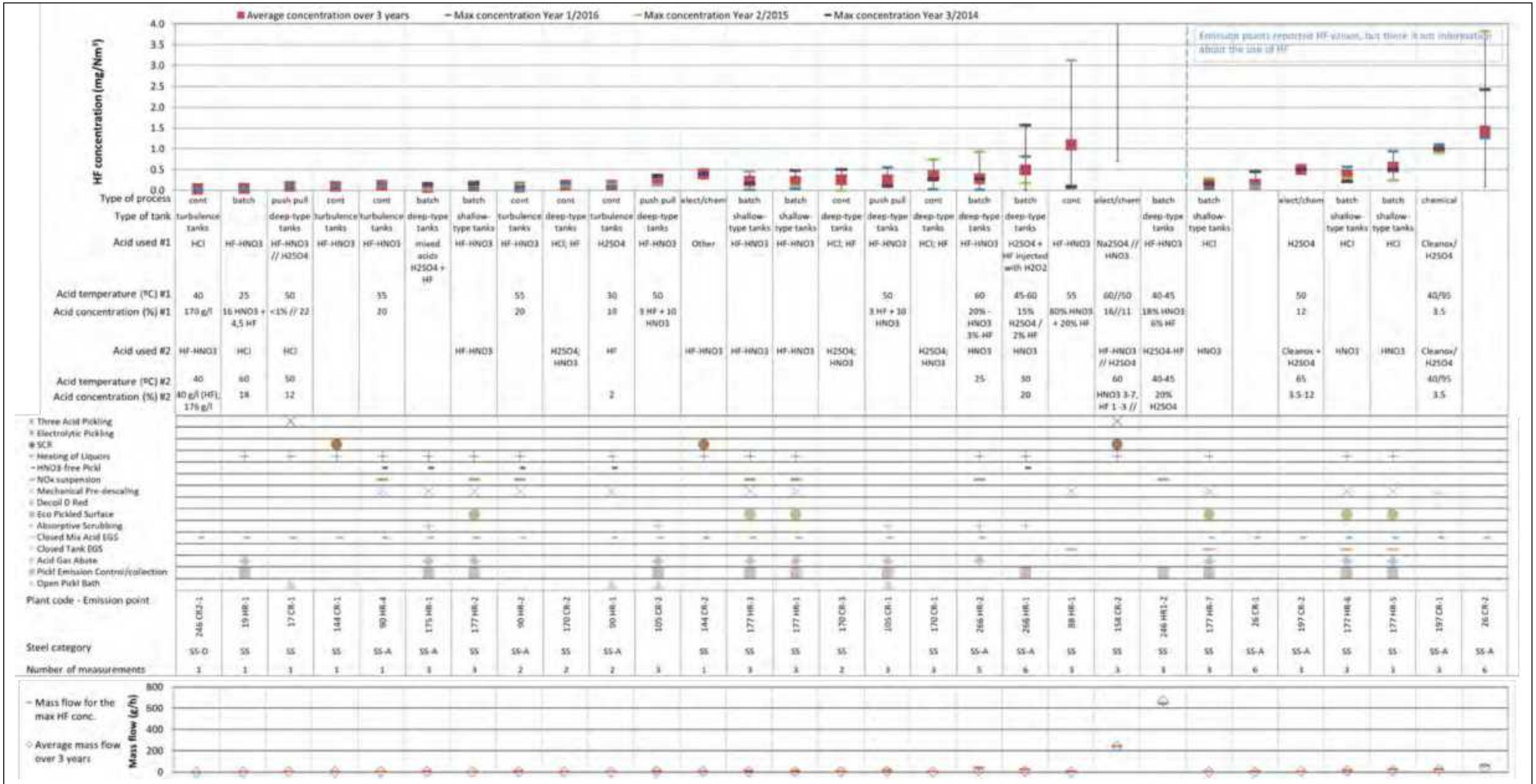
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.49: Emisie SO_x z morenia (mg/Nm^3) vo valcovniach na valcovanie za tepla a za studena



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.50: Emisie NO_x z morenia (mg/Nm^3) vo valcovniach na valcovanie za tepla a za studena

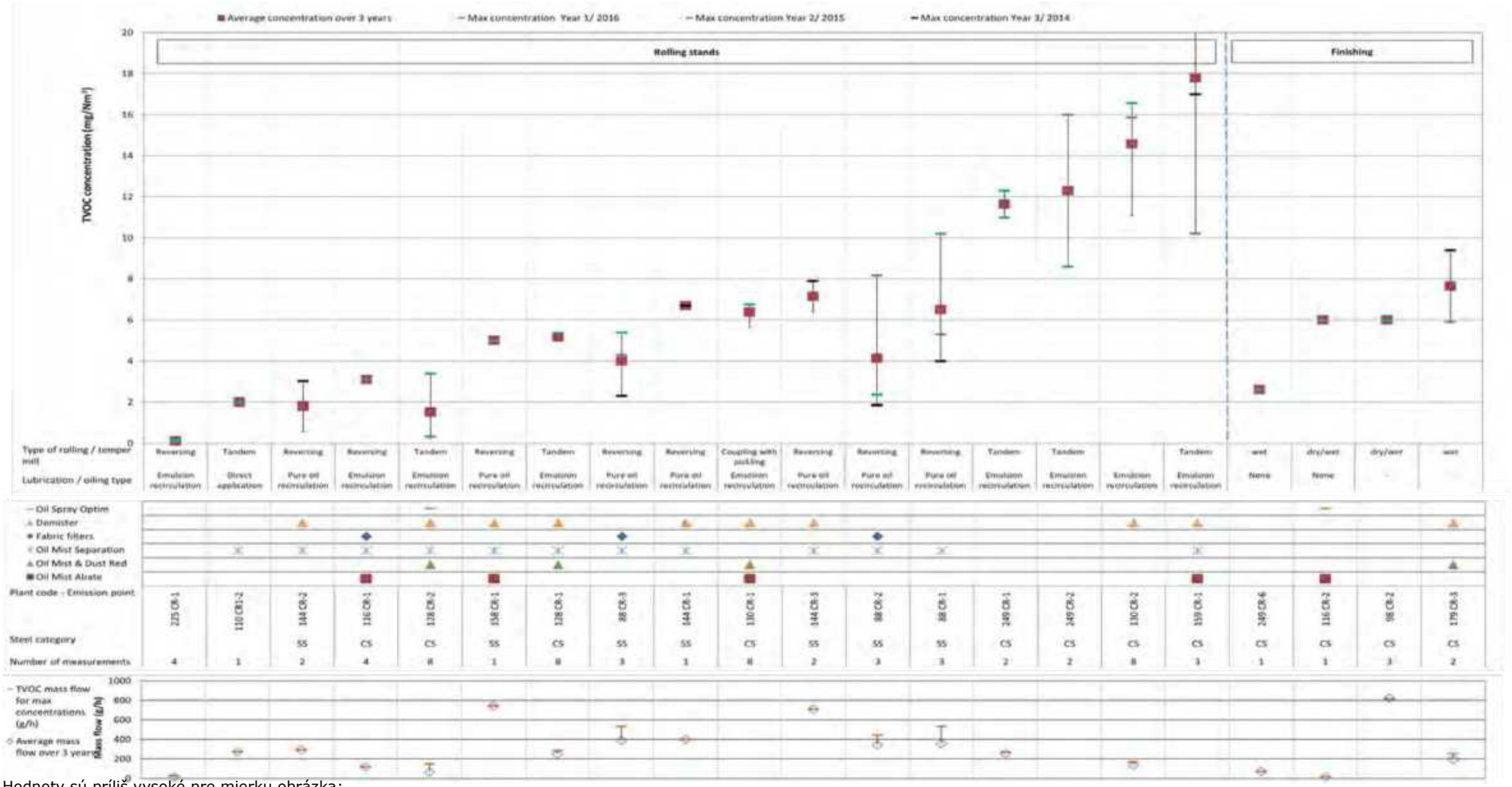


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm³)
158 CR-2	10,9	29,9		
246 HR1-2	29,3	46,0	22,0	20,0

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.51: Emisie HF z morenia (mg/Nm³) vo valcovniach na valcovanie za tepla a za studena



Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/Nm³)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/Nm³)	Hmotnostný prietok pre max. konc. TVOC (g/h)	Priemerný hmotnostný prietok za tri roky (g/h)
130 CR-1					1 485,7	1 127,2
249 CR-2					1 324,7	1 021,4
159 CR-1			26,2		2 203,2	2 503,2

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 3.52: Emisie TVOC z valcovacích stolíc a konečnej úpravy (mg/Nm³)

3.3.6 Emisie do vody

Všetky údaje týkajúce sa emisií do vody z procesov CR sú uvedené v oddiele 7.2.1 dokumentu, v ktorom sa zobrazujú údaje o emisiách do vody za všetky odvetvia v zlúčenom formáte.

3.3.7 Rezíduá

V tabuľkách 3.6, 3.7 a 3.8 sa zobrazujú uvádzané údaje o špecifickej tvorbe rezíduí obsahujúcich olej, okovín a oceľového šrotu za tri prevádzkové roky vo valcovniach na valcovanie za studena, ktoré sa zúčastnili na zbere údajov o FMP.

Tabuľka 3.6: Špecifická tvorba rezíduí obsahujúcich olej

Kód prevádzky	Oceľový výrobok	Druh ocele	Špecifické množstvo rezíduí obsahujúcich olej (kg/t)			Recyklácia v prevádzke	Kód EWC	Klasifikácia
			2016	2015	2014			
225 CR	Ostatné	CS-O	0,09	0,15	0,14	NI	19 02 07	Nebezpečné
232 CR	Nehrdzave-júca	SS-A, SS-D	3,81	3,67	4,31	Nie	NI	NI

Pozn.: NI = Žiadne informácie.
CS-O = CS-ostatné (nelegované/nízkolegované). SS-A = SS-austenitická.
SS-D = SS-duplexová.
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Tabuľka 3.7: Špecifická tvorba rezíduí okovín

Kód prevádzky	Oceľový výrobok	Druh ocele	Špecifické množstvo okovín (kg/t)			Recyklácia v prevádzke	Kód EWC	Klasifikácia
			2016	2015	2014			
170 CR	Nehrdzave-júca	SS-A, SS-F	3,10	2,92	3,09	NI	NI	NI
232 CR	Nehrdzave-júca	SS-A, SS-D	8,80	9,30	10,72	Nie	10 02 10	Nie nebezpečné
238 CR	Nehrdzave-júca	SS-D	4,58	4,63	3,50	Áno	10 02 10	Nie nebezpečné

Pozn.: NI = Žiadne informácie.
SS-A = SS-austenitická.
SS-D = SS-duplexová.
SS-F = SS-feritická.
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Tabuľka 3.8: Špecifická tvorba oceľového šrotu

Kód prevádzky	Oceľový výrobok	Druh ocele	Špecifické množstvo oceľového šrotu (kg/t)			Recyklácia v prevádzke	Kód EWC	Klasifikácia
			2016	2015	2014			
225 CR	Ostatné	CS-O	67,44	74,23	75,73	NI	Áno	19 12 02 12 01 01
232 CR	Nehrdza-vejúca	SS-A, SS-D	3,70	2,40	1,34	Nie	Áno	17 04 07
238 CR	Nehrdza-vejúca	SS-D	261,49	276,25	228,44	Áno	Nie	NI

Pozn.: NI = Žiadne informácie.
CS-O = CS-ostatné (nelegované/nízkolegované). SS-A = SS-austenitická.
SS-D = SS-duplexová.
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

3.4 Techniky, ktoré treba zohľadniť pri určovaní BAT o valcovaní za studena

V tomto oddiele sa opisujú techniky (alebo ich kombinácie) a súvisiace monitorovanie, ktoré sa považujú za techniky s potenciálom na dosiahnutie vysokej úrovne ochrany životného prostredia pri činnostiach v rozsahu pôsobnosti tohto dokumentu. Opísané techniky budú zahŕňať použitú technológiu, ako aj spôsob, akým sa zariadenia navrhujú, budujú, udržiavajú, prevádzkové a vyraďujú z prevádzky.

Zahŕňa systémy environmentálneho manažérstva, ako aj techniky integrované do procesov a techniky na konci potrubia. 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 používania a opakovaného použitia. Opísané techniky sa týkajú aj prevencie alebo obmedzenia environmentálnych dôsledkov nehôd a incidentov. Zahŕňajú tiež prevenciu alebo zníženie emisií za iných ako bežných prevádzkových podmienok (akými sú činnosti spúšťania a odstavenia, úniky, poruchy, krátkodobé prerušenia a definitívne ukončenie prevádzky).

V prílohe III k smernici sa uvádza počet kritérií na určenie BAT a informácie v tejto kapitole sa týkajú týchto úvah. V tabuľke 2.15 je v čo najväčšej miere použitá štandardná štruktúra na uvedenie informácií o každej technike, aby sa umožnilo porovnanie techník a posúdenie na základe definície BAT v smernici.

Táto kapitola nemusí nevyhnutne obsahovať vyčerpávajúci zoznam techník, ktoré by sa mohli v tomto odvetví uplatniť. Môžu existovať alebo byť vyvinuté aj iné techniky, ktoré by sa mohli zohľadniť pri určovaní BAT pre jednotlivé zariadenia.

V kapitole 8 sa rozoberajú všeobecné techniky (t. j. tie, ktoré sa bežne používajú), ktoré by mohli byť použiteľné aj pri valcovaní za studena. Tieto techniky sa v tomto oddiele bežne neopakujú, pokiaľ neboli sprístupnené informácie špecifické pre toto odvetvie.

3.4.1 Morenie

3.4.1.1 Laserový zvárací stroj

Opis
Laserový zvárací stroj sa používa vo vstupnej časti kontinuálnej moriacej linky alebo vo vstupnej časti moriacej linky prepojenej s tandemovou valcovňou na valcovanie za studena na účely zvárania okrajov (hlavy a chvosta) po sebe idúcich zvitkov, ktoré sa spracúvajú.

Technický opis
Proces zvárania s využitím laserovej technológie je založený na jave lokalizovaného tavenia ocele v bode dopadu laserového lúča. Princíp tvorby a činnosti lasera je v podstate založený na troch fázach:

- Absorpcia: fáza, počas ktorej je potrebné externe dodať určité množstvo energie na excitáciu elektrónov chemických častíc, ktoré pochádzajú z lasera.
- Emisia: proces spojený s následnou excitáciou elektrónu, ktorý spôsobuje uvoľnenie určitého množstva energie na excitáciu ďalších susedných atómov.
- Zosilnenie: prostredníctvom prijatia systému reflexných zrkadiel, ktorý uľahčuje proces spontánnej emisie.

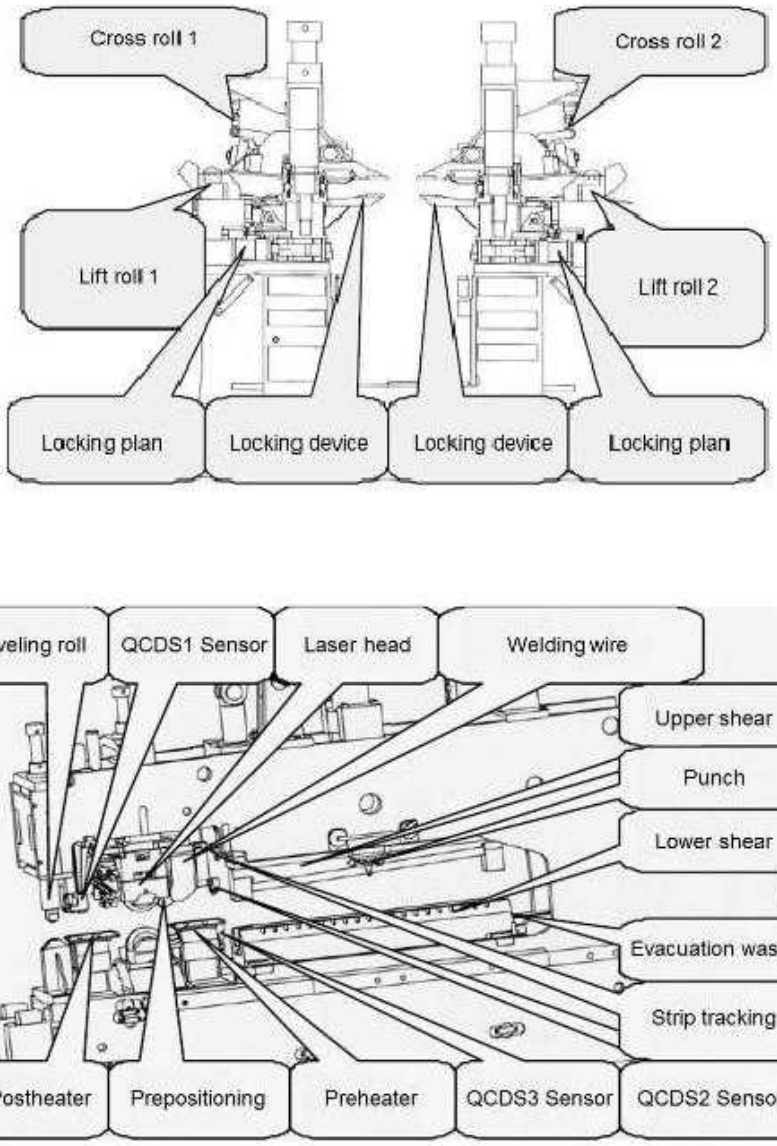
Laserové zváranie je proces s vysokou hustotou energie, ktorú možno dosiahnuť nastavením ohniskového bodu optického systému. Časť základného materiálu sa vyparuje a vytvára zónu, ktorá obsahuje vzniknuté pary, nazývanú „kľúčová dierka". Roztavený materiál sa následne ochladzuje a vytvára zvarovú húsenicu.

Laserové zváranie bolo pôvodne navrhnuté ako alternatíva k odporovému stykovému zváraniu s cieľom zlepšiť spoľahlivosť zvárania a znížiť emisie do ovzdušia. Hlavné výhody prijatia tejto techniky sú:

- dobrá úroveň prieniku vďaka vysokej hustote energie,
- vysoká rýchlosť zvárania,
- malá tepelne ovplyvnená zóna a rozptyl tepla,
- dobrá opakovateľnosť,
- obmedzenejšie deformácie,
- zvárateľnosť širokého sortimentu druhov ocele (mäkké, mikrolegované a legované ocele),
- zvárateľnosť heterogénnych spojov.

Z konštrukčného hľadiska sa zváračka vyznačuje vstupnou časťou a výstupnou časťou, ktoré sú symetrické a pozostávajú z rovnakých hlavných prvkov. Laserový zvárací stroj je zobrazený na obrázku 3.53 a účely hlavných prvkov stroja sú zhrnuté nižšie:

- Zdvíhací valec: podporuje pás a umožňuje centrovanie a zaistenie. Tento valec je takisto potrebný na zabezpečenie toho, aby sa pás preniesol cez stroj bez dotyku s jeho časťami.
- Priečny valec: zabraňuje tomu, aby vytvorená slučka nevytlačila pás z polohy.
- Plán zaistenia: umožňuje upraviť polohu hrany pásu počas procesu zvárania.
- Uzamykací mechanizmus: je potrebné zaistiť okraje pásov, aby sa dosiahlo dokonalé zarovnanie počas procesu zvárania.
- Laserová hlava: vedie laserový lúč počas zvárania a tlak laserovej hlavy vytvára silu, ktorá pôsobí na zvárané hrany.
- Predohrev/dohrev: v závislosti od triedy a kvality materiálu je potrebné ohriať oblasť zvaru bezprostredne pred/po zváraní pásu.
- Predohrev/dohrev: v závislosti od druhu ocele je potrebné ohriať oblasť zvaru bezprostredne pred/po zváraní pásu.
- Vyrovnávací valec: ihneď po zváraní je potrebné stlačiť ešte horúcu zvarovú húsenicu týmto valcom, aby sa zmenšila jej hrúbka.
- Prieraz: na kontrolu zvarovej húsenice sa používa prierazník na vytvorenie otvoru v jeho blízkosti.
- Odsun odpadu: po odrezaní okrajov pásov sa vytvorený odpad dopravuje pomocou dopravníkového pása do kontajnera.



Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Obrázok 3.53: Schéma laserového zváracieho stroja (bočný pohľad a horný pohľad)

Keďže nie je možné posúdiť kvalitu zvaru iba optickým hodnotením, zváračka je vybavená aj systémom dohľadu (systém kontroly kvality údajov QCDS), ktorý prijíma vstupné informácie zo snímačov o množstve relevantných parametrov (napr. medzere, prievare).

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zníženie emisií prachu v porovnaní s konvenčnými zváracími technikami, ako je odporové stykové zváranie.
- Zlepšená materiálová efektívnosť vďaka zlepšenej zvárateľnosti a zvýšenej spoľahlivosti samotného zvárania. Okrem toho je potrebné poznamenať, že na zváranie nie je potrebný žiadny dodatočný prísun kovu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadne hlásenie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hybná sila implementácie
- Zlepšená spoľahlivosť zvárania.
- Zlepšené správanie zvarenej časti v nasledujúcich procesoch (morenie a valcovanie).
- Zlepšená výťažnosť.

Vzorové prevádzky
- Prevádzka Ilva v Janove: 194 CR
- Prevádzka Ilva v Novi Ligure: 195 CR
- ArcelorMittal Liège a Florange

Odborná literatúra
[31, EUROFER 10-7-18 2018].

3.4.1.2 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií z odvíjania a mechanického predbežného odstraňovania okovín

Opis
Emisie z odvíjania a mechanického predbežného odstraňovania okovín sa zachytávajú napríklad pomocou extrakcie poklopu alebo veka. Odsávaný vzduch je čistený textilným filtrom.

Technický opis
Prach oxidu železa, ktorý môže obsahovať ťažké kovy (napr. nikel a olovo), sa tvorí pri naťahovaní pásu počas operácie odvíjania a počas mechanického predbežného odstraňovania okovín pred morením.

Tam, kde sú emisie významné, najmä pri spracovaní vysokolegovanej ocele, sú odvíjače a zariadenia na predbežné odstraňovanie okovín vybavené odsávacími krytmi, ktoré vedú vzduch obsahujúci prach oxidu železa priamo do textilných filtrov. Vyčistený vzduch sa vypúšťa cez komín. Textilné filtre sa čistia spätným preplachovaním stlačeným vzduchom. Prach oxidu železa sa zachytáva na dne textilného filtra pomocou rotačných uzáverov. [25, EUROFER 2018]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Prevencia emisií prachu v okolí pracoviska.
- Zníženie emisií prachu.
- Zníženie emisií niklu a olova.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Tabuľka 3.9: Prevádzkové údaje systému suchého odprašovania nainštalovaného pri odvíjačoch (valcovňa na valcovanie za studena Voestalpine)

Sacia kapacita	40 000 m^3/h
Počet trubicových filtrov	240
Rotačné uzávery	2
Maximálne zaťaženie filtra	100 $m^3/m^2/h$
Obsah reziduálneho prachu	max. 5 mg/m^3
Zdroj: [25, EUROFER 2018]	

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
- Dodatočná spotreba energie.
- Prach z filtra vyžaduje likvidáciu alebo predúpravu pred recykláciou.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Investičné náklady boli vyčíslené na 280 000 EUR pre odpadový systém vybavený textilným filtrom (pre prevádzku s kapacitou 3 Mt/rok). [18, CITEPA 1994]

Hybná sila implementácie
- Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.
- Zdravotné a bezpečnostné hľadiská.

Vzorové prevádzky
- Odvíjanie: 08 CR3, 102 CR2, 244 CR1.
- Mechanické predbežné odstraňovanie okovín: široko používané (napr. 08 CR2, 26 CR2, 193 CR1, 193 CR2, 238 CR1)

Odborná literatúra
[18, CITEPA 1994], [25, EUROFER 2018].

3.4.1.3 Zhodnotenie kyseliny chlorovodíkovej rozprašovacím pražením

Opis
Moriace roztoky sa vstrekujú cez rozprašovacie dýzy v pyrohydrolytickom reaktore pri vysokej teplote, kde reagujú s kyslíkom a vodou za vzniku vysokohodnotného pevného produktu oxidu železa. Kyselina chlorovodíková sa zhodnocuje pomocou adiabatickej kolóny, kde sa ako absorpčná voda používa oplachová voda z moriacej linky.

Technický opis
Technický opis zhodnocovacieho procesu rozprašovacieho praženia sa uvádza v oddiele 8.6.5.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížená spotreba čerstvej kyseliny (z 12 – 17,5 kg/t na 0,7 – 0,9 kg/t; koncentrácia HCl 33 %).
- Znížený objem odpadovej vody a kalu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

V tabuľke 3.10 sa uvádzajú údaje o spotrebe a materiálových výstupoch súvisiacich s rozprašovacím pražením HCl.

Tabuľka 3.10: Spotreba, úrovne emisií a materiálové výstupy pre rozprašovacie praženie HCl

Vstup/úroveň spotreby		
Použitá kyselina	0,7 – 0,9	kg/t
Chladiaca voda (vstup)	0,07 – 0,09	m^3/t
Priemyselná + demineralizovaná voda	0,09 – 0,15	m^3/t
Energia: Elektrická energia Tepelná energia (zemný plyn)	 4 – 15 102 – 119	 MJ/t MJ/t
Výstup/úroveň emisií		
	Špecifická emisia	
Tuhý vedľajší produkt: Fe_2O_3	5,1 – 5,4 (5,6 ArcelorMittal Ghent)	kg/t
Recyklovaná kyselina (20 %)	23 – 40	kg/t
Chladiaca voda (výstup)	0,07 – 0,09	m^3/t
Odpadový plyn	24 – 38	m^3/t
Odpadová voda (vypúšťanie)	0,04 – 0,07	m^3/t
Zdroj: [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]		

V tabuľke 3.11 sa uvádza súhrn údajov o emisiách uvedených v zbere údajov za prevádzky na rozprašovacie praženie HCl.

Tabuľka 3.11: Emisie do ovzdušia z rozprašovacieho praženia HCl (kombinované údaje z valcovní na valcovanie za studena a za tepla)

Látka	**Koncentrácie uvedené za trojročné obdobie (mg/Nm^3)**					**Počet prevádzok/počet meraní**
	Priemer	**Medián**	**90. percentil**	**Min.**	**Max.**	
Prach	9,8	8,8	19,4	0,05	28,0	18/70
HCl	7,2	3,6	20,2	0,05	44,6	13/91
SO_2	2,3	0,6	7,9	0,1	8,0	6/25
NOx	115,3	120,0	179,4	16,9	229,6	15/53
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]						

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Dodatočná spotreba energie a vody.
- Tvorba emisií do ovzdušia (spaliny a kyseliny), ktoré musia byť redukované napr. mokrými práčkami.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy

V závislosti od podmienok na pracovisku, vysokej spotreby kyseliny a množstva vznikajúcej odpadovej kyseliny a úspor, ktoré sa zvyčajne dosahujú zhodnocovaním, môže byť investícia do zhodnocovacej prevádzky opodstatnená.

Vyrobený oxid železa má komerčnú hodnotu a môže sa priamo obchodovať na trhu. [25, EUROFER 2018]

Hybná sila implementácie

Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky

Používané významným počtom prevádzok CR (pozri obrázok 7.1).
Používa sa aj vo viacerých prevádzkach HRPO (napr. 12 HR1; 37 HR1, 106 HR2).

Odborná literatúra

[25, EUROFER 2018], [96, Kladnig 2008].

3.4.1.4 Zhodnotenie kyseliny chlorovodíkovej vo fluidnom lôžku

Opis
Použitý moriaci kúpeľ sa privádza do reaktora s fluidným lôžkom, kde sa pri vysokej teplote v prítomnosti vodnej pary a kyslíka tepelne rozkladá na kyselinu chlorovodíkovú a oxid železa. Výstupné plyny z reaktora sa ochladzujú a privádzajú do absorbéra, kde sa HCl absorbuje oplachovým roztokom a čerstvou vodou.

Technický opis
Pozri oddiel 8.6.5 týkajúci sa technického opisu procesu zhodnocovania vo fluidnom lôžku.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Znížená spotreba čerstvej kyseliny.
- Znížený objem odpadových vôd a kalu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
V tabuľke 3.12 sa uvádza súhrn údajov o emisiách uvádzaných pri zbere údajov za prevádzky s reaktorom s fluidným lôžkom na zhodnotenie HCl.

Tabuľka 3.12: Emisie do ovzdušia z prevádzok na zhodnotenie HCl s reaktorom s fluidným lôžkom

Látka	Koncentrácie uvedené za trojročné obdobie (mg/Nm³)				Počet prevádzok/počet meraní
	Priemer	Medián	Min.	Max.	
Prach	12,3	9,3	0,6	34,0	3/15
HCl	2,2	0,9	0,3	13,2	3/20
SO_2	6,7	5,3	1,4	18,6	1/8
NOx	43,3	42,0	32,6	60,0	1/7
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]					

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Dodatočná spotreba energie a vody.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Hospodárske vplyvy modernej prevádzky na morenie s procesom fluidného lôžka zahŕňajú tieto faktory:

- spotrebu surovej kyseliny,
- využitie oplachovej vody a vody z práčky,
- výrobu čistej kyseliny chlorovodíkovej bez obsahu železa,
- výrobu oxidu železa, ktorý možno použiť v rôznych priemyselných odvetviach.

Vo všeobecnosti sú kapitálové náklady prevádzky na morenie vrátane procesu s fluidným lôžkom priaznivé v porovnaní s prevádzkovými nákladmi a výslednými prínosmi. Celkový hospodársky vplyv jednotlivých zariadení sa bude líšiť v dôsledku miestnych rozdielov v nákladoch na kyselinu, nákladoch na zhodnotenie odpadového moriaceho kúpeľa a nákladoch spojených s modernizáciou existujúcich zariadení alebo výstavbou nových zariadení. [97, Rituper 1995]

Hybná sila implementácie
Znížená spotreba kyseliny.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 179 CR1, 194 CR1, 195 CR linky 2 a 3.

Odborná literatúra
[96, Kladnig 2008], [97, Rituper 1995].

3.4.1.5 Prevádzka na morenie pásov HCl bez výtoku

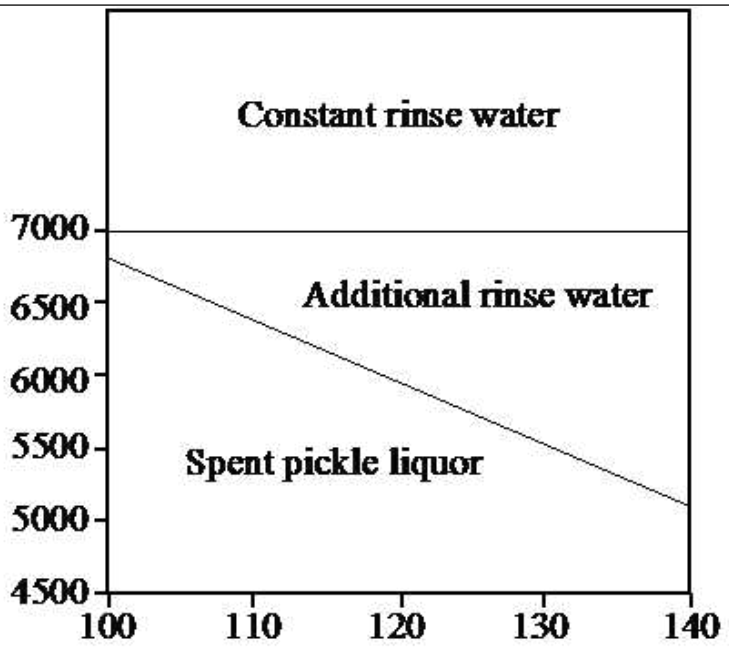
Opis
Prevádzka na morenie pásov HCl bez výtoku umožňuje úplné zhodnotenie použitého moriaceho kúpeľa pomocou zhodnocovacieho procesu s fluidným lôžkom s úplnou recykláciou oplachovej vody (t. j. bez emisií do vody) a extrémne nízkou spotrebou kyseliny.

Technický opis
V prevádzke na morenie pásov HCl bez výtoku sa použitý moriaci kúpeľ úplne zhodnocuje v zhodnocovacom systéme pomocou procesu s fluidným lôžkom. Moriaci kúpeľ recyklovaný medzi moriacimi nádržami a zhodnocovacou jednotkou má za následok takmer nulovú spotrebu okrem malých strát odparovaním. Oplachová voda sa úplne znovu využije. To umožňuje činnosť prevádzky na morenie bez výtokov. [97, Rituper 1995]

Keďže proces fluidného lôžka funguje pri teplote približne 850 °C, v zhodnocovacej prevádzke možno využiť dodatočnú oplachovú vodu a vodu z práčky z moriacej linky. V súlade s energetickou bilanciou Venturiho práčky je potrebné určité množstvo vody na chladenie výstupného plynu reaktora odparovaním. [97, Rituper 1995]

Množstvo oplachovej vody a vody z práčky, ktoré možno využiť v procese fluidného lôžka, závisí od obsahu železa v moriacom kúpeli. Príklad využitia oplachovej vody je znázornený na obrázku 3.54. Časť oplachovej vody sa používa na absorpciu, zvyšok sa priamo pridáva do Venturiho práčky. [97, Rituper 1995]

V príklade uvedenom na obrázku 3.54 je možné na absorpciu HCl použiť celkovo 5 943 l/h oplachovej vody. V závislosti od obsahu železa v moriacom kúpeli možno dodatočne použiť približne 500 l/h oplachovej vody pri 105 g/l Fe^{++} a približne 1 750 l/h oplachovej vody pri 130 g/l Fe^{++}.



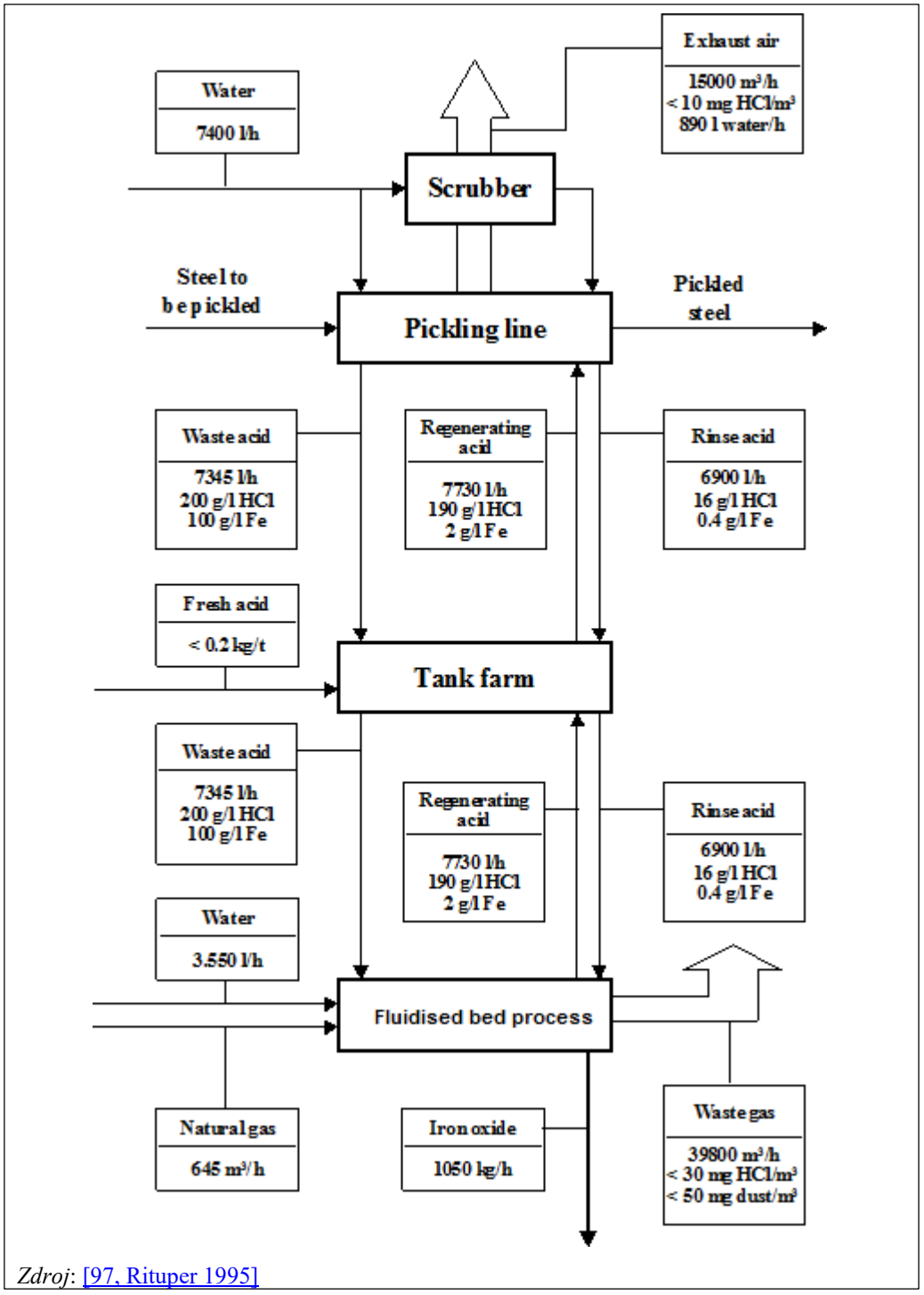
Zdroj: [97, Rituper 1995]

Obrázok 3.54: Závislosť využitia oplachovej vody od obsahu železa

Tento príklad ukazuje, že ekonomickú prevádzku moriacej linky bez výtokov možno dosiahnuť zohľadnením množstiev a koncentrácií použitého moriaceho kúpeľa, ako aj oplachovej vody.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Žiadny výpust/znečistenie vody.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Tento proces je schopný prevádzkovať úplne uzavretú prevádzku na morenie bez výtoku a už bol inštalovaný v niekoľkých moderných zariadeniach. Tieto zariadenia pracujú so spotrebou kyseliny chlorovodíkovej menšou ako 0,2 kg kyseliny/tonu moreného materiálu. Jeden príklad moriacej linky pásov bez výtoku v prevádzke je znázornený na obrázku 3.55. [97, Rituper 1995
]



Zdroj: [97, Rituper 1995]

Obrázok 3.55: Príklad morenia v HCl bez výtoku a príklad zhodnotenia kyseliny

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Dodatočná spotreba energie a vody.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Znížené výrobné náklady vďaka nízkej spotrebe kyseliny.

Hybná sila implementácie
- Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.
- Úspory v spotrebe kyseliny.

Vzorové prevádzky
[97, Rituper 1995].

Odborná literatúra
[97, Rituper 1995].

3.4.1.6 Zhodnotenie kyseliny sírovej kryštalizáciou

Opis
Síran železnatý nahromadený v kyseline sa kryštalizuje a odstraňuje sa vo forme heptahydrátu síranu železnatého. Kryštalizácia sa dosahuje nepriamym chladením, cyklónovým spracovaním alebo dekompresným odparovaním pod vákuom.

Technický opis
Technický opis procesu zhodnotenia kyseliny sírovej kryštalizáciou sa uvádza v oddiele 8.6.5.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížená spotreba čerstvej kyseliny.
- Znížený objem odpadových vôd a kalu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
V tabuľke 3.13 a tabuľke 3.14 sa uvádzajú údaje o spotrebe a emisiách spojených s vákuovou kryštalizáciou H_2SO_4.

Tabuľka 3.13: Spotreba a výstupy pre vákuovú kryštalizáciu H_2SO_4

Vstup/úroveň spotreby		
Použitá kyselina	7 – 10	kg/t
Chladiaca voda (vstup)	2 – 3,5	m^3/t
Priemyselná + demineralizovaná voda	0,2 – 0,4	m^3/t
Energia: Elektrická energia Tepelná energia	 1 – 20 100 – 200	 MJ/t MJ/t
Výstup/úroveň emisií		
	Špecifická emisia	
Tuhý vedľajší produkt: síran železnatý	26 – 30	kg/t
Recyklovaná kyselina (20 %)	0 – 10	kg/t
Chladiaca voda (výstup)	2 – 3,5	m^3/t
Odpadový plyn	70 – 90	m^3/t
Odpadová voda (vypúšťanie)	0,2 – 0,4	m^3/t
Zdroj: [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]		

Tabuľka 3.14: Emisie do ovzdušia z vákuovej kryštalizácie H_2SO_4

	Koncentrácia [mg/Nm³]	Špecifické emisie [g/t produktu]	Miera redukcie[1] [%]	Metóda analýzy
SO_2	8 – 20	0,5 – 1,5	> 95	Infračervená
H_2SO_4	5 – 10	0,3 – 0,6	> 95	Titrácia
Zdroj: [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998] 1 Miera redukcie na základe hmotnostného toku zložky pred/po opatrení na čistenie emisií				

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Zvýšená spotreba energie.
- Emisie do ovzdušia zo zhodnocovania.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hybná sila implementácie
Znížená spotreba kyseliny.

Vzorové prevádzky
Žiadna prevádzka neoznámila použitie tejto techniky zhodnotenia kyseliny v zbere údajov o FMP z roku 2018.

Odborná literatúra
[89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998].

3.4.1.7 Zhodnotenie nitračnej zmesi (HNO_3 a HF) rozprašovacím pražením

Opis
Moriace roztoky sa vstrekujú cez rozprašovacie dýzy v pyrohydrolytickom reaktore pri vysokej teplote, kde reagujú s kyslíkom a vodou za vzniku vysokohodnotného pevného produktu oxidu železa. Kyselina sa zhodnocuje pomocou dvojstupňovej izotermickej adsorpčnej jednotky, po ktorej nasleduje jednotka selektívnej katalytickej redukcie na zníženie emisií NO_X.

Technický opis
Technický opis zhodnocovacieho procesu rozprašovacieho praženia sa uvádza v oddiele 8.6.5.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zníženie spotreby čerstvej kyseliny (z 2,5 – 7 kg/t HF a 3 – 10 kg/t HNO_3 na 0,8 – 1,2 kg/t HF), zníženie množstva novej kyseliny, ktorú je potrebné vyrobiť (dodávateľ). [98, Karner 1999]
- Redukcia neutralizačného kalu. [98, Karner 1999]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

V tabuľke 3.15 sa uvádzajú údaje o spotrebe a výstupoch zhodnotenia nitračnej zmesi rozprašovacím pražením.

Tabuľka 3.15: Spotreba a emisné výstupy zhodnotenia nitračnej zmesi rozprašovacím pražením

Vstup/úroveň spotreby		
Použitá kyselina	25 – 100	kg/t
Chladiaca voda (vstup)	1,5 – 9	m^3/t
Močovina (pre DeNO$_x$)	0,4 – 1	kg/t
Hydroxid sodný		
Energia:		
Elektrická energia	5 – 20	MJ/t
Tepelná energia (zemný plyn)	60 – 230	MJ/t
Výstup/úroveň emisií		
Tuhý vedľajší produkt: zmiešaný oxid	1,7 – 5	kg/t
Recyklovaná kyselina (HF 6 %, HNO_3 10 %)	26 – 108	kg/t
Chladiaca voda (výstup)	1,5 – 9	m^3/t
Odpadový plyn:	25 – 100	m^3/t
Odpadová voda	0,003 – 0,01	m^3/t
Zdroj: [98, Karner 1999], príklad Pyromars		

V tabuľke 3.16 predstavuje súhrn údajov o emisiách uvedených v zbere údajov za prevádzku používajúcu rozprašovacie praženie na zhodnotenie nitračnej zmesi.

Tabuľka 3.16: Emisie NO_x do ovzdušia zo zhodnocovacích prevádzok nitračnej zmesi využívajúcich rozprašovacie praženie

Látka	**Koncentrácie uvedené za trojročné obdobie (mg/Nm^3)**				**Počet prevádzok/počet meraní**
	Priemer	**Medián**	**Min.**	**Max.**	
NO_x	140,3	119,3	93,8	218,2	2/6
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]					

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Spotreba energie a chemikálií.
- Tvorba emisií do ovzdušia, ktoré je potrebné znížiť/regulovať.
- Tvorba odpadových vôd, ktoré je potrebné upraviť.
- Tvorba použiteľného vedľajšieho produktu zmiešaného oxidu. [98, Karner 1999]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy

Vyrobený oxid železa má komerčnú hodnotu a môže sa priamo obchodovať na trhu. [25, EUROFER 2018], [96, Kladnig 2008]

Ekonomická výhoda vypočítaná pre oceliareň vyrábajúcu 350 000 ton mäkkej ocele valcovanej za tepla sa odhaduje na 800 000 EUR ročne na chemikáliách a práci. [96, Kladnig 2008]

Hybná sila implementácie

Okrem environmentálnych výhod zníženia celkovej spotreby kyselín a emisií odpadových vôd umožňuje technológia rozprašovacieho praženia zhodnocovanie oxidu železa, ktorý môže byť recyklovaný v procese tavenia alebo komerčne obchodovaný na trhu. [25, EUROFER 2018]

Vzorové prevádzky
Vzorové prevádzky zo zberu údajov: 88 CR1 a 238 CR2 z Pozri aj obrázok 7.4.

Odborná literatúra
[25, EUROFER 2018], [96, Kladnig 2008], [98, Karner 1999].

3.4.1.8 Zhodnotenie nitračnej zmesi (HNO_3 a HF) iónovou výmenou

Opis
Moriace roztoky sa upravujú pomocou obtokového zariadenia na čistenie kyseliny, ktoré využíva filtre a iónomeničovú živicu na selektívnu adsorpciu kovových solí z moriacej kyseliny. Po nasýtení čistiaceho zariadenia sa voľná kyselina desorbuje spätným preplachovaním vodou a recykluje sa späť do moriaceho procesu.

Technický opis
Pri morení nehrdzavejúcej ocele v nitračnej zmesi sa kovy nepretržite rozpúšťajú v moriacom roztoku. Keď rozpustené kovy dosiahnu vysoké koncentrácie, začnú sa objavovať technické problémy, ako je vyzrážanie solí s tvorbou kalov. Aby sa tomu zabránilo, moriaci kúpeľ sa upravuje pomocou špeciálnych živíc, ktoré majú schopnosť oddeliť rozpustené kovy (napr. železo, nikel, chróm a iné) od voľnej moriacej kyseliny. Po nasýtení čistiaceho zariadenia sa voľná kyselina desorbuje prúdom čerstvej vody a recykluje sa späť do moriaceho procesu. [25, EUROFER 2018], [99, Agrawal a kol. 2009]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížená spotreba kyseliny.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Tabuľka 3.17: Úrovne spotreby a emisií pri zhodnotení nitračnej zmesi pomocou iónovej výmeny

Vstup/úroveň spotreby		
Použitá nitračná zmes	0,05 –0,2	m^3/t
Voda	0,05 – 0,2	m^3/t
Energia:		
Elektrická energia	2 – 5	MJ/t
Výstup/úroveň emisií		
Špecifická emisia	0,05 – 0,2 m^3/t	
Zhodnotená nitračná zmes		
Miera zhodnotenia voľného HF:	75 – 85 %	
Miera zhodnotenia voľnej HNO_3:	80 – 85 %	
Miera odstránenia kovov:	50 –55 %	
Slabý roztok kyseliny s obsahom kovov	0,05 – 0,2	m^3/t
Zdroj: [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]		

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Zvýšená spotreba energie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne uplatniteľné v prevádzkach na výrobu nehrdzavejúcej ocele. [25, EUROFER 2018]

Hospodárske vplyvy
Úspory dosiahnuté vďaka zníženej spotrebe kyselín. [25, EUROFER 2018]

Hybná sila implementácie
Zníženie spotreby kyseliny.

Vzorové prevádzky
Outokumpu Germany Krefeld.

Odborná literatúra
[25, EUROFER 2018], [99, Agrawal a kol. 2009].

3.4.1.9 Zhodnotenie nitračnej zmesi (HNO_3 a HF) difúznou dialýzou

Opis
Pozitívne nabitá membrána sa používa na oddelenie použitého moriaceho kúpeľa, ktorý sa má zhodnotiť, od čerstvej vody. Membrána umožňuje difúziu kyseliny na stranu s čerstvou vodou, zatiaľ čo kovové soli zostávajú na strane použitého roztoku, čo vedie k vysokej miere zhodnotenia kyseliny.

Technický opis
Technický opis procesu zhodnotenia nitračnej zmesi difúznou dialýzou sa uvádza v oddiele 8.6.5.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie odpadu a spotreby čerstvej kyseliny.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Vo švédskej prevádzke bola v roku 1989 nainštalovaná prevádzka difúznej dialýzy na zhodnotenie moriacej kyseliny pre nehrdzavejúcu oceľ s kapacitou 300 l/h. [100, Deutschle 1993]. Miera recyklácie voľnej kyseliny je približne 80 – 85 %. Prevádzka na difúznu dialýzu je jednoduchá na obsluhu a vyžaduje len minimálny dohľad. Hoci proces nie je úplne selektívny, po spracovaní je v zhodnotenom roztoku nitračnej zmesi prítomných menej ako 5 % kovových solí. [101, Dahlgren 2010]

Predúprava použitého moriaceho kúpeľa je potrebná, aby sa zabránilo upchatiu povrchu membrány. [101, Dahlgren 2010]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Zvýšená spotreba energie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Investičné náklady na prevádzku difúznej dialýzy s kapacitou 1 m^3/h nitračnej zmesi sú približne 1,5 milióna SEK. [101, Dahlgren 2010]

Hybná sila implementácie
Zhodnotenie nitračnej zmesi.

Vzorové prevádzky
Outokumpu Avesta (Švédsko).

Odborná literatúra
[100, Deutschle 1993], [101, Dahlgren 2010], [102, Luo a kol. 2011].

3.4.1.10 Zhodnotenie nitračnej zmesi (HNO_3 a HF) odparovaním

Opis
Vo vákuovom výparníku sa nitračná zmes odparí a skondenzuje pred recykláciou do hlavnej moriacej nádrže, pričom sa tvoria síranové kovové soli, ktoré sa vyzrážajú v kryštalizátore ako kal a neutralizujú sa na hydroxidový kal.

Technický opis
Technický opis procesu zhodnotenia nitračnej zmesi odparovaním sa uvádza v oddiele 8.6.5.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zníženie spotreby čerstvej kyseliny recykláciou voľnej aj viazanej HNO_3 a HF.
- Významné zníženie dusičnanov v odpadových vodách.
- Žiadne emisie prachu. [103, FI, člen TWG 2000]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
V spoločnosti Outokumpu (prevádzka Tornio, Fínsko, prevádzka 158 CR v zbere údajov o FMP) boli nainštalované tri odparovacie zhodnocovacie zariadenia na zhodnotenie nitračnej zmesi. Miera recyklácie pre HNO_3 je 98 % a 99 % v prípade HF. [25, EUROFER 2018], [101, Dahlgren 2010]

Tabuľka 3.18: Úrovne spotreby a emisií pri zhodnotení nitračnej zmesi odparovaním

Vstup/úroveň spotreby	
Použitá kyselina H_2SO_4 (95 %) Energia chladiacej vody: Elektrická para Propán	15 – 30 litrov/t 4,0 – 6,0 kg/t 3,8 – 5,8 kg/t 2,3 – 3,5 MJ/t 16 – 24 kg/t 3,2 – 4,8 MJ/t
Výstup/úroveň emisií	
Chladiaca voda Recyklovaná kyselina: 130 g/l HNO_3 55 g/l HF Síran kovu: Fe Cr Ni SO_4 H_2SO_4 Odpadový plyn: Prach HF NO_2	3,8 – 5,8 kg/t 14 – 20 litrov/t 5,0 – 7,6 kg/t 0,6 – 0,8 kg/t 0,09 – 0,13 kg/t 0,08 – 0,12 kg/t 1,9 – 2,9 kg/t 1,7 – 2,5 kg/t Žiadne < 2 mg/l < 100 mg/l
Vyššie uvedené údaje sú založené na meraniach počas činnosti prevádzky. *Zdroj*: [103, FI, člen TWG 2000]	

Tabuľka 3.19: Emisie do ovzdušia z prevádzok na zhodnotenie nitračnej zmesi využívajúcich zhodnotenie odparovaním

Látka	Koncentrácie uvedené za trojročné obdobie (mg/Nm³)				Počet prevádzok/počet meraní
	Priemer	Medián	Min.	Max.	
Prach	7,6	8,0	6,0	9,0	1/5
SO_2	0,5	0,4	0,2	1,0	2/3
NO_x	37,5	–	8,9	66,0	1/2
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]					

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Spotreba energie na odparovanie kyselín. [25, EUROFER 2018]
- Tvorba síranov kovov, ktoré môžu byť neutralizované na hydroxidy kovov. [103, FI, člen TWG 2000]
- Emisie HF a NO_X. [25, EUROFER 2018]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy

- Úspory dosiahnuté vďaka zníženej spotrebe kyselín.
- Jednoduché udržiavanie konštantného zloženia moriacich kyselín.
- Nie je potrebná neutralizácia kyseliny. [103, FI, člen TWG 2000]

Hybná sila implementácie

Úplné zhodnotenie zmiešaných moriacich kyselín. [103, FI, člen TWG 2000]

Vzorové prevádzky

- Outokumpu Tornio (Fínsko): 158 CR
  - Zhodnocovacia prevádzka 1, kapacita 1,5 m^3/h, rok uvedenia do prevádzky 1984.
  - Zhodnocovacia prevádzka 1, kapacita 3,0 m3/h, rok uvedenia do prevádzky 1997.
  - Zhodnocovacia prevádzka 3, kapacita 6,0 m3/h, rok uvedenia do prevádzky 2003.
- ArcelorMittal Galati (Rumunsko): 111 CR1

Odborná literatúra

[25, EUROFER 2018], [101, Dahlgren 2010], [103, FI, člen TWG 2000], [205, Nyman a kol. 1986].

3.4.1.11 Magnetické čerpadlá (nízkolegovaná a legovaná oceľ)

Opis

Magnetické čerpadlá sa používajú namiesto mechanických čerpadiel na zníženie spotreby vody a zabránenie únikom kvapalín.

Technický opis

Mechanické čerpadlá potrebujú konštantný prietok upchávkovej vody na mechanických upchávkach. Nahradenie mechanických čerpadiel magnetickými znižuje spotrebu vody. Okrem toho, magnetické čerpadlá sú hermetické a nepoužívajú upchávku ani mechanické tesnenia na izoláciu procesnej kvapaliny. Preto magnetické čerpadlá zabraňujú únikom kvapalín.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zníženie spotreby vody.
- Prevencia úniku kvapalín.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hybná sila implementácie
Znížená spotreba vody.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

3.4.1.12 Úprava kyslých odpadových vôd

Opis
Tam, kde sa nedá vyhnúť vypúšťaniu kyslej vody zo systému, sa kyslá odpadová voda neutralizuje a kovy sa vyzrážajú a oddelia sedimentáciou. Kovový kal sa odvodňuje vo filtračných lisoch a zneškodňuje.

Technický opis
Kyslá odpadová voda z oplachovania a z absorbérov výparov odsávacieho systému moriacej nádrže, ak ju nie je možné použiť v moriacich nádržiach, a odpadová voda z preplachovania (čistenia prevádzky) si vyžadujú úpravu pred vypustením. Odpadová voda sa neutralizuje (napr. alkalickými odpadovými vodami z iných procesov prevádzky), rozpustené kovové ióny sa transformujú na hydroxidy alebo ťažko rozpustné soli a následne sa odstraňujú sedimentáciou, v mnohých prípadoch pridaním flokulantov. Vyzrážaný kovový kal sa odvodňuje vo filtračných lisoch a zneškodňuje.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie objemu a zaťaženia vody kontaminantmi.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Tabuľka 3.20: Koncentrácie znečisťujúcich látok vo valcovniach na valcovanie za studena, ktoré používajú neutralizáciu s následnou sedimentáciou na úpravu kyslých odpadových vôd.

Látka	Koncentrácie uvedené za trojročné obdobie			Referenčné prevádzky
	Priemer	Min.	Max.	
Celkové nerozpustné tuhé látky(mg/l)	3,9	1,3	30,0	110 CR2, 88 CR, 244 CR
Fe (mg/l)	0,2	0,03	4,2	110 CR2, 225 CR, 244 CR
Zn (mg/l)	0,05	0,02	0,24	225 CR, 88 CR, 110 CR2
Ni (mg/l)	0,14	0,02	0,92	110 CR2, 88 CR
Pb (µg/l)	7,7	3,0	21,0	110 CR2
Cr (mg/l)	0,08	0,01	0,46	225 CR, 88 CR, 110 CR2
Cd (µg/l)	5,0	5,0	5,0	110 CR2
HOI (mg/l)	0,23	0,10	2,20	244 CR
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]				

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Tvorba veľkého množstva kalu.
- Kal, ktorý pozostáva hlavne z hydroxidu železitého a vody, možno recyklovať na výrobu železa, pokiaľ nie je kontaminovaný neprijateľnými kovmi (napr. zinkom) alebo inými zložkami. Je potrebné dbať na to, aby sa zabránilo miešaniu tokov odpadových vôd alebo kalov, čo môže sťažiť recykláciu.
- Neutralizácia môže viesť aj k veľkému objemu neutrálnych solí (napr. NaCl, $CaCl_2$, Na_2SO_4, $CaSO_4$), z ktorých väčšina je veľmi rozpustná vo vode a vypúšťa sa s upravenou vodou. Odstránenie je možné len veľmi špeciálnou a vo väčšine prípadov neekonomickou úpravou (reverzná osmóza, elektrodialýza alebo odparovanie s následnou iónovou výmenou a odparovaním koncentrátu so sušením soli). Aj keď sa tieto soli odstránia, ich zmiešané zloženie obmedzuje opakované použitie a zneškodnenie na skládke môže byť obmedzené ich rozpustnosťou.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hybná sila implementácie

Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky

Prevádzky zo zberu údajov: 88 CR, 110 CR2, 225 CR, 244 CR.

Odborná literatúra

[16, FMP TWG 2018].

3.4.1.13 Trojkyselinové morenie pre nehrdzavejúcu oceľ

Opis
Pri technike morenia tromi kyselinami sa kyselina dusičná čiastočne nahrádza kyselinou sírovou pri morení výrobkov z nehrdzavejúcej ocele, čím sa znižuje spotreba kyseliny dusičnej.

Technický opis
Konvenčné morenie pri výrobe nehrdzavejúcej ocele sa zvyčajne vykonáva pomocou nitračnej zmesi (HF/HNO_3). Pri trojkyselinovej moriacej technike je kyselina dusičná čiastočne nahradená kyselinou sírovou a používa sa v kombinácii s HF. Cena kyseliny dusičnej je vyššia ako cena kyseliny sírovej; preto je možné touto technikou dosiahnuť značné ekonomické úspory. Okrem toho morenie tromi kyselinami vedie k výraznému zníženiu emisií dusičnanov v odpadových vodách.

Pri konvenčnom morení nitračnou zmesou sa koncentrácie HNO_3 zvyčajne pohybujú od 180 g/l do 380 g/l, zatiaľ čo koncentrácie HF sa pohybujú od 10 g/l do 40 g/l. [104, Dustou a kol. 2017]

Pri trojkyselinovom morení sa koncentrácie kyseliny dusičnej znižujú na 40 – 90 g/l v závislosti od druhu produktu a koncentrácie H_2SO_4 sú v rozsahu 50 – 160 g/l. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

V prevádzkach morenia nehrdzavejúcej ocele vedie proces zhodnocovania kyseliny k emisiám dusičnanov do vody, najmä počas procesu neutralizácie. Pri morení tromi kyselinami možno tieto emisie znížiť, keďže použité množstvá kyseliny dusičnej sú podstatne znížené. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Významné zníženie emisií dusičnanov.
- Zníženie spotreby kyseliny dusičnej.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Technika morenia tromi kyselinami sa v súčasnosti používa v prevádzke Outokumpu Tornio (Fínsko). Použitie tejto techniky sa obmedzuje na prevádzky na morenie využívajúce odparovací proces na zhodnocovanie kyseliny, pretože prítomnosť kyseliny sírovej by spôsobila problémy v iných druhoch procesov zhodnocovania kyseliny (pozri oddiel 8.6.5). Moriaci kúpeľ sa najprv zmieša s kyselinou sírovou a potom vstúpi do výparníka. Odparovanie prebieha vo vákuu pri 80 °C a pri tlaku 5 kPa, čo spôsobuje odparenie HF a HNO_3. Tie sa potom kondenzujú a recirkulujú späť do moriaceho kúpeľa. Kal sa vedie do kryštalizačnej nádrže na vyzrážanie rôznych síranov kovov. Po zahustení sa kal síranov kovov oddelí od prebytočnej kyseliny sírovej, ktorá sa recirkuluje späť do výparníka. [101, Dahlgren 2010]

V závislosti od úrovne substitúcie kyseliny dusičnej možno dosiahnuť zníženie emisií dusičnanov o 25 % až 70 %. Kovy v moriacom kúpeli sa vyzrážajú hlavne ako sírany namiesto fluoridov, čo vedie aj k zníženiu spotreby HF približne o 10 %. [31, EUROFER 10-7-18 2018] Proces neutralizácie kyseliny je ťažšie kontrolovať pri použití kyseliny sírovej, čo niekedy vedie k ťažkostiam pri udržiavaní koncentrácií nerozpustných látok v emisiách odpadových vôd z neutralizačnej prevádzky na úrovni < 20 mg/l. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

- Použitie tejto techniky sa obmedzuje na prevádzky na morenie nehrdzavejúcej ocele využívajúce odparovací proces na zhodnotenie nitračnej zmesi, pretože prítomnosť kyseliny sírovej spôsobuje problémy v iných druhoch procesov zhodnotenia kyseliny.
- V niektorých prípadoch nemusí byť trojkyselinové morenie vhodné na výrobu špeciálnych druhov ocele.

Hospodárske vplyvy
Cena H_2SO_4 je nižšia ako cena HNO_3, preto je technika morenia tromi kyselinami finančne životaschopná.

Hybná sila implementácie
Zníženie emisií dusičnanov v odpadových vodách.

Vzorové prevádzky
Outokumpu Tornio (Fínsko): 158 CR.

Odborná literatúra
[31, EUROFER 10-7-18 2018], [101, Dahlgren 2010], [104, Dustou a kol. 2017].

3.4.1.14 Chemická redukcia šesťmocného Cr(VI) oxidom siričitým

Opis
Oplachová voda a tuhé látky z elektrolytických predmoriacich kúpeľov, ktoré obsahujú Cr(VI) vznikajúci počas elektrolytického predmorenia vysokolegovanej ocele, sa upravujú v kyslých podmienkach na zníženie ich koncentrácií Cr(VI) s použitím oxidu siričitého ako redukčného činidla. Po procese chemickej redukcie sa roztok privádza do neutralizačného stupňa čistiarne odpadových vôd spolu s kyslými oplachovými vodami z morenia nitračnou zmesou.

Technický opis
Suspenzie určené na úpravu sa najprv skladujú v zmiešavacej nádrži na vyrovnanie koncentračných rozdielov rôznych prúdov prítokov. Kyselina sírová sa privádza do zmiešavacej nádrže na zníženie pH roztoku. Nízka hodnota pH skutočne zvyšuje rýchlosť redukčnej reakcie Cr(VI). Okrem toho sa pri chemickej reakcii spotrebúva aj kyselina sírová, takže sa musí priviesť do zmiešavacej nádrže ešte predtým ako nastane samotná redukčná reakcia. Po zmiešaní sa roztok prečerpáva do dávkovacej nádrže. V tomto bode je tiež možné kontrolovať hodnotu pH roztoku. Z dávkovacej nádrže sa roztok čerpá do prvého redukčného reaktora, z ktorého preteká do druhého redukčného reaktora. Celkovo sa používajú dva reaktory zapojené do série a SO_2 sa privádza do oboch reaktorov. Redukčná reakcia Cr(VI) je takáto:

$$Na_2Cr_2O_7 + 3\ SO_2 + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2\ (SO_4)_3 + Na_2SO_4 + H_2O$$

Redukcia Cr(VI) je monitorovaná prostredníctvom hodnôt pH a hodnôt oxidačno-redukčného potenciálu. Automatizovaný analyzátor nepretržite analyzuje koncentráciu Cr(VI) v dávkovacej nádrži a podľa toho upravuje rýchlosť pridávania oxidu siričitého. Regulátor okrem toho používa rýchlosť prívodu a hodnotu oxidačno-redukčného potenciálu ako vstupy na výpočet potrebného pridávania SO_2. Po procese redukcie sa roztok privádza do neutralizačného procesu spolu s kyslými oplachovými vodami z morenia nitračnou zmesou. [31, EUROFER 10-7-18 2018], [42, Lantz a kol. 2008]
Alternatívou je redukovať Cr(VI) pomocou $NaHSO_3$ v kyslých podmienkach pomocou použitých kyselín (napr. použitej HCl) ako okysľovadiel.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie emisií Cr(VI) do vody v prevádzkach na morenie nehrdzavejúcej ocele.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Možno dosiahnuť koncentrácie Cr(VI) < 0,1 mg/l.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Použitie SO_2 ako redukčnej chemikálie vyžaduje špeciálne bezpečnostné opatrenia na pracovisku. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Oxid siričitý je účinnejšie redukčné činidlo ako širšie používaný disiričitan sodný ($Na_2S_2O_5$). V dôsledku toho použitie oxidu siričitého umožňuje použitie menších rozmerov reaktorov a znižuje investičné náklady. [42, Lantz a kol. 2008]

Hybná sila implementácie
Minimalizácia emisií Cr(VI) do vody.

Vzorové prevádzky
Outokumpu Tornio.

Odborná literatúra
[31, EUROFER 10-7-18 2018], [42, Lantz a kol. 2008].

3.4.2 Valcovanie

3.4.2.1 Kontinuálne valcovanie pre nízkolegovanú a legovanú oceľ

Opis
Kontinuálne valcovanie (napr. pomocou tandemových valcovní) sa používa namiesto konvenčného diskontinuálneho valcovania (napr. pomocou reverzných valcovní), čo umožňuje stabilné podávanie a menej časté spúšťanie a odstavovanie.

Technický opis
Kontinuálne valcovanie sa používa pri výrobe nízkolegovanej a legovanej ocele, pretože ponúka mnoho výhod v porovnaní s diskontinuálnym valcovaním (napr. stabilné podávanie, menej časté spúšťanie a odstavovanie, zlepšenie kvality a výťažnosti).

Diskontinuálne valcovanie, napríklad pomocou konvenčnej reverznej valcovne ponúka vysokú flexibilitu procesu a umožňuje množstvo variácií v sortimente výrobkov. Reverzné valcovne je možné jednoducho zastaviť a reštartovať, čo znamená, že parametre valcovania možno rýchlo zmeniť pre každý zvitok. Reverzné valcovne sú obzvlášť vhodné na výrobu malých dávok rôznych druhov výrobkov. Reverzné valcovne však majú nevýhody, ako je potreba vysokovýkonných navíjacích a odvíjacích zariadení a časovo náročná práca potrebná na odstraňovanie zvitkov, čo vedie k vyššej spotrebe energie a zníženiu celkovej produktivity valcovne. Na druhej strane predstavuje kontinuálne valcovanie s použitím napríklad tandemovej valcovne významné výhody vrátane podstatného zníženia spotreby energie vďaka použitiu menej výkonných navíjacích a odvíjacích zariadení, ale aj výrazného zvýšenia produktivity, keďže nie je potrebné prerušovať proces valcovania kvôli výmene zvitkov.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zníženie spotreby oleja.
- Zníženie spotreby elektrickej energie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
- Zlepšenie materiálovej výťažnosti vďaka lepšej regulácii hrúbky koncov zvitkov.
- Zlepšenie kvality výťažnosti.
- Zníženie frekvencie výmeny valcov.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.
- Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v dôsledku špecifikácií produktu.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hybná sila implementácie
Zlepšená kvalita a zvýšená výnosnosť.

Vzorové prevádzky
- Reverzné valcovne: 88 CR2, 88 CR3, 116 CR1, 144 CR2, 144 CR3, 158 CR1, 225 CR1.
- Tandemové valcovne: 110 CR1 linka 2, 128 CR2, 249 CR1.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018].

3.4.2.2 Prevádzka na morenie spojená s tandemovou valcovňou

Opis
Moriace linky sú spojené s tandemovou valcovňou za studena, aby sa zvýšil výrobný výkon a minimalizovalo množstvo defektov (napr. šrotu).

Technický opis
Prepojenie moriacich liniek s tandemovými valcovňami za studena umožňuje vysokú výťažnosť a efektivitu valcovania, významné zníženie času spracovania a možnosť dosiahnuť užšie tolerancie hrúbky. Spojené moriace linky a tandemové valcovne za studena okrem toho minimalizujú množstvo defektov (napr. šrotu). [105, Bos a kol. 2006]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížený objem šrotu (minimalizácia defektov).

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.

Hospodárske vplyvy
Táto technika znižuje prevádzkové náklady na spracovanie (náklady na prácu a údržbu).

Hybná sila implementácie
Skrátený čas spracovania, minimalizácia chýb, zvýšená výťažnosť.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 08 CR, 37 CR, 102 CR, 122 CR, 130-CR1, 179 CR, 180 CR1, 193 CR, 194 CR, 195 CR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [105, Bos a kol. 2006].

3.4.2.3 Optimálna voľba valcovacieho oleja a emulzného systému

Opis
Systémy valcovacieho oleja a emulzie sú starostlivo vybraté tak, aby poskytovali optimálny výkon pre daný proces a produkt. Relevantné charakteristiky, ktoré treba zvážiť, sú napríklad:

- dobré mazanie,
- možnosť ľahkej separácie kontaminantov,
- stabilita emulzie a disperzia oleja v emulzii,
- nedegradácia oleja počas dlhého trvania voľnobehu.

Technický opis
Pri valcovaní za studena je správna voľba oleja/emulzie pre tandemové alebo reverzné valcovne dôležitá z hľadiska kvality (mazací účinok vo valcovacej medzere, dobré destilačné vlastnosti, ľahké odstránenie v odmasťovacích linkách). Okrem toho, aby sa obmedzila spotreba oleja, musí olej pre tandemové valcovne spĺňať niekoľko výkonnostných kritérií:

- dobré mazacie vlastnosti umožňujúce zníženie spotreby oleja a zníženie trenia medzi valcami a pásom. [25, EUROFER 2018]
- Je potrebné jednoduché oddelenie kontaminácie spôsobenej náhodnými únikmi z hydraulického systému alebo z valivých ložísk Morgoil. Ak oddelenie nie je možné, je potrebná čiastočná alebo úplná obnova emulzie.
- Skutočné procesné parametre (studená redukcia, hrúbka, valcovacie sily, rýchlosť, drsnosť) a dostupná stanica na prípravu emulzie podmieňujú požiadavky na stabilitu emulzie a na disperziu oleja v emulzii.
- Kvalita oleja musí zostať neovplyvnená dlhšími obdobiami zastavenia linky (stabilita emulzie, tvorba baktérií), aby sa predišlo potrebe predčasnej likvidácie emulzie.
- Dodávateľ a používateľ vo všeobecnosti spoločne vyvíjajú systém valcovacieho oleja/emulzie prispôsobený špecifickým podmienkam valcovne. [25, EUROFER 2018]
- Prichádzajúci pás valcovaný za tepla, ktorý je morený a olejovaný, by mal byť prispôsobený emulznému systému. [25, EUROFER 2018]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zníženie spotreby oleja.
- Znížená potreba likvidácie odpadovej emulzie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hybná sila implementácie
Materiálová efektívnosť.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[25, EUROFER 2018]

3.4.2.4 Zníženie trenia valcovania

Opis
Oleje na valcovanie sú starostlivo vyberané. Systémy čistého oleja a/alebo emulzie sa používajú na zníženie trenia medzi pracovnými valcami a surovinou a na zabezpečenie minimálnej spotreby oleja.

Technický opis
Oleje na valcovanie sú starostlivo vyberané tak, aby poskytovali optimálny výkon pri valcovaní (pozri oddiel 3.4.2.3). Oleje na valcovanie sa privádzajú do valcovacej medzery cez dýzy, aby sa znížilo trenie medzi materiálom a valcom, znížili sa požiadavky na hnací výkon, znížili valcovacie sily a zlepšila kvalita povrchu valcovaného materiálu.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zníženie spotreby oleja.
- Znížená potreba likvidácie odpadovej emulzie.
- Zníženie spotreby energie optimalizáciou trenia. [25, EUROFER 2018]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Kontaminácia vodného systému olejmi na valcovanie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hybná sila implementácie
Materiálová a energetická efektívnosť.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018].

3.4.2.5 Monitorovanie a úprava kvality valcovacej emulzie

Opis
Dôležité charakteristiky valcovacej emulzie (napr. koncentrácia oleja, pH, veľkosť kvapiek emulzie, index zmydelnenia, koncentrácia kyseliny, koncentrácia železných jemných častíc, koncentrácia baktérií) sa pravidelne alebo nepretržite monitorujú, aby sa odhalili anomálie v kvalite emulzie a prijali sa nápravné opatrenia, ak je to potrebné.

Technický opis
Kvalita emulzie môže byť znížená mnohými nehodami, ktoré je ťažké monitorovať: prenosom kyseliny z moriacej linky, kontamináciou z chladiacej vody emulzie, kontamináciou hydraulickým olejom alebo olejom Morgoil, zničením vlastností emulzie

baktériami alebo koncentráciou jemných častíc železa. Tieto nehody veľmi často vedú k potrebe čiastočnej alebo úplnej obnovy tandemovej emulzie.

Pravidelné alebo, ak je to možné, kontinuálne meranie dôležitých vlastností emulzie (koncentrácia oleja, pH, index zmydelnenia, koncentrácia kyseliny, koncentrácia možných znečisťujúcich látok, koncentrácia jemných častíc železa, veľkosť kvapôčok, populácia baktérií atď.) ponúka možnosť odhaliť a napraviť anomálie v kvalite emulzie. [25, EUROFER 2018]

Okrem toho merania prinášajú údaje, na základe ktorých je možné pridávať olej a vodu na kompenzáciu vynášaní a udržiavanie parametrov čo najkonštantnejších. [25, EUROFER 2018]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zníženie spotreby oleja/emulzie.
- Zníženie množstva odpadovej emulzie, ktorá sa má spracovať a zlikvidovať.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy

Zníženie nákladov a zvýšená výťažnosť. [25, EUROFER 2018]

Hybná sila implementácie

- Zníženie množstva odpadovej emulzie počas dlhej životnosti. [25, EUROFER 2018]
- Zníženie spotreby oleja. [25, EUROFER 2018]
- Zníženie nákladov počas dlhej životnosti. [25, EUROFER 2018]

Vzorové prevádzky

Široko používané.

Odborná literatúra

[16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018].

3.4.2.6 Predchádzanie kontaminácii valcovacej emulzie

Opis

Kontaminácii valcovacej emulzie sa predchádza technikami, ako napríklad:

- pravidelná kontrola a preventívna údržba hydraulického systému a systému cirkulácie emulzie,
- znižovanie rastu baktérií v systéme valcovacej emulzie pravidelným čistením a/alebo prevádzkou pri nízkych teplotách.

Technický opis

Pri valcovaní uhlíkovej ocele za studena je veľmi dôležité chrániť valcovaciu emulziu pred akýmikoľvek zdrojmi znečistenia. [25, EUROFER 2018]

Kontaminácia valcovacej emulzie môže pochádzať z rôznych zdrojov vrátane:

- únikov hydraulického oleja alebo oleja Morgoil,
- nekompatibilného oleja z olejovaného pásu valcovaného za tepla, ako aj rezíduí kyselín z morenia,
- nesprávneho fungovania čistiaceho systému v cirkulačnom okruhu s filtrami a odlučovačmi,
- usadenín a nánosov v potrubí a nádržiach, ako aj usadenín z valcovacích stolíc,
- rastu bakteriálnej populácie,
- kontaminovanej vody na prípravu emulzie/pridávanie vody.

Preventívna údržba celého systému pomáha predĺžiť životnosť emulzie, rovnako ako pravidelné čistenie valcovacích stolíc: [25, EUROFER 2018]

- Pravidelná kontrola tesnení a potrubí pomáha predchádzať únikom a kontaminácii valcovacej emulzie hydraulickým olejom alebo olejom Morgoil. Preventívna údržba, pri ktorej sa tesnenia a potrubie pravidelne vymieňajú, nie je neobvyklá.
- Je potrebné zabezpečiť maximálnu kompatibilitu prichádzajúceho olejovaného pásu valcovaného za tepla a udržiavať hladinu kyseliny pri oplachu po morení pod kontrolou.
- Pravidelná údržba cirkulačného systému s filtrami a magnetickým odlučovačom na správne fungovanie.
- Pravidelné čistenie nádrží, potrubí a valcovacích stolíc na zabránenie rastu baktérií.
- Okrem použitia fungicídov zabíja baktérie pravidelná tepelná úprava. Použitie emulzie pri nízkych teplotách a tepelná úprava môže udržať bakteriálny rast pod kontrolou bez potreby použitia fungicídov.
- Čerstvá deionizovaná voda na prípravu emulzie zabraňuje neočakávanej kontaminácii.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Znížená spotreba emulzie.
- Znížené čistenie a vypúšťanie odpadovej vody.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie

Dlhá životnosť emulzie bez neočakávanej likvidácie. [25, EUROFER 2018]

Vzorové prevádzky

Široko používané.

Odborná literatúra

[16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018].

3.4.2.7 Minimalizácia spotreby oleja/valcovacej emulzie

Opis
Spotreba oleja/valcovacej emulzie sa minimalizuje použitím techník, ako napríklad:

- obmedzenie koncentrácie oleja na minimum potrebné na mazanie,
- obmedzenie prenosu emulzie z predchádzajúcich stolíc (napr. oddelením emulzných jám, ochranou valcovacích stolíc pomocou bariéry),
- pomocou vzduchových nožov kombinovaných s okrajovým odsávaním na zníženie zvyškov emulzie a oleja na páse.

Technický opis
Koncentrácia zvyškového oleja, ktorá zostáva na páse opúšťajúcom valcovňu a ktorá je zodpovedná za hlavnú časť spotreby oleja, je funkciou koncentrácie oleja v poslednej stolici tandemových valcovní. Preto by koncentrácia oleja v poslednej stolici mala byť obmedzená na minimum potrebné na mazanie. Okrem toho by mal byť prenos emulzie z predchádzajúcich stolíc, kde je koncentrácia oleja vyššia, nižší ako minimálna pracovná koncentrácia. Možné opatrenia (napr. oddelenie emulzných jám, ochrana valcovacích stolíc pomocou bariéry) sú špecifické pre každé zariadenie. Účinný pracovný vzduchový nôž v kombinácii s odsávaním na okrajoch znižuje zvyškový olej/emulziu na páse opúšťajúcom valcovňu. [25, EUROFER 2018]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie spotreby oleja.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zníženie spotreby oleja.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018].

3.4.2.8 Čistenie a opakované použitie valcovacej emulzie

Opis
Častice (napr. prach, oceľové úlomky a okoviny) kontaminujúce valcovaciu emulziu sa odstraňujú v čistiacom okruhu (zvyčajne na báze sedimentácie kombinovanej s filtráciou a/alebo magnetickou separáciou), aby sa zachovala kvalita emulzie a znovu použila upravená valcovacia emulzia. Miera opakovaného použitia je obmedzená obsahom nečistôt v emulzii.

Technický opis
Pri valcovaní za studena hrá mazivo podstatnú úlohu pri znižovaní trenia v kontaktnom poli pásu/pracovného valca, znižovaní opotrebenia pracovného valca a dosahovaní dobrej výslednej kvality povrchu pásu. Emulzie

oleja vo vode sa široko používajú vďaka svojim dobrým vlastnostiam ako mazivá a chladiace kvapaliny. Poskytujú dobrú mazivosť aj chladiace vlastnosti pri vysokorýchlostnom valcovaní.

Hlavným problémom v procese valcovania je povrchová chyba pásu. Nízka kvalita povrchu pásu po valcovaní za studena môže mať významný vplyv na následné procesy ako je žíhanie, zinkovanie a lakovanie. Účinok mazacích vlastností emulzie je preto v mechanizme vzniku povrchových chýb pri valcovaní zásadný.

Všeobecnými povrchovými chybami za studena valcovaných pásov sú vodné škvrny, čierne škvrny, tepelné škrabance a korozívne chyby. Povrchové chyby pracovného valca môžu spôsobovať aj vtlačky a výstupky.

Vlastnosti a kvalita emulzie majú veľký vplyv na zamedzenie povrchových chýb, aby sa dosiahla požadovaná kvalita výrobkov a splnili špecifikácie produktu. To je základ pre výber a prípravu emulzie a musí sa zvážiť aj pri opakovanom použití recirkulovanej emulzie.

Degradácia a nečistoty znižujú výkonnosť valcovacích emulzií. Časom sa emulzia degraduje mechanickým a tepelným namáhaním v procese valcovania a/alebo sa kontaminuje jemnými časticami železa, prítomnosťou mikroorganizmov, kyselinou z predchádzajúcich liniek na odstraňovanie alebo olejmi používanými v procese alebo iných častiach valcovne.

Znehodnotenie tepelnými alebo chemickými reakciami pri valcovaní za studena môže spôsobiť zafarbenie oceľových pásov. Mazacie a chladiace vlastnosti emulzie ako komplexného disperzného systému sú podmienené jej stupňom emulznej stability, ktorá je taktiež ovplyvnená. Porušenie mazacieho filmu na páse je možné v dôsledku degradovaných emulzií. Tento nedostatok v mazaní môže spôsobiť lokálne prehrievanie a problémy s interakciou medzi valcami a povrchom plechu. Napríklad tepelné škrabance na plechu môžu zničiť požadované povrchové vlastnosti plechu. Lokálne prehrievanie môže spôsobiť mikrozvary medzi pracovnými valcami a plechom. Ich následné odtrhnutie spôsobuje deformácie na povrchoch valcov aj plechov. Zvlnenie plechu je tiež nežiaducim účinkom zlého mazania, ktorý robí plech nepoužiteľným. Vtlačky sú preliačiny pozorované na páse, ktoré sa vyskytujú pravidelne a sú spôsobené cudzími telesami na pracovných valcoch alebo valčekoch. Výstupky sú pravidelné „vyvýšené miesta" spôsobené malými dutinkami na povrchu pracovného valca.

Prevádzkovatelia sa snažia minimalizovať spotrebu čistého oleja (v prípade výroby nehrdzavejúcej ocele) alebo emulzií (v prípade výroby uhlíkovej ocele) v čo najväčšej možnej miere. Dosahuje sa to najmä odstránením nečistôt a recirkuláciou oleja/emulzie. Napriek tomu, keďže kvalita oleja/emulzie sa postupne znižuje, bude potrebná úplná alebo čiastočná výmena, aby sa zachovala kvalita na dosiahnutie požiadaviek na produkt. [29, EUROFER 2021]

Ak požiadavky na kvalitu umožňujú recirkuláciu vlacovacej eluzie, častice (napr. prach, oceľové úlomky a okoviny) kontaminujúce valcovaciu emulziu sa odstraňujú v čistiacom okruhu (zvyčajne na báze sedimentácie kombinovanej s filtráciou a/alebo magnetickou separáciou), aby sa zachovala kvalita emulzie a znovu použila upravená valcovacia emulzia. Miera opakovaného použitia je obmedzená obsahom nečistôt v emulzii. Valcovacie emulzie skutočne majú vplyv na kvalitu produktu, a preto je potrebné pred povolením správnej úrovne recirkulácie skontrolovať požiadavky na kvalitu produktu. V opačnom prípade by mohla nekvalitná valcovacia emulzia viesť k povrchovým chybám (napr. tepelným škrabancom alebo neúmyselným prehĺbeniam materiálu). [3, EUROFER 2020]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Znížená spotreba novej emulzie na valcovanie za studena.
- Znížený objem odpadových vôd.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v dôsledku špecifikácií produktu.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Materiálová efektívnosť.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[3, EUROFER 2020], [16, FMP TWG 2018], [29, EUROFER 2021].

3.4.2.9 Úprava použitej valcovacej emulzie

Opis
Čiastočný tok systému čistenia okruhu emulzie, ktorá sa likviduje, sa v prevádzke na štiepenie emulzií zbavuje oleja, čím vzniká olejový kal a voda, a vyčistená voda sa potom vypúšťa. Oddelený kal obsahujúci olej sa môže použiť vo vysokých peciach alebo koksárenských batériách v integrovaných oceliarnach. [25, EUROFER 2018]

Technický opis
Dostupné úpravy zahŕňajú:

- tepelné: odparovaním a štiepením s chemickými prísadami,
- chemické: štiepenie kyselín, štiepenie solí, kombinované dávkovanie koagulantov a polyelektrolytov,
- flotáciu,
- adsorpciu,
- elektrolytické,
- membránovú filtráciu (ultrafiltráciu, reverznú osmózu). Ďalšie informácie o týchto technikách sa nachádzajú v oddiele 8.9.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížené emisie do vody.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Tepelná úprava
Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Vysoká spotreba energie.
- Vyžaduje sa spracovanie odpadových plynov.
- Nízka CHSK vo výtoku. [106, R. Woll, ZF-Getriebe GmbH 1995]

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.
Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Chemická úprava
Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

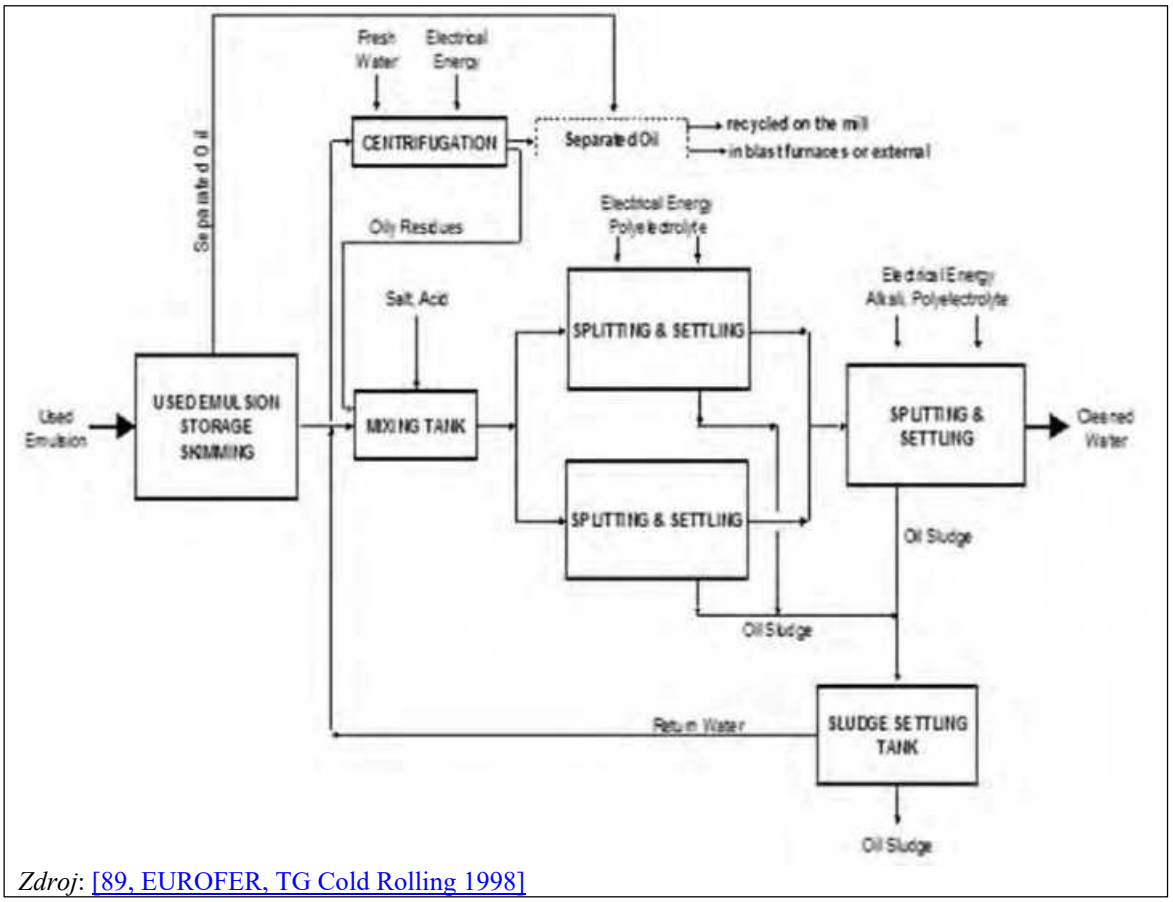
Dosah na viaceré zložky životného prostredia
- Tvorba dodatočných neutralizačných kalov obsahujúcich olej. [82, DE, člen TWG 1999]
- Spotreba chemikálií. [106, R. Woll, ZF-Getriebe GmbH 1995]
- CHSK vo výtoku. [106, R. Woll, ZF-Getriebe GmbH 1995]

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018], [82, DE, člen TWG 1999], [106, R. Woll, ZF-Getriebe GmbH 1995].

Elektrolytická úprava
Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Na obrázku 3.56 je znázornený príklad systému štiepenia emulzie pomocou elektrolytického štiepenia.



Zdroj: [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Obrázok 3.56: Systém na štiepenie použitých emulzií

Tabuľka 3.21: Prevádzkové údaje o elektrolytickom štiepení emulzií

Vstup/úroveň spotreby				
	Tandemová valcovňa		**Reverzná valcovňa**	
Použitá emulzia	5 – 13	kg/t	0,06	m^3/t
Priemyselná voda	0,5 –1	kg/t	NI	
Soľ	0,025 –0,05	kg/t	0,125 (NaCl)	kg/t
Polyelektrolyt	0,003 –0,005	kg/t	0,012	kg/t
Hliníkové anódy	0,003 – 0,006	kg/t	0,012	kg/t
Elektrická energia	5 – 10	MJ/t	3 – 3,5	MJ/t
Výstup/úroveň emisií				
Prečistená odpadová voda	5 – 13	kg/t	0,06	m^3/t
Voda (–> koksáreň)	NI		NI	
Olejový kal (likvidácia)	0,1 – 0,3	kg/t	1,9	kg/t
Olejový kal (interná recyklácia)	2,5 – 3,5	kg/t	NI	
Olej (+/– 20 % vody, ¬l vysoká pec)	1,3 – 2	kg/t	NI	

	Koncentrácia [mg/l]	**Špecifické emisie [kg/t produktu]**	**Miera redukcie [1] [%]**	**Metóda analýzy**
Usaditeľné tuhé látky	7 – 10	5,8 – 8 E –5	> 90	DIN 38409-H9
Σ Uhľovodíky	6 – 18	5,2 – 18 E –5	> 90	DIN 38409-H18
Chloridy	800 – 1 400	6,7 – 10 E –3	NI	DIN 38405-D1
Sulfid	0,004 – 0,4	3,3 – 330 E –8	NI	DIN 38405-D26
NO_2^-	8 – 10	8 – 9 E –5	NI	DIN 38405-D19
Pb celkom	0,03 – 0,3	2,65 – 27 E –7	> 90	DIN 38406
Ako celkový súčet	0,075 – 0,1	6,2 – 7,5 E –7	> 90	DIN 38406
Zn celkom	0,08 – 1,6	6,6 – 132 E –7	> 90	DIN 38406
Ni celkom	0,4 – 0,5	3,3 – 4 E –6	> 90	DIN 38406
Cr celkom	0,008 – 0,4	6,6 – 2500 E –8	> 90	DIN 38406
Cu celkom	0,06 – 0,4	5 – 33 E –7	> 90	DIN 38406
AOX	0,1 – 0,4	8,3 – 32 E –7	NI	DIN 38409-H14
BTX	0,02 – 0,08	1,7 – 6,6 E –7	NI	DIN 38407-F9
Teplota	28 °C	NI	NI	Teplomer
pH	7,6	NI	NI	DIN 38405-C5

Poznámky:
- *Zdroj*: [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]
- Údaje založené na týždennom, objemovo proporcionálnom 24-hodinovom odbere vzoriek NI = Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Všetok olej obsiahnutý v emulzii musí byť odstránený ako kal.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Ultrafiltrácia
Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

- Nie je potrebné pridávať žiadne chemikálie. [107, SIDMAR 1999]
- Nevzniká žiadny olejový kal. [107, SIDMAR 1999]
- Takmer 100 % efektívnosť odstraňovania oleja, nezávisle od obsahu oleja v prítoku. [107, SIDMAR 1999]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hospodárske vplyvy
Redukcia nákladov.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
ArcelorMittal Ghent. [25, EUROFER 2018]
Všeobecný zoznam prevádzok vykazujúcich akúkoľvek z techník úpravy použitej valcovacej emulzie: 08 CR, 45 CR, 94 CR, 102 CR, 110 CR1, 110 CR2, 116 CR, 128 CR, 158 CR, 159 CR,
179 CR, 180 CR1, 193 CR, 194 CR, 195 CR, 201 CR, 225 CR, 244 CR, 249 CR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018], [107, SIDMAR 1999].

3.4.2.10 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií z valcovania

Opis
Emisie z valcovania sa zachytávajú napríklad pomocou extrakcie poklopu alebo veka. Na odlúčenie oleja od odsávaného vzduchu sa používajú odlučovače obsahujúce tesnenia, dopadové dosky alebo sieťované podložky.

Technický opis
Výpary valcovacej emulzie alebo valcovacieho oleja z valcovacích stolíc sa odsávajú a prechádzajú cez odlučovače na čistenie. Eliminátory s odlučovačmi obsahujúcimi tesnenia, dopadové dosky alebo sieťované podložky na oddelenie oleja z odsávaného prúdu vzduchu a v niektorých prípadoch sa používajú elektrostatické odlučovače. Oddelenú emulziu/olej je možné vrátiť späť do systému emulzie/oleja. [25, EUROFER 2018]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zníženie emulzných výparov, efektívnosť > 90 %.
- Zníženie emisií olejovej hmly z valcovania za studena. [25, EUROFER 2018]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Vo všeobecnosti možno dosiahnuť ako ročný priemer emisie TVOC nižšie ako 10 mg/Nm^3. [25, EUROFER 2018]. V tabuľke 3.23 sa uvádza súhrn údajov o emisiách TVOC za tandemové a reverzné valcovne zo zberu údajov o FMP.

Tabuľka 3.22: Koncentrácie emisií TVOC v tandemových a reverzných valcovniach

Látka	Koncentrácie uvedené za trojročné obdobie (mg/Nm^3)				Počet prevádzok/počet meraní
	Priemer	Medián	Min.	Max.	
Reverzné valcovne					
TVOC	4,0	3,5	0,1	10,2	5/20
Tandemové valcovne					
TVOC	4,8	5,1	0,2	12,3	4/27
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]					

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Olej zhodnotený z odlučovačov môže byť recirkulovaný, hoci v niektorých prípadoch môže byť návrat oleja z emulzných filtrov nemožný z dôvodu jeho nízkej kvality (baktérie). [26, Hot Rolling Shadow Group 1999]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zníženie olejovej hmly v ovzduší. [25, EUROFER 2018]

Vzorové prevádzky
- Reverzná valcovňa Outokumpu Tornio (158 CR), používajú sa mechanické odlučovače aj elektrostatické filtre.
- Ostatné reverzné valcovne: 88 CR, 116 CR, 144 CR, 225 CR.
- Tandemové valcovne: 110 CR, 128 CR, 130 CR, 249 CR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018].

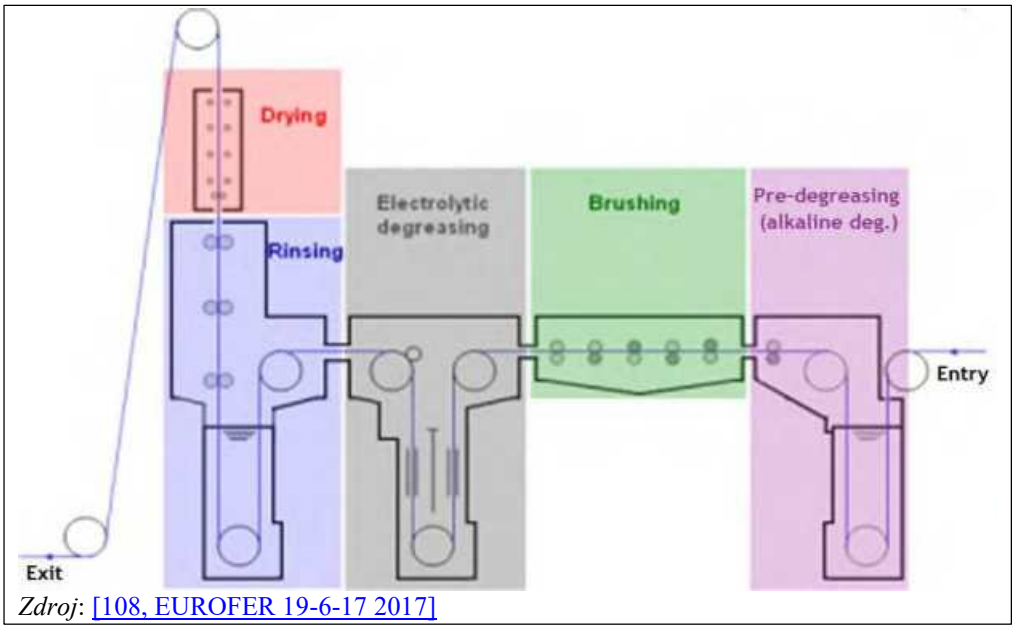
3.4.3 Žíhanie

3.4.3.1 Spätné kaskádové odmastenie

Opis
Odmasťovanie sa vykonáva v dvoch alebo viacerých kúpeľoch za sebou, pri ktorých sa surovina presúva z najviac znečisteného odmasťovacieho kúpeľa do najčistejšieho.

Technický opis
Krok odmasťovania je dôležitý pre kvalitu finálneho žíhaného pásu, pretože aj malé množstvá rezíduí oleja alebo emulzie môžu viesť k nežiaducemu sfarbeniu povrchu pásu a znížiť kvalitu finálneho produktu.

Odmastením pred žíhaním a povrchovou úpravou sa odstraňujú rezíduá oleja a jemné častice železa, ktoré zostali na páse po valcovaní za studena. Zvyčajne sa pri odmasťovaní pás odvíja a prechádza niekoľkými krokmi vrátane predodmasťovania, kefovania, elektrolytického odmasťovania, oplachovania a sušenia (pozri obrázok 3.57). Na konci týchto procesov sa pás opäť navinie. opakovaným použitím elektrolytových roztokov sa znižuje celkový objem kvapaliny, ktorú je potrebné upraviť. Zvyčajne sa to vykonáva pomocou kaskád kúpeľov, kde sa čerstvý elektrolyt použitý v elektrolytickej časti opakovane používa v predchádzajúcich častiach kefovania a predodmasťovania. [108, EUROFER 19-6-17 2017]



Zdroj: [108, EUROFER 19-6-17 2017]

Obrázok 3.57: Klasický odmasťovací proces

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie tvorby použitého odmasťovacieho roztoku.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 88 CR, 144 CR, 158 CR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [108, EUROFER 19-6-17 2017].

3.4.3.2 Predodmasťovanie horúcou vodou

Opis
Predodmasťovanie sa vykonáva pomocou horúcej vody, ktorou sa odstraňujú rezíduá oleja a železného prachu z povrchu finálneho pásového výrobku.

Technický opis
Predodmasťovanie horúcou vodou je krokom predúpravy, ktorý slúži na odstránenie väčšiny olejových rezíduí, čím sa znižuje následná spotreba odmasťovacej sódy. Spočíva v odstránení olejových rezíduí a železného prachu z povrchu ocele, ktoré pochádzajú z predchádzajúcich krokov spracovania,

predtým ako oceľ vstúpi do žíhacej pece. Olej alebo železný prach môžu skutočne nepriaznivo ovplyvniť pec a valce pece. To môže viesť k závažným chybám kvality, napr. k vzniku nánosov na valcoch pece. [108, EUROFER 19-6-17 2017]

Odmasťovanie horúcou vodou sa zvyčajne vykonáva pri teplotách medzi 60 °C a 80 °C. [108, EUROFER 19-6-17 2017]

Voda môže byť ohrievaná, napr. kotlom, využitím odpadových plynov z kontinuálnych žíhacích pecí HDG. [108, EUROFER 19-6-17 2017]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Odstráni sa približne 99 % olejových rezíduí.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 158 CR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [108, EUROFER 19-6-17 2017].

3.4.3.3 Regeneračné alebo rekuperačné horáky pre žíhacie pece

Opis
Žíhacie pece sú vybavené regeneračnými alebo rekuperačnými horákmi na predohrev spaľovacieho vzduchu.

Technický opis
Podrobný technický opis pozri v oddiele 8.5.4.3.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie spotreby energie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Kontinuálne žíhanie
Na základe ôsmich prevádzok vybavených rekuperátormi alebo rekuperačnými horákmi sa spotreba energie pozorovaná pri zbere údajov o FMP pohybovala od 657 MJ/t do 1 422 MJ/t, s priemernou hodnotou 984 MJ/t.

Poklopové žíhanie
Na základe 11 prevádzok vybavených rekuperátormi alebo rekuperačnými horákmi sa spotreba energie pozorovaná pri zbere údajov o FMP pohybovala od 583 MJ/t do 1 724 MJ/t, s priemernou hodnotou 882 MJ/t.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Potenciálne zvýšená úroveň emisií (koncentrácia) NO_X.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne uplatniteľné v rámci obmedzení súvisiacich s potrebou regulácie emisií NO_X.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zlepšená energetická efektívnosť.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 144 CR, 158 CR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018].

3.4.3.4 Nízkoemisný NO_X horák pre žíhacie pece

Opis
Technika (vrátane horákov s ultranízkou tvorbou NO_X) je založená na princípoch znižovania špičkových teplôt plameňa. Zmiešavaním vzduchu/paliva sa znižuje dostupnosť kyslíka a špičková teplota plameňa, čím sa spomaľuje premena dusíka viazaného na palivo na NO_X a tvorba tepelného NO_X pri zachovaní vysokej efektívnosti spaľovania.

Technický opis
Podrobný technický opis pozri v oddiele 8.8.2.8.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížené emisie NO_X.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Tabuľka 3.23: Koncentrácie emisií NOx a CO v poklopových žíhacích peciach

Látka	Koncentrácie uvedené za trojročné obdobie (mg/Nm³)				Spotrebované palivo	Počet prevádzok /počet meraní
	Priemer	Medián	Min.	Max.		
NOx	204	193	34	315	100 % NG	3/11
CO	29	19	3	88	100 % NG	3/8
NOx	370	194	68	1 260	100 % BFG	1/9
CO	209	162	25	540	100 % BFG	1/8
Všetky prevádzky v tomto súbore údajov používali predohrev vzduchu. *Zdroj*: [16, FMP TWG 2018]						

Tabuľka 3.24: Koncentrácie emisií NOx a CO v kontinuálnych žíhacích peciach

Látka	Koncentrácie uvedené za trojročné obdobie (mg/Nm³)				Spotrebované palivo	Počet prevádzok/počet meraní
	Priemer	Medián	Min.	Max.		
NOx	323	349	82	488	100 % NG	5/23
CO	120	93	3	290	100 % NG	4/8
NOx	277	274	256	308	100 % COG	1/8
Všetky prevádzky v tomto súbore údajov používali predohrev vzduchu. *Zdroj*: [16, FMP TWG 2018]						

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľnosť môže byť v existujúcich prevádzkach obmedzená ich konštrukciou a/alebo prevádzkovými obmedzeniami.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Prevádzky na poklopové žíhanie: 08 CR4, 08 CR5, 115CR1, 193 CR1, 193 CR2.
Prevádzky na kontinuálne žíhanie: 08 CR3, 37 CR5, 94 CR1, 98 CR1, 130 CR1, 130 CR2.

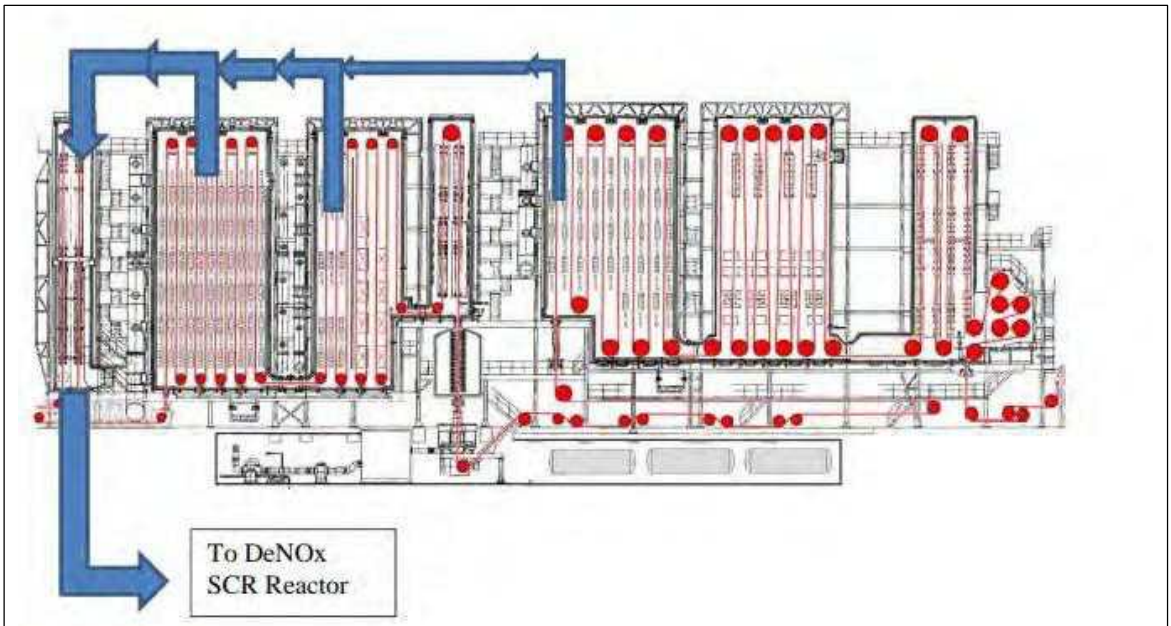
Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [18, CITEPA 1994].

3.4.3.5 Selektívna katalytická redukcia (SCR) v kontinuálnych žíhacích linkách

Opis
Technika SCR je založená na redukcii NO_X na dusík v katalytickom lôžku reakciou s močovinou alebo amoniakom pri optimálnej prevádzkovej teplote približne 300 – 450 °C. Je možné naniesť niekoľko vrstiev katalyzátora. Vyššia redukcia NO_X sa dosiahne použitím niekoľkých vrstiev katalyzátora.

Technický opis
Všeobecný opis techniky SCR je uvedený v oddiele 8.8.2.13.

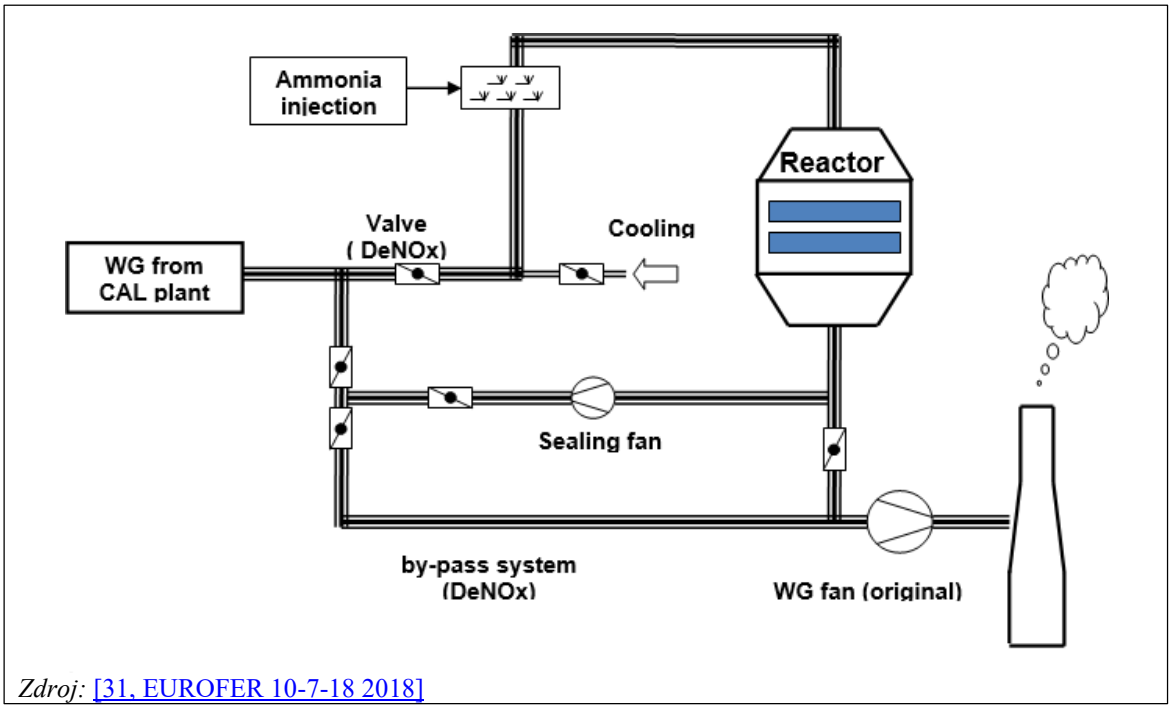
Odpadové plyny z radiačných horákov v ohrievacej peci kontinuálnej žíhacej linky prechádzajú cez prevádzku SCR s cieľom redukcie obsahu NO_x. Prietok, teplota a koncentrácie NO_x v odpadových plynoch závisia od druhu vyrábaných pásov a môžu sa veľmi rýchlo meniť. Predtým ako odpadové plyny dosiahnu prevádzku SCR, prechádzajú predohrevnou časťou pece, v ktorej horúce plyny ohrievajú prichádzajúci studený pás. Všetok olej na páse sa odparí a bude unášaný spolu s odpadovými plynmi cez prevádzku SCR. [31, EUROFER 10-7-18 2018]



Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Obrázok 3.58: Prehľad kontinuálnej žíhacej linky vo valcovni na valcovanie za studena SSAB Borlänge (Švédsko)

V reaktore SCR prebieha reakcia medzi tromi vrstvami katalyzátora (V_2O_5 a TiO_2), kde sa do odpadových plynov vstrekuje roztok obsahujúci 25 % NH_3. Keďže pracovná teplota katalyzátora je medzi 160°C a 400°C, vstreknutie roztoku NH_3 sa uskutoční len vtedy, keď je teplota odpadového plynu v tomto rozsahu. V prípade veľmi vysokých teplôt sa na udržanie teploty v týchto limitoch používa vzduchový chladiaci ventilátor. Pri teplotách nižších ako 100°C alebo vyšších ako 400°C sú odpadové plyny vedené cez obtokový systém, aby sa chránil katalyzátor. Najlepší výkon sa dosahuje, keď sú teploty odpadových plynov v rozsahu 160°C až 400°C so stabilnými prietokmi.

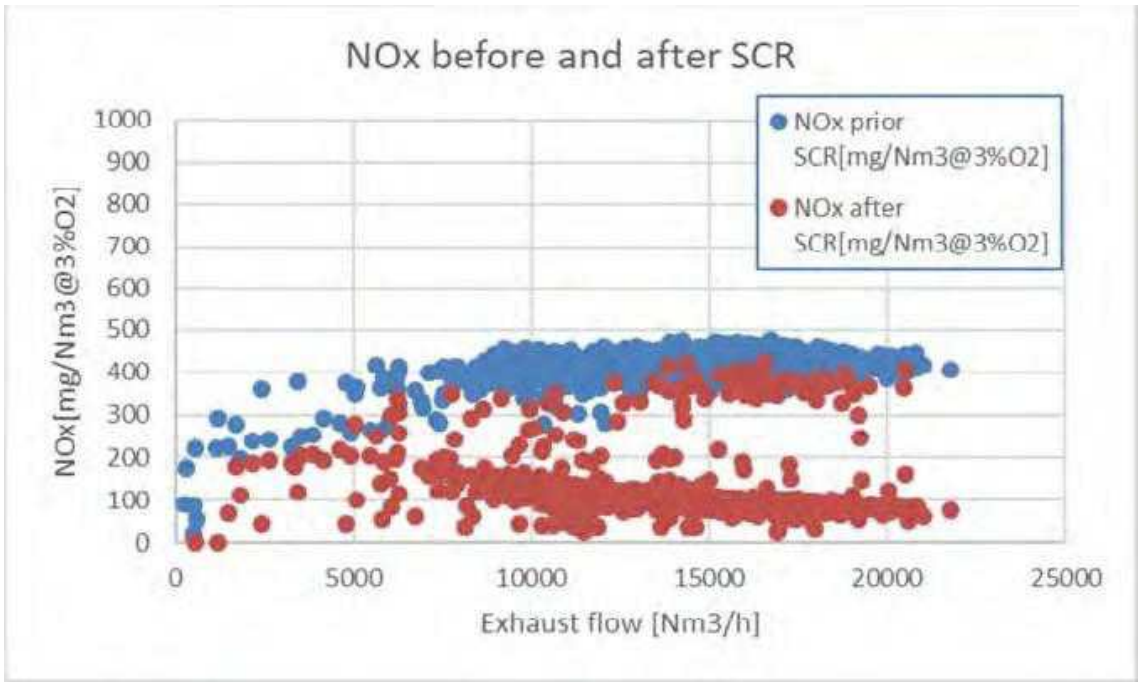


Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Obrázok 3.59: Schéma úpravy pomocou SCR odpadových plynov z kontinuálnej žíhacej linky vo valcovni na valcovanie za studena SSAB Borlänge (Švédsko)

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížené emisie NO_X.

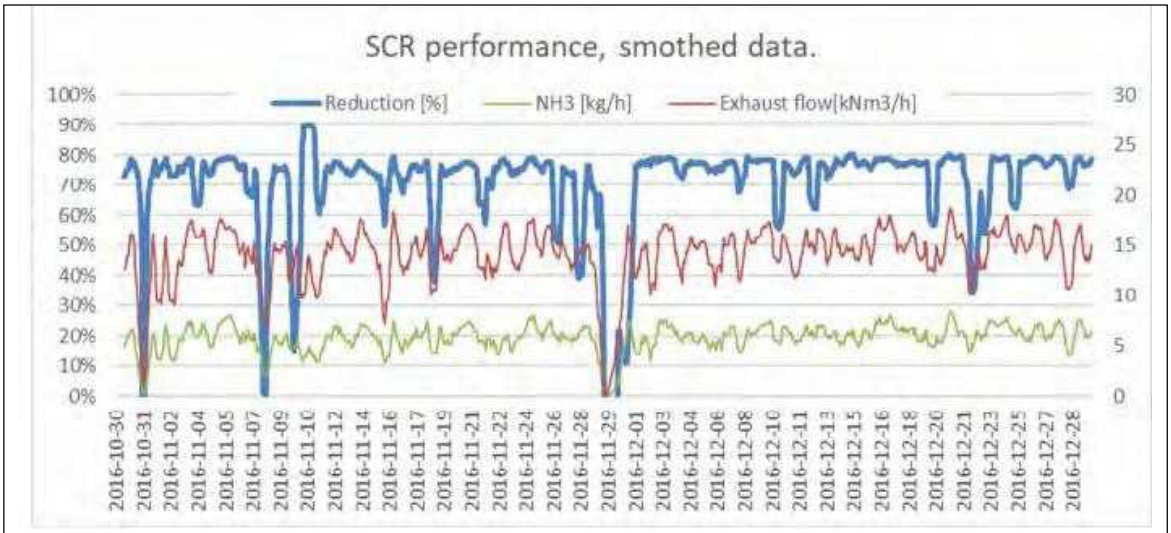
Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
V roku 2016 prevádzka 244 (valcovňa na valcovanie za studena SSAB Borlänge – Švédsko) zo zberu údajov o FMP uviedla koncentrácie emisií NO_x v rozsahu 80 až 200 mg.Nm^3 s priemernou hodnotou 113 mg/Nm^3 a priemerným prietokom odpadových plynov 12 500 Nm^3/h.



Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Obrázok 3.60: Koncentrácie emisií NO_X vo valcovni na valcovanie za studena SSAB Borlänge (Švédsko) pred a **po systéme čistenia emisií SCR**

Na obrázku 3.61 sa uvádza súhrn efektívnosti čistenia v systéme SCR spolu so spotrebou amoniaku a prietokmi odpadových plynov vo valcovni na valcovanie za studena SSAB Borlänge. Vo všeobecnosti sa dosahuje efektívnosť čistenia 75 %.



Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Obrázok 3.61: Efektívnosť čistenia emisií v systéme SCR (%), spotreba amoniaku vyjadrená v kg/h a prietoky odpadových plynov vyjadrené v kNm^3/h vo valcovni na valcovanie za studena SSAB Borlänge (Švédsko)

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Táto technika si vyžaduje vstrekovanie roztoku amoniaku (25 %) s potenciálnymi environmentálnymi a bezpečnostnými aspektmi súvisiacimi s látkou. Toto spôsobí únik amoniaku a nezreagovaný amoniak prejde cez proces SCR. Namerané NH_3 počas prvých rokov prevádzky v SSAB ukázali, že koncentrácie emisií sa pohybovali v rozsahu 2 – 3 ppm NH_3.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Systém SCR vybudovaný ako samostatná jednotka vyžaduje značný priestor. Pri rekonštrukcii existujúcich prevádzok to môže v určitých prípadoch viesť k obmedzeniam.
Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť preto obmedzená nedostatkom priestoru.

Hospodárske vplyvy
Celkové náklady na redukciu NO_x katalytickou redukciou musia zahŕňať investičné náklady, prevádzkové náklady a údržbu. Na základe valcovne na valcovanie za studena SSAB Borlänge sa celkové náklady na túto techniku odhadujú na približne 13 eur za kg zredukovaného NO_x.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
SSAB Borlange – prevádzka 244 CR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [31, EUROFER 10-7-18 2018].

3.4.3.6 Rekuperácia tepla na ohrev odmasťovacieho kúpeľa

Opis
Teplo v odpadových plynoch žíhacích pecí sa rekuperuje a používa na ohrev odmasťovacích kúpeľov. [108, EUROFER 19-6-17 2017]

Technický opis
V žíhacích linkách možno odpadové teplo využiť nielen na predohrev spaľovacieho vzduchu, ale aj na ohrev odmasťovacích kúpeľov. V tomto prípade je dôležité zvážiť, že vznik pary je ovplyvnený sortimentom výrobkov (a k vzniku pary nedochádza, keď sa linka zastaví). Z tohto dôvodu musí byť tento zdroj energie integrovaný do parnej siete prevádzky, aby sa zabezpečil konštantný tlak/prietok. Možnosť vzniku horúcej vody alebo pary súvisí s teplotou odpadových plynov; to je možné pri rekuperačných horákoch, ale nie je to možné v prípade regeneračných horákov. Táto technika sa môže použiť pre kontinuálne alebo poklopové žíhacie linky aj pre linky na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu. [108, EUROFER 19-6-17 2017]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížená spotreba energie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Kontinuálne žíhanie
Spotreba energie v rozsahu 945 MJ/t až 1 200 MJ/t je uvedená v zbere údajov.

Poklopové žíhanie
Jedna prevádzka zo zberu údajov, ktorá používa túto techniku, uvádza spotrebu energie 584 MJ/t.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Energetická efektívnosť.

Vzorové prevádzky
CBI.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [108, EUROFER 19-6-17 2017].

3.4.4 Popúšťanie

3.4.4.1 Optimalizácia systémov používania emulzie pre mokré popúšťanie

Opis
V procese mokrého popúšťania sa popúšťacie emulzie nanášajú na povrch pásu pomocou rozprašovacích dýz, aby sa minimalizovala atomizácia a rozprašovacie vzory sú optimalizované na šírku pásu s cieľom znížiť emisie a spotrebu oleja.

Technický opis
Mokré popúšťanie spočíva v nanášaní emulzie (napr. popúšťacia kvapalina) na žíhaný pás pred valcovaním a počas neho. Popúšťanie je potrebné na dosiahnutie požadovaných metalurgických vlastností, ako sú tvrdosť, medza pevnosti povrchu a predĺženie. Spôsob nanášania popúšťacích emulzií na povrch pásu je optimalizovaný tak, aby sa znížili emisie oleja aj jeho spotreba.

V praxi sa prijímajú tieto opatrenia:

- **Používanie nízkotlakových rozprašovačov emulzie:**
  Atomizácia popúšťacej emulzie musí byť minimalizovaná použitím vhodného druhu rozprašovacích dýz pri vhodnom tlaku.
- **Prispôsobenie počtu emulzných dýz šírke pásu:**
  Keďže popúšťacia emulzia sa nerecykluje, optimalizácia rozprašovacích vzorov znižuje spotrebu emulzie.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížené emisie oleja.
- Znížená spotreba oleja.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Materiálová efektívnosť.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 08 CR, 37 CR, 45 CR, 88 CR, 102 CR, 105 CR, 110 CR2, 115 CR, 116 CR, 122 CR, 128 CR, 130 CR, 144 CR, 159 CR, 179 CR, 180 CR1, 193 CR, 194 CR, 201 CR, 209 CR, 225 CR, 244 CR, 246 CR1, 249 CR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018].

3.4.4.2 Suché popúšťanie ocele a nízkoobjemové mazanie pri mokrom popúšťaní

Opis
Pri suchom popúšťaní ocele sa nepoužíva voda ani mazivá.
Pri mokrom popúšťaní sa používajú nízkoobjemové mazacie systémy na dodávanie presného množstva mazív potrebného na zníženie trenia medzi pracovnými valcami a surovinou.

Technický opis
Popúšťanie (napr. kalibračné valcovanie) je krok ďalšieho spracovania oceľových pásov po žíhaní na účely rekryštalizácie. Kalibračné valcovanie sa vykonáva na dosiahnutie nasledujúcich cieľov: jemné doladenie mechanických vlastností, zlepšenie rovinnosti pásu a aplikovanie definovanej jemnej štruktúry povrchu. Kalibračné valcovne môžu fungovať v mokrom alebo suchom režime. Existujú aplikácie, kde sa používa iba mokré popúšťanie (napr. najmä pri vyšších stupňoch predĺženia) a iné aplikácie, kde sa mokré popúšťanie nemôže použiť.

Kalibračné valcovne existujú ako samostatné zariadenia alebo sú inštalované za kontinuálnou pecou v kontinuálnych žíhacích linkách na zinkovanie ponorom do roztaveného kovu na účely integrovanej úpravy žíhaného oceľového pásu. V závislosti od druhu výrobkov môžu byť kalibračné valcovne konfigurované ako dvojvalcová stolica, štvorvalcová stolica, šesťvalcová stolica alebo X-valcová stolica. V prípade konfigurácie štvorvalcovej stolice, čo je v čase zostavovania tohto dokumentu veľmi bežné usporiadanie, existujú dva oporné valce a dva pracovné valce. Priemer pracovného valca a štruktúra povrchu sa môžu zvoliť v závislosti od druhu ocele, rozmeru pásu a požiadaviek zákazníka. [70, EUROFER 31-5-17 2017]

Suché popúšťanie ocele
V suchom režime sa na mazanie nepoužíva voda ani žiadne iné kvapalné médium. [70, EUROFER 31-5-17 2017]

Ak sa spracúva nepozinkovaná oceľ (napr. počas integrovaného kalibračného valcovania v kontinuálnej žíhacej linke), uprednostní sa prevádzka kalibračnej valcovne v suchom režime. To znamená, že na čistenie oporných alebo pracovných valcov sa nepoužíva žiadna voda ani iná kvapalina. Hoci je suchý režim veľmi účinný na zabránenie vzniku koróznych bodov, zvyšuje aj množstvo častíc, ktoré môžu spôsobiť povrchové chyby. K tomu dochádza najmä vtedy, keď sa prach pochádzajúci z opotrebenia valcov a pásu dostatočne neodstráni z kalibračnej valcovne z dôvodu absencie čistiaceho média. [70, EUROFER 31-5-17 2017]

Najnovší vývoj v oblasti (suchého) kalibračného valcovania sa zameriava na spracovanie ocelí s čoraz väčšou pevnosťou (napr. tzv. pokročilé vysokopevnostné ocele, AHSS), predchádzanie kvalitatívnym chybám (napr. nečistoty na povrchu ocele) a plnenie špecifikácií týkajúcich sa vzhľadu povrchu ocele pre vysokokvalitné aplikácie (napr. vonkajšie panelové diely automobilov). Preto je potrebné existujúce samostatné alebo integrované kalibračné valcovne neustále modernizovať. Okrem toho, jemná štruktúra povrchu používaných pracovných valcov podlieha neustálemu vývoju týkajúcemu sa nových metód texturovania a/alebo zlepšených povrchových vlastností spracovávaného oceľového pásu. [70, EUROFER 31-5-17 2017]

Nízkoobjemové mazanie pri mokrom popúšťaní
Nové vývojové trendy pri prevádzke mokrých kalibračných valcovní zahŕňajú aj použitie nízkoobjemových mazacích systémov a kvapalného dusíka na čistenie povrchu pásu a pracovných valcov. Pomocou nízkobjemového mazacieho systému sa mazivo nanáša na vstupe do kalibračnej stolice, čím sa znižuje trenie vo valcovacej medzere a zlepšuje sa rovinnosť pri minimalizácii spotreby oleja. [109, Holz a kol. 2010]

Pokiaľ ide o popúšťanie nehrdzavejúcej ocele, cieľ je dvojaký: zlepšiť rovinnosť pásu po poslednom kroku žíhania a zvýšiť lesk, aby sa dosiahol sklený vzhľad (povrchová úprava 2B) alebo zrkadlový povrch (povrchová úprava 2R, svetlé žíhanie). Toto sa väčšinou vykonáva pomocou dvojvalcovej reverznej valcovne za suchých podmienok, pretože úbytok hrúbky na jeden prechod je veľmi malý a proces je atermálny. Ďalšou možnosťou je integrovať valcovne na popúšťanie na výstupe z kontinuálnej žíhacej linky vo forme dvoch sústav brzdových valcov. Pri týchto linkách môže popúšťanie zahŕňať použitie zmesi vody a prísad. Táto technika sa však môže používať len s obmedzeniami z dôvodu požiadaviek na kvalitu a konečnú úpravu nehrdzavejúcej ocele. [29, EUROFER 2021]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Prevencia emisií olejovej hmly/TVOC do ovzdušia.
- Žiadna spotreba oleja v prípade suchých kalibračných valcovní.
- Znížená spotreba oleja v prípade kalibračných valcovní vybavených nízkoobjemovými mazacími systémami.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Suché popúšťanie ocele vytvára emisie do ovzdušia.
- Suché popúšťanie ocele si vyžaduje odsávací systém a produkuje odpad (filtračný prach).

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

- Suché popúšťanie ocele sa neuplatňuje na pocínované obalové výrobky a iné výrobky s prísnymi požiadavkami na elongáciu.
- V prípade nízkoobjemového mazania pri mokrom popúšťaní môže byť uplatniteľnosť obmedzená z dôvodu špecifikácií produktu v prípade nehrdzavejúcej ocele.

Hospodárske vplyvy

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie

- Prevencia emisií olejovej hmly/TVOC do ovzdušia.
- Zvýšená materiálová efektívnosť.

Vzorové prevádzky

- Thyssenkrupp Steel Europe AG – Dortmund, štvorvalcová stolica s nízkoobjemovým mazaním a kvapalným dusíkom (prevádzka 130 CR zo zberu údajov).
- Ďalšie príklady prevádzok zo zberu údajov: 17 CR, 37 CR, 98 CR2, 116 CR2.

Odborná literatúra

[29, EUROFER 2021], [70, EUROFER 31-5-17 2017], [109, Holz a kol. 2010].

3.4.4.3 Čistenie emulzie popúšťania

Opis

Emulzie z popúšťania obsahujúce len niekoľko objemových percent oleja sa používajú ako mazivo a chladivo valcov vo valcovniach na popúšťanie plechu. Emulzie sa po použití upravujú, aby sa oddelil olej od vody. [25, EUROFER 2018]

Technický opis

Emulzie z popúšťania, ako aj vysokotlaková voda na čistenie valcov sa spoločne zhromažďujú v odpadovej nádrži umiestnenej pod kalibračnou valcovňou. Z odpadovej nádrže sa vodný olej čerpá do odlučovača oleja. Tento nový roztok pozostávajúci z vysokotlakovej vody na čistenie, emulzie z popúšťania

a častíc zinku sa posiela na čistenie odpadovej vody. Na úpravu sú k dispozícii rôzne techniky, hlavne: [25, EUROFER 2018]

- mechanické (napr. odstreďovanie),
- chemické (napr. štiepenie emulzie).

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížené emisie do vody.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Objem odpadu je možné znížiť o 10 % až 20 %. Emulzia obsahujúca 5 % oleja sa zvyčajne dá skoncentrovať na kal obsahujúci viac ako 90 % čistého oleja.
Požadovaná čistota vody na vysokotlakové čistenie je veľmi vysoká. V prípade opakovaného použitia odpadovej vody z kalibračnej valcovne sa dá očakávať upchávanie. [25, EUROFER 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Spotreba energie a surovín.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Vysoké investičné náklady a stredne vysoké prevádzkové náklady.

Hnacia sila implementácie

- Environmentálne požiadavky.
- Nákladové požiadavky.
- Zvýšenie výťažnosti a kvalitatívne požiadavky.
- Koncentrovaný olej sa dá ľahko použiť v primárnych zariadeniach (napr. vysoké pece, slinovacie prevádzky, koksárenské pece) na zvýšenie objemovej hmotnosti koksu. [25, EUROFER 2018]

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 08 CR-L1, 37 CR-L1, 45 CR-L1, 105 CR-L1, 110 CR1-L1, 110 CR2-L1, 115 CR-L1, 116 CR-L1, 122 CR-L1, 128 CR-L1, 130 CR-L1, 158 CR-L1, 159 CR-L1, 179 CR-L1, 193 CR-L1, 194 CR-L1, 195 CR-L1, 209 CR-L1, 225 CR-L1, 244 CR-L1, 246 CR1-L1, 246 CR2-L1, 249 CR-L1.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018].

3.4.4.4 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií z mokrého popúšťania

Opis
Emisie z mokrého popúšťania sa zachytávajú napríklad pomocou extrakcie poklopu alebo veka. Odpadové plyny sa upravujú pomocou odlučovača kvapiek a/alebo odlučovača olejovej hmly.

Technický opis
Olejová hmla pri mokrom popúšťaní sa odsáva čo najbližšie k zdroju prostredníctvom odsávacieho systému,
napr. pomocou extrakcie poklopu alebo veka. Olejová hmla sa upravuje pomocou odlučovača kvapiek a/alebo odlučovača olejovej hmly.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie emisií uhľovodíkov do ovzdušia. [25, EUROFER 2018]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Na základe údajov o emisiách uvedených dvoma prevádzkami zo zberu údajov o FMP boli emisie TVOC v rozsahu 2,3 až 9,4 mg/Nm^3, s priemernou hodnotou 5,4 mg/Nm^3. [16, FMP TWG 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
- Zvýšená spotreba energie. [25, EUROFER 2018]
- Tvorba kalových rezíduí, ktoré musia byť recyklované alebo likvidované externe. [25, EUROFER 2018]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zníženie emisií olejovej hmly.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 179 CR3, 249 CR6.

Odborná literatúra
[18, CITEPA 1994], [25, EUROFER 2018].

3.4.4.5 Odsávanie vzduchu a čistenie emisií pri suchom popúšťaní ocele

Opis
Emisie sa odsávajú čo najbližšie k zdroju, napr. pomocouextrakcie poklopu alebo veka. Odsávaný vzduch sa upravuje textilným filtrom.

Technický opis
Prach zo suchého popúšťania sa odsáva čo najbližšie k zdroju prostredníctvom odsávacieho systému, napr. pomocou extrakcie poklopu alebo veka. Prach je zachytávaný textilným filtrom.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie emisií prachu do ovzdušia. [25, EUROFER 2018]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Na základe údajov o emisiách uvedených dvoma prevádzkami na suché popúšťanie ocele v rámci zberu údajov o FMP bola pre emisie TVOC uvedená stredná hodnota 6 mg/Nm^3. [16, FMP TWG 2018
]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
- Zvýšená spotreba energie. [25, EUROFER 2018]
- Tvorba suchých rezíduí, ktoré musia byť recyklované alebo likvidované externe. [25, EUROFER 2018]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 98 CR2, 116 CR2.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [18, CITEPA 1994], [25, EUROFER 2018].

3.4.5 Konečná úprava

3.4.5.1 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju

Opis
Emisie olejovej hmly z činností konečnej úpravy olejovania striekaním sa odsávajú čo najbližšie k zdroju, napríklad pomocou extrakcie poklopu alebo veka, a upravujú sa pomocou odlučovača kvapiek.

Technický opis
Emisie oleja, ktoré vznikajú pri striekaní olejovej hmly na pásy na konzervačné účely, možno znížiť pomocou extrakcie poklopu alebo veka, po ktorej nasleduje odlučovač kvapiek a elektrostatický odlučovač. Olej zachytený v eliminátore hmly sa môže recirkulovať späť do procesu olejovania. Napriek tomu sa olejovanie striekaním používa menej často a namiesto toho sa aplikuje elektrostatické olejovanie.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zníženie fugitívnych emisií olejovej hmly.
- Znížená spotreba oleja.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje Príklad
Opísaným opatrením je možné takmer úplne zachytiť hmlu vznikajúcu pri olejovaní (vizuálne hodnotenie: všetky viditeľné emisie sú zachytené). Efektívnosť eliminátora hmly sa uvádzala na úrovni 72 %. Merania odpadového plynu ukázali koncentrácie olejových kvapôčok za eliminátorom hmly, ale pred EP, až do 296 mg/m^3 (priemer 104 mg/m^3). Maximálna koncentrácia nameraná po EP bola 6,3 mg/m^3 s priemernou emisiou 3,0 mg/m^3. Efektívnosť EP bola medzi 97 % a 98 %. Obsah uhlíka v nezachytenom odpadovom plyne bol nameraný na úrovni 17,5 – 21,3 mg/m^3; po EP okolo 10,6 – 11,9 mg/m^3. [75, Batisch a kol. 1996]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Prevádzky využívajúce zachytávanie a znižovanie olejových hmiel: 115 CR a 244 CR.
Prevádzky využívajúce elektrostatické olejovanie: 08 CR, 94 CR, 110 CR2, 111 CR, 115 CR, 128 CR, 159 CR,
195 CR.

Odborná literatúra
[75, Batisch a kol. 1996].

3.4.5.2 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií z vyrovnávania a zvárania

Opis
Emisie z vyrovnávania a zvárania sa zachytávajú napríklad pomocou extrakcie poklopu alebo veka. Emisie tuhých častíc sa znižujú pomocou textilných filtrov.

Technický opis
Emisie tuhých častíc zo zvárania a vyrovnávania zachytávajú poklopy a odstraňujú textilné filtre. [18, CITEPA 1994]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie emisií do ovzdušia, najmä fugitívneho prachu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

- Emisie prachu zo zvárania uvedené jednou prevádzkou (ArcelorMittal Ghent, BE) s použitím textilného filtra sa pohybovali od 0,3 mg/Nm^3 do 3,4 mg/Nm^3. [16, FMP TWG 2018]
- Ďalšia prevádzka vyrábajúca zvárané pletivá (Alfa Acciai S.p.A., IT) uviedla emisie prachu od 0,2 mg/Nm^3 do 5,4 mg/Nm^3. Táto prevádzka používala aj textilný filter. [16, FMP TWG 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Zvýšená spotreba energie.
- Tvorba odpadu (filtračný prach).

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Nemusí byť uplatniteľné na zváranie v prípade nízkej úrovne tvorby prachu, napr. pod 50 g/h. V prípade zvárania zo zberu údajov vyplynulo, že tri prevádzky CR uviedli veľmi rozdielne hmotnostné toky prachu (t. j. prevádzka 37-CR1: 20 g/h, prevádzka 94-CR1: 14 g/h a 37-CR2: 97 g/h). Vo všeobecnosti sú emisie prachu zo zvárania v CR relatívne nízke (z hľadiska koncentrácií a hmotnostných tokov), ale v niektorých prípadoch sa môžu vyskytnúť významnejšie emisie. Preto sa považovalo za vhodné zahrnúť prahovú hodnotu hmotnostného toku 50 g/h, nad ktorou sa na reguláciu emisií prachu používa odsávanie a znižovanie emisií. Emisie prachu pri valcovaní za studena možno znížiť pomocou laserového zvárania (pozri oddiel 3.4.1.1), v tomto prípade nemusí byť znižovanie emisií potrebné za predpokladu, že hmotnostné toky prachu sú nižšie ako 50 g/h.

Hospodárske vplyvy
Vrecia textilného filtra sa menia, keď sa na nich začnú objavovať praskliny. Táto zmena si vyžaduje približne 50 osobohodín a odstávku moriacej linky najmenej na dve zmeny – odhadované náklady sú približne 10 000 EUR. [110, Vanroosbroeck 1999]

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov 37 CR a 202 CR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [18, CITEPA 1994], [110, Vanroosbroeck 1999].

3.4.6 Dielňa valcov

3.4.6.1 Čistenie a opakované použitie brúsnej emulzie

Opis
Brúsne emulzie sa upravujú pomocou lamelových alebo magnetických odlučovačov alebo pomocou procesu sedimentácie/očistenia na odstránenie brúsneho kalu a opakované použitie brúsnej emulzie.

Technický opis
Hlavnou funkciou brúsnej emulzie je chladenie počas brúsnej operácie a odstraňovanie brúsneho kalu obsahujúceho rezíduá z procesu brúsenia (abrázia z brúsneho kotúča a kovového valca). Cirkulácia vodnej emulzie vyrobenej na mieru s prísadami prechádza čistiacimi časťami, aby sa zabezpečila opakovaná aplikácia bez rezíduí v procese brúsenia. Aby sa predišlo kontaminácii z emulzie valcovania, valce sa zvyčajne čistia vopred. Na udržanie brúsnej emulzie počas dlhého obdobia v cirkulačnom systéme sa môžu použiť rôzne techniky na čistenie brúsnych emulzií s cieľom odstrániť brúsny kal. [25, EUROFER 2018]

Hlavné techniky dostupné na čistenie brúsnych emulzií sú opísané nižšie: Lamelový

odlučovač
Vysoká koncentrácia tuhých látok v číriči ovplyvňuje každú jednotlivú časticu, s výsledkom že rýchlosť sedimentácie je podobná v prípade všetkých častíc. Oddelené častice sa vypúšťajú prerušovane prostredníctvom automatického dopravníka kalu, čím sa stáva ručné čistenie nádrže zbytočným. Usadzovacia výška v číriči je znížená vďaka šikmým usadzovacím plochám. Tieto povrchy tvoria jednotlivé kanály prechádzajúce cez celú šírku sedimentačnej komory. Kanály sú vysoké 20 mm a sú samočistiace. Zatiaľ čo vyčistené médium stúpa do hornej časti potrubia, oddelené častice klesajú do kalového dopravníka. [25, EUROFER 2018]

Magnetické odlučovače
Magnetické odlučovače sa môžu použiť v recirkulačnom systéme na zhodnotenie brúsneho kalu. Bakteriálna kontaminácia však môže skrátiť ich životnosť. Preto sa používajú antibakteriálne prísady. Inteligentnejším riešením môže byť úprava vyčistenej brúsnej emulzie UV svetlom v obtoku, čím sa udrží populácia baktérií na nízkej úrovni, a tým zníži potreba antibakteriálnych prostriedkov a zlepší hygiena pracoviska. [25, EUROFER 2018]

Systém Bandex
Brúsny kal sa zhodnocuje v trojstupňovom procese:

1. predsedimentácia a odvzdušňovanie,
2. sedimentácia,
3. očistenie. [25, EUROFER 2018]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Ochrana životného prostredia a hygiena práce. [25, EUROFER 2018]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Spotreba energie a vody. [25, EUROFER 2018]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky. [25, EUROFER 2018]

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Pracovná hygiena a životné prostredie. [25, EUROFER 2018]

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 37 CR, 45 CR, 88 CR, 94 CR, 102 CR, 110 CR2, 115 CR, 116 CR, 122 CR, 128 CR, 130 CR, 158 CR, 159 CR, 180 CR1, 193 CR, 194 CR, 195 CR, 197 CR, 242 CR, 244 CR, 246 CR2, 249 CR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018].

3.4.6.2 Tvarovanie pracovných valcov

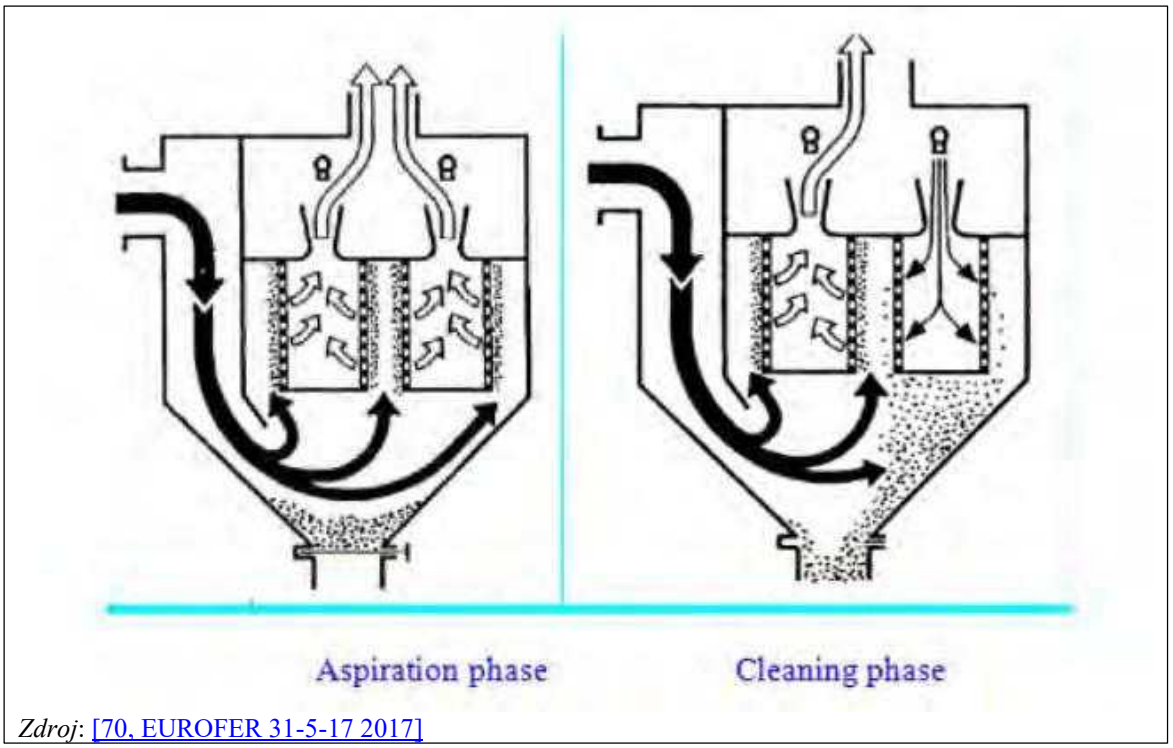
Opis
Povrchová textúra pracovných valcov sa vykonáva v špecializovaných kabínach vybavených zbernými odsávačmi. Pri tvarovaní brokovaním sa emisie prachu znižujú pomocou textilných filtrov, zatiaľ čo pri nanášaní vrstvy tvrdého chrómu sa emisie prachu upravujú pomocou mokrej práčky.

Technický opis
Pracovné valce vo valcovniach na valcovanie za studena sú podrobené povrchovým úpravám s cieľom vytvoriť špecifickú topografiu na povrchu valcov, ktorá sa môže preniesť na oceľový plech počas činností valcovania a dodáva finálnemu výrobku nový druh drsnosti. Povrchová textúra valcov môže zabezpečiť kvalitnú ochrannú povrchovú úpravu lakom, pretože prítomnosť mikrodutín s malými rozmermi môže minimalizovať amplitúdu drsnosti a zvýšiť hladkosť po lakovaní. Toto tvarovanie môže zabezpečiť žiaduci jednotný matný vzhľad, ktorý je obzvlášť zaujímavý pre automobilový priemysel. [111, Mello a kol. 2013], [112, Gorbunov a kol. 2009]

Na tvarovanie pracovných valcov sa používa niekoľko metód:

- Tvarovanie brokovaním (SBT): Pri SBT sa zárezy na povrchu pracovných valcov vytvárajú brokovaním oceľových guličiek na povrch valcovacích valcov. [112, Gorbunov a kol. 2009]
- EDT (elektroerozívne tvarovanie): Elektródy sú umiestnené blízko povrchu rotujúceho valca, čo vedie k impulzu elektrického výboja vyvolávajúceho elektrický prieraz. Malá časť povrchu valca sa roztaví a vytvorí sa plynová bublina. Keď sa impulz vypne, bublina praskne pôsobením vonkajšieho tlaku, pričom dochádza k rozstreknutiu roztaveného kovu. [112, Gorbunov a kol. 2009]
- EBT (tvarovanie elektrónovým lúčom): Elektrónový lúč sa používa na vytvorenie kráterov po povrchovom roztavení valca. Časť roztaveného kovu sa odparí, pričom tlak pár prispeje k vytvoreniu prstenca taveniny okolo krátera. Valec sa otáča vo vákuovej komore a pohybuje pozdĺž osi. [112, Gorbunov a kol. 2009]
- Laser Tex (laserové tvarovanie): Laserový lúč je zaostrený na povrch valca, kde roztaví malú oblasť. V dôsledku tlaku plazmy a inertného plynu sa vytlačená tavenina zhromažďuje vo výčnelku okolo krátera alebo sa hromadí po bokoch a tuhne. Na zabezpečenie požadovanej mikrotopografie sa proces reguluje zmenou výkonu lasera, radiálnej a axiálnej rýchlosti valca a rýchlosti modulátora. [112, Gorbunov a kol. 2009]
- Nanášanie vrstvy tvrdého chrómu: Tento proces spočíva v nanášaní chrómovej vrstvy na pracovné valce s cieľom zmeniť topografiu povrchu. Okrem toho tiež pomáha udržať povrchovú textúru počas dlhších období. Valec je umiestnený v elektrolyte na chrómovanie, v reaktore. Medzi elektródou a povrchom valca sa vytvára rovnomerné elektrické pole. Elektrolyt je elektrolyzovaný; jeho obsah chrómových iónov sa znižuje a na valci sa vylučuje pevný chróm. [112, Gorbunov a kol. 2009]

Pri SBT sa používajú kryty a vyhradené kabíny vybavené zbernými odsávačmi a znižovaním emisií prachu z odsávaného vzduchu pomocou textilných filtrov. [70, EUROFER 31-5-17 2017]



Zdroj: [70, EUROFER 31-5-17 2017]

Obrázok 3.62: Znižovanie prachu pri činnostiach tvarovania brokovaním

Stroje sú vybavené zachytávaním prachu a vymeniteľnými rukávovými filtrami. Tento systém je automatický, vhodný na úpravu suchého vzduchu vykazujúceho nízke úrovne vlhkosti alebo oleja. Proces prebieha v jednotlivých fázach, ako je znázornené na obrázku 3.62:

- Odpadový vzduch vstupuje do prvej časti filtra a dochádza k prvému usadzovaniu.
- Vzduch je vháňaný do zásobníka v spodnej časti filtra a podstupuje druhé usadzovanie na odstránenie najťažších častíc.
- Vzduch prechádza cez filter a prach sa odstráni.
- Čistý vzduch sa vypúšťa do atmosféry. [70, EUROFER 31-5-17 2017]

Pri nanášaní vrstvy tvrdého chrómu je proces chrómovania úplne uzavretý a vybavený systémom na odsávanie odpadových plynov s použitím mokrej práčky. Celý proces funguje bez vypúšťania výtoku vďaka stratám spôsobeným odparovaním. [70, EUROFER 31-5-17 2017]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie emisií prachu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Salzgitter Flachstahl GmBH (Nemecko) – nanášanie vrstvy tvrdého chrómu.
Prevádzky zo zberu údajov: 37 CR, 45 CR, 116 CR, 122 CR, 128 CR, 158 CR, 159 CR, 244 CR, 246 CR2.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [70, EUROFER 31-5-17 2017], [111, Mello a kol. 2013], [112, Gorbunov a kol. 2009].

3.5 Nové techniky valcovania za studena

3.5.1 Organický Rankinov cyklus (ORC) – rekuperácia tepla z prebytočnej energie zo zvitkov v poklopových žíhacích peciach

Opis
Prebytočná energia zo zvitkov zahriatych na 700 °C vo zvonovej prevádzke na poklopové žíhanie sa zhodnocuje na výrobu elektriny pomocou ORC systému.

Technický opis
V prevádzke na poklopové žíhanie na valcovanie za studena obsahujú zohriate zvitky približne 70 % energie potrebnej na ohrev na žíhacie teploty. Počas fázy chladenia sa toto teplo uložené vo zvitkoch zvyčajne nezískava späť. Pri žíhacej základni pracujúcej so 100 % vodíkovou atmosférou ako inertným plynom je možné extrahovať teplo zo zvitkov na účely ohrevu teplonosného oleja pomocou špeciálneho obtokového chladiaceho systému. Teplonosný olej sa používa na výrobu elektriny v systéme ORC. [113, Schmidt 2016]

V podstate sa rekuperácia energie počas fázy chladenia zvitkov uskutočňuje v dvoch krokoch. Najprv sa horúci vodík (350 – 700 °C) extrahuje z krytu žíhacej základne. Použitím špeciálneho obtokového chladiča vodík ohrieva pracovnú látku na maximálnu teplotu 270 °C. Ohriata pracovná látka sa používa na odparovanie etanolu v ORC systéme, kde sa elektrina vyrába pomocou parného expanzného motora. [114, Zwickel a kol. 2015]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zvýšená energetická efektívnosť.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
V prevádzke na poklopové žíhanie spoločnosti Bilstein GmbH vytvára ORC systém 350 kWh elektrickej energie v každom cykle žíhacieho ohrevu. V roku 2014 bolo celkovo zhodnotených 1,5 milióna kWh energie. [113, Schmidt 2016]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny identifikovaný.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Kapitálové investície pre túto techniku sú relatívne vysoké, čo si vyžaduje minimálne 12 – 15 žíhacích základní, aby sa dosiahlo primerané obdobie návratnosti približne 5 až 7 rokov.

Hnacia sila implementácie
Dodávka elektrickej energie do distribučnej siete prevádzky.

Vzorové prevádzky
Valcovňa na valcovanie za studena Bilstein GmbH, Hagen-Hohenlimburg, Nemecko.

Odborná literatúra
[113, Schmidt 2016], [114, Zwickel a kol. 2015].

4 ŤAHANIE DRÔTU

4.1 Všeobecné informácie o ťahaní drôtu

Európska únia predstavuje po Číne druhé najväčšie odvetvie ťahania drôtu na svete. Vyrába približne šesť miliónov ton drôtu ročne. Pri zahrnutí rôznych drôtených výrobkov, ako napr. ostnatý drôt, rošty, oplotenie, pletivo, klince, dosahuje objem výroby odvetvia viac než sedem miliónov ton ročne. Európske odvetvie ťahania drôtu je charakterizované veľkým počtom stredne veľkých, špecializovaných spoločností s priemerom okolo 100 zamestnancov. Výrobe odvetvia však dominuje niekoľko veľkých výrobcov.

Nezávislé spoločnosti na ťahanie drôtu sú čoraz viac vertikálne integrované. Odberateľský segment ťahania drôtu a výroby hotových drôtených výrobkov vykazuje vysoký stupeň integrácie, ale aj v dodávateľskom segmente došlo k určitej integrácii medzi odvetviami výroby ocele a valcovaného drôtu a ťahaním drôtu.

Dvoma najväčšími výrobcami oceľového drôtu sú Nemecko a Taliansko, po ktorých nasledujú Španielsko, Francúzsko, Česká republika, Slovensko a Belgicko. Ďalšími členskými štátmi s nižším objemom ťahania drôtu, sú napr. Švédsko, Holandsko, Grécko a Portugalsko. Rozloženie zariadení na ťahanie drôtu v EÚ, ich veľkosť a počet prevádzok v jednotlivých členských štátoch je uvedené v tabuľke 4.1. [212, Steve Andrews 2022]

Tabuľka 4.1: Odvetvie ťahania drôtu v Európe

	Výroba drôtu [tis. t]	Drôtené výrobky [tis. t]	Počet prevádzok (ťahanie drôtu)	Počet prevádzok (drôtené výrobky)	Priemerný počet zamestnancov na prevádzku
Rakúsko	3 000		3	39	54
Belgicko	227 000	200 000	3	18	92
Česká republika	348 000	236 000			
Fínsko	2 000				37
Francúzsko (*)	500 000		23		72
Nemecko	1 671 000		152	315	144
Grécko (*)	100 000		13	119	52
Taliansko (*)	1 600 000		160	604	
Holandsko	100 000		140 (oboje)		21
Portugalsko	67 571	126 000			
Slovensko	253 000				
Španielsko (*)	900 000		80	293	18
Švédsko(*)	120 000		15	130	
Celkom	5 891 571				

(*) Tonáž je odhadovaná.
Zdroj: [212, Steve Andrews 2022]

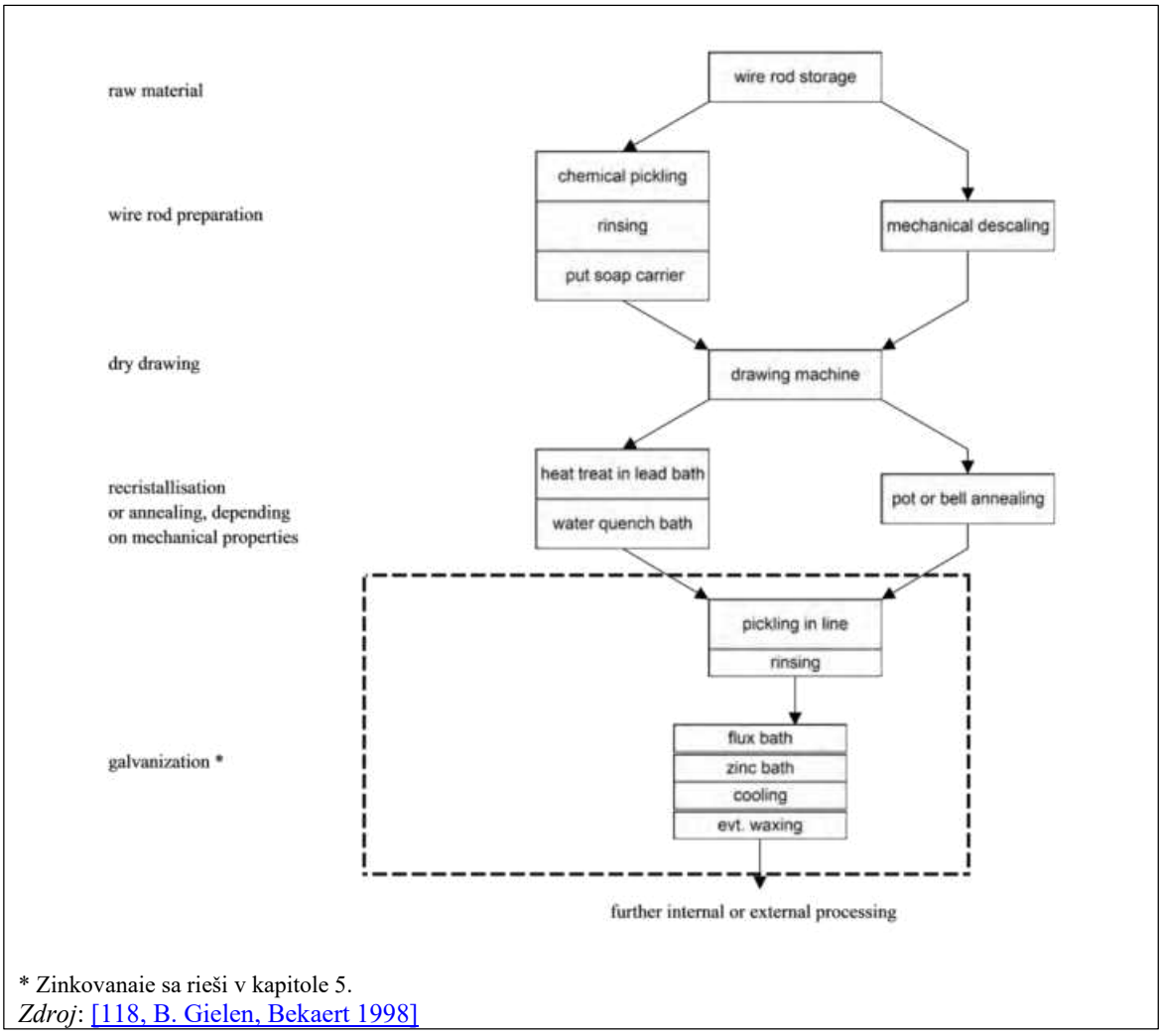
4.2 Použité procesy a techniky pri ťahaní drôtu

4.2.1 Prehľad postupu ťahania drôtu

Ťahanie drôtu je postup, pri ktorom sa valcovaný drôt/dróty zmenšujú ťahaním cez kužeľovité otvory s menším prierezom, takzvané matrice. Vstupným materiálom je zvyčajne valcovaný drôt s priemerom v rozsahu od 5,5 mm do 16 mm získaný z valcovní na valcovanie za tepla vo forme zvitkov. Typická linka na postup ťahania drôtu zahŕňa tieto kroky:

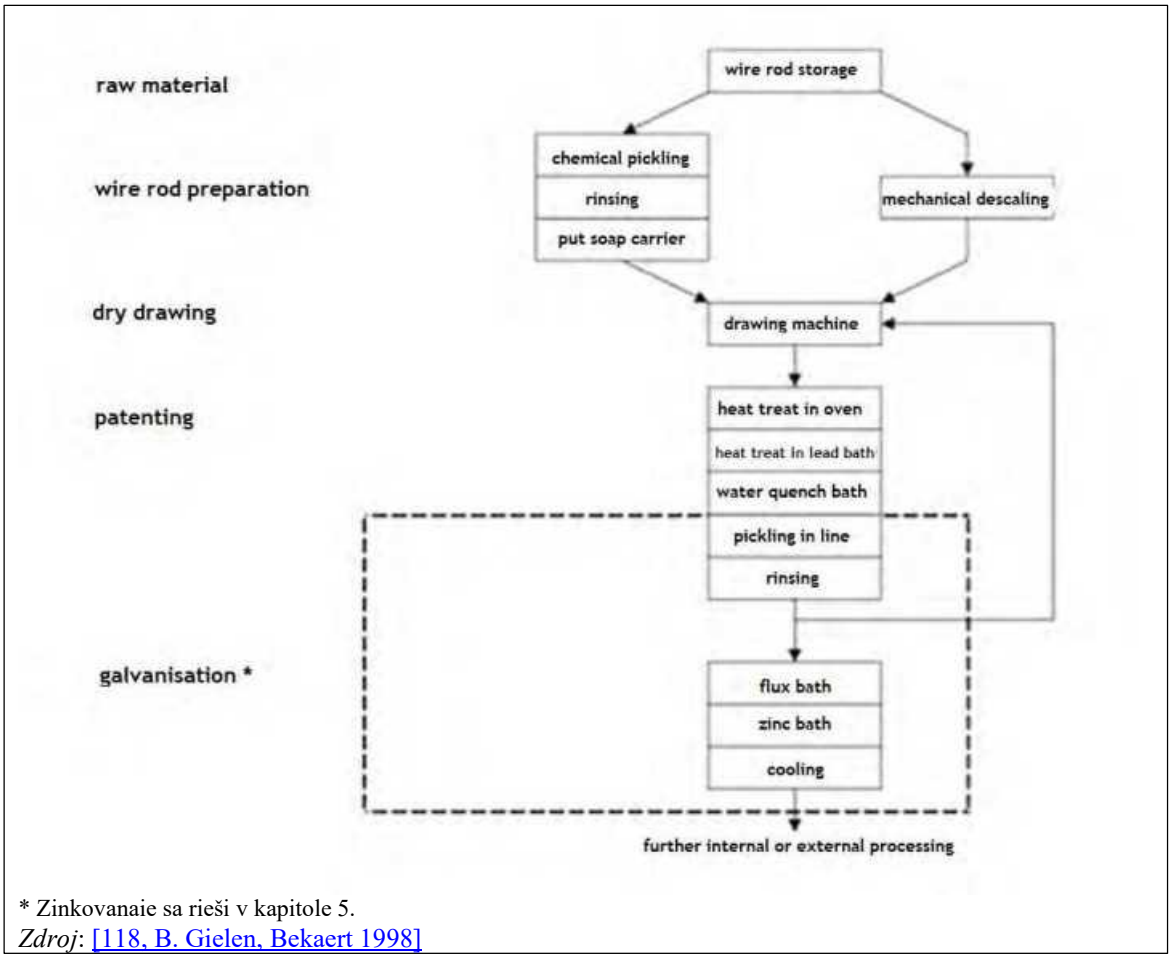
- predúprava valcovaného drôtu (mechanické odstraňovanie okovín, morenie),
- suché alebo mokré ťahanie (zvyčajne niekoľko prieťahov čoraz menšími rozmermi matrice),
- tepelné spracovanie (kontinuálne/diskontinuálne žíhanie, patentovanie, kalenie do oleja),
- dokončovanie.

Drôt sa vyrába v rôznych druhoch ocele: nízkouhlíková oceľ s obsahom uhlíka do 0,25 %, vysokouhlíková oceľ s obsahom uhlíka nad 0,25 %, nehrdzavejúca a iné legované ocele. Drôt z nelegovanej ocele môže byť nepotiahnutý alebo potiahnutý zinkom, meďou, mosadzou, cínom, niklom, chrómom, plastom alebo lakom. Drôt sa dodáva vo forme zvitku na ďalšie spracovanie, ako je poťahovanie a výroba hotových výrobkov (napr. kábel, pletivo, ostnatý drôt, drôtené oplotenie, rošty, pružiny, klince). [7, COM 1997], [117, N.V. Bekaert S.A. 1994]



* Zinkovanaie sa rieši v kapitole 5.
Zdroj: [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Obrázok 4.1: Výroba nízkouhlíkového pozinkovaného drôtu



* Zinkovanaie sa rieši v kapitole 5.
Zdroj: [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Obrázok 4.2: Výroba vysokouhlíkového pozinkovaného drôtu

Z dôvodu obrovskej rozmanitosti drôtených výrobkov existuje mnoho rôznych spracovateľských schém, ktoré sú dané priemerom drôtu a požadovanými mechanickými a inými kvalitatívnymi špecifikáciami. Schémy postupu znázornené na obrázkoch 4.1 a 4.2 sa týkajú väčšiny zinkovaného drôtu, ktorý sa vyrába v Európe (a celosvetovo). Časť sa predáva ako taká, ale ďalšia časť sa ďalej spracúva mokrým ťahaním alebo postupmi, ktoré nepatria do rozsahu tohto dokumentu, napríklad zváraním, elektrolytickým pokovovaním, tkaním, káblovaním, zväzkovaním, lakovaním, plastovaním, strihaním na dĺžku atď.

4.2.2 Príprava valcovaného drôtu

Vzdušné chladenie po valcovaní vytvára na povrchu drôtu vrstvu oxidu železa (okoviny). Táto vrstva je veľmi tvrdá, krehká a netvárniteľná, a preto sa musí pred akýmkoľvek ďalším spracovaním odstrániť. Vo väčšine prípadov to robí odvetvie drôtov. V prípade nehrdzavejúcej ocele to však zvyčajne robí oceliareň.

Na odstraňovanie okovín z valcovaného drôtu sa používajú dve techniky: mechanické odstraňovanie okovín a chemické morenie. Niektoré kategórie konečných výrobkov je možné vyrábať iba z drôtu, z ktorého boli okoviny odstránené mechanicky, a pri zníženej rýchlosti ťahania (čo si vyžaduje väčšiu kapacitu ťahacích strojov, a teda vyššie investičné náklady). Rozhodnutie o technike odstraňovania okovín preto prijíma každá jednotlivá prevádzka na základe kvality produktov a ekonomických úvah.

4.2.2.1 Mechanické odstraňovanie okovín z drôtov

Pri najbežnejšej používanej metóde mechanického odstraňovania okovín (t. j. ohýbanie drôtu) sa drôt ohne, čo spôsobí, že krehké okoviny sa olúpu. Iné techniky odstraňovania okovín ako brúsenie, kefovanie alebo brokovanie, sa používajú ako dokončovací krok po ohýbaní drôtu na odstránenie uvoľnených okovín alebo sa používajú ako samostatné techniky.

Dávkové brokovanie je bežná technika mechanického odstraňovania okovín z drôtu veľkého priemeru (napr. pri aplikáciách tvárnenia za studena). Mechanické odstraňovanie okovín sa však vo všeobecnosti vykonáva kontinuálnym spôsobom.

V závislosti od povrchovej úpravy valcovaného drôtu a kvalitatívnych požiadaviek na výrobok sa odstraňovanie okovín spätným ohýbaním dokončuje, prípadne nahrádza, abrazívnou metódou ako brúsenie, kefovanie, brokovanie alebo prúdové odstraňovanie okovín. Kombináciou spätného ohýbania a jednej z týchto pomocných metód je možné dosiahnuť úplné odstránenie vrstvy oxidu a podobnú čistotu povrchu ako pri chemickom morení. [119, Gielen 2000]

V porovnaní s chemickým morením valcovaného drôtu má mechanické odstraňovanie okovín tú výhodu, že sa eliminuje jeden výrobný krok, keďže zariadenie na odstraňovanie okovín je zvyčajne priamo spojené s ťahacím strojom. Je však ťažké dosiahnuť rovnakú úroveň ťahateľnosti pri mechanickom odstraňovaní okovín. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

4.2.2.2 Chemické odstraňovanie okovín (morenie) valcovaných drôtov

Pri chemickom odstraňovaní okovín sa okoviny odstránia rozpustením v kyseline. Použité kyseliny sú:

- kyselina sírová alebo kyselina chlorovodíková pre nízkouhlíkový drôt,
- kyselina chlorovodíková pre vysokouhlíkový drôt.

Morenie sa väčšinou vykonáva ako dávkový proces. Každý zvitok valcovaného drôtu sa ponorí do kyselinového kúpeľa. Kyselina pomaly rozpúšťa vrstvu oxidov tým, že ju premieňa na chloridy alebo sírany železa. Pri morení v HCl sa používa inhibítor H_2 na potlačenie reakcie: $2\ HCl + Fe \rightarrow FeCl_2 + H_2$ a zníži nežiaduce straty železa.

Po morení sa zvitky drôtu oplachujú vodou. To sa zvyčajne robí kaskádovým preplachovaním (napr. preplachovaním na trikrát), aby sa dosiahla maximálna efektívnosť oplachovania a minimálna spotreba vody. [117, N.V. Bekaert S.A. 1994], [120, B. Gielen 1998]

4.2.2.3 Použitie mydlového (mazacieho) nosiča

V niektorých prípadoch sa používa mydlový nosič na zlepšenie priľnavosti maziva k drôtu. K dispozícii je široká škála mydlových nosičov. Výber sa vykonáva na ekonomickom základe a na základe požadovaných vlastností v následných procesoch. Tradičné mydlové nosiče zahŕňajú vápno, bórax a fosforečnan zinočnatý. Moderné mydlové nosiče sú zvyčajne zmesi rozpustných solí, napr. síranu sodného a draselného, chloridu, bóraxu, fosfátu alebo kremičitanu. Sú prispôsobené konkrétnemu mydlu a konkrétnym podmienkam ťahania.

Mydlový nosič sa nanáša pred ťahaním ponorením drôtu do vodného roztoku mydlového nosiča. To sa môže vykonať v dávkovom procese, zvyčajne spojenom s chemickým odstraňovaním okovín, alebo kontinuálne v spojení s mechanickým odstraňovaním okovín.

4.2.3 Ťahanie

4.2.3.1 Suché ťahanie drôtu

Suché ťahanie sa zvyčajne používa na ťahanie valcovaného drôtu (> 5,5 mm) na priemer výrobku 1 – 2 mm a niekedy aj menší. Priemer drôtu sa zmenšuje ťahaním cez sériu matríc so zmenšujúcimi sa priemermi. Pred vstupom do matríc sa drôt vedie cez suché mazivo. Vo väčšine prípadov sa používajú mazivá na báze mydla, pričom zloženie mydla závisí od výberu tukov, z ktorých sa mydlo vyrába, výberu plnív alebo výberu prísad. Vo výnimočných prípadoch (napr. špeciálne ocele, drôt so špeciálnymi kovovými povlakmi) možno použiť iné mazivá ako pasty alebo oleje.

Proces ťahania zahrieva oboje (drôt aj matrice) trením drôtu. Chladenie sa vykonáva nepriamo, chladením navíjacích bubnov, ktoré prichádzajú do kontaktu s drôtom, vodou.

4.2.3.2 Mokré ťahanie drôtu

Mokré ťahanie sa zvyčajne používa na ťahanie drôtu na medziprodukt s konečným priemerom 1 – 2 mm. Drôt takisto prechádza cez sériu matríc so zmenšujúcimi sa priemermi, ale drôt, matrice a navíjacie bubny sú ponorené do mazacej kvapaliny, ktorá zabezpečuje mazanie a chladenie. Zvyčajne sa používajú mydlové alebo olejové emulzie (pre niektoré použitia čistý olej). Teplo vznikajúce pri ťahaní je odvádzané mazivom, ktoré je nepriamo chladené vodou.

4.2.4 Tepelné spracovanie drôtu

Tepelné spracovanie drôtu má rôzne ciele. Preto sú k dispozícii rôzne druhy tepelného spracovania v závislosti od druhu ocele (nízkouhlíková/vysokouhlíková/nehrdzavejúca) a konečného použitia (požadovaná tvárnosť a pevnosť). Tepelným spracovaním sa takisto tepelne odstraňujú rezíduá mydla a mazív.

Značné percento produkcie odvetvia ťahania drôtu nevyžaduje žiadne tepelné spracovanie. Výrazná deformácia kryštálovej štruktúry kovu spôsobená ťahaním je prevažne pozitívnou vlastnosťou, pretože zvyšuje tvrdosť a pevnosť drôtu v axiálnom smere.

4.2.4.1 Poklopové žíhanie nízkouhlíkového oceľového drôtu

Ťahanie výrazne deformuje tvar kovových kryštálov drôtu. Žíhanie je jednou z niekoľkých metód na opakované získanie vhodného tvaru kryštálu. Poklopové žíhanie, ktoré sa zvyčajne používa pre nízkouhlíkový oceľový drôt na získanie veľmi mäkkého a tvárneho konečného výrobku, sa vykonáva v zvonových alebo téglikových peciach.

Poklopové žíhanie sa vykonáva umiestnením zvitkov ťahaného drôtu do komôr (nazývaných „tégliky" alebo „zvony"), naplnených ochranným plynom. Ochranný plyn je buď neutrálny, alebo redukčný. Najbežnejšími ochrannými plynmi sú dusík, vodík, zmesi dusíka a vodíka a čiastočne oxidovaný zemný plyn (alebo podobné palivo). Komory sa vyhrievajú zvonka, zvyčajne plynom alebo palivom. Zahriatie z izbovej teploty na maximálnu teplotu (približne 700 °C) trvá niekoľko hodín; opakované ochladenie tiež trvá niekoľko hodín. Aby sa udržal pretlak v „téglikoch" alebo „zvonoch", časť ochranného plynu sa kontinuálne vyplachuje.

V niektorých prípadoch sa drôt naolejuje ihneď po žíhaní.

4.2.4.2 Kontinuálne (priebežné) žíhanie nízkouhlíkového oceľového drôtu

Kontinuálne žíhanie alebo prameňové žíhanie má podobný cieľ ako poklopové žíhanie: obnoviť vhodnú kryštálovú štruktúru ocele v drôte po ťahaní. Požadovaný tvar kryštálov a vlastnosti kovu sa však líšia od tých, ktoré sú požadované pri použití poklopového žíhania. Kontinuálne žíhanie je typická metóda tepelného spracovania nízkouhlíkových výrobkov.

Prameňové žíhanie prameňov je rýchly kontinuálny proces. Drôt sa zahrieva na teplotu rekryštalizácie (500 – 700 °C), udržiava sa na nej niekoľko sekúnd a opäť sa ochladzuje kalením vo vodnom kúpeli.

Bežná linka je vybavená pre 15 – 50 drôtov a je charakterizovaná konkrétnym r x p (rýchlosť drôtu x priemer drôtu). To znamená, že drôty s rôznymi priemermi môžu byť spracované spoločne na tej istej linke, ale čím väčší je priemer drôtu, tým nižšia je jeho rýchlosť. Moderné linky majú r x p 100 – 200 m/min. x mm (inými slovami, 1 mm drôt sa spracúva rýchlosťou 100 – 200 m/min.). Pre špeciálnych drôtoch sa používajú linky pre niekoľko alebo len jeden drôt a/alebo prevádzkované pri nižšom r x p. Prameňové žíhanie sa často kombinuje na jednej výrobnej linke s inými jednotkovými procesmi,
napr. s nanášaním povlakov ponorom do roztaveného kovu.

Drôt sa bežne zahrieva prechodom cez kúpeľ roztaveného olova. Na prameňové žíhanie je nevyhnutný rýchly ohrev. Vzhľadom na veľmi vysoký súčiniteľ prestupu tepla olova (3 000 $W/m^2.K$) sa rovnováha medzi teplotou drôtu a olovnatého kúpeľa dosiahne po niekoľkých sekundách. Ostatné metódy ako rúra alebo indukčný ohrev sú alternatívami len v niektorých špecifických oblastiach, napr. jednodrôtových linkách, linkách s nízkymi rýchlosťami alebo linkách skonštruovaných na prevádzku len s jedným priemerom naraz.

Po tepelnom spracovaní sa drôt zvyčajne kalí vo vode. Po tomto môže nasledovať priebežné morenie teplou alebo studenou HCl na odstránenie oxidov, čím sa takisto čiastočne rozpúšťa potenciálne vlečené olovo. Môžu sa použiť aj iné kyseliny alebo elektrolyticky podporované morenie. Po morení nasleduje preplachovacia kaskáda. V niektorých prevádzkach sa morenie vykonáva ako prvá operácia nasledujúceho kroku procesu. Morenie sa často vynecháva po tepelnom spracovaní v ochrannej atmosfére.

4.2.4.3 Kontinuálne (priebežné) žíhanie drôtu z nehrdzavejúcej ocele

Drôt z nehrdzavejúcej a vysokolegovanej ocele sa kontinuálne žíha, aby sa získali vhodné vlastnosti kryštálovej štruktúry kovu pre (ďalšie) činnosti ťahania. Pri nehrdzavejúcej oceli sa tepelné spracovanie vykonáva v atmosfére ochranného plynu. Ak by sa nepoužila ochranná atmosféra, drôt z nehrdzavejúcej ocele by zoxidoval; odstránenie týchto oxidov by si vyžadovalo morenie špeciálnymi kyselinami ako HNO_3, HNO_3/HF atď. (v porovnaní s výrobou pásov z nehrdzavejúcej ocele). Použitý teplotný profil sa líši podľa druhu (obsahu Ni, Cr alebo iných legujúcich prvkov) spracúvanej nehrdzavejúcej ocele (700 – 1 100 °C).

Drôt sa vedie cez rúrky alebo muflou pod ochranným plynom. Vypláchnutie ochranného plynu je podobné tomu, čo je opísané v prípade poklopového žíhania. Prvá časť rúr alebo mufle sa umiestňuje do rúry (nepriamy ohrev drôtu); druhá časť sa ochladzuje nepriamo, napr. chladením vodou. Ohrev sa môže vykonávať elektricky (odporový ohrev, indukčný ohrev) alebo spaľovaním. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

4.2.4.4 Patentovanie

Patentovanie je metóda tepelného spracovania, ktorá sa zvyčajne používa pri výrobkoch z vysokouhlíkovej a legovanej ocele na vytvorenie špeciálnej kryštálovej štruktúry, ktorá umožňuje ďalšiu ľahkú deformáciu. V kontraste so žíhaním, pri ktorom majú železo a zlúčeniny železa a uhlíka tendenciu sa oddeľovať, patentovanie vytvára štruktúru, v ktorej je uhlík homogénne rozložený v železe.

Patentovanie sa vykonáva zahriatím drôtu na 850 – 1 000 °C, potom rýchlym ochladením na 450 – 600 °C a udržiavaním drôtu pri tejto teplote určitý čas, a nakoniec ochladením vo vode. Patentovanie sa zvyčajne vykonáva kontinuálne a často v kombinácii s inými jednotkovými procesmi, napr. nanášaním povlakov ponorom do roztaveného kovu.

Ohrev na 850 – 1 000 °C sa vykonáva v rúre, kde je drôt v kontakte so spalinami. Medzichladenie a udržiavanie drôtu pri 450 – 600 °C sa vykonáva v olovnatom kúpeli. V prípade malých liniek určených pre špeciálne drôty (napr. jemné priemery alebo jednodrôtové linky) sa môžu použiť iné metódy ohrevu, ako je ohrev v atmosfére ochranného plynu, a elektrické rúry. V prípade patentovania hrubých priemerov sa niekedy používa kúpeľ z roztavených solí.

V rúre ohrievanej palivom sa v horákoch používa mierne podstechiometrická zmes. Týmto spôsobom sa z atmosféry rúry vylúči všetok O_2, aby sa minimalizovala tvorba oxidov železa na povrchu drôtu. Nadmerná tvorba oxidu železa vedie k vysokým stratám drôtového materiálu a k nadmernej spotrebe moriacej kyseliny, ako aj k nadmernému vynášaniu olova.

Konečné chladenie sa vykonáva kalením vo vodnom kúpeli, po ktorom nasleduje rovnaký postup ako pri kontinuálnom žíhaní.

4.2.4.5 Kalenie a popúšťanie oleja (olejové popúšťanie)

Kalením a popúšťaním oleja sa vytvára v oceli špeciálna kryštálová štruktúra s vysokým percentom martenzitu, čo má za následok zvýšenú tvrdosť a odolnosť proti opotrebeniu v kombinácii s dobrou húževnatosťou. Najprv sa drôt zahreje na 850 – 1 000 °C, po čom nasleduje rýchle ochladenie.

Ohrev sa zvyčajne vykonáva v ochrannej atmosfére pomocou elektriny (radiačný, indukčný ohrev) alebo spaľovaním. Vypláchnutie ochranného plynu je podobné tomu, čo je opísané v prípade poklopového žíhania. Kalenie sa zvyčajne vykonáva do oleja, ale môžu sa použiť aj iné kaliace prostriedky ako voda alebo voda s prísadami. (Poznámka: Hoci nie je neobvyklé kaliť do iných prostriedkov ako olej, bežným spôsobom označovania tohto procesného kroku je stále kalenie do oleja).

Kalenie do oleja je vždy nasledované popúšťaním alebo odstraňovaním napätia, aby sa odstránili napätia spôsobené extrémne rýchlym ochladením. Toto sa vykonáva opakovaným zahriatím drôtu na 300 – 500 °C. Zvyčajne sa používa bežná rúra s elektrickým ohrevom alebo priamym ohrevom typickým spaľovaným plynom, ale možno použiť aj indukčný ohrev.

4.2.4.6 Odstránenie napätia

Cieľom odstránenia napätia je odstrániť vnútorné napätia v drôte spôsobené predchádzajúcimi krokmi spracovania bez zmeny tvaru a štruktúry oceľového kryštálu. Vnútorné napätia môžu byť spôsobené deformáciou (mechanické napätia) alebo rýchlym ochladzovaním (tepelné napätia). Odstraňovanie napätia ako samostatný krok tepelného spracovania je typický procesný krok pri výrobe PC prameňa (drôt pre predpätý betón).

Odstraňovanie napätia sa môže vykonávať pri rôznych teplotách (200 – 500 °C), v závislosti od požadovaných charakteristík finálneho produktu. Zvyčajne sa používa bežná rúra s elektrickým ohrevom alebo priamym ohrevom typickým spaľovaným plynom, ale možno použiť aj indukčný ohrev. Po odstránení napätia sa drôt ochladzuje relatívne pomaly na vzduchu alebo vo vode. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

4.2.5 Priebežné morenie

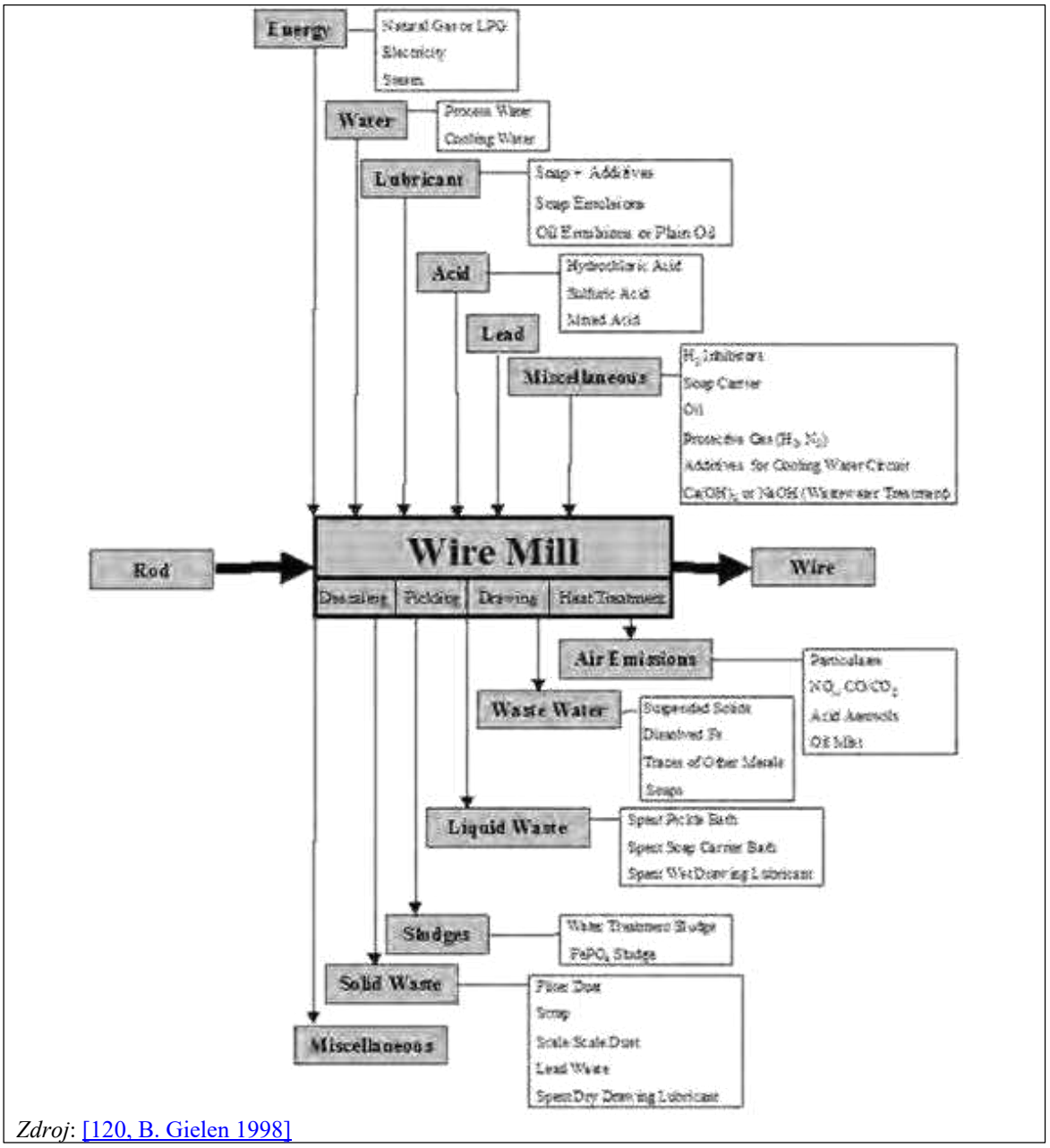
Priebežné morenie je typická operácia po tepelnom spracovaní a/alebo pred nanášaním povlakov na drôt ponorom do roztaveného kovu. Používa sa na čistenie drôtu a odstránenie oxidov kovov. Drôt kontinuálne prechádza cez jeden alebo viacero kyselinových kúpeľov. Najbežnejšou kyselinou je HCl, ale možno použiť aj iné kyseliny. Morenie

prebieha vo veľmi krátkom čase (niekoľko sekúnd); preto sa kyselina často ohrieva a/alebo používa v koncentrovanej forme. Po morení sa drôt opláchne vodou.

Konečná úprava drôtu zahŕňa nanesenie kovových alebo nekovových povlakov. Zinkovanie a priebežné morenie drôtu sú uvedené v kapitole 5 tohto dokumentu.

4.3 Súčasná spotreba a úrovne emisií v prípade ťahania drôtu

4.3.1 Prehľad tokov hmoty



Zdroj: [120, B. Gielen 1998]

Obrázok 4.3: Bilancia vstupov a výstupov pre prevádzku ťahania drôtu

V nasledujúcich oddieloch sa uvádzajú údaje o spotrebe a emisiách poskytnuté prevádzkami na výrobu drôtu (procesné kroky príprava valcovaného drôtu, ťahanie, tepelné spracovanie) v rámci EÚ, ktoré sa zúčastnili na zbere údajov o FMP v roku 2018 (celkovo sedem prevádzok). Prevádzky zo zberu údajov sú uvedené v oddiele 11.1.

4.3.2 Spotreba energie

Počas zberu údajov boli uvedené informácie o špecifickej spotrebe energie (t. j. MJ spotrebovanej energie na celkové množstvo spracovanej suroviny, vyjadrenej v t/rok). Tento oddiel sa zameriava najmä na spotrebu energie pri ťahaní drôtu. Päť prevádzok poskytlo údaje o špecifickej spotrebe energie pri ťahaní drôtu vo svojich príslušných výrobných linkách. Údaje o špecifickej spotrebe energie sa pohybovali v rozmedzí od 39 MJ/t do približne 1 062 MJ/t. Na obrázku
4.4 sa zobrazuje uvádzaná ročná špecifická spotreba energie na ťahanie drôtu za každú výrobnú linku.

4.3.3 Spotreba materiálu

4.3.3.1 Spotreba kyselín

Celkovo len dve prevádzky uviedli údaje o špecifickej spotrebe HCl za tri prevádzkové roky v prevádzkach na ťahanie drôtu. Uvedené hodnoty boli pod 0,5 kg 33-hmot.% kyseliny na m^2 upraveného (moreného) povrchu.

4.3.4 Spotreba vody

Na obrázku 4.5 sa zobrazujú údaje o špecifickej spotrebe vody na úrovni prevádzky za tri prevádzkové roky v prevádzkach ťahania drôtu, ktoré sa zúčastnili na zbere údajov. Celkovo za týchto päť prevádzok sa špecifická spotreba vody pohybovala od 0,1 m^3/t do 6,0 m^3/t. Vymedzenie špecifickej spotreby vody možno nájsť v oddiele 9.4.4.2.

4.3.5 Emisie do ovzdušia

4.3.5.1 Emisie do ovzdušia zo suchého ťahania

Emisie prachu
Z činnosti ťahania vzniká mydlový prach, ktorý možno regulovať správnym zapuzdrením a filtrovaním odsávaného vzduchu. [120, B. Gielen 1998]. Uvádzané údaje o emisiách prachu do ovzdušia zo suchého ťahania sú zobrazené na obrázku 4.6. Obrázok obsahuje merania uvádzané tromi prevádzkami za tri prevádzkové roky. Emisie prachu boli uvedené celkovo za 13 emisných bodov. Emisné koncentrácie sa pohybovali od 0,4 mg/Nm^3 do 61,8 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 0,002 kg/h do 0,6 kg/h.

4.3.5.2 Emisie do ovzdušia z ohrevu

V prevádzke na ťahanie drôtu môžu emisie do ovzdušia vytvárať tri druhy pecí vrátane žíhacích (poklopových a kontinuálnych) a patentovacích.

Poklopové žíhanie
Emisie z poklopových žíhacích pecí pozostávajú z produktov spaľovania z ohrevu a malého prúdu ochrannej atmosféry (vyplachovanie) obsahujúceho produkty rozkladu mazív. Tvoria sa pyrolýzou/krakovaním molekúl maziva; typickými produktmi rozkladu sú olefíny a alkány s nízkou molekulovou hmotnosťou.

Kontinuálne žíhanie
Kontinuálne žíhanie v olovnatom kúpeli pozostáva z olovnatého kúpeľa nasledovaného kalením do vody. Emisie do ovzdušia vznikajú vo forme prachu (krycí materiál kúpeľa vrátane malých množstiev Pb) a produktov pyrolýzy mydla (VOC, CO, atď.). [121, Gielen 1999]

Patentovanie
V prípade patentovacej linky pozostávajúcej z pece s priamym kontaktom medzi drôtom a spaľovacími plynmi, olovnatého kúpeľa a kaliaceho kúpeľa sú odpady a emisie takéto:

Emisie do ovzdušia vznikajú z pece. Pec sa ohrieva na 850 – 1 000 °C pomocou zemného plynu (alebo podobného paliva bez obsahu síry) a s miernym nedostatkom O_2. Čerstvý vzduch sa mieša s horúcimi odpadovými plynmi rúry, aby sa CO pred vypustením do atmosféry premenil na CO_2. NO_x a SO_2 sú v tomto prúde zanedbateľné: redukčná atmosféra/palivo neobsahuje síru. Olovnatý kúpeľ sa používa na chladenie; na rozdiel od olovnatého kúpeľa používaného na žíhanie nedochádza k spaľovaniu reziduálneho maziva, takže emisie do ovzdušia sú obmedzené na prach (krycí materiál kúpeľa obsahujúci stopy Pb). [121, Gielen 1999]

Emisie prachu
Uvádzané údaje o emisiách prachu do ovzdušia z ohrevu suroviny (žíhanie) sú zobrazené na obrázku 4.7. Obrázok obsahuje merania na úrovni 3 % O_2 uvádzané dvomi prevádzkami za tri prevádzkové roky. Emisie prachu boli uvedené celkovo za tri emisné body. Koncentrácie emisií prachu sa pohybovali od 4,0 mg/Nm^3 do 35,2 mg/Nm a emisné zaťaženia sa pohybovali od 1,1 kg/h do 19,1 kg/h. [16, FMP TWG 2018]

Emisie SO_2
Uvádzané údaje o emisiách SO_2 do ovzdušia z ohrevu suroviny (žíhanie) sú zobrazené na obrázku 4.8. Obrázok obsahuje merania na úrovni 3 % O_2 uvádzané jednou prevádzkou za tri prevádzkové roky. Emisie SO_2 boli uvedené celkovo za dva emisné body. Hodnoty uvádzaných emisných koncentrácií sa pohybovali od 2,0 mg/Nm^3 do 4,3 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 1,0 kg/h do 4,0 kg/h. [16, FMP TWG 2018]

Emisie NO_X a CO
Uvádzané údaje o emisiách NO_X a CO do ovzdušia z ohrevu suroviny (žíhanie) sú zobrazené na obrázku 4.9. Obrázok obsahuje merania NO_X a CO na úrovni 3 % O_2 uvádzané tromi prevádzkami za tri prevádzkové roky. V prípade prevádzky 301 WD1 (patentovacia pec) sa uvádzali veľmi nízke emisie NO_X (pod 10 mg/Nm^3) a emisie CO sa pohybujú od 190 mg/Nm^3 do 240 mg/Nm^3. V prípade prevádzok 24 WD a 301 WD2 (poklopové žíhanie) sa emisie NO_X pohybovali od 140 do 260 mg/Nm^3 a emisie CO sa pohybovali od 160 mg/Nm^3 do 240 mg/Nm^3. [16, FMP TWG 2018]

4.3.5.3 Emisie do ovzdušia z morenia

Emisie HCl
Keď sa nechá valcovaný drôt odkvapkávať, môžu sa mechanicky tvoriť aerosóly (malé častice HCl alebo H_2SO_4). Okrem toho sa z kúpeľa HCl odparujú výpary a môže sa tvoriť H_2, pokiaľ tomu nezabráni inhibítor. Kyslé výpary z kúpeľov sa odsávajú. Niekedy je potrebné pranie, v závislosti od typu a koncentrácie kyseliny. [120, B. Gielen 1998]

Po kontinuálnom žíhaní v olovnatom kúpeli nasleduje kontinuálne morenie v kúpeli HCl. Z dôvodu krátkeho času zotrvania sa používa ohriata a koncentrovaná HCl. Výpary HCl sa odstraňujú vypieraním z plynných výstupných prúdov z kúpeľa HCl. [120, B. Gielen 1998], [121, Gielen 1999]

Uvedené údaje o emisiách HCl do ovzdušia z morenia valcovaného drôtu sú zobrazené na obrázku 4.10. Emisie HCl boli uvedené celkovo za štyri emisné body na základe celkovo 27

meraní. Emisné koncentrácie sa pohybovali od 1,3 mg/Nm^3 do 24,4 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 0,05 kg/h do 0,3 kg/h. [16, FMP TWG 2018]

4.3.6 Emisie do vody

Kontinuálne žíhanie a patentovanie
Odpadové vody vznikajú z oplachovej vody z preplachovacej kaskády po kúpeli v HCl a z práčky. [120, B. Gielen 1998], [121, Gielen 1999]

Pri používaní kúpeľa roztaveného olova na patentovanie alebo kontinuálne žíhanie oceľových drôtov v odvetví ťahania drôtov je vznik kyslého prúdu odpadových vôd obsahujúceho relatívne vysoké koncentrácie olova nevyhnutný. V podstate sa malé množstvá olova vynášajú z olovnatého kúpeľa, aj keď sa plne uplatňuje technika zameraná na minimalizáciu prenosu olova (pozri oddiel 4.4.6.2). V dôsledku toho sa pozorujú koncentrácie olova v rozmedzí od 0,5 do 5 mg/l v následnom moriacom kúpeli a v použitých roztokoch kyseliny chlorovodíkovej. Ďalšie vynášanie moriacich roztokov s drôtmi do preplachovacej kaskády všeobecne vedie k vzniku kyslej odpadovej vody s koncentráciami olova v rozmedzí od 10 do 100 mg/l pri prietokoch v rozmedzí od 100 do 1 000 l/h, v závislosti od počtu a priemerov drôtov. Tieto kyslé odpadové vody sa upravujú spolu so všetkými ostatnými kyslými odpadovými vodami v spoločnej čistiarni odpadových vôd. Odstraňovanie olova (a iných stopových kovov) sa zvyčajne vykonáva úpravou hodnoty pH odpadovej vody na hodnoty v rozmedzí od 8 do 10, aby sa olovo (a iné stopové kovy) vyzrážali ako hydroxidy, ktoré majú pri tomto rozsahu pH tiež relatívne nízku rozpustnosť.

Pri zbere údajov boli emisie olova do vody pochádzajúce z postupov ťahania drôtu, pri ktorých sa používa olovo (t. j. olovnaté kúpele), uvádzané prevádzkou 301WD a prevádzkou 24WWP, s rozsahom koncentrácií olova od 3 do 200 µg/l a od 9 do 96 µg/l, v uvedenom poradí.

V prípade prevádzok na ťahanie drôtov používajúce olovnaté kúpele môže použitie alkalických chemikálií, ako sú NaOH alebo $Ca(OH)_2$, zvyčajne znížiť koncentráciu olova na 200 – 300 µg/l, ale v kombinácii s nadbytkom koagulantov sa táto koncentrácia môže ďalej znížiť na 20 – 40 µg/l. [122, R. Grommen 2020]

Chladiaca voda
Pri suchom ťahaní môžu stopy mydla kontaminovať odkal z chladiacej veže, ak ťahací stroj nie je dobre udržiavaný. [120, B. Gielen 1998] Kontaminácia chladiacej vody nastáva oveľa menej často pri mokrých ťahacích strojoch ako pri suchých ťahacích strojoch. Chladiaca voda z poklopového žíhania nie je kontaminovaná a môže sa použiť na chladenie niektorých častí pece. [118, B. Gielen, Bekaert 1998], [120, B. Gielen 1998]

Všetky údaje týkajúce sa emisií do vody z procesov WD sú uvedené v oddiele 7.2.1 dokumentu, v ktorom sa zobrazujú údaje o emisiách do vody za všetky odvetvia v zlúčenom formáte.

4.3.7 Rezíduá

Mechanické odstraňovanie okovín
Mechanickým odstraňovaním okovín sa vytvára tuhý odpad: okoviny, pozostávajúce hlavne z oxidov železa (FeO a Fe_3O_4) plus stopy iných oxidov kovov, v závislosti od legujúcich prvkov a nečistôt vo valcovaných drôtoch. Najbežnejšou technikou odstraňovania okovín z drôtu (t. j. ohýbanie drôtu) sa vytvárajú pomerne hrubé okoviny len so zanedbateľným množstvom prachu.

Zariadenia na pieskovanie, kefovanie a brokovanie vytvárajú relatívne jemné okoviny a sú vybavené filtračným systémom na zachytávanie prachu z okovín. Pri použití brokovania sa okoviny zmiešajú s podielom brokovacieho média, ktorý sa nezhodnotí.

Okoviny nie sú kontaminované olejom ani vodou, čo je bežné v odvetví výroby pásov. Veľmi jemné okoviny (napr. filtračný prach) predstavujú riziko požiaru alebo výbuchu.

Chemické odstraňovanie okovín/morenie
Pri chemickom odstraňovaní okovín vzniká kvapalný odpad vo forme použitej HCl alebo H_2SO_4. [120, B. Gielen 1998] Vznikajúci kvapalný odpad predstavujú použité kyseliny, čiastočne premenené na kovové soli kontaminované železom, olovom, stopami iných kovov a anorganickými nerozpustnými tuhými látkami. [120, B. Gielen 1998], [121, Gielen 1999]

Použitie mydlového nosiča
Pri použití povlaku Zn-PO_4 sa vytvára hrubý kal alebo usadenina $FePO_4$ obsahujúca stopy zinku, rozpustných fosfátov a chlorečnanu alebo dusitanu pochádzajúce z kúpeľa Zn-PO_4. Taktiež môže vznikať použitý mydlový nosič ako kvapalný odpad. [120, B. Gielen 1998]

Suché ťahanie
Po činnostiach suchého ťahania zostáva použité mazivo pozostávajúce hlavne zo samotného ťahacieho mydla (zvyčajne alkalická soľ prírodnej mastnej kyseliny + prísady), kontaminovaného produktmi degradácie, ktoré sú výsledkom ohrievania maziva v matriciach, nosič mydla a častice kovov ako Fe alebo Zn, v závislosti od povrchov drôtu. Okrem toho vzniká odpad z poškodených matríc. [120, B. Gielen 1998]

Mokré ťahanie
Mokré ťahanie sa vykonáva vo vodnej emulzii mydla alebo oleja. Táto emulzia sa postupne kontaminuje vťahovaním rôznych produktov z predchádzajúcich procesných krokov, rozpúšťaním alebo odieraním kovu z povrchu drôtu (Fe alebo iné kovy, ak je drôt potiahnutý v predchádzajúcom kroku) a tepelnou alebo biologickou degradáciou. Výsledkom je, že mazivo pre mokré ťahanie je potrebné z času na čas vymeniť; frekvencia výmeny sa môže znížiť nepretržitým odstraňovaním niektorých nečistôt dekantáciou alebo filtráciou.

Ďalšie toky odpadu tvoria poškodené matrice a odkal z chladiacich veží, pričom tieto toky by mohli byť kontaminované stopami emulzie, ak nie je výmenník tepla riadne udržiavaný.

Kontinuálne žíhanie
Kontinuálne žíhanie v olovnatom kúpeli pozostáva z olovnatého kúpeľa nasledovaného kalením do vody. Tento proces vedie k tuhým odpadom vo forme oxidov olova a krycieho materiálu kúpeľa kontaminovaného olovom. Odpadová voda vzniká ako prepad z kaliaceho kúpeľa; tento tok obsahuje určité množstvo Pb. Emisie do ovzdušia vznikajú vo forme prachu (krycí materiál kúpeľa vrátane malých množstiev Pb) a produktov pyrolýzy mydla (VOC, CO, atď.). [121, Gielen 1999]

Patentovanie
Pri patentovaní vzniká tuhý odpad z olovnatého kúpeľa vo forme oxidov olova a použitého krycieho materiálu kúpeľa. [121, Gielen 1999]

V tabuľke 4.2 sa zobrazujú uvádzané údaje o špecifickej tvorbe použitej HCl, okovín a odpadu za tri prevádzkové roky v prevádzkach na ťahanie drôtu.

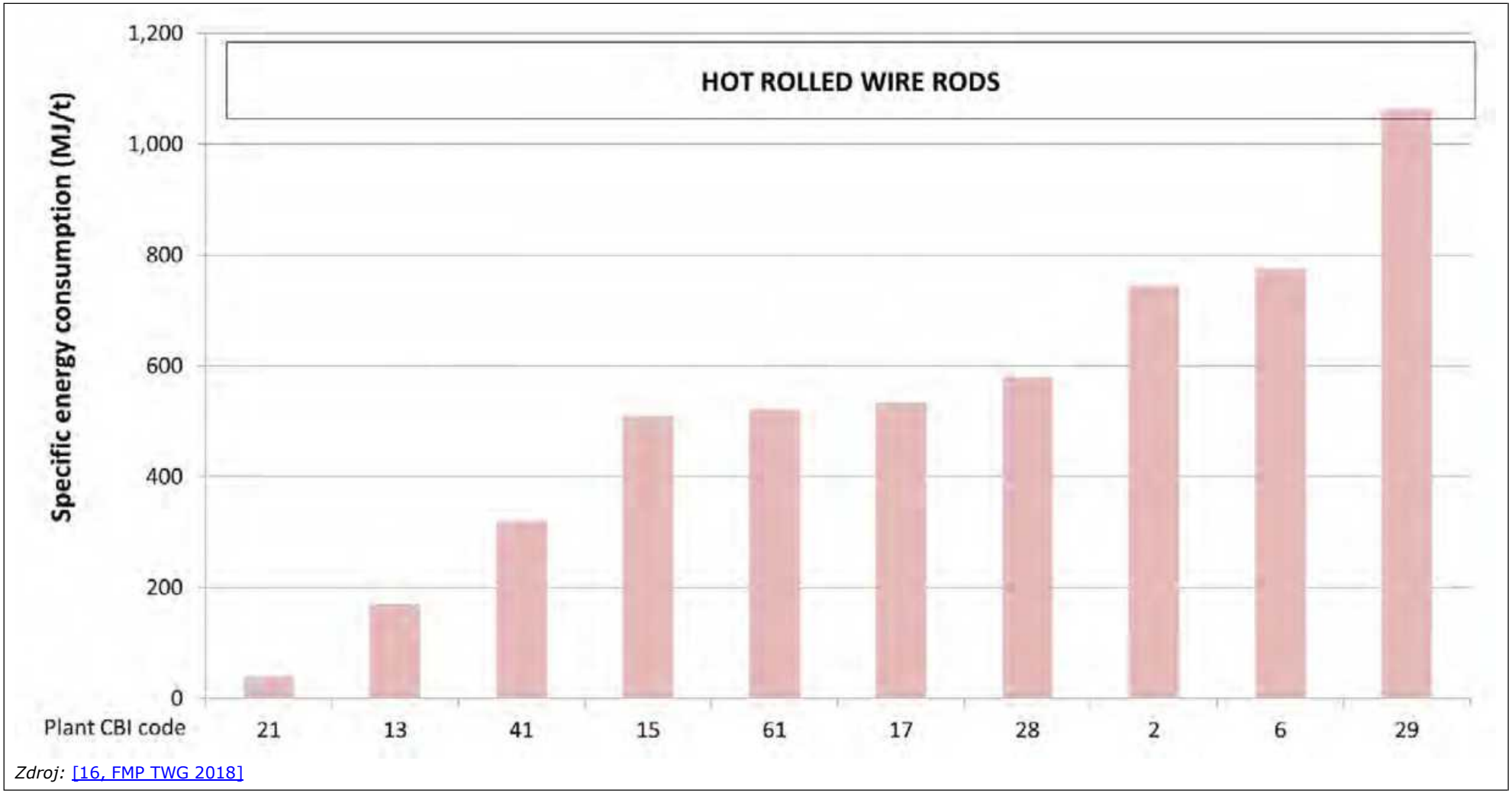
Tabuľka 4.2: Špecifická tvorba rezíduí v prevádzkach na ťahanie drôtu

Rezíduum	Špecifická tvorba v kg/t
Použitý moriaci roztok HCl	41 – 47
Okoviny	2,4
Šrot	1,8
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]	

4.3.8 Údaje o spotrebe a úrovniach emisií

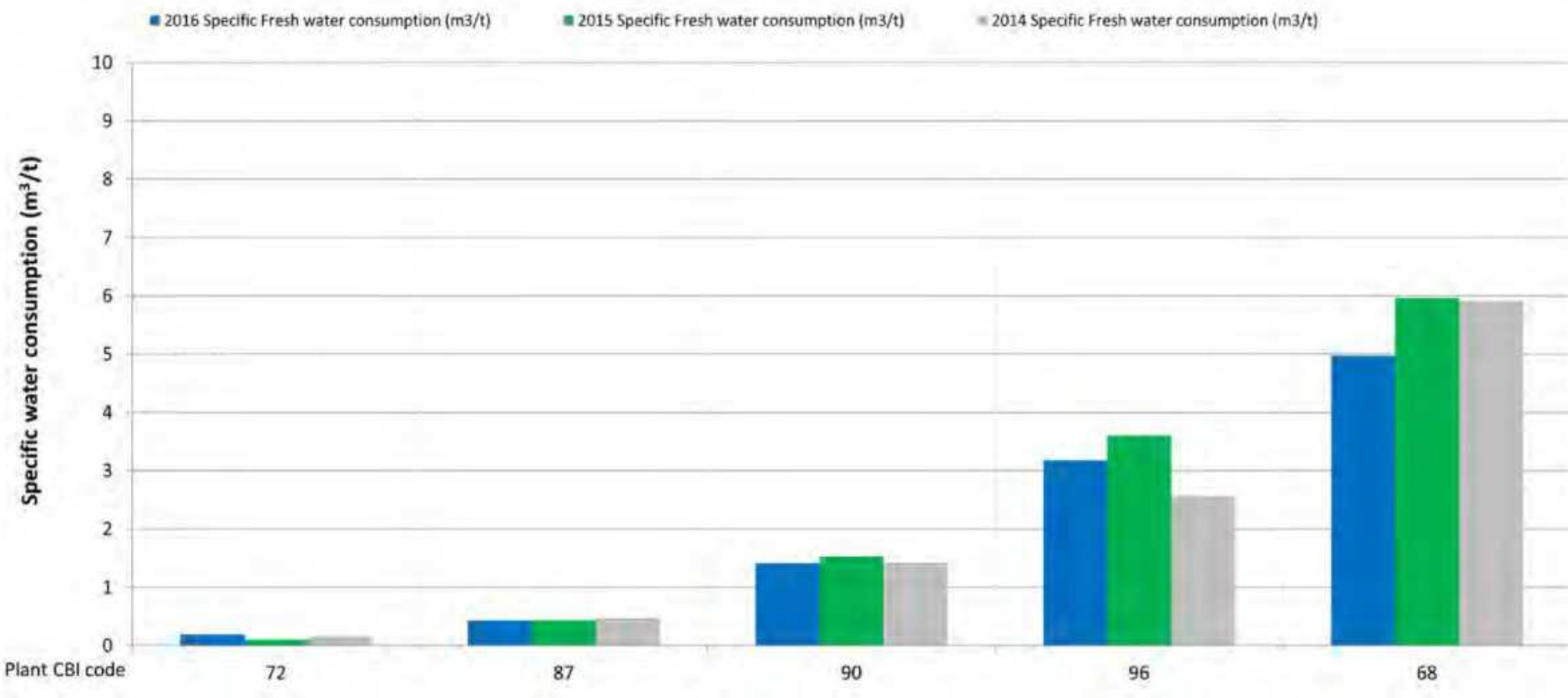
Údaje o spotrebe energie, materiálov a vody prevádzkovatelia prevádzok považovali za dôverné obchodné informácie (CBI). V záujme zachovania dôvernosti údajov sa názvy prevádzok v grafoch priamo neuvádzajú, ale sú nahradené anonymizovanými a náhodne pridelenými kódmi CBI. Okrem toho nie sú zahrnuté žiadne kontextové informácie (napr. procesné parametre alebo použité techniky), pretože by mohli odhaliť identitu prevádzok. Všetky údaje o spotrebe sú uvedené vo vzostupnom poradí podľa maximálnych hodnôt mernej spotreby energie.

Údaje týkajúce sa emisií do ovzdušia, ktoré sa uvádzajú v tomto oddiele, sa skladajú z niekoľkých častí. V hornej časti obrázka sa zobrazujú všetky merania uvedené prevádzkami počas troch rokov vykazovania a príslušné hmotnostné toky. Pri spaľovacích procesoch sa vynesené hodnoty koncentrácie vždy vzťahujú na referenčnú úroveň kyslíka 3 %. Pod osou x sú uvedené dodatočné kontextové informácie, ako napríklad kód emisného bodu, frekvencia monitorovania, kategória ocele, rýchlosť ťahania a teplota žíhania. Informácie o použitých kandidátoch BAT sú tiež zahrnuté v grafoch. Pri spaľovacích procesoch (žíhanie) sa v prípade dostupnosti uvádza aj druh použitého paliva. V prípade údajov týkajúcich sa emisií NO_x sú vynsené aj zodpovedajúce emisie CO. Vo všetkých prípadoch sú údaje zoradené vzostupne podľa maximálnych hodnôt koncentrácie za tri prevádzkové roky. Vysvetlenia skratiek použitých v grafoch sa nachádzajú v slovníku pojmov.



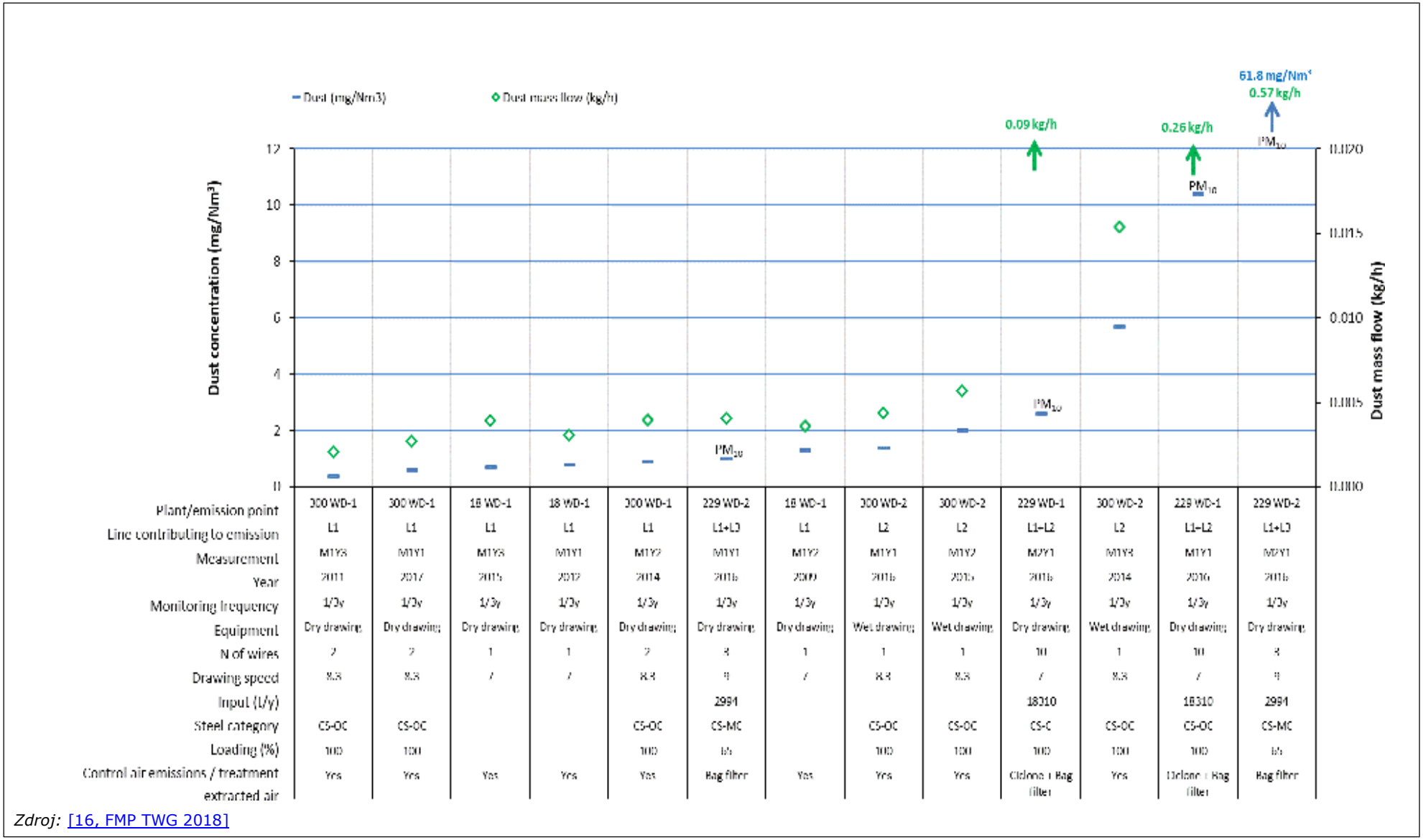
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 4.4: Špecifická spotreba energie (MJ/t spracovanej suroviny) pre ťahanie drôtu



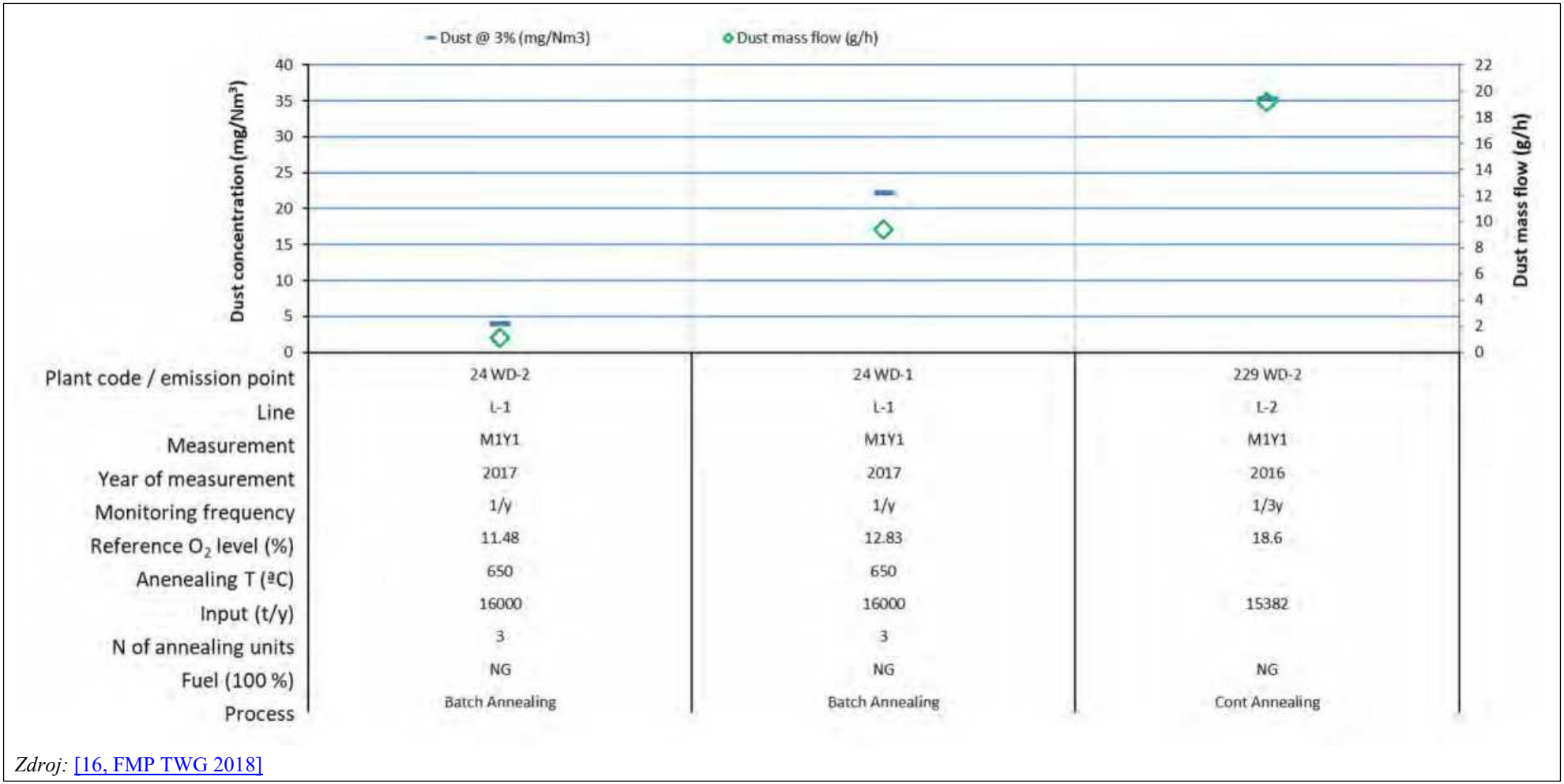
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 4.5: Špecifická spotreba vody (m^3/t produkcie) v prevádzkach ťahania drôtu



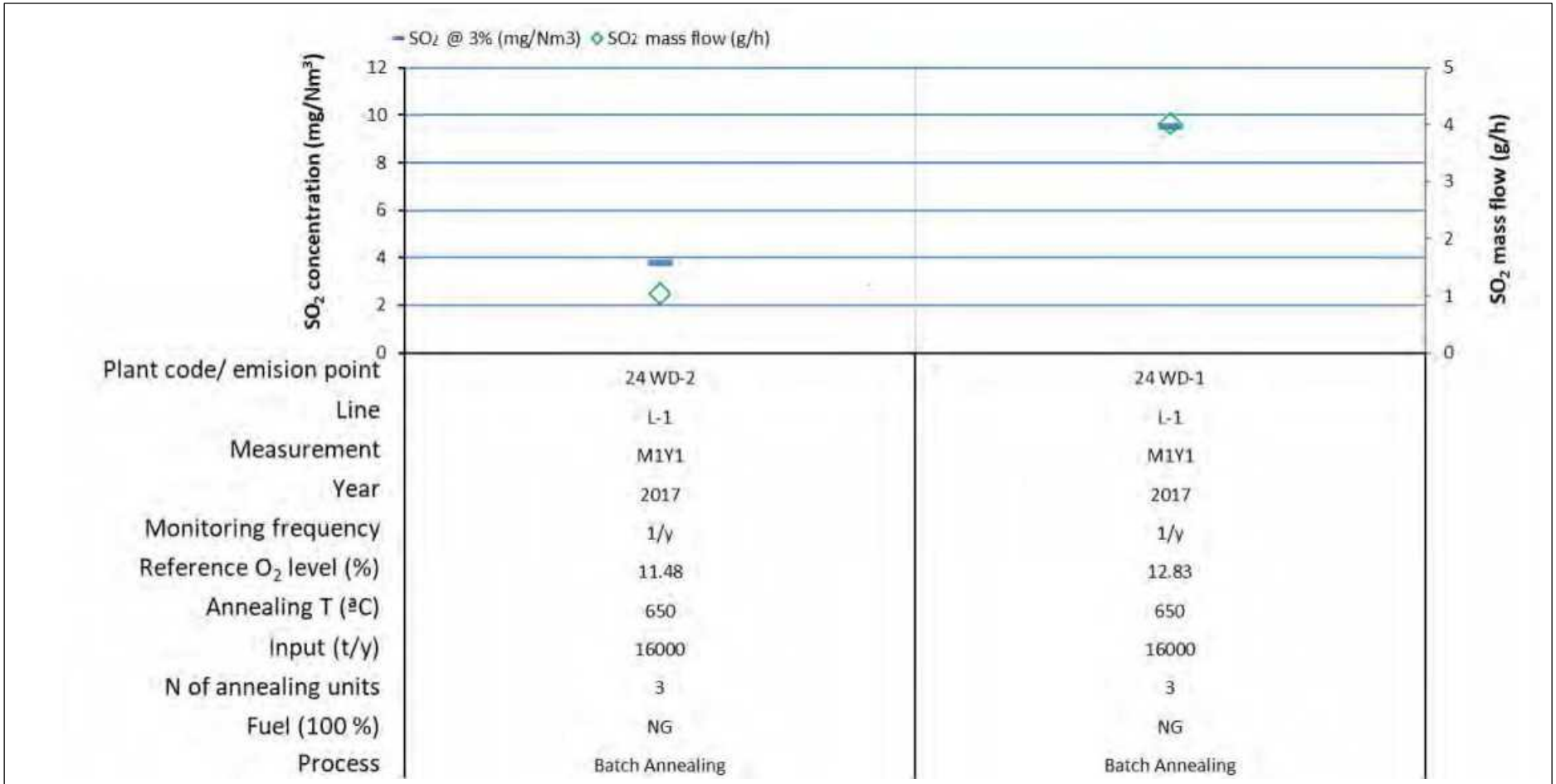
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 4.6: Emisie prachu z ťahania drôtu (mokré a suché ťahanie)



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 4.7: Emisie prachu z ohrevu surovín



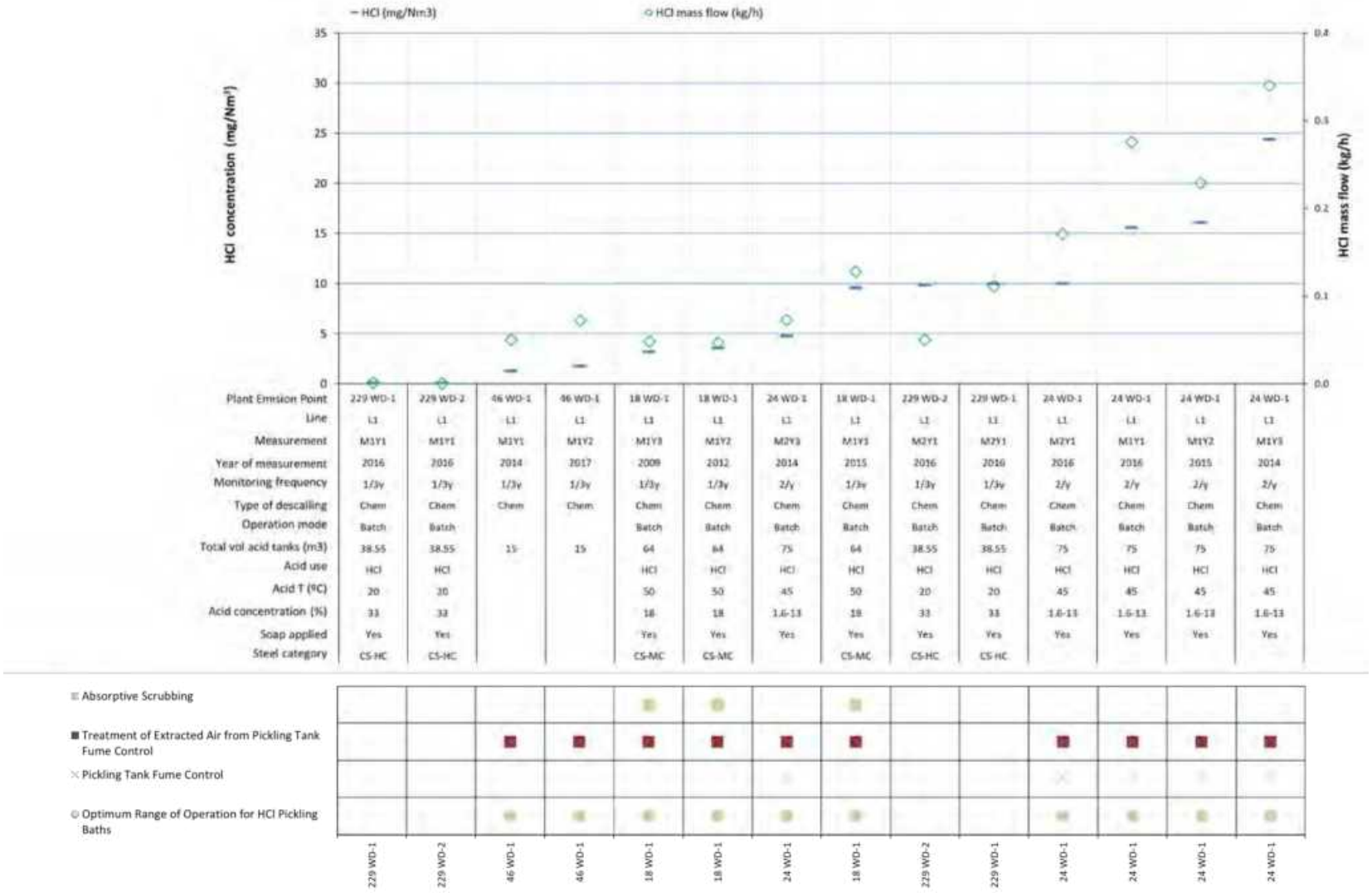
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 4.8: Emisie SO_2 z ohrevu surovín



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 4.9: Emisie NO_x a CO z ohrevu surovín



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 4.10: Emisie HCl z morenia valcovaného drôtu (mg/Nm³) v prevádzkach ťahania drôtu

4.4 Techniky, ktoré treba zohľadniť pri určovaní BAT o ťahaní drôtu

V tomto oddiele sa opisujú techniky (alebo ich kombinácie) a súvisiace monitorovanie, ktoré sa považujú za techniky s potenciálom na dosiahnutie vysokej úrovne ochrany životného prostredia pri činnostiach v rozsahu pôsobnosti tohto dokumentu. Opísané techniky budú zahŕňať použitú technológiu, ako aj spôsob, akým sa zariadenia navrhujú, budujú, udržiavajú, prevádzkové a vyraďujú z prevádzky.

Zahŕňa systémy environmentálneho manažérstva, ako aj techniky integrované do procesov a techniky na konci potrubia. 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 používania a opakovaného použitia. Opísané techniky sa týkajú aj prevencie alebo obmedzenia environmentálnych dôsledkov nehôd a incidentov. Zahŕňajú tiež prevenciu alebo zníženie emisií za iných ako bežných prevádzkových podmienok (akými sú činnosti spúšťania a odstavenia, úniky, poruchy, krátkodobé prerušenia a definitívne ukončenie prevádzky).

V prílohe III k smernici sa uvádza počet kritérií na určenie BAT a informácie v tejto kapitole sa týkajú týchto úvah. V tabuľke 2.15 je v čo najväčšej miere použitá štandardná štruktúra na uvedenie informácií o každej technike, aby sa umožnilo porovnanie techník a posúdenie na základe definície BAT v smernici.

Táto kapitola nemusí nevyhnutne obsahovať vyčerpávajúci zoznam techník, ktoré by sa mohli v tomto odvetví uplatniť. Môžu existovať alebo byť vyvinuté aj iné techniky, ktoré by sa mohli zohľadniť pri určovaní BAT pre jednotlivé zariadenia.

V kapitole 8 sa rozoberajú všeobecné techniky (t. j. tie, ktoré sa bežne používajú), ktoré by mohli byť použiteľné aj pri ťahaní drôtu. Tieto techniky sa v tomto oddiele bežne neopakujú, pokiaľ neboli sprístupnené informácie špecifické pre toto odvetvie.

4.4.1 Mechanické odstraňovanie okovín

4.4.1.1 Recyklácia okovín

Opis
Okoviny zachytené počas mechanického odstraňovania okovín spätným ohýbaním sa recyklujú do výroby železa a ocele na zhodnotenie obsahu železa; okoviny z brokovania si vyžadujú pred recykláciou oddelenie okovín od brokovacieho materiálu (pozri oddiel 4.4.1.2).

Technický opis
Prevažná časť odstraňovania okovín v odvetví drôtov sa vykonáva spätným ohýbaním, čo vedie k okovinám, ktoré pozostávajú hlavne z oxidov kovov a ktoré neobsahujú olej ani vodu. V dôsledku ohýbania a krútenia drôtu sa okoviny rozlámu a spadnú do zberných nádob. Všetky spoločnosti vyrábajúce drôty môžu udržiavať okoviny oddelené od ostatných tokov odpadu, aby umožnili zhodnotenie obsahu železa recykláciou v primárnom železiarskom a oceliarskom odvetví. To, či sa recyklácia uskutočňuje alebo nie, závisí vo veľkej miere od záujmu miestneho oceliarskeho odvetvia, ktoré má z recyklácie tohto malého množstva pomerne ťažko spracovateľnej druhotnej suroviny len malý prospech. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

V niektorých výnimočných prípadoch, kde sa používajú abrazíva (napr. brokovanie, brúsenie), sa okoviny zmiešavajú s inými produktmi. Zhodnotenie brokovacích médií z okovín je bežná prax s ekonomickými (nižšia spotreba) aj environmentálnymi (menej odpadu) výhodami. Nekonečná recyklácia nie je možná a nie je žiaduca (strata kvality, vyšší stupeň tvorby prachu).
[118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie odpadu. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

- Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.
- Technicky možné pre všetky okoviny z mechanického odstraňovania okovín drôtu (tyče).
- Obmedzenie recyklácie nie je spôsobené technickými faktormi, ale prijatím zo strany potenciálneho recyklátora. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zvýšená materiálová efektívnosť.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: Prevádzka 300 WD.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [118, B. Gielen, Bekaert 1998].

4.4.1.2 Zhodnotenie a opakované použitie brokovacieho média

Opis
Ak sa mechanické odstraňovanie okovín vykonáva brokovaním, brokovacie médiá sa oddelia od okovín a opakovane sa použijú.

Technický opis
Brokovanie je možné ako priebežné alebo hromadné spracovanie. Spočíva vo vystreľovaní tisícov oceľových brokových častíc za sekundu smerom k povrchu materiálu. To spôsobuje, že sa okoviny rozlámu a odpadnú od základného kovu. Systém brokovania alebo abrazívneho čistenia pozostáva z týchto častí:

- kabíny na umiestnenie a izoláciu činnosti odstraňovania okovín,
- série otryskávacích kolies s rôznou výkonnosťou v závislosti od požadovaných rýchlostí linky, výrobných požiadaviek a pod.,
- systému na rekuperáciu použitých brokov alebo médií na ich vrátenie do recyklačného systému,
- recyklačného systému, v ktorom sa čistia médiá a odstraňujú malé čiastočky prachu a okovín,
- skladovacieho priestoru v systéme, kde sa broky skladujú pred ich opakovanou distribúciou do otryskávacích kolies,
- systému na zachytávanie prachu.

Otryskávacia kabína je uzavretý priestor, v ktorom prebieha proces odstraňovania okovín otryskávaním. Na kabíne je namontovaná séria otryskávacích kolies, ktoré vrhajú médium, zvyčajne oceľové broky, odstredivou silou smerom k drôtu.

Systém na rekuperáciu zabezpečuje prostriedky na získanie použitých brokov a prachu z činnosti odstraňovania okovín a privádza ich do recyklačného systému.

Recyklácia brokovacieho média zahŕňa oddelenie dobrého opakovane použiteľného média od kontaminantov a prachu nahromadeného v zmesi. Prechodom zozbieraného média cez vzduchový separátor sa jemný prach a menšie nečistoty odsávajú zo systému vákuovým efektom, pričom vyčistené častice brokovacieho materiálu sa vracajú do skladovacieho systému. Z tohto skladovacieho systému bude médium distribuované cez sériu regulačných prvkov alebo ventilov späť k otryskávacím kolesám. Synchronizáciou celého systému sa nepretržitý tok médií nasmeruje k drôtu, aby sa najrýchlejším a najefektívnejším spôsobom dosiahli požadované výsledky.

Prúdové odstraňovanie okovín
Táto metóda zahŕňa predbežné odstraňovanie okovín z valcovaného drôtu ohýbaním a krútením drôtu a fluidizáciou okovín získaných pri tomto odstraňovaní okovín. V špeciálnej komore sú fluidizované okoviny potom vháňané na povrch valcovaného drôtu pomocou prúdových čerpadiel a stlačeného vzduchu. Z tyče sa odstraňujú okoviny až na kovový povrch. Okoviny sa dopravujú stlačeným vzduchom do systému zberu prachu (cyklón, látkový filter). Hrubé okoviny sa vracajú do prúdových čerpadiel a znovu sa používajú. Jemné okoviny sa využívajú ako zložka pri výrobe farieb.

Táto metóda sa uvádza ako použiteľná pre nízkouhlíkové oceľové valcované drôty a vysokouhlíkové ocele. Ďalšou výhodou je, že nie sú potrebné žiadne iné médiá ako broky alebo piesok.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Okoviny sa zbierajú osobitne a môžu sa znovu použiť.
- Spotreba brokovacieho média sa znižuje.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Uvádzajú sa veľmi nízke počiatočné investičné náklady a priestorové požiadavky.

Hnacia sila implementácie
Materiálová efektívnosť.

Vzorové prevádzky
Prúdové odstraňovanie okovín: Prevádzka v Gliwiciach, Poľsko, použitie nízkouhlíkového drôtu, znížené výrobné náklady.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

4.4.2 Chemické odstraňovanie okovín/ morenie valcovaných drôtov

4.4.2.1 Regulácia emisií z morenia

Chemické morenie valcovaného drôtu sa väčšinou vykonáva v dávkovej prevádzke.
V niektorých prípadoch sa vykonáva aj priebežné morenie.

V prípade poklopového morenia sa uplatňujú všeobecné techniky na reguláciu emisií kyselín z moriacich nádrží, ktoré sú opísané v oddiele 8.8.4, vrátane:

- poklopového morenia v nádržiach vybavených vekom alebo uzatváracími poklopmi kombinovaného s odsávaním výparov (oddiel 8.8.4.1),
- mokrého čistenia, po ktorom nasleduje odlučovač kvapiek (oddiel 8.8.4.3).

V prípade kontinuálneho morenia sa uplatňujú všeobecné techniky na reguláciu emisií kyselín z moriacich nádrží, ktoré sú opísané v oddiele 8.8.4, vrátane:

- uzavretých moriacich nádrží kombinovaných s odsávaním vzduchu (oddiel 8.8.4.2),
- mokrého čistenia, po ktorom nasleduje odlučovač kvapiek (oddiel 8.8.4.3).

4.4.2.2 Zhodnotenie kyseliny

Moriace kyseliny používané v odvetví ťahania drôtov možno zhodnocovať pomocou všeobecných techník opísaných podrobnejšie v oddiele 8.6.5 vrátane:

- kryštalizácie pre H_2SO_4,
- zhodnocovania HCl odparovaním,
- pyrohydrolýzy pomocou rozprašovacieho praženia v prípade HCl.

4.4.2.3 opakované použitie použitej kyseliny ako druhotnej suroviny

Opis
Použitá kyselina môže byť využitá chemickým odvetvím ako druhotná surovina na výrobu $FeCl_3$ a v menšej miere na pigmenty.

Technický opis
Chemický priemysel využíva použitú kyselinu ako druhotnú surovinu na výrobu $FeCl_3$ a v menšej miere na výrobu pigmentov. Možnosť recyklácie použitej kyseliny na výrobu hodnotných chemikálií je dostupná v mnohých regiónoch Európy. Niektorí dodávatelia stanovujú alebo musia stanoviť prísne limity pre niektoré kovové nečistoty v použitých kyselinách. Niekoľko dodávateľov nedávno vyvinulo a patentovalo špeciálne procesy na odstránenie napríklad Zn alebo Pb z niektorých typov použitých kyselín. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie kyslého odpadu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zníženie množstva použitej kyseliny odosielanej na likvidáciu.

Vzorové prevádzky
Neuvedené pri zbere údajov o FMP.

Odborná literatúra
[118, B. Gielen, Bekaert 1998]

4.4.3 Suché ťahanie

4.4.3.1 Uzavretý ťahací stroj kombinovaný s odsávaním vzduchu a čistením emisií

Opis
Celý ťahací stroj je uzavretý, aby sa zabránilo rozptýleniu prachu, a odsáva sa vzduch, ktorý sa upravuje v textilnom filtri.

Technický opis
Nad časťami ťahacieho stroja, ktoré sú v kontakte s drôtom, je nainštalovaný kryt alebo clona. Kryt alebo clona musia byť skonštruované tak, aby sa dali ľahko odstrániť pri častých úkonoch, ako je prevliekanie drôtu cez stroj, oprava pretrhnutého drôtu, nastavenie alebo výmena matrice alebo pridanie mydla. Vzduch zvnútra krytu sa odsáva.

Odsávaný vzduch je čistený textilným filtrom, v ktorom sa zachytáva mydlový prach.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie emisií do ovzdušia, najmä fugitívneho mydlového prachu. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Niekoľko prevádzok uviedlo emisie prachu pod 2 mg/Nm^3 (napr. 300 WD1, 18 WD1, 229 WD2). [16, FMP TWG 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatnenie na existujúce prevádzky môže byť obmedzené usporiadaním prevádzky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Cieľom je obmedziť šírenie prachu z maziva na priestor okolo ťahacieho stroja. Úplné odstránenie mydlového prachu je nemožné (napr. mydlového prachu z ťahacieho stroja s ťahaným drôtom). Toto sa robí najmä na zlepšenie pracovného prostredia. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 18 WD, 229 WD, 300 WD.

Odborná literatúra
[118, B. Gielen, Bekaert 1998].

4.4.3.2 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií pre emisie z ťahacieho stroja

Opis
Emisie z ťahacieho stroja sa zachytávajú napríklad pomocou extrakcie poklopu alebo veka. Odsávaný vzduch je čistený textilným filtrom.

Technický opis
Keď nie je možné na ťahací stroj namontovať kryt na zachytávanie a odstraňovanie emisií, používa sa extrakcia poklopu alebo veka čo najbližšie k zdroju emisií. Odsávaný vzduch je čistený textilným filtrom, v ktorom sa zachytáva mydlový prach.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie emisií do ovzdušia, najmä fugitívneho mydlového prachu. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Cieľom je obmedziť šírenie prachu z maziva na priestor okolo ťahacieho stroja. Úplné odstránenie mydlového prachu je nemožné (napr. mydlového prachu z ťahacieho stroja s ťahaným drôtom). Toto sa robí najmä na zlepšenie pracovného prostredia. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Vzorové prevádzky
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Odborná literatúra
[118, B. Gielen, Bekaert 1998].

4.4.3.3 Uzavretý okruh pre chladiacu vodu

Opis
Voda, ktorá sa používa na chladenie matríc a drôtu, cirkuluje v uzavretom okruhu vybavenom mokrou chladiacou vežou, vzduchovým chladičom alebo podobným zariadením.

Technický opis
Proces ťahania zahrieva drôt aj matrice trením drôtu. Takže aj matrice, aj drôt (nepriamo, cez chladenie navíjacích bubnov v kontakte s drôtom) sú chladené vodou. Na opakované použitie chladiacej vody je vodný okruh vybavený mokrou chladiacou vežou, vzduchovým chladičom alebo podobným zariadením. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížená spotreba vody.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížená spotreba vody.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [118, B. Gielen, Bekaert 1998].

4.4.3.4 Použitie ťahacích mydiel s nízkym obsahom bóraxu

Opis
Ťahacie mydlá s nízkym obsahom bóraxu sa používajú ako alternatíva ku klasickým ťahacím mydlám s bóraxom.

Technický opis
Ťahacie mydlá s nízkym obsahom bóraxu, s obsahom bóraxu 6,5 % hmot. % alebo nižším, sa používajú na zvýšenie rýchlosti ťahania pri minimalizácii spotreby maziva a znížení emisií bóraxu do vody. Po morení a opláchnutí sa cievky drôtu alebo železné tyče ponoria do horúceho kúpeľa, „bóraxového kúpeľa", aby získali ochranný povlak. Aby sa zabezpečilo, že vytvorený povlak je zložený z pentahydrátu tetraboritanu sodného, teplota kúpeľa sa udržiava na približne 90 °C. Čas zotrvania by mala byť dostatočne dlhá, aby sa drôt mohol dôkladne zahriať. Po tomto sa bóraxový povlak buď suší na vzduchu, alebo sa rýchlo vypaľuje pri prevádzkových teplotách okolo 290 °C. Na predĺženie životnosti bóraxového kúpeľa je dôležité zabrániť tomu, aby sa kyseliny z predchádzajúceho čistiaceho procesu dostali do bóraxového kúpeľa. Dostatočné opláchnutie zvitkov a tyčí po morení je preto nevyhnutné. [123, Van Den Abeele L. 2017]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie strát borátov a emisií borátov do odpadovej vody.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Zvýšená spotreba vody na oplachovanie pred bóraxovým kúpeľom.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.
- Ťahacie mydlá s nízkym obsahom bóraxu sa môžu používať pri väčšine postupov ťahania drôtu.

Hospodárske vplyvy
Ceny ťahacích mydiel s nízkym obsahom bóraxu sú porovnateľné s tradičnými ťahacími mydlami.

Hnacia sila implementácie
Mydlá s nízkym obsahom bóraxu sú mimo rozsahu pôsobnosti nariadenia REACH.

Vzorové prevádzky
Prevádzka Bekaert na ťahanie drôtu (Belgicko):
prevádzka 24 WD. Prevádzka 301 WD.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [123, Van Den Abeele L. 2017].

4.4.4 Mokré ťahanie

4.4.4.1 Uzavretý okruh pre chladiacu vodu

Opis
Počas ťahania sa vytvára teplo. Väčšina tepla sa prenáša do maziva, ktoré je chladené chladiacou vodou.

Technický opis
Proces ťahania zahrieva drôt aj matrice trením drôtu. Toto teplo je absorbované mazivom. Mazivo sa následne ochladzuje; často sa to robí nepriamo pomocou chladiacej vody. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížená spotreba vody.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížená spotreba vody.

Vzorové prevádzky
Prevádzka zo zberu údajov: 300 WD2.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [118, B. Gielen, Bekaert 1998].

4.4.4.2 Čistenie ťahacieho maziva/chladiacej kvapaliny

Opis
Na čistenie maziva na ťahanie drôtu v záujme opakovaného použitia sa používa čistiaci okruh, napríklad s filtráciou a/alebo odstreďovaním.

Technický opis
Mazivá na ťahanie drôtov, vodou miešateľné olejové emulzie alebo čisté oleje akumulujú počas prevádzky kovové častice. Ako sa zvyšuje obsah jemných častíc, vznikajú prevádzkové problémy, ako sú pretrhnutia drôtu pri ťahaní, opotrebenie navíjacieho bubna a nízka kvalita drôtu, čo si vyžaduje výmenu maziva. Na čistenie maziva a predĺženie jeho životnosti sa používa filtrácia médií a/alebo odstreďovanie. [124, El-Hindi a kol. 1999]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie odpadu ťahacieho maziva. [124, El-Hindi a kol. 1999]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Čistenie ťahacieho maziva môže zlepšiť prevádzkové správanie, pretože znižuje prerušenia ťahania drôtu a zlepšuje kvalitu drôtu (čím sa tiež znižujú prevádzkové problémy v nadväzujúcich procesoch). [124, El-Hindi a kol. 1999]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Vznik odpadových filtračných médií. [124, El-Hindi a kol. 1999]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zvýšená materiálová efektívnosť.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [124, El-Hindi a kol. 1999].

4.4.4.3 Spracovanie odpadových ťahacích mazív: olej a olejové emulzie

Opis
Organická fáza sa oddelí od vodnej fázy, napr. zberaním alebo štiepením emulzie vhodnými prostriedkami, odparovaním alebo membránovou filtráciou. Organická fáza sa môže použiť na iné účely (napr. ako palivo).

Technický opis
Pozri oddiel 8.9.14.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížený objem odpadu.
- V prípade spaľovania tepelné zhodnocovanie odpadu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Znížené náklady na likvidáciu odpadu.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zníženie kontaminácie odpadových vôd.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

4.4.4.4 Úprava a zneškodňovanie odpadu z ťahacieho maziva: mydlové emulzie

Opis
Ak sú množstvá malé, použité mazivo sa zmieša s ostatnými odpadovými vodami. Ak sú množstvá porovnateľne významné, použité mazivá sa upravujú samostatne koaguláciou a zrážaním, koaguláciou a flotáciou, membránovou filtráciou, odparovaním alebo akýmikoľvek inými vhodnými metódami.

Technický opis
Pri mydlových emulziách na báze alkalického mydla z mastných kyselín závisí spracovanie od množstva odpadového maziva. Ak sú množstvá malé v porovnaní s ostatnými odpadovými vodami prevádzky, použité mazivo sa zmieša s ostatnými odpadovými vodami. Mydlá sú viazané vo filtračnom koláči počas takmer všetkých existujúcich metód úpravy vody v prípade kyslých odpadových vôd. Ak sa používa biologická úprava, mydlá z mastných kyselín sú ľahko biologicky rozložiteľné. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Ak sú množstvá porovnateľne významné, použité mazivá sa upravujú samostatne koaguláciou a zrážaním, koaguláciou a flotáciou, membránovou filtráciou, odparovaním alebo akýmikoľvek inými vhodnými metódami. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížené emisie do vody.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Tvorba kalu a filtračného koláča z úpravy vody.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zníženie kontaminácie odpadových vôd.

Vzorové prevádzky
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Odborná literatúra
[118, B. Gielen, Bekaert 1998].

4.4.5 Poklopové žíhanie drôtu

4.4.5.1 Vypláchnutie ochranného plynu

Opis
Časť ochranného plynu, ktorá je kontinuálne vyplachovaná, obsahuje produkty rozkladu mazív a v niektorých typoch ochranných plynov horľavé zložky, ktoré sa v otvorenom plameni premieňajú na menej škodlivé produkty.

Technický opis
Aby sa udržal pretlak v „téglikoch" alebo „zvonoch", časť ochranného plynu sa kontinuálne vyplachuje. Tento tok plynu obsahuje okrem zložiek skutočného

ochranného plynu aj produkty rozkladu maziva. Tvoria sa pyrolýzou/krakovaním molekúl maziva; typickými produktmi rozkladu sú olefíny a alkány s nízkou molekulovou hmotnosťou. Tieto prchavé organické zložky a horľavé zložky v niektorých typoch ochranných plynov (CO, H_2) by mali byť premenené na menej škodlivé produkty. Keďže vypláchnutie predstavuje veľmi malý prietok horľavého plynu, jednoducho sa vykonáva v otvorenom plameni. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie emisií do ovzdušia.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[118, B. Gielen, Bekaert 1998]

4.4.6 Kontinuálne (priebežné) žíhanie nízkouhlíkového drôtu

4.4.6.1 Plávajúce ochranné vrstvy alebo kryty nádrží na povrchu olovnatých kúpeľov

Opis
Plávajúce ochranné vrstvy a kryty nádrží na povrchu olovnatých kúpeľov sa používajú na minimalizovanie tepelných strát, oxidácie olova a zníženie emisií do ovzdušia.

Technický opis
Na povrchu olovnatého kúpeľa sa udržiava plávajúca ochranná vrstva (častícový materiál) alebo kryt, aby sa minimalizovali straty olova oxidáciou, drasticky znížili energetické straty kúpeľa a znížili emisie prachu a olova do ovzdušia.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zvýšená energetická a materiálová efektívnosť.
- Zníženie emisií prachu a olova.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zníženie emisií olova na pracovisku.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[118, B. Gielen, Bekaert 1998].

4.4.6.2 Minimalizácia prenosu olova

Opis
Medzi techniky patrí použitie antracitového štrku na zoškrabanie olova a spojenie olovnatého kúpeľa s postupným morením.

Technický opis

- Zabrániť tvorbe prachu počas odstraňovania nečistôt z olovnatého kúpeľa.
- Minimalizovať vynášanie olova s drôtom udržiavaním vhodného stavu povrchu polotovaru (atraktívne z ekonomického aj environmentálneho hľadiska).
- Minimalizovať vynášanie olova s drôtom použitím antracitového štrku alebo podobného materiálu ihneď po olovnatom kúpeli.
- Použiť metódu, ktorou sa minimalizuje/eliminuje šírenie olovnatého prachu, ktorý sa môže vytiahnuť s drôtom. V mnohých výrobných linkách sa to dosahuje prepojením tepelného spracovania a priebežného morenia. Ďalšie metódy zahŕňajú povlakovanie drôtu vhodným výrobkom alebo prispôsobené balenie drôtu. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zvýšená materiálová efektívnosť.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Pozri oddiel 4.3.6.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Keď sa kúpele roztaveného olova používajú na patentovanie alebo kontinuálne žíhanie oceľových drôtov v odvetví ťahania drôtov, vzniku kyslého prúdu odpadovej vody obsahujúcej významné koncentrácie olova sa nedá vyhnúť, a to ani v prípade, že sa technika opísaná v tomto oddiele implementuje v kombinácii s nasledujúcimi dvomi technikami (minimalizácia vynášania moriacej kyseliny (pozri oddiel 8.6.2.9) a spätné kaskádové preplachy (pozri oddiel 8.7.5)) [122, R. Grommen 2020]. Ďalšie informácie o úprave kyslého odpadového prúdu obsahujúceho olovo sú uvedené v oddiele 4.3.6.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zníženie emisií olova na pracovisku a prenos do následného výrobného procesu.

Vzorové prevádzky
Široko používané.
Prevádzka 301 WD (priame a nepriame vypúšťanie) uviedla emisie olova 200 µg/l a 38 µg/l, obe na rovnakom emisnom bode 1. [122, R. Grommen 2020]

Odborná literatúra
[118, B. Gielen, Bekaert 1998], [122, R. Grommen 2020].

4.4.6.3 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju a úprava emisií z olovnatého kúpeľa

Opis
Emisie z olovnatého kúpeľa sa zachytávajú napríklad pomocou extrakcie poklopu alebo veka a upravujú sa pomocou textilného filtra.

Technický opis
Emisie z olovnatého kúpeľa sa odsávajú pomocou odsávania poklopov alebo veka a upravujú sa pomocou textilného filtra (pozri oddiel 8.8.1.3).

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížené emisie z olovnatého kúpeľa (Pb zo samotného kúpeľa, CO a TOC z neúplného spaľovania rezíduí na drôte). [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Odborná literatúra
[118, B. Gielen, Bekaert 1998].

4.4.6.4 Uzavretý okruh prevádzky kaliaceho kúpeľa a čistenia odpadových vôd

Opis
Kaliace kúpele sú prevádzkované s použitím recyklovanej vody nízkej kvality alebo v konfigurácii uzavretého vodného okruhu. Odpadová voda z kalenia sa upravuje tak, že nerozpustný $Pb(OH)_2$ a $PbCO_3$ sa pred vypustením odstráni.

Technický opis
Keďže požiadavky na kvalitu vody pre kaliace kúpele sú vo všeobecnosti nízke, je možné na tento účel použiť recyklovanú vodu alebo prevádzkovať kaliaci kúpeľ v uzavretom okruhu. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Odpadová voda z kaliacej kúpeľa sa upravuje takým spôsobom, že kontaminácia (hlavne kontaminácia nerozpustným $Pb(OH)_2$ a $PbCO_3$) sa odstráni pred vypustením. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Existuje niekoľko možných konfigurácií na úpravu kaliacej vody v prevádzkach na ťahanie drôtu:

- Každé pracovisko musí určiť svoje vlastné zariadenie na čistenie odpadových vôd takým spôsobom, aby dokázalo spracovať zmes odpadových vôd, ktoré na danom pracovisku vznikajú. Táto zmes je na každom mieste iná a výrazne závisí od sortimentu produktov daného miesta (použitie kyseliny alebo nie, dostupnosť recyklačných služieb pre použitú kyselinu alebo nie, použitie emulzií na mokré ťahanie alebo nie, použitie pokovacích kúpeľov alebo nie a typ pokovacích kúpeľov atď.) a od miestnych environmentálnych požiadaviek.

- Ak sa používa tepelné spracovanie bez ochrannej atmosféry (napr. tepelné spracovanie zahŕňajúce použitie roztaveného Pb kúpeľa), používa sa aj morenie kyselinou. V tomto prípade je potrebné spracovať prinajmenšom použitú oplachovú vodu obsahujúcu kyselinu a železo. Na tento účel prevádzky na výrobu drôtov používajú tradičnú fyzikálno-chemickú úpravu odpadových vôd, inými slovami neutralizáciu vápenným mliekom, po ktorej nasleduje zrážanie Fe a Pb a ďalších ťažkých kovov, následne dekantácia a filtračné lisovanie koláča. [125, Gielen 1999]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížené emisií olova do vody.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Vznik odpadu/kalov z čistenia odpadových vôd.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[118, B. Gielen, Bekaert 1998], [125, Gielen 1999].

4.4.7 Patentovanie

4.4.7.1 Optimalizovaná prevádzka rúry

Opis
V horákoch sa používa mierne podstechiometrická zmes na vylúčenie O_2 z atmosféry rúry, aby sa minimalizovala tvorba oxidov železa na povrchu drôtu. Prebytočný CO sa potom premieňa na CO_2 pridaním vzduchu kontrolovaným spôsobom do horúcich spalín z rúry.

Technický opis
V horákoch sa používa mierne podstechiometrická zmes. Týmto spôsobom sa z atmosféry pece vylúči všetok O_2, aby sa minimalizovala tvorba oxidov železa na povrchu drôtu. Nadmerná tvorba oxidu železa vedie k vysokým stratám drôtového materiálu a k nadmernej spotrebe moriacej kyseliny, ako aj k nadmernému vynášaniu olova. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Prebytočný CO sa musí premeniť na CO_2 pridaním vzduchu kontrolovaným spôsobom do horúcich spalín z rúry. Obsah CO v atmosfére rúry a v odpadových plynoch sa musí pravidelne kontrolovať,
napr. po každej väčšej zmene v sortimente výrobkov alebo aspoň raz mesačne. Vďaka spôsobu ohrevu nie je tvorba NO_X problémom. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížená spotreba v nasledujúcich procesných krokoch (napr. kyselina).
- Znížený obsah CO.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Žiadna prevádzka neoznámila použitie tejto techniky v zbere údajov o FMP.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížená spotreba kyseliny pri morení.

Vzorové prevádzky
V zbere údajov o FMP neboli uvedené vzorové prevádzky.

Odborná literatúra
[118, B. Gielen, Bekaert 1998].

4.4.8 Kalenie a popúšťanie oleja

4.4.8.1 Vypláchnutie ochranného plynu

Pozri oddiel 4.4.5.1.

4.4.8.2 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií z olejových kaliacich kúpeľov

Opis
Emisie z olejových kaliacich kúpeľov sa zachytávajú napríklad pomocou extrakcie poklopu alebo veka a znižujú pomocou odlučovača kvapiek.

Technický opis
Odsávanie olejovej hmly a odstránenie olejovej hmly z odsávaného vzduchu.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie fugitívnych emisií do ovzdušia, najmä emisií oleja.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

4.4.9 Tepelné spracovanie drôtu (rôzne postupy)

4.4.9.1 Indukčný ohrev drôtu

Opis
Drôt, ktorý sa má ohriať, je vedený cez zvitok V tomto zvitku sa vytvára magnetické pole, ktoré indukuje elektrický prúd v drôte. Drôt sa zahrieva prostredníctvom Joulovho javu indukovaného prúdu.

Technický opis
Drôt, ktorý sa má ohriať, je vedený cez zvitok, v ktorom sa vytvára magnetické pole. Zvyčajne sa používajú frekvencie 5 – 50 kHz (stredofrekvenčný ohrev). Výnimočne sa používa vysokofrekvenčný ohrev (výrazne nad 50 kHz). Toto magnetické pole indukuje elektrický prúd v drôte, ktorý sa zahrieva prostredníctvom Joulovho javu indukovaného prúdu. Indukovaný prúd preteká najmä v tenkej vrstve pri povrchu prierezu drôtu; tento jav sa nazýva „povrchový jav".

Použiteľnosť indukčného ohrevu je vo veľkej miere závislá od materiálu drôtu, priemeru drôtu a požadovaného zvýšenia teploty:

- materiál je prednostne magnetický.
- Oceľ a určité zliatiny ocele sú magnetické. Väčšina druhov nehrdzavejúcej ocele je nemagnetická. Väčšina kovových povlakov je nemagnetická.
- Vhodnejší je vyšší priemer drôtu, napr. nad 2 – 3 mm.
- Čím menší je priemer, tým vyššia by mala byť frekvencia, aby sa zachoval dostatočný povrchový jav.
- Nad „Curieho teplotou" stráca magnetický materiál svoje magnetické vlastnosti. Oceľ stráca svoje magnetické vlastnosti približne pri 760 °C.

K dispozícii sú použitia mimo tohto rozsahu. Musí sa však používať drahé vysokofrekvenčné zariadenie a energetická efektívnosť je v priemere nižšia.

Prevažná väčšina aplikácií indukčného ohrevu sa nachádza v jednodrôtových linkách. Indukčný ohrev v koncepcii jednodrôtovej linky môže byť použitý na austenitizáciu a popúšťanie. Austenitizácia je prvým krokom niekoľkých operácií tepelného spracovania: patentovania (pozri oddiel 4.4.7), kalenia a popúšťania oleja (pozri oddiel 4.4.8).

Presná kontrola teploty drôtu je nevyhnutnosťou pre tieto tepelné úpravy.

Indukčný ohrev v koncepcii viacdrôtovej linky možno použiť na predohrev drôtov (napr. na Curieho teplotu). Ďalšou aplikáciou je difúzia Cu a Zn povlakov na oceľovom drôte na účely získania mosadzou pokovaného drôtu.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Emisie do ovzdušia zo spaľovania sa v prevádzke eliminujú.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Typické efektívnosti elektrickej energie stredofrekvenčného indukčného ohrevu sú v rozsahu 60 – 85 %. Typická energetická efektívnosť vykurovacej metódy založenej na zemnom plyne pre podobné aplikácie je 25 – 45 %. Ak vezmeme do úvahy efektívnosť výroby elektriny na báze zemného plynu, napr. STAG dosahujúci 50 – 55 %, možno konštatovať, že v spotrebe primárneho paliva prakticky nie je žiadny rozdiel.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Spotreba paliva (zvyčajne zemného plynu alebo LPG) je nahradená spotrebou elektriny. Pri zohľadnení spotreby paliva na výrobu elektriny sú tieto vzájomné vplyvy na jednotlivé zložky životného prostredia zanedbateľné.

Chladiaca voda je potrebná na chladenie indukčnej cievky.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Použiteľnosť indukčného ohrevu v koncepcii jednodrôtovej linky je pomerne široká a zahŕňa aplikácie, kde je potrebná presná regulácia teploty.

Použitie indukčného ohrevu v koncepcii viacdrôtovej linky je obmedzené na aplikácie, kde presná regulácia teploty nie je problémom, napr. predohrev.
Použiteľnosť závisí od vlastností drôtu. Pozri vyššie.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

4.4.10 Priebežné morenie

Pozri oddiel 5.2.4.1.

4.5 Nové techniky ťahania drôtu

Žiadne techniky neboli uvedené.

5 KONTINUÁLNA POVRCHOVÁ ÚPRAVA PONOROM DO ROZTAVENÉHO KOVU

5.1 Všeobecné informácie o kontinuálnej povrchovej úprave ponorom do roztaveného kovu

Celkový počet kontinuálnych liniek na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu v EÚ 27 a Spojenom kráľovstve v roku 2019 je 92 s celkovou nominálnou výrobnou kapacitou 3 724 t/h. Konkrétnejšie možno počet kontinuálnych liniek na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu v závislosti od ich nominálnej výrobnej kapacity zhrnúť nasledovne:

- deväť liniek s nominálnymi výrobnými kapacitami v rozsahu 0 t/h až 19 t/h, s kombinovanou nominálnou kapacitou 102 t/h,
- 32 liniek s nominálnymi výrobnými kapacitami v rozsahu 20 t/h až 39 t/h, s kombinovanou nominálnou kapacitou 955 t/h,
- 44 liniek s nominálnymi výrobnými kapacitami v rozsahu 40 t/h až 59 t/h, s kombinovanou nominálnou kapacitou 2 191 t/h,
- sedem liniek s nominálnymi výrobnými kapacitami v rozsahu 60 t/h až 79 t/h, s kombinovanou nominálnou kapacitou 476 t/h.

V tabuľke 5.1 sa uvádza výroba plechov ponorom do roztaveného kovu v niekoľkých európskych krajinách v roku 2021.

Tabuľka 5.1: Výroba plechov ponorom do roztaveného kovu v Európe v roku 2021

	Výroba plechov ponorom do roztaveného kovu [tis. t]
Rakúsko	2 216,7
Belgicko	3 149,9
Bulharsko	0
Česká republika	0
Dánsko	0
Fínsko	802,0
Francúzsko	3 852,1
Nemecko	6 024,9
Grécko	0
Maďarsko	86,5
Taliansko	4 355,8
Luxembursko	447,9
Holandsko	1 204,3
Poľsko	839,9
Portugalsko	238,3
Rumunsko	207,0
Slovensko	534,0
Slovinsko	0
Švédsko	7,9
Španielsko	1 883,4
Spojené kráľovstvo	840,3
Celkom	**26 691,5**
Zdroj: [1, EUROFER 2021]	

5.2 Použité postupy a techniky pri kontinuálnej povrchovej úprave ponorom do roztaveného kovu

5.2.1 Prehľad postupu kontinuálnej povrchovej úprave ponorom do roztaveného kovu

V procese povrchovej úpravy ponorom do roztaveného kovu oceľ nepretržite prechádza cez roztavený kov. Medzi oboma kovmi prebieha zliatinová reakcia, ktorá vedie k dobrej väzbe medzi povlakom a substrátom.

Kovy vhodné na použitie pri povrchovej úprave ponorom do roztaveného kovu sú tie, ktoré majú bod topenia dostatočne nízky, aby nedošlo k žiadnym tepelným zmenám v oceľovom výrobku, napríklad hliník, olovo a zinok.

Hlavné povlaky oceľových plechov nanášané ponorom do roztaveného kovu sú uvedené v tabuľke 5.2. Drôt je ponorom do roztaveného kovu pozinkovaný alebo pocínovaný. Zinkový povlak sa nanáša hlavne ako ochrana proti korózii. Cín dodáva drôtu lesklý vzhľad a tiež poskytuje adhéznu vrstvu pre spájkovanie.

Tabuľka 5.2: Hlavné povlaky oceľového plechu nanášané ponorom do roztaveného kovu

Základný podklad	**Kúpeľ**	**Povlak**	
		Typ	**Názov**
Zinkový podklad	Zn-Al Zn-Al Zn-Al Zn-Al Zn-Al-Mg Zn-Mg	99,8 % Zn, 0,2 % Al 99,88 % Zn, 0,12 % Al 99 % Zn, 1 % Al 95 % Zn, 5 % Al 91 – 99,5 % Zn, 0,2 – 6 % Al, 0,5 – % Mg 99,5 – 95 % Zn, 0,5 – 5 % Mg	GI Beztrhlinový Galfan tepelne spracovaný žíhaním Povlak Zn-Al-Mg ZM (rôzne obchodné názvy)
Hliníkový podklad	Al-Zn Al Al-Si	55 % Al, 43,5 % Zn, 1,5 % Si Al 90 % Al, 10 % Si	Galvalume Alusi typu I
Zdroj: [3, EUROFER 2020], [91, EUROFER 2019], [126, EUROFER, TG Coating 1998], [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]			

Vo všeobecnosti **kontinuálne linky na povrchovú úpravu plechov** zahŕňajú tieto kroky:

- čistenie povrchu chemickým a/alebo tepelným spracovaním,
- tepelné spracovanie,
- ponorenie do kúpeľa z roztaveného kovu,
- dokončovacie úpravy (napr. kalibrácia, chrómovanie, olejovanie).

Prevádzky na kontinuálne zinkovanie drôtu zahŕňajú tieto kroky:

- morenie,
- tavidlovanie,
- zinkovanie,
- dokončovanie.

5.2.2 Zinkovanie plechu (zinkový povlak a povlak zo zliatiny zinku)

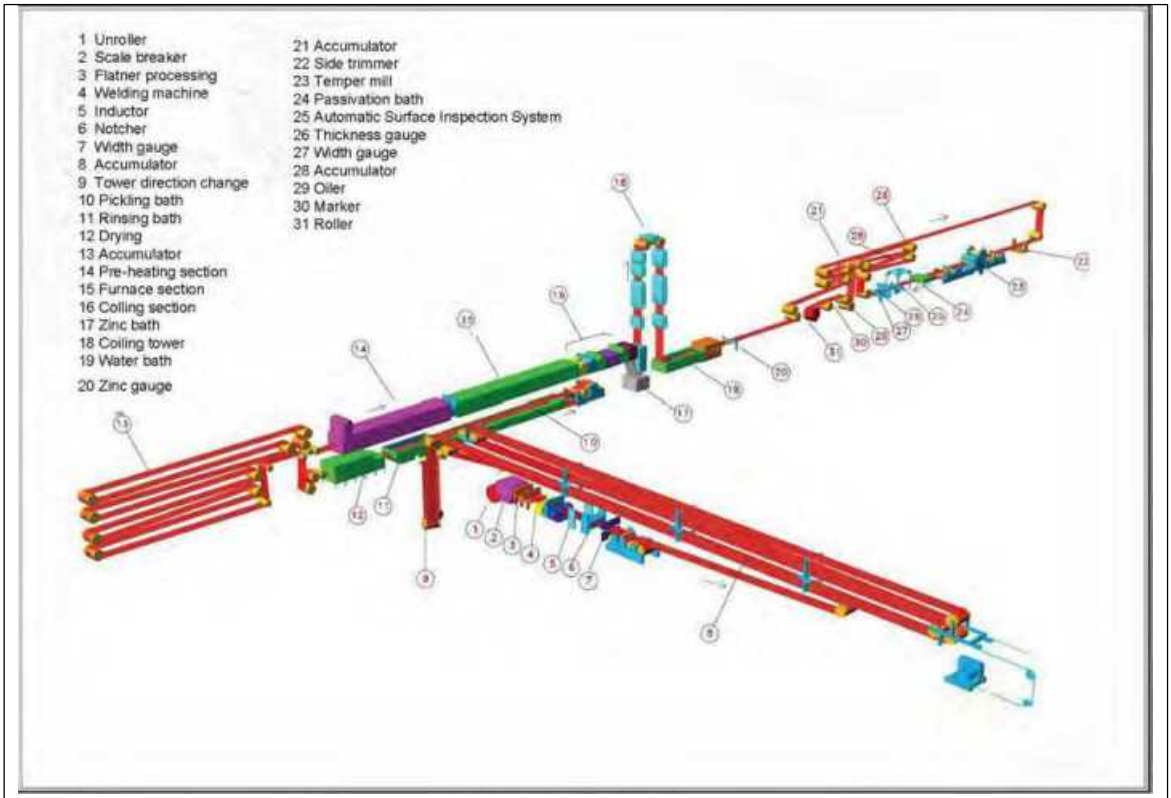
Pri kontinuálnom zinkovaní ponorom do roztaveného kovu sa oceľový pás pokrýva vrstvou zinku alebo zliatiny zinku ako ochrana proti korózii. Usporiadanie prevádzok sa môže líšiť v konštrukcii vstupnej časti (s morením alebo alkalickým odmasťovaním/bez morenia alebo alkalického odmasťovania), v konštrukcii žíhacích pecí (vertikálne alebo horizontálne) alebo v úprave po ponorení (žíhanie atď.)

Zinkovanie pásov valcovaných za studena ponorom do roztaveného kovu je bežnejšie ako zinkovanie pásov valcovaných za tepla. V oboch prípadoch je proces zinkovania podobný. V prípade pásov valcovaných za tepla je však predtým potrebné dodatočné morenie a na tepelné spracovanie sa používajú nižšie teploty, pretože nie je potrebné žíhanie.

5.2.2.1 Morenie

Morenie na odstraňovanie okovín je potrebné len pri zinkovaní výrobkov valcovaných za tepla na odstránenie okovín z valcovania za tepla. To sa vykonáva pomocou kyseliny chlorovodíkovej, po ktorej nasleduje opláchnutie. Technológia je rovnaká ako proces morenia opísaný v kapitole 3 tohto BREF.

Všeobecná štruktúra linky na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu spojenej s moriacou časťou určenou na spracovanie zvitkov valcovaných za tepla je znázornená na obrázku 5.1. [207, EUROFER 2021]



Zdroj: [207, EUROFER 2021]

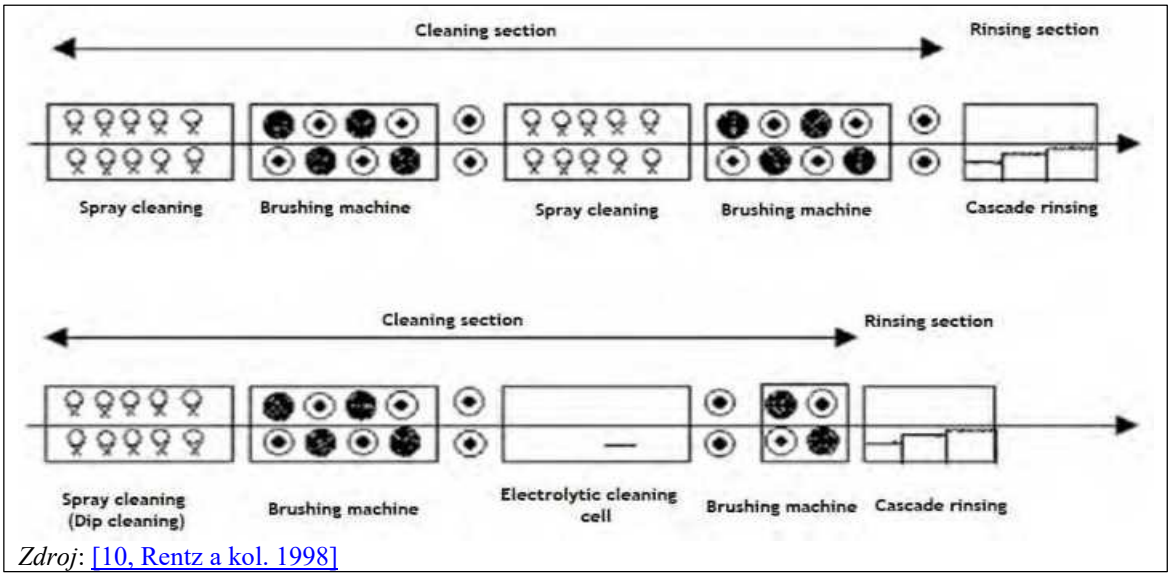
Obrázok 5.1: Všeobecná štruktúra linky na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu určenej na spracovanie zvitkov valcovaných za tepla spojenej s moriacou časťou

5.2.2.2 Odmasťovanie

Je nevyhnutné, aby bol povrch oceľového zvitku zbavený nečistôt, ako sú mastnota, olej alebo obrúsené jemné častice železa, aby sa zabezpečilo, že povlak bude nanesený na celý povrch a dosiahne sa silná priľnavosť. Odmasťovanie nemusí byť potrebné pri peciach vybavených časťou pece s priamym plameňom (DFF), ale môže sa použiť v každom prípade. Proces čistenia zahŕňa niekoľko alebo všetky z týchto krokov:

- alkalické odmastenie ponorením alebo striekaním; môže byť spojené s kefovaním,
- alkalické odmastenie elektrolytickým systémom; môže byť spojené s kefovaním,
- oplachovanie vodou s medzikefovaním medzi oplachovacími nádržami,
- sušenie.

Na obrázku 5.2 sú zobrazené dve možné usporiadania moderných odmasťovacích liniek.



Zdroj: [10, Rentz a kol. 1998]

Obrázok 5.2: Usporiadania odmasťovacích liniek

Odmasťovacím činidlom je vždy alkalický roztok bez obsahu silikónu s koncentráciou okolo 25 g/l a teplotou medzi 70 °C a 95 °C. Vodné systémy sú teraz štandardom a odmasťovanie rozpúšťadlami je zastarané. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999], [128, ERM 1995]

Rovnaký vodný roztok obsahujúci hlavne hydroxidy sodné, ortofosforečnany a povrchovo aktívne látky sa používa pri odmasťovaní striekaním a pri elektrolytickom odmasťovaní. Keď roztok v časti elektrolytického odmasťovania dosiahne určitú hladinu oleja, znovu sa použije v časti striekania (kaskádové použitie). Je tiež možné, že roztok sa upraví v centre na separáciu emulzií a potom biologicky. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999] Keď roztok dosiahne maximálny obsah oleja, zhodnocuje sa, zvyčajne mimo areálu. [126, EUROFER, TG Coating 1998]

Výpary vznikajúce pri odmasťovaní a kefovaní sa zachytávajú a čistia pred vypustením pomocou vody alebo roztoku hydroxidu sodného a/alebo sa odvádzajú cez odlučovač kvapiek na vyčistenie. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999] Použité odmasťovacie činidlo a odpadová voda z oplachových a kefovacích činností sa pred vypustením posielajú na čistenie odpadových vôd. [126, EUROFER, TG Coating 1998]

5.2.2.3 Tepelné spracovanie

Oceľové zvitky valcované za tepla a za studena prechádzajú pred zinkovaním pecou s riadenou atmosférou na odmastenie a vysušenie povrchu, na zlepšenie priľnavých vlastností povrchu, na dosiahnutie požadovaných mechanických vlastností ocele a na to, aby oceľ dosiahla požadovanú teplotu pred ponorením. Používajú sa nasledujúce druhy pecí:

Pec s priamym plameňom (DFF)
Pec s priamym plameňom (neoxidačný typ) možno rozdeliť na rôzne časti:

- časť predohrevu, kde sa pás predhrieva pomocou prúdenia plynu prichádzajúceho z pece; teplota stúpa z 20 °C na približne 250 °C,
- samotná pec, kde sa zvitok ohrieva priamo otvoreným plameňom, pričom dosahuje teplotu od 560 °C do 800 °C,
- zóna žíhania, kde sálavé prvky (napr. sálavé trubice, elektrické odpory) ohrievajú pás až na 850 °C a udržiavajú túto teplotu v redukčnej atmosfére (atmosféra HN_X, 3 – 20 % vodíka),
- vyrovnávacia časť prevádzkovaná so sálavými prvkami,
- dve chladiace oblasti s rôznymi rýchlosťami chladenia, kde sa teplota ocele znižuje dýzovým chladením na 450 – 480 ºC,
- výstupná oblasť, z ktorej oceľ smeruje do zinkovacieho kúpeľa.

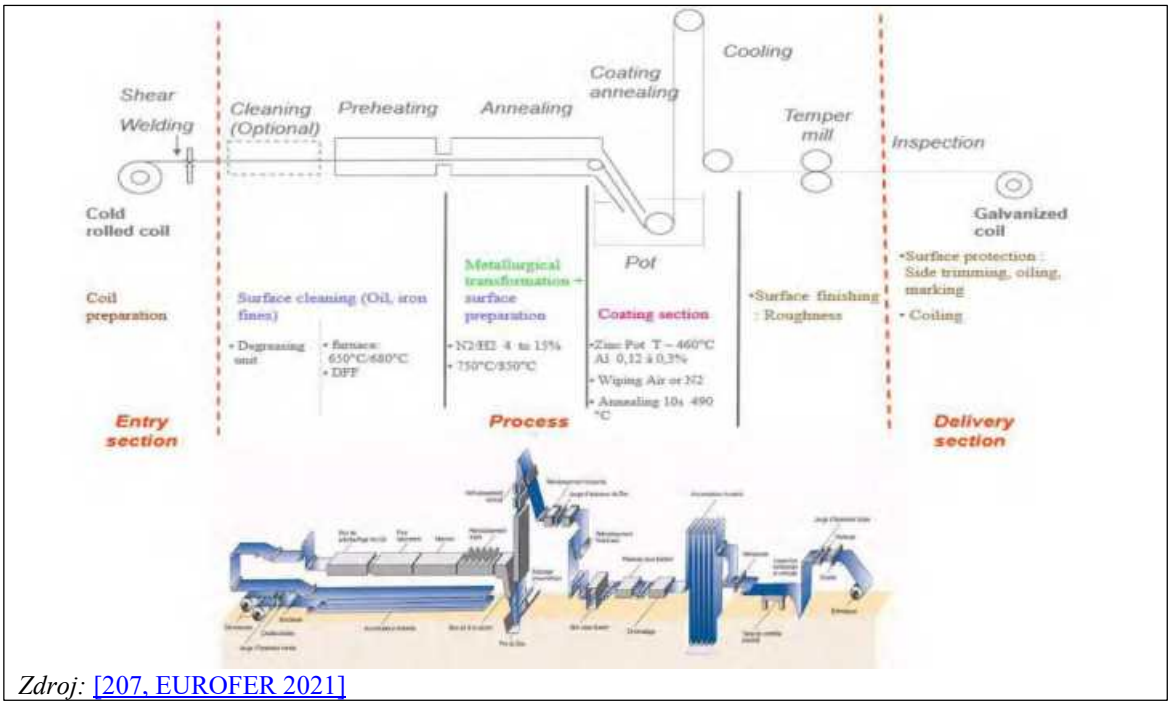
V tomto druhu pece sa čistí povrch zvitku a v závislosti od požadovaných povrchových vlastností sa nemusí vyžadovať žiadne predchádzajúce odmasťovanie kovu. Emisie do ovzdušia vznikajú pri spaľovaní zvyškového oleja z povrchu. Okrem toho z pece (ohrievanej zemným plynom alebo odsíreným koksárenským plynom) vznikajú produkty spaľovania H_2 a N_2. [126, EUROFER, TG Coating 1998], [127, Continuous Coating Shadow Group 1999], [129, EUROFER 2019]

Všeobecná štruktúra linky na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu vybavenej pecou s priamym plameňom na spracovanie zvitkov valcovaných za tepla a zvitkov valcovaných za studena sa uvádza na obrázku 5.3.

Pec so sálavými trubicami (RTF)
Pec so sálavými trubicami je variantom s nepriamym ohrevom. Spaliny cirkulujú cez sálavé trubice a neprichádzajú do styku s pásom. Vyrovnávacia časť môže byť vybavená sálavými trubicami alebo elektrickým vykurovaním. Alkalické odmasťovanie v kombinácii so sálavými trubicami alebo elektrickým ohrevom je potrebné na dosiahnutie veľmi prísnych kvalitatívnych noriem a na zlepšenie priľnavosti kovovej vrstvy. Oblasti rýchleho chladenia sú podobné ako pri DFF. [126, EUROFER, TG Coating 1998], [127, Continuous Coating Shadow Group 1999], [130, Continuous Coating Shadow Group 2000]

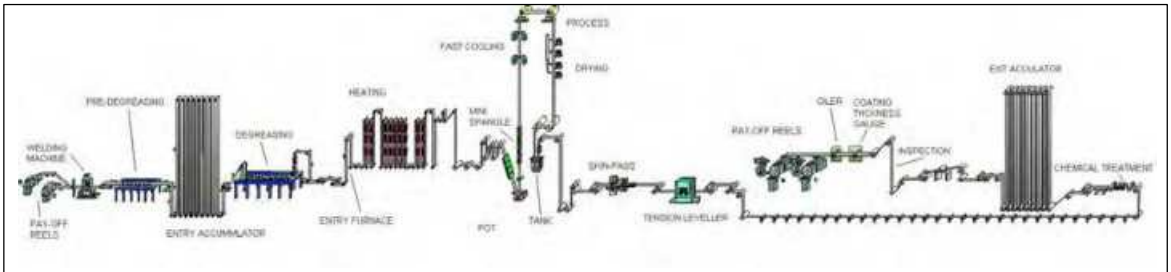
Používanými palivami sú zemný plyn alebo odsírený koksárenský plyn. Úspora energie je primárnym hľadiskom v moderných konštrukciách pecí. Rekuperačné prvky, ako sú infračervené predhrievače odpadových plynov, predohrev spaľovacieho vzduchu v peciach s priamym plameňom a horákoch pecí so sálavými trubicami, predohrev atmosféry pece a inštalácia kotlov na odpadové teplo, sa vo všeobecnosti začleňujú, keď je to realizovateľné.

Všeobecná štruktúra linky na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu vybavenej odmasťovacou časťou a pecou so sálavými trubicami na spracovanie za studena valcovaných zvitkov je znázornená na obrázku 5.4.



Zdroj: [207, EUROFER 2021]

Obrázok 5.3: Všeobecná štruktúra linky na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu vybavenej pecou s priamym plameňom na spracovanie zvitkov valcovaných za tepla a zvitkov valcovaných za studena



Zdroj: [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

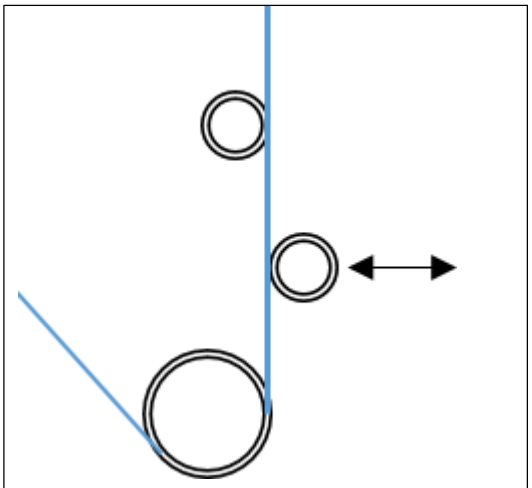
Obrázok 5.4: Všeobecná štruktúra linky na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu vybavenej odmasťovacou časťou a pecou so sálavými trubicami na spracovanie zvyčajne za studena valcovaných zvitkov

5.2.2.4 Ponáranie do roztaveného kovu (zinkovanie)

Zinkovací kúpeľ pozostáva z jednej alebo viacerých nádrží, izolovaných keramickým (žiaruvzdorným) materiálom. Tieto tégliky, ktoré môžu byť buď pevné, alebo mobilné, obsahujú roztavený kov pri teplote 400 – 490 °C, cez ktorý prechádza pás. Kúpeľ obsahuje zinok a akékoľvek ďalšie požadované prísady (t. j. hliník alebo horčík). Kúpeľ obsahuje dostatočné množstvo roztaveného zinku, aby sa zabránilo veľkým výkyvom prevádzkovej teploty, ktoré sa môžu objaviť pri maximálnych prevádzkových podmienkach. Väčšina téglikov je ohrievaná elektrickými indukčnými systémami. Používajú sa aj elektrické odpory. [126, EUROFER, TG Coating 1998], [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Keď oceľ prechádza cez kúpeľ roztaveného zinku, povrch sa pokryje zliatinovou vrstvou, ktorej zloženie väčšinou odráža zloženie roztaveného kúpeľa. Povlaky môžu byť na báze Zn, ako aj na báze Al. Môžu byť prítomné aj iné prvky, ako napríklad Mg a Si. Hrúbka povlaku sa pohybuje od menej ako 100 g/m^2 (obe strany) až po viac ako 800 g/m^2 (obe strany). [3, EUROFER 2020]

Moderné zinkové kúpele sú vybavené trojvalcovým systémom, pričom dva z nich sú stacionárne a jeden valec je pohyblivý, ako je znázornené na obrázku 5.5.



Zdroj: [129, EUROFER 2019]

Obrázok 5.5: Detail trojvalcového systému používaného pri kontinuálnom ponáraní do roztaveného kovu

Hliník sa vo všeobecnosti pridáva v malých množstvách (0,15 – 0,19 %), aby sa vrstva zliatiny stala menej krehkou, čím sa zlepší schopnosť koncového používateľa tvarovať výrobok pri zachovaní dobrej priľnavosti povlaku počas tvarovacích činností. [131, ILZRO 2003]. Vyššie koncentrácie hliníka môžu spôsobiť problémy s bodovou zvariteľnosťou. [132, Dallin 2015]

Regulácia teploty a obsah hliníka v kúpeli sú nevyhnutné a optimalizované tak, aby spĺňali individuálne kvalitatívne požiadavky finálneho zinkovaného výrobku. [3, EUROFER 2020]

Pás opúšťa kúpeľ s určitým množstvom tekutého zinku na povrchu. Na dosiahnutie presnej požadovanej hrúbky povlaku prechádza pás cez sériu dýz (vzduchových nožov) umiestnených nad povrchom kúpeľa. Fúkaním vzduchu alebo dusíka sa z ocele odstráni prebytočný zinok. Systém je zvyčajne riadený automatickým meradlom, ktoré meria hrúbku povlaku pomocou röntgenovej meracej technológie alebo podobnej techniky.

Pri opustení kúpeľa sa pás postupne ochladzuje vzduchovými chladičmi, po ktorých nasleduje nádrž na vodné kalenie a sušička.

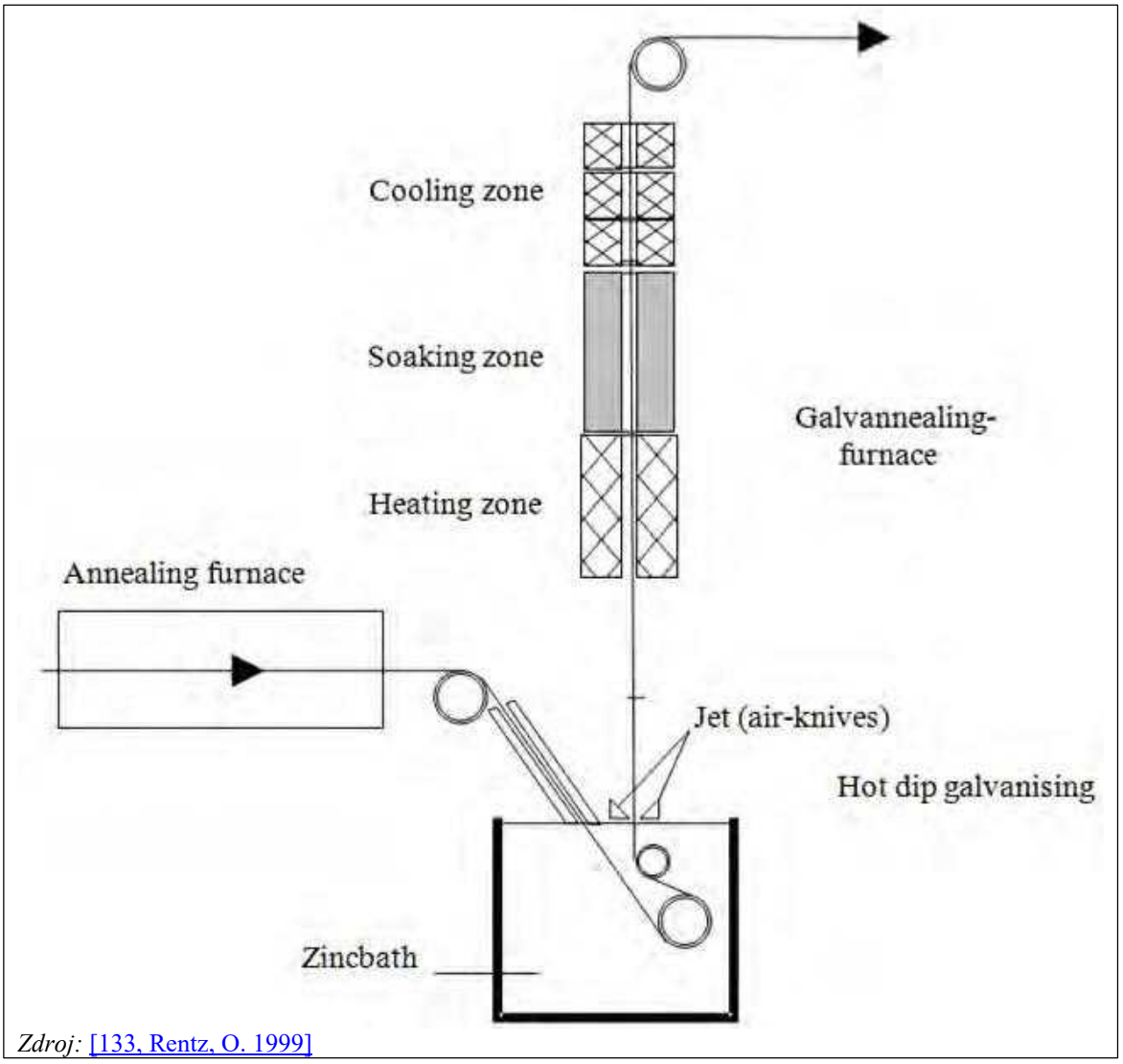
5.2.2.5 Galvanické žíhanie

Galvanické žíhanie je špeciálna následná úprava používaná v niektorých zariadeniach, pri ktorej sa pás po zinkovaní zahrieva na teplotu umožňujúcu tvorbu zliatiny zinka a železa (10 % železa). Galvanické žíhanie má za následok, že výrobok má obzvlášť hladký vzhľad.

Galvanické žíhanie je zliatinové spájanie zinkovej vrstvy difúziou železa (Fe) z oceľového substrátu. Difúzia železa sa dosahuje udržiavaním ocele pri teplote približne 500 °C v prípade nízkouhlíkovej ocele až po teplotu približne 540 °C v prípade vysokopevnostnej ocele novej generácie počas dostatočného času. Takéto pece sú rozdelené do dvoch zón: ohrievacej a vyrovnávacej. Dostupný priestor pre pec je obmedzený. Pri rovnakom dostupnom povrchu veľmi rýchle ohriatie z teploty zinkového kúpeľa (460 °C) na teplotu žíhania umožňuje použiť dlhší čas žíhania. Niektoré pece sú vybavené indukčným ohrevným systémom v ohrevnej zóne a elektrickými prvkami alebo sálavými trubicami vo vyrovnávacej zóne. Technika indukčného ohrevu sa vyznačuje krátkym časom ohrevu, krátkym reakčným časom a presnou

reguláciou teploty a žiadnymi emisiami v areáli. Kvalita zliatin a povrchu sa zlepšia.
Ostatné pece na galvanické žíhanie sú vybavené v ohrievacej a vyrovnávacej zóne sálavými trubicami charakterizovanými dlhším časom ohrevu. V tom prípade sa emisie z areálu a spotreba energie zlepšujú použitím horákov s nízkymi emisiami NO_X a regeneračných alebo rekuperatívnych horákových systémov. [130, Continuous Coating Shadow Group 2000]

Na obrázku 5.6 sa zobrazuje schematický pohľad na časť povlakovania a pec na galvanické žíhanie.



Zdroj: [133, Rentz, O. 1999]

Obrázok 5.6: Schéma sekcie nanášania povlakov žíhacej linky

5.2.2.6 Konečná úprava

Na dosiahnutie špeciálneho vzhľadu povrchu ocele, hladkosti, rovinnosti atď. podľa požiadaviek zákazníkov alebo na splnenie tolerancií šírky sa môžu použiť nasledujúce činnosti:

Kalibrácia/popúšťanie
Či už ide o zinkovanie alebo galvanické žíhanie, mnohé koncové použitia si vyžadujú povrch, ktorý je topograficky jednotnejší, než je možné dosiahnuť priamo z liniek na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu. Najčastejšie používaná metóda na dosiahnutie rovnomernejšieho povrchu sa nazýva „kalibrácia", „dresovanie" alebo „popúšťanie" a vykonáva sa pomocou kalibračnej valcovne alebo popúšťacej valcovne. Pás je kalibrovaný na získanie textúrovaného povrchu pomocou valcovacieho stroja. Kontinuálne popúšťanie je dôležitou súčasťou výroby zinkovaných plechov pohľadovej kvality. Odstraňuje sa prevádzka mimo linky, ktorou by sa zvýšili

náklady, a zabezpečuje starostlivo regulovanú povrchovú úpravu, reguláciu mechanických vlastností a dobrú rovinnosť.
Štvorvalcová konštrukcia je bežná a obsahuje napínacie brzdové valce pred a za popúšťacou valcovňou, ktoré umožňujú predĺženia až do 2 %, aby sa dosiahla požadovaná povrchová úprava a mechanické vlastnosti. Súčasťou je ohýbanie pracovných valcov na optimálnu reguláciu tvaru.

Pri zinkovaných oceľových plechoch sa popúšťanie zvyčajne vykonáva s pracovnými valcami, ktoré majú povrchovú úpravu otryskávaním (textúru). Konečná úprava valcov sa čiastočne prenáša na povrch plechu a má za následok zníženie kovového odtieňa lesklých povlakov ponorom do roztaveného kovu na jednotný matný vzhľad. Úprava kalibráciou sa môže vykonávať rôznymi spôsobmi: za sucha alebo za mokra (len s vodou alebo s vodou a detergentom). Mokré valcovanie zabraňuje kontaminácii povrchu a zachytávaniu zinku. Roztok z popúšťacej valcovne vytvorený v tomto procese sa musí zachytávať a po použití poslať do čistiarne odpadových vôd.
Na väčšine liniek je popúšťacia valcovňa riadená skôr zaťažením než predĺžením. Malý stupeň deformácie za studena, ktorý oceľ získa pri popúšťaní s cieľom vyhladiť povrch, má dodatočný prínos v eliminácii javu medze klzu, ktorý sa prejavuje pri nízkouhlíkových oceliach (ak sa nevykoná popúšťanie, dosiahne sa to aj vyrovnaním plechu). Zvyčajne typická moderná konfigurácia pozostáva z troch brzdových zariadení s kalibráciou nainštalovanou medzi prvým a stredným brzdovým zariadením a napínacím rovnačom medzi stredným a tretím brzdovým zariadením. [129, EUROFER 2019], [132, Dallin 2015]

Napínacie rovnanie
Napínací rovnač, umiestnený bezprostredne za popúšťacou valcovňou, zabezpečuje vynikajúcu rovinnosť pri zachovaní presnej kontroly predĺženia. Prítomnosť medziľahlých brzdových valcov medzi popúšťacou valcovňou a rovnačom umožňuje kontrolu predĺženia nezávisle od režimu popúšťacej valcovne. S rovnačkou sú dosiahnuteľné predĺženia až do 1,5 %. Napínací rovnač odstraňuje nerovnosti ako zvlnenie, prehnutie alebo pozdĺžne a priečne zakrivenia. Tým sa zabezpečuje rovnomerný konečný produkt. [129, EUROFER 2019], [132, Dallin 2015]

Orezávanie hrán
Pri určitých aplikáciách sa musí vykonať orezávanie hrán, aby sa dosiahla potrebná tolerancia šírky a aby sa zabránilo malým defektom zhrubnutia okrajov. Existujú dve miesta na realizáciu tohto procesu:

- v moriacej linke pred valcovaním za studena,
- v procese nanášania povlakov ponorom do roztaveného kovu (bočné nožnice na výstupe z linky).

Ideálny plán výroby sa snaží tento proces minimalizovať s cieľom zvýšiť výťažnosť linky [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

5.2.2.7 Následné úpravy

Po pozinkovaní sa oceľové pásy zvyčajne podrobujú následnej úprave, aby sa zabránilo poškodeniu povrchu a chybám, ako je biela hrdza spôsobená kondenzáciou vody v prípade nedostatočného prístupu vzduchu. Objemné korozívne produkty, ako sú hydroxidy zinočnaté (biela hrdza) ovplyvňujú ďalšie spracovanie, napr. lakovanie. Tvorbe kondenzátu počas prepravy a skladovania sa má vo všeobecnosti zabrániť. Odolnosť proti bielej hrdzi sa výrazne zvyšuje použitím následnej úpravy, ako je olejovanie, pasivácia, fosfátovanie, organický povlak alebo kombinácia takýchto úprav. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Protiodtlačkový povlak: úprava povrchu pásu nanášaním polymérovej základnej vrstvy pomocou odlačných valcov. Nanáša sa hmotnosť náteru (po vysušení) < 1,5 g/m^2 na každú stranu.

Olejovanie
Na nanesenie mokrého filmu oleja na povrch pásu sa zvyčajne používajú elektrostatické olejové stroje alebo, menej často, ponorné rozprašovače alebo odtlačné valce. Olejový náter je od 0,25 g/m^2/stranu do 3 g/m^2/stranu. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Pasivácia
Chemicky pasivované oceľové pásy z oceliarskeho priemyslu sa vyrábajú priamo v zinkovacej linke. To znamená, že pasivačný roztok sa nanáša cez rozstrekovaciu hlavicu na hornú a spodnú stranu (prebytočný mokrý film sa odstraňuje pomocou valcov z tvrdej gumy) alebo sa dodáva chemickým nanášačom na holý pozinkovaný pás. Mokrý film sa následne vysuší (napr. horúcovzdušnou sušičkou, infračervenou sušičkou).

Pasivačné techniky
Existuje mnoho možností, ktoré závisia od chemických pasivačných zložiek (nasleduje neúplný zoznam):

I. pasivácia Cr (VI) (hoci sa nepovažuje za BAT z dôvodu environmentálnych problémov),
II. pasivácia bez Cr; napr. pozostávajúca z druhov mangánu, zinku, fluoridu titánu, fosfátov a molybdátov,
III. pasivácia bez Cr dva; s organickým systémom, napr. pozostávajúcim z akrylových a karboxylových polymérov a fosfátov,
IV. Cr (III) – pasivácia; napr. pozostávajúca z typov fluoridov Cr (III).

Používanie zlúčenín chrómu (VI) podlieha autorizácii podľa nariadenia REACH, pretože tieto zlúčeniny sú zahrnuté na zoznamy látok podliehajúcich autorizácii podľa nariadenia REACH (č. 1907/2006) (príloha XIV). Dátum ukončenia používania zlúčenín chrómu (VI) na tomto zozname bol 21. 9. 2017. Na to, aby prevádzkovatelia mohli pokračovať v používaní zlúčenín Cr (VI) po tomto dátume, je potrebná autorizácia; inak už nebude možné túto pasivačnú techniku používať.

Viac informácií o bezchrómových a Cr (III) pasivačných technikách možno nájsť v oddiele 5.4.1.5.6.

Fosfátovanie
Pri fosfátovaní sa nanáša fosfátová vrstva s hmotnosťou približne 1 – 1,8 g/m^2. Fosfátovací postup je viac-menej zrážacia reakcia kryštálov fosforečnanu zinočnatého na povrchu kovu spôsobená zvýšením hodnoty pH na povrchu kovu v dôsledku moriacej reakcie. Možno použiť proces fosfátovania s tromi katiónmi (kryštál hopeitu $Zn_3 (PO_4)_2 \square 4 H_2O$ obsahuje približne 1 % niklu a 5 % mangánu). Tento proces tak vytvára rovnakú chemickú štruktúru fosfátového povlaku ako vysokokvalitné fosfátovacie procesy pre automobily a domáce spotrebiče. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

5.2.2.8 Okruhy chladiacej vody

V lakovniach je potrebná chladiaca voda na odvod nadmerného tepla z pecí. Časť tepelnej energie je emitovaná priamo do ovzdušia (s odpadovými plynmi), cez zinkovaný pás alebo vzduch v dielni. Zvyšok sa odvádza do chladiacej vody. Hlavnými spotrebiteľmi chladiacej vody sú pec (ložiská valcov) a konečné chladenie pásu.

Lakovňa je zásobovaná chladiacou vodou recirkulovanou z centrálnych chladiacich vodných systémov. V týchto systémoch čerpadlá dopravujú chladiacu vodu k spotrebiteľom; ohriata voda sa vracia späť a znovu ochladzuje v doskových výmenníkoch tepla s priemyselnou vodou (napr. z rieky).

Vďaka zabudovaniu uzavretých okruhov recirkulačnej chladiacej vody sa priemyselná voda ani v prípade netesnosti chladiča nedostane do kontaktu so zariadeniami spotrebiteľov; tak sa zabraňuje vniknutiu chemikálií alebo oleja do priemyselnej vody a znečisteniu kanalizačného systému.

Existuje niekoľko variantov recirkulačného chladenia; dvomi z nich sú:

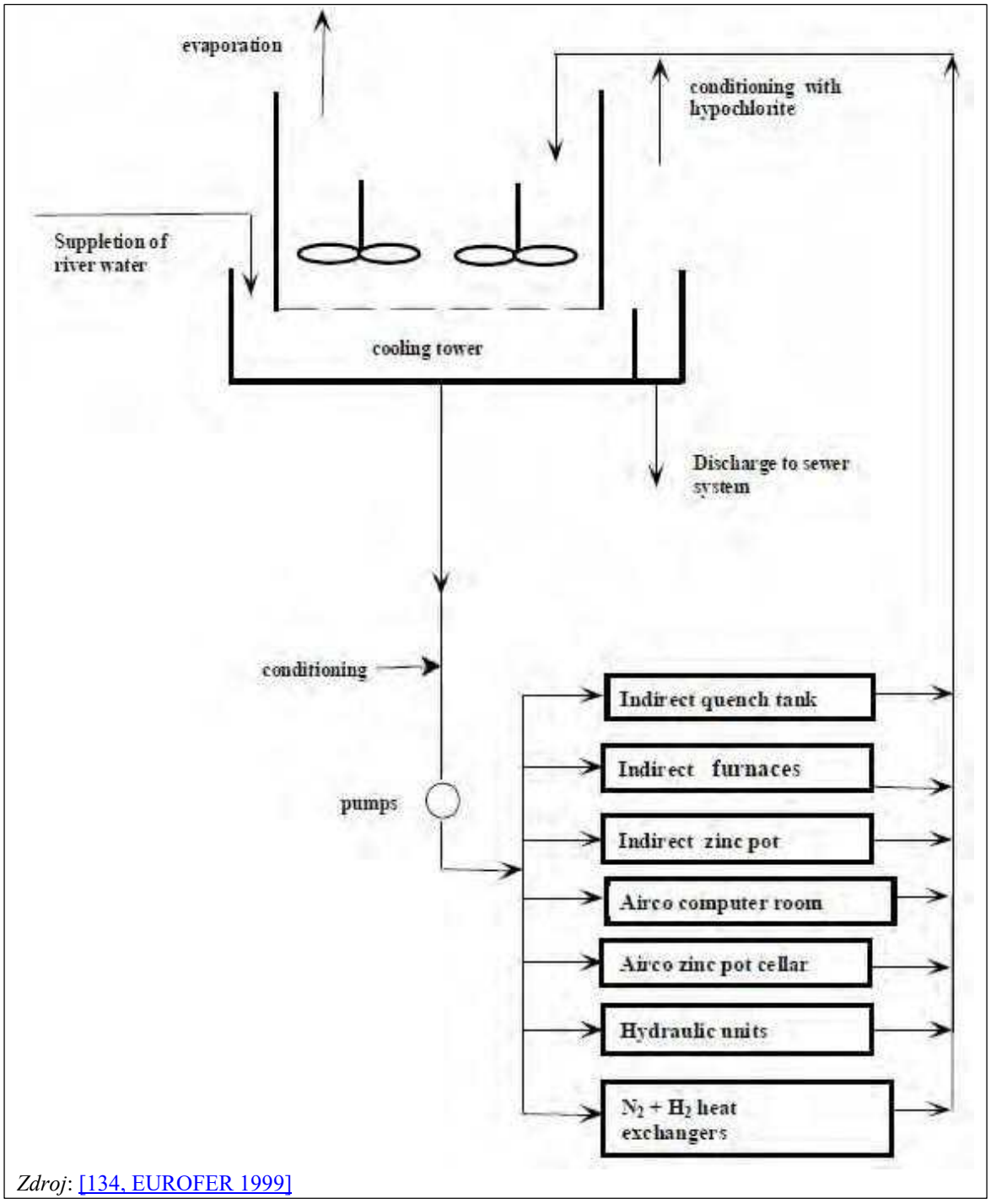
- recirkulačné chladenie priemyselnou vodou vo výmenníkoch tepla,
- recirkulačné chladenie odparovaním v chladiacich vežiach.

V porovnaní s recirkulačným chladením vo vežiach ponúka recirkulačné chladenie vo výmenníkoch tepla výhodu, že značné množstvá chemikálií na úpravu chladiacej vody (ako sú inhibítory korózie, stabilizátory tvrdosti, dispergátory a biocídy) možno ušetriť a nevypúšťajú sa do kanalizačného systému. Ďalšou výhodnou vlastnosťou je, že nie je potrebné vypúšťať čiastočné toky s vysokým obsahom solí v dôsledku odparovania, ako je to v prípade chladiacich veží. [126, EUROFER, TG Coating 1998]

Typická konfigurácia chladiaceho okruhu s chladiacimi vežami

Malé vypúšťanie, ktoré je potrebné na udržanie nízkej koncentrácie soli vo vode odvádzanej do kanalizačného systému, sa väčšinou vykonáva nepretržite. Algicíd (na zabránenie saturácie kontaktnej zóny medzi vodou a vzduchom) sa dávkuje. Frekvencia je premenlivá v závislosti od počasia (od jedného do troch ráz týždenne).

Ďalšie chemikálie môžu byť potrebné v závislosti od zloženia vody používanej v okruhu (tvrdosť atď.).



Zdroj: [134, EUROFER 1999]

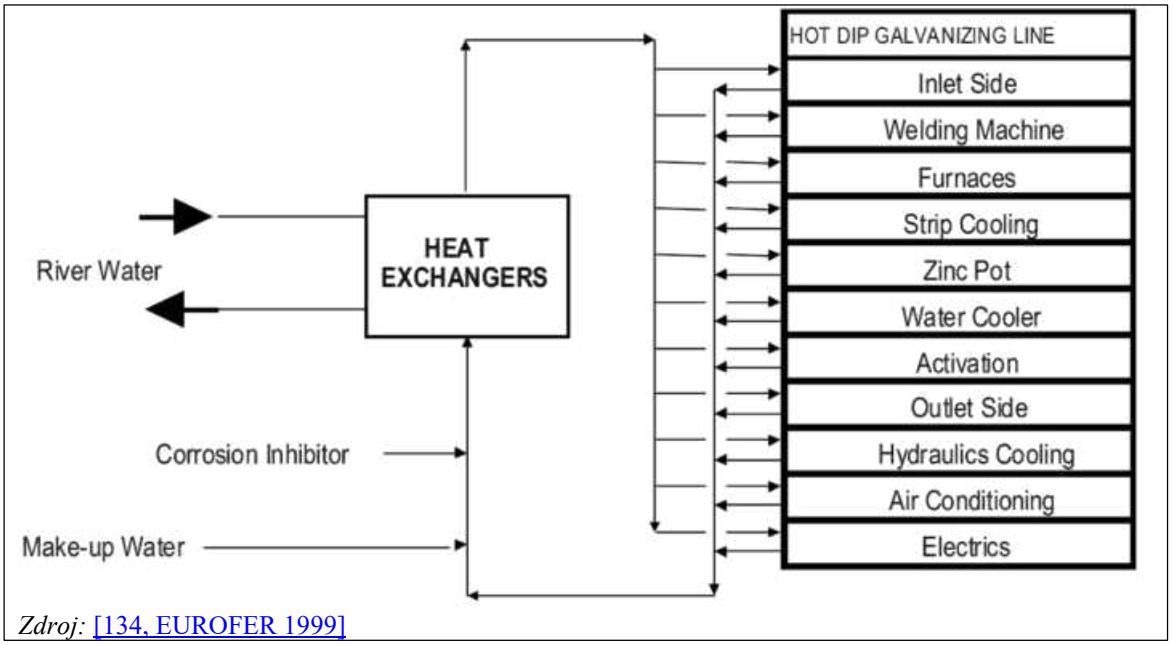
Obrázok 5.7: Typická konfigurácia chladiaceho okruhu s chladiacimi vežami

Konfigurácia pre recykláciu vody pomocou doskového výmenníka tepla

Chladiaca voda je recirkulovaná v niekoľkých uzavretých chladiacich systémoch a ohrievaná teplom odvádzaným z procesu (chladenie strojov, chladenie plynov atď.). Chladiaca voda je opakovane chladená riečnou vodou vo výmenníkoch tepla. Riečna voda na sekundárnej strane výmenníka tepla nikdy nie je v kontakte s pásom ani škodlivými médiami, a preto nie je kontaminovaná. Voda sa iba tepelne zaťaží a môže byť vypustená späť do rieky. Hlavnými spotrebiteľmi chladiacej vody sú predohrevné a žíhacie pece, zinkové vane, chladenie viacerých valcov, ponorné vodné chladiče, aktivačná časť, elektrické zariadenia, hydraulika a klimatizácia.

Všetko teplo, ktoré nie je odvádzané chladiacou vodou, musí byť vypustené buď ako odpadový plyn alebo do okolitého vzduchu.

Pri tomto systéme sa vyhýbame pridávaniu algicídu a prostriedku proti usadeninám. Odtoková voda je iba tepelne zaťažená. To je výhodné, ak systémová voda neprichádza do kontaktu so žiadnymi kontaminantmi.



Zdroj: [134, EUROFER 1999]

Obrázok 5.8: Chladiaci vodný systém s výmenníkmi tepla

5.2.2.9 Vodné okruhy/hospodárenie s vodou

Procesná voda je voda, ktorá sa používa na prípravu chemických roztokov alebo ktorá je v priamom kontakte s pásom (napr. voda na priame chladenie pásu). Môže byť kontaminovaná procesom a potom sa s ňou musí zaobchádzať ako s odpadovou vodou. V zinkovacích linkách sa používajú nasledujúce prúdy procesnej vody, ktoré sa nakoniec vypúšťajú ako odpadová voda:

- Doplnková voda (zvyčajne deionizovaná) na prípravu koncentrátov pre časti chemickej úpravy pásov (predúprava, elektrolytická úprava, následná úprava). Rôzne koncentráty sa rozprašujú na pás alebo sa pás vedie cez kúpeľ s koncentrátom alebo sa rôzne koncentráty nanášajú pomocou chemických nanášačov. [3, EUROFER 2020] Koncentráty sa zvyčajne recirkulujú pomocou čerpadiel. Sú čistené alebo filtrované v recyklačných prevádzkach počas recirkulácie. Do čistiarne odpadových vôd sa vypúšťa len malý prietok.
- Odpadová voda z oplachovacích a kefovacích činností pri odmasťovaní, kde pás, aj keď ešte nie je pozinkovaný, prichádza do kontaktu s procesnou vodou v časti odmasťovania.
- Oplachová voda (zvyčajne deionizovaná) pre časti chemickej úpravy (predúprava, elektrolytická úprava, následná úprava). Oplachová voda sa používa na odstránenie zvyškov koncentrátu z pásu. Voda sa rozprašuje na pás v kaskáde preplachovacích sekcií, pričom voda prúdi v protiprúde k pohybu pásu. Nakoniec sa vypúšťa ako nízkokoncentrovaná odpadová voda do čistiarne odpadových vôd.
- Doplňovacia voda pre chladič vody. V chladiči vody sa pás ochladí najprv recirkulovanou rozprašovacou vodou a nakoniec prechodom cez vodný kúpeľ s ponoreným obratovým valcom. Voda bude kontaminovaná abrazívnym prachom a musí byť z času na čas vypustená do čistiarne odpadových vôd kalibračnej valcovne.
- Rozprašovacia voda pre kalibračnú valcovňu. Voda sa používa na udržiavanie pracovných valcov v čistote. Rozprašuje sa na valce, je kontaminovaná abrazívnym prachom obsahujúcim Zn a mazacím olejom a vypúšťa sa do čistiarne odpadových vôd kalibračnej valcovne.

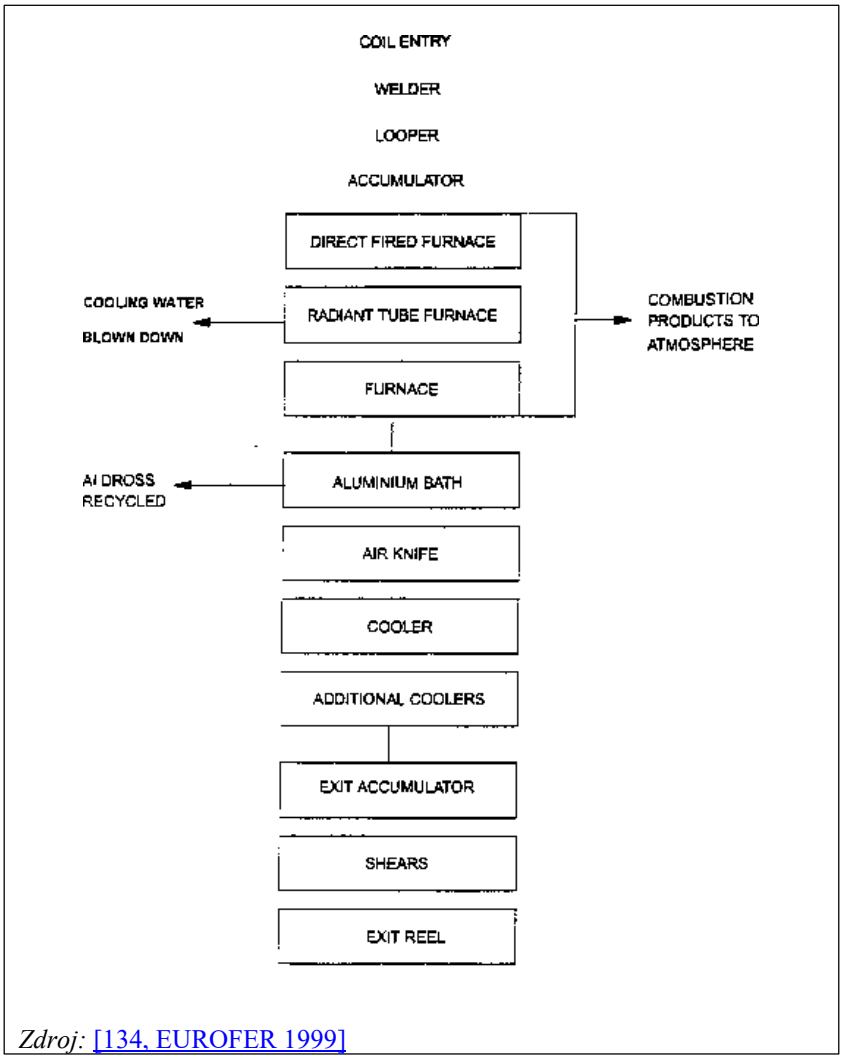
5.2.3 Hliníkovanie plechu

Väčšina hliníkom potiahnutých oceľových zvitkov sa vyrába určitou variáciou procesu ponárania do roztaveného kovu. Na obrázku 5.9 sa zobrazuje schéma nanášania hliníkových povlakov. Výrobná linka zvyčajne zahŕňa časť pasivácie, ktorá je buď priamo v linke, alebo je mimo linky v samostatnom procesnom zariadení.

Vzhľadom na afinitu hliníka ku kyslíku je mimoriadne dôležité zabezpečiť, aby nedošlo k vytvoreniu vrstvy oxidov, ktorá by zabránila difúzii hliníka do oceľového substrátu. Vytvoreniu vrstvy oxidov sa potom dá zabrániť použitím viacerých metód,
napr. prepustením umytej a morenej ocele cez pec s vodíkovou atmosférou na odstránenie kyslíka (absorbovaný vodík ďalej chráni substrát pri prechode do kúpeľa roztaveného hliníka).

Hliníkový kúpeľ sa zvyčajne udržiava pri teplotách okolo 690 °C. Potiahnutý zvitok sa potom môže ďalej tepelne spracovať pri 820 – 930 °C, čo v prípade potreby úplne premení hliníkový povlak na zliatinu ocele a hliníka. [128, ERM 1995]

Po nanesení povlaku môžu byť pásy podrobené následnej úprave s cieľom zabrániť poškodeniu povrchu a chybám, ako je biela hrdza spôsobená kondenzáciou v prípade nedostatočného prístupu vzduchu.



Zdroj: [134, EUROFER 1999]

Obrázok 5.9: Postup hliníkovania

5.2.4 Pokovovanie drôtu ponorom za tepla

Drôt je pokovovaný ponorom za tepla hlavne zinkom a zliatinami zinku (napr. Galfan (95 % Zn, 5 % Al)); hlavnou funkciou týchto typov povlakov je ochrana proti korózii. Ďalšie povlaky, ktoré sa nanášajú ponáraním do roztaveného kovu, sú cín a hliník. Hliník sa používa na ochranu proti korózii pri niektorých špecializovaných výrobkoch. Cín dodáva lesklý vzhľad a tiež poskytuje adhéznu vrstvu pre spájkovanie. Aplikačné procesy pre toto pokovovanie ponorom za tepla sú v podstate rovnaké.

Linka na kontinuálnu povrchovú úpravu ponorom do roztaveného kovu pozostáva z týchto procesných krokov: drôt sa namorí, opláchne, ponorí do tavidlového kúpeľa, vysuší, prechádza kúpeľom roztaveného kovu a opäť sa ochladí. Nakoniec môže byť po kroku nanášania povlakov ponorom do roztaveného kovu aplikovaná ochranná vrstva na vodnej báze (takzvaný vosk). [121, Gielen 1999]

5.2.4.1 Kontinuálne morenie drôtu

Po priebežnom morení alebo ako počiatočný krok pre nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu sa drôt morí, aby sa odstránili povrchové nečistoty na zlepšenie jeho vzhľadu alebo na prípravu povrchu na nanášanie povlakov. Toto sa zvyčajne vykonáva priamo v linke buď ponorením drôtu do kyselinového kúpeľa, alebo jeho vystavením pôsobeniu bipolárnej elektrolýzy v neutrálnom soľnom kúpeli.

Pri kyselom morení sa drôt čistí kontinuálnym prechodom cez jeden alebo viac kúpeľov kyseliny chlorovodíkovej; niekedy sa používa H_2SO_4. Z dôvodu krátkych časov zdržania sa kyselina HCl často zahrieva (až na 60 °C) alebo sa používa v koncentrovanej forme. Typ nečistôt, ktoré sa odstraňujú v tomto kúpeli, závisí od predchádzajúceho procesného kroku:

- Pre tepelne spracovaný drôt: oxidy kovov, zvyšky mydlového nosiča, prípadne stopy olova.

Pre ťahaný drôt: zvyšky mydla, oleja alebo iných mazív a stopy hrdze. Niekedy sa do kúpeľa HCl pridáva odmasťovacie činidlo na zlepšenie odstraňovania týchto látok. [121, Gielen 1999].

Rýchlejšie morenie a vyššie rýchlosti drôtu sa dosahujú predĺžením kúpeľa, zvýšením teploty HCl, zvýšením koncentrácie kúpeľa alebo použitím elektrolyticky podporovaného morenia. Výpary HCl z moriacich kúpeľov sa zachytávajú a odstraňujú praním.

Po morení sa drôt vedie cez preplachovaciu kaskádu. [121, Gielen 1999]

5.2.4.2 Tavidlovanie

Pre dobrú priľnavosť zinkovej vrstvy sa drôt vedie cez tavidlový kúpeľ, zahriaty vodný roztok $ZnCl_2$ a NH_4Cl (na pocínovanie sa používa čistý $ZnCl_2$). Prebytočné tavidlo sa z drôtu odstráni utretím. Pred nanášaním povlaku sa drôt vysuší; to sa môže vykonať v peci alebo pomocou vnútorného tepla drôtu. Pri veľkých priemeroch drôtu a/alebo účinných stieračoch je vnútorné teplo drôtu (v dôsledku ohrevu v tavidlovom kúpeli) dostatočné na zabezpečenie suchého drôtu. Drôt musí byť suchý pred vstupom do tavidlového kúpeľa, aby sa zabránilo vystrekovaniu pri vstupe do zinkového kúpeľa.

Používajú sa rovnaké tavidlové médiá ako pri kusovom zinkovaní; koncentrácia je však vo všeobecnosti oveľa nižšia. Na zinkové povlaky sa zvyčajne používa zmes $ZnCl_2/NH_4Cl$ (čistý $ZnCl_2$ sa používa na pocínovanie). [121, Gielen 1999]

5.2.4.3 Ponáranie do roztaveného kovu (zinkovanie drôtu)

Drôt prechádza kúpeľom roztaveného zinku (430 – 470 °C). V zinkovom kúpeli sa vytvára difúzna vrstva železa a zinku, pozostávajúca z podvrstiev niekoľkých zliatin Fe a Zn. Zinková vrstva sa vytvorí na povrchu v momente, keď drôt opúšťa zinkový kúpeľ. Zinkovanie možno rozdeliť na ťažké (vertikálne) zinkovanie (vysoká hrúbka povlaku; povlak pozostáva hlavne z vyneseného zinku) a bežné (horizontálne) zinkovanie (nízka hrúbka povlaku; povlak je hlavne vrstva zliatiny železa a zinku). [119, Gielen 2000]

Väčšina zinkových kúpeľov je vyhrievaná cez dno a bočné steny zemným plynom alebo iným palivom. Výnimočne sa používa elektrické ohrievanie a/alebo sa ohrievanie vykonáva zhora zinkovej vane.

Na (časť) zinkového kúpeľa možno aplikovať ochrannú vrstvu z častíc alebo kryt kúpeľa, aby sa minimalizovala tvorba oxidov zinku a energetické straty.

Po zinkovom kúpeli sa drôt ochladí na teplotu blízku teplote okolia pomocou vzduchu

a chladiacej vody. Ponáranie do iných roztavených kovov alebo zliatin sa vykonáva rovnakým

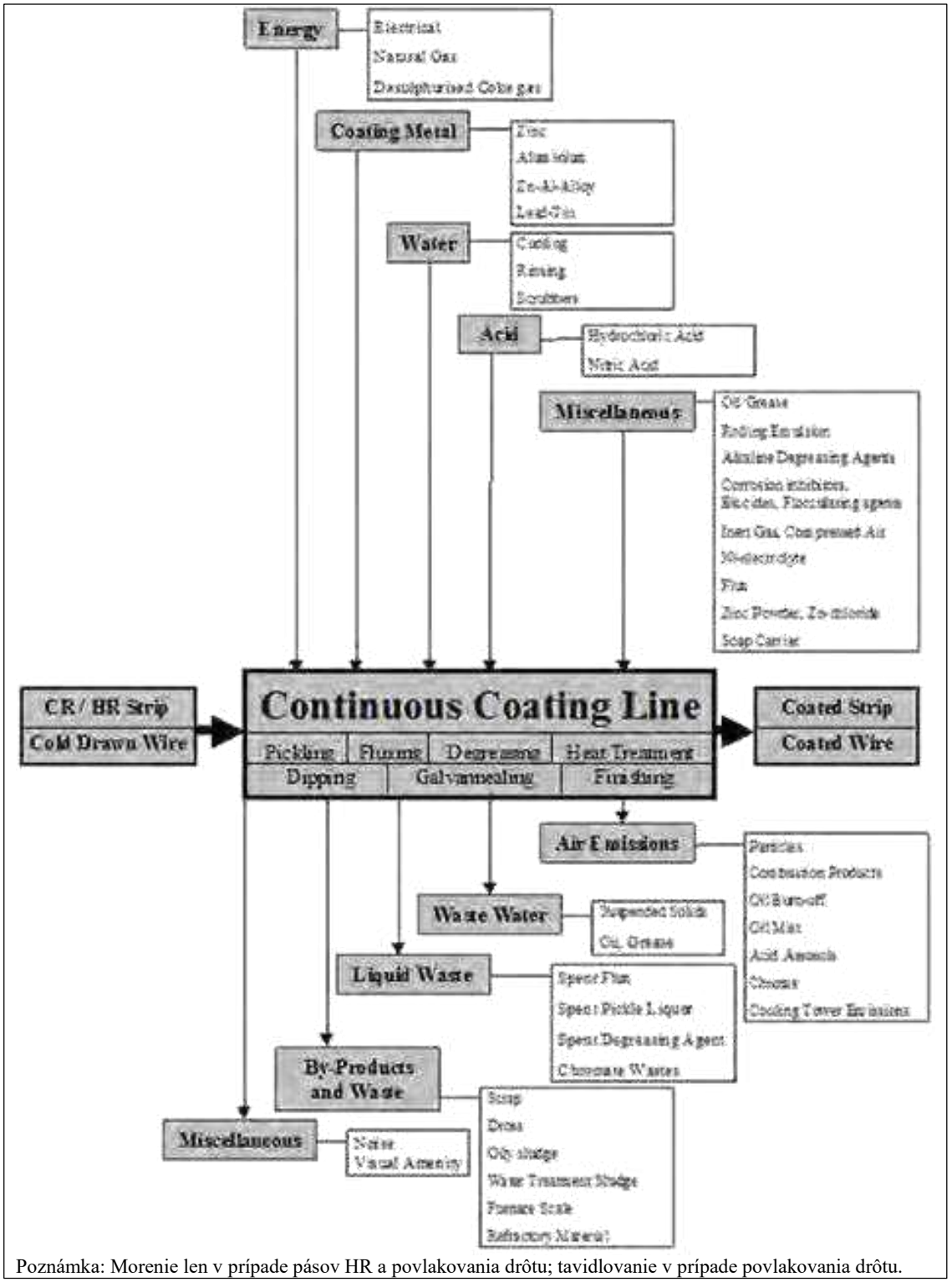
spôsobom. [121, Gielen 1999]

5.2.4.4 Konečná úprava drôtu

Nakoniec sa nanáša vosková vrstva na ochranu proti tvorbe takzvanej bielej hrdze (povrchová korózia zinkovej vrstvy).

5.3 Súčasná spotreba a úrovne emisií v prípade kontinuálnej povrchovej úpravy ponorom do roztaveného kovu

5.3.1 Prehľad tokov hmoty kontinuálneho pokovovania



Poznámka: Morenie len v prípade pásov HR a povlakovania drôtu; tavidlovanie v prípade povlakovania drôtu.

Obrázok 5.10: Bilancia vstupov a výstupov pre kontinuálne linky na nanášanie povlakov na plechy ponorením do roztaveného kovu za tepla

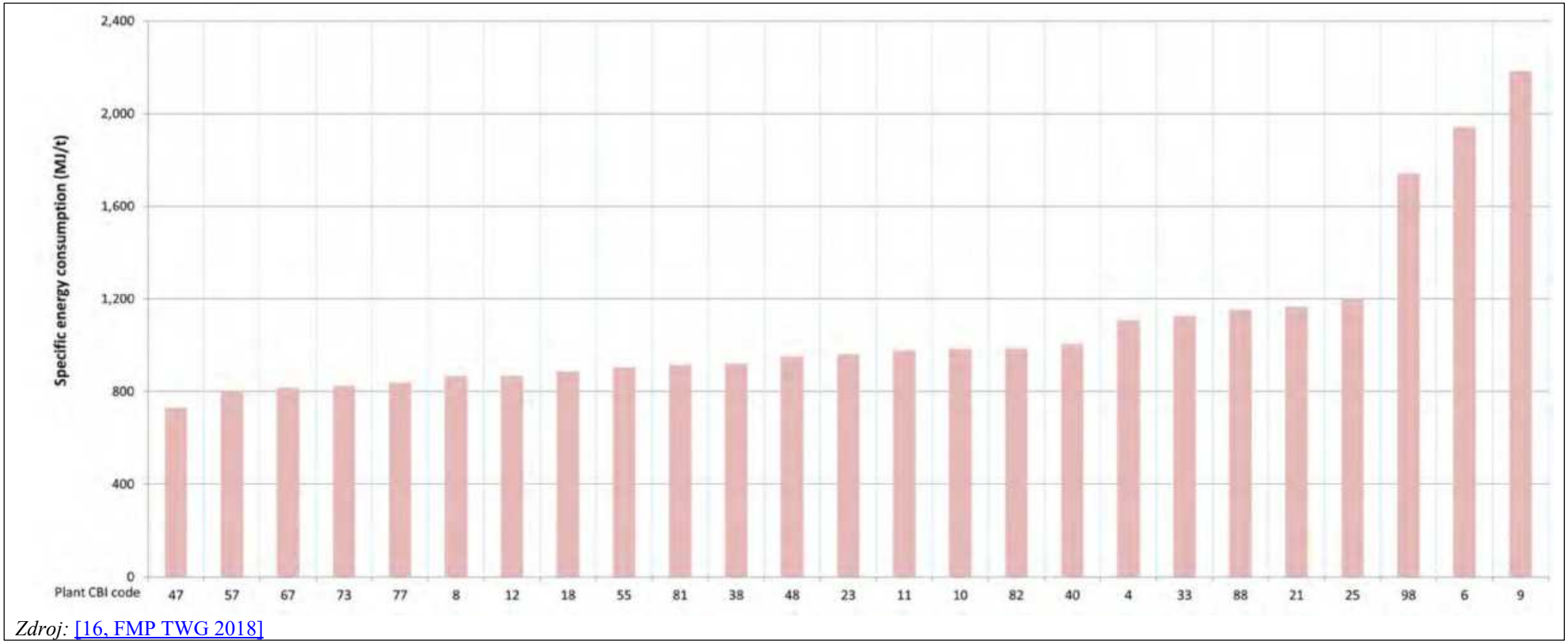
V nasledujúcich oddieloch sa uvádzajú údaje o spotrebe a emisiách poskytnuté prevádzkami HDC v rámci EÚ, ktoré sa zúčastnili na zbere údajov o FMP v roku 2018 (celkovo 30 prevádzok). [16, FMP TWG 2018]. Prevádzky zo zberu údajov sú uvedené v oddiele 11.1.

Zaobchádzanie s dôvernými obchodnými informáciami (CBI)
Údaje o spotrebe energie, materiálov a vody prevádzkovatelia prevádzok považovali za dôverné obchodné informácie (CBI). V záujme zachovania dôvernosti údajov sa názvy prevádzok v grafoch priamo neuvádzajú, ale sú nahradené anonymizovanými a náhodne pridelenými kódmi CBI. Okrem toho nie sú zahrnuté žiadne kontextové informácie (napr. procesné parametre alebo použité techniky), pretože by mohli odhaliť identitu prevádzok. Všetky údaje o spotrebe sú uvedené vo vzostupnom poradí podľa maximálnych hodnôt mernej spotreby energie.

5.3.2 Spotreba energie

Počas zberu údajov boli uvedené informácie o špecifickej spotrebe energie (t. j. MJ spotrebovanej energie na celkové množstvo spracovanej suroviny, vyjadrenej v t/rok). Tento oddiel sa zameriava najmä na špecifickú spotrebu energie na ohrev suroviny pred ponáraním do roztaveného kovu. V prípade ohrevu suroviny pred ponáraním do roztaveného kovu boli údaje o mernej spotrebe energie uvedené celkovo za 25 liniek, pričom spotreba energie sa pohybovala od 731 MJ/t do 2 180 MJ/t. Na obrázku
5.11 sú znázornené uvedené údaje za linky (23 liniek sa týka nanášania povlakov na plechy ponorom do roztaveného kovu a dve linky súvisia s nanášaním povlakov na drôty ponorom do roztaveného kovu) o ročnej špecifickej spotrebe energie na ohrev suroviny pred ponáraním do roztaveného kovu.

V prípade výroby pokročilých vysokopevnostných ocelí (AHSS) alebo ultravysokopevnostných ocelí (UHSS) v linke kontinuálnej povrchovej úpravy ponorom do roztaveného kovu je potrebné ohriať pás na teplotu vyššiu ako 850 °C, niekedy až 900 °C v porovnaní s obvyklým rozsahom 720° – 850 °C pre štandardné druhy ocele. Týka sa to širokej škály druhov ocele, ako sú oceľ s komplexnou fázou, dvojfázová oceľ, oceľ TRIP (plasticita vyvolaná transformáciou), TWIP (plasticita vyvolaná dvojčatením) alebo QP (ocele spracované procesom kalenia a redistribúcie). V špecifickom prípade QP produktov sa pás ohrieva až na 900 °C. Ako druhý krok sa materiál ochladí na približne 230 °C (kalenie). Následne sa materiál zohreje druhýkrát až na približne 460 °C, po ktorom nasleduje krok homogenizácie pred konečným ochladením. Tento proces redistribúcie umožňuje difúziu uhlíka v produkte. V súlade s tým môže výroba významného podielu takýchto druhov ocele v budúcnosti v sortimente výrobkov prevádzky viesť k špecifickej spotrebe energie vyššej ako 1 100 MJ/t. [95, AT 2020], [207, EUROFER 2021]



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 5.11: Špecifická spotreba energie (MJ/t spracovanej suroviny) na ohrev suroviny pred ponorením plechov a drôtu do roztaveného kovu

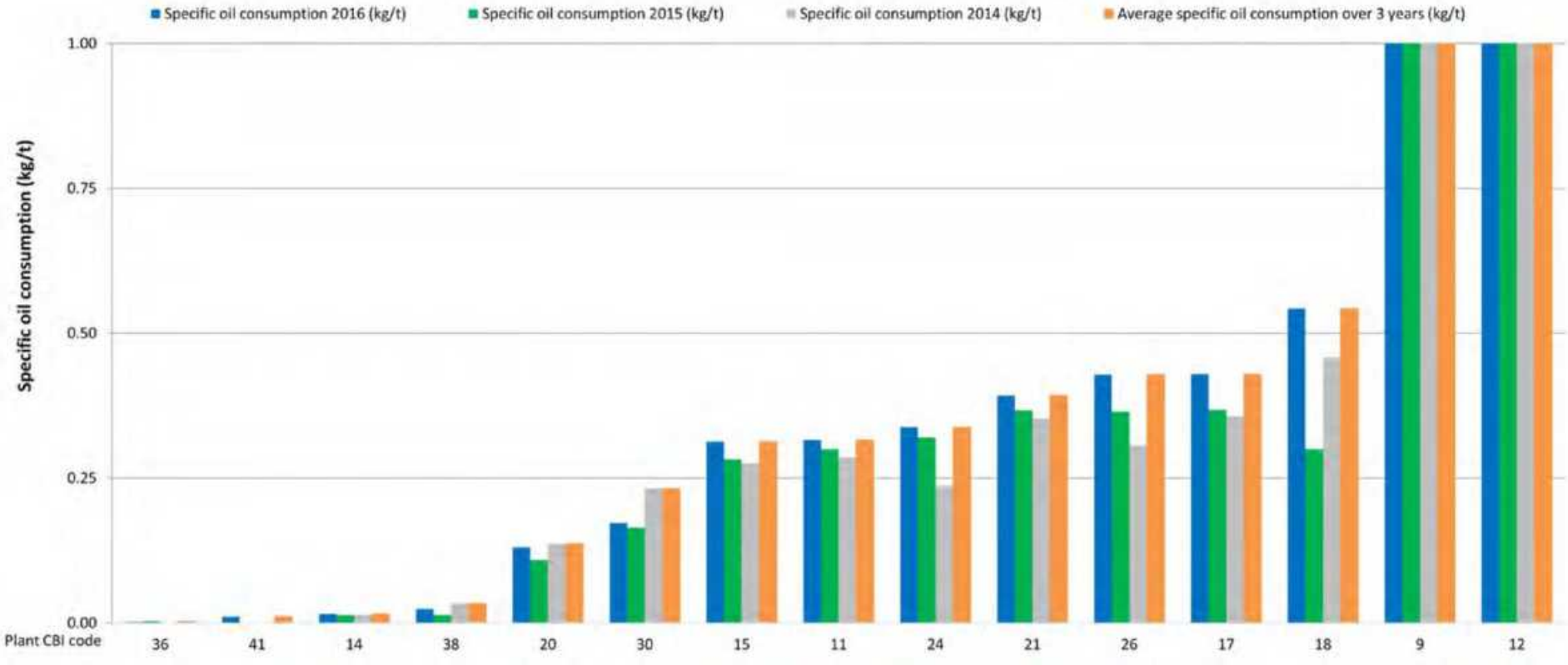
5.3.3 Spotreba materiálu

5.3.3.1 Spotreba olejov

Na obrázku 5.12 sú znázornené údaje o špecifickej spotrebe oleja za tri prevádzkové roky a získaný ročný priemer v prevádzkach na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu. Hodnoty spotreby oleja sa zvyčajne pohybovali od 0,0015 kg/t do 0,43 kg/t, s výnimkou dvoch prevádzok, ktoré uviedli veľmi vysoké hodnoty spotreby nad 100 kg/t. Údaje o spotrebe olejov zahŕňajú všetky typy olejov používaných v prevádzke (napr. olej do hydraulických systémov, antikorózny olej, emulzný olej).

5.3.3.2 Spotreba kyselín

Celkovo dve prevádzky uviedli údaje o špecifickej spotrebe HCl za tri prevádzkové roky v prevádzkach na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu. Uvedené hodnoty boli pod 0,05 kg 33-hmot.% kyseliny na m^2 upraveného (moreného) povrchu.



Hodnoty sú príliš vysoké alebo príliš nízke pre mierku obrázka:

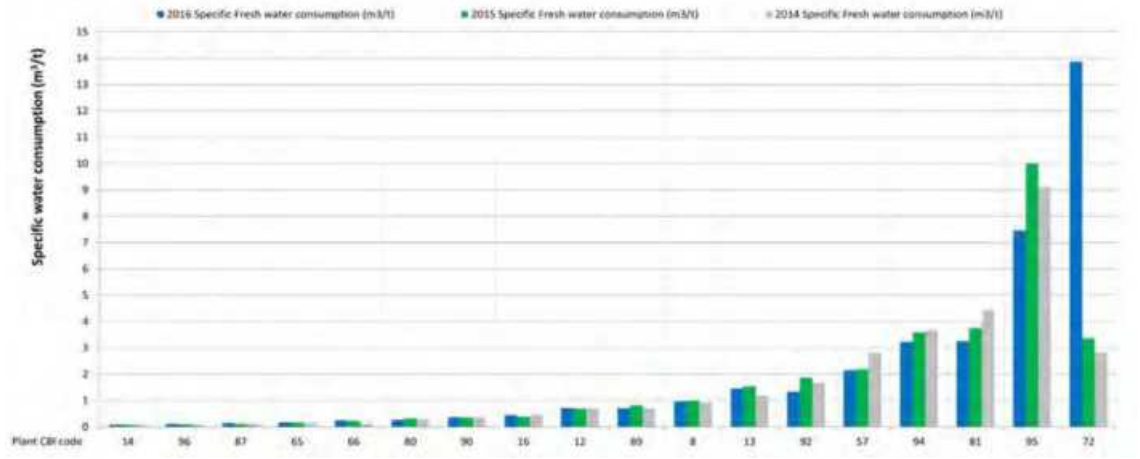
Kód CBI prevádzky	Špecifická spotreba oleja 2016 (kg/t)	Špecifická spotreba oleja 2015 (kg/t)	Špecifická spotreba oleja 2014 (kg/t)
9	46,61	143,62	124,53
12	330,86	353,77	345,36

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 5.12: Špecifická spotreba oleja (kg/t produkcie) v prevádzkach na povrchovú úpravu plechov a drôtov ponorením do roztaveného kovu

5.3.4 Spotreba vody

Na obrázku 5.13 sú znázornené údaje o špecifickej spotrebe vody za tri prevádzkové roky v prevádzkach na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu. Vymedzenie špecifickej spotreby vody možno nájsť v oddiele
9.4.4.2. Celkovo sa na základe údajov za 17 prevádzok špecifická spotreba vody pohybovala od 0,08 m^3/t do 13,9 m^3/t. Konkrétnejšie zo zberu údajov vyplýva, že spomedzi štyroch prevádzok HDC, ktoré uviedli, že sú súčasťou oveľa väčšieho zariadenia (t. j. integrovaných železiarní a oceliarní), väčšina prevádzok uviedla špecifickú spotrebu pod 5 m^3/t, okrem jednej prevádzky, ktorá uviedla veľmi vysokú spotrebu 13 m^3/t za rok 2016. Táto hodnota sa považuje za odľahlú hodnotu. Táto prevádzka skutočne uviedla špecifickú spotrebu vody pod 5 m^3/t v rokoch 2015 a 2014.



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 5.13: Špecifická spotreba čerstvej vody (m^3/t produkcie) v prevádzkach na povrchovú úpravu plechov a drôtov ponorením do roztaveného kovu

5.3.5 Emisie do ovzdušia

5.3.5.1 Emisie do ovzdušia z ohrevu

V prevádzkach na povrchovú úpravu ponorením do roztaveného kovu môžu dva druhy pecí produkovať emisie do ovzdušia, a to pece s priamym plameňom (DFF) a pecí sálavého typu (RTF). Okrem toho môžu vznikať emisie aj z galvanického žíhania a ponárania do roztaveného kovu, ak nie sú prevádzkované elektricky. Rôzne zdroje emisií sú zhrnuté nižšie.

Tepelné spracovanie

- **Neoxidačné pece (DFF):** Na spaľovanie sa používa zemný plyn alebo koksárenský plyn, ktorý je v niektorých prípadoch vopred odsírený. Otvorený plameň v tomto type pece priamo ohrieva povrch pásu. Uvoľnené znečisťujúce látky sú: CO_2, CO a NOx. Keďže sa pec prevádzkuje v redukčných podmienkach s použitím inertných plynov, odpadový plyn obsahuje aj H_2 a N_2. Pri používaní koksárenského plynu ako paliva vznikajú emisie SO_2 s premenlivými koncentráciami v závislosti od obsahu síry v koksárenskom plyne. V niektorých prípadoch sa odmasťovanie pásu pred ohrevom môže vynechať (v závislosti od požadovaných povrchových vlastností). V týchto prípadoch sa olej spaľuje v peci a popri produktoch spaľovania paliva vznikajú spaľovaním oleja dodatočné emisie do ovzdušia. [129, EUROFER 2019]

- **Pece sálavého typu (RTF):** Pec so sálavými trubicami je variantom s nepriamym ohrevom spaľovaním plynu alebo elektrickým ohrevom. Emisie do ovzdušia pozostávajú hlavne z CO_2/CO a NOx zo spaľovania zemného plynu. Pri používaní koksárenského plynu ako paliva vznikajú aj emisie SO_2 s premenlivými koncentráciami v závislosti od obsahu síry v koksárenskom plyne. [129, EUROFER 2019]

Galvanické žíhanie

V moderných zariadeniach sa pás znovu ohrieva v indukčnej peci. Pri používaní konvenčných plynových pecí vznikajú odpadové plyny. Vznikajúce emisie závisia od typu použitého plynu. [129, EUROFER 2019]

Ponáranie do roztaveného kovu (zinkovanie)

V moderných zariadeniach sa roztavený kúpeľ ohrieva elektrickými indukčnými systémami (v niektorých prípadoch elektrickými odpormi). Staršie zariadenia používajúce vykurovací olej alebo plyn produkujú typické emisie (splodiny zodpovedajúce každému jednotlivému typu paliva), konkrétne CO_2, CO, NOx. Pri používaní vykurovacieho oleja alebo koksárenského plynu vznikajú emisie SO_2 v závislosti od obsahu síry palive. [129, EUROFER 2019]

Súhrn emisií prachu, SO_2, NO_X a CO z prevádzok na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu zo zberu údajov o FMP je uvedený nižšie.

Emisie prachu

Uvádzané údaje o emisiách prachu do ovzdušia z ohrevu plechu (tepelné spracovanie pred ponorením do roztaveného kovu a galvanickým žíhaním) sú zobrazené na obrázku 5.15. Celkovo 24 emisných bodov uviedlo používanie 100 % zemného plynu ako paliva s koncentráciami emisií prachu v rozmedzí od
1,1 mg/Nm^3 do 23,2 mg/Nm^3 a emisné zaťaženie prachom v rozmedzí od 0,008 kg/h do 0,2 kg/h.

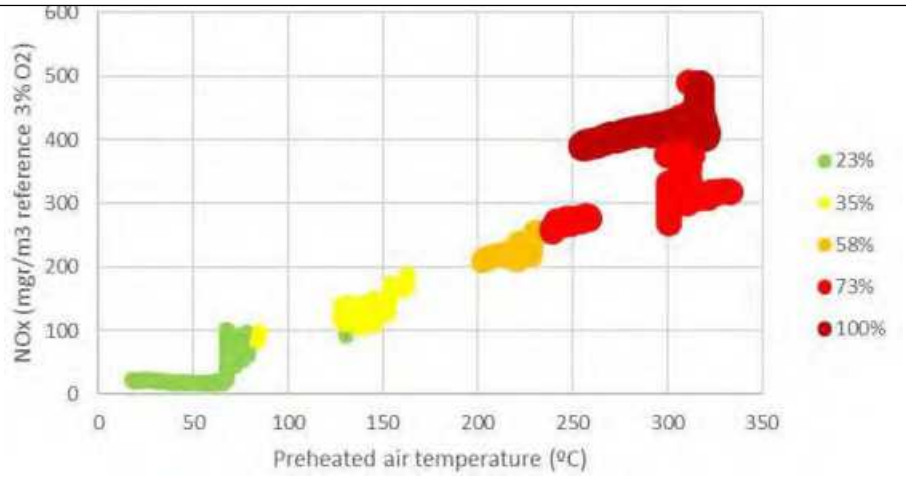
Iba dve prevádzky zo zberu údajov uviedli používanie procesných plynov z výroby železa a ocele namiesto zemného plynu, konkrétne prevádzky 129 HDC1 (používajúca 100 % BOF) a 37 HDC1 (používajúca 100 % COG). Za prevádzku 129 HDC1 bola uvedená hodnota koncentrácie emisií prachu 1,5 mg/Nm^3, zatiaľ čo za prevádzku 37 HDC1 bola uvedená koncentrácia emisií prachu 27 mg/Nm^3.

Emisie SO_2

Uvádzané údaje o emisiách do ovzdušia z ohrevu plechu (tepelné spracovanie pred ponorením do roztaveného kovu a galvanickým žíhaním) sú zobrazené na obrázku 5.16. Celkovo za prevádzky používajúce 100% zemný plyn (osem prevádzok a 13 celkom emisných bodov) boli koncentrácie emisií SO_2 zvyčajne v rozmedzí od 2,1 mg/Nm^3 do 39,3 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 0,007 kg/h do
0,5 kg/h. Celkovo iba dve prevádzky (štyri emisné body celkom) uviedli použitie 100 % COG v zbere údajov, a to prevádzky 179 HDC1 a 37 HDC linky 1, 2 a 3. Za tieto prevádzky boli uvedené koncentrácie emisií SO_2 v rozsahu od 0,1 mg/Nm^3 do 250 mg/Nm^3, pričom obsah síry v koksárenskom plyne sa pohyboval od 15 do 340 mg/Nm^3.

Emisie $_XNO$

Účinky teploty predohrevu vzduchu a výkonu horáka boli študované v pilotnej peci so sálavými trubicami prevádzkovanej spoločnosťou ArcelorMittal v Astúrii (Španielsko). Vzťah medzi teplotou predhriateho vzduchu, výkonom horáka a emisiami NO_X je znázornený na obrázku 5.14. [3, EUROFER 2020]



Zdroj: [3, EUROFER 2020]

Obrázok 5.14: Korelácia medzi teplotou predohrevu vzduchu, výkonom horáka a emisiami NO**X nameranými v pilotnej prevádzke so sálavými trubicami prevádzkovanej spoločnosťou ArcelorMittal (Astúrias, Španielsko)**

Údaje zo zberu údajov o FMP týkajúce sa emisií NO_X do ovzdušia z ohrevu plechu a z prevádzok na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu (tepelné spracovanie pred ponorením do roztaveného kovu a galvanickým žíhaním) sú zobrazené na obrázku 5.17. Celkovo 20 prevádzok HDC (spolu 51 emisných bodov) uviedlo používanie 100 % zemného plynu s koncentráciami emisií NO_x v rozmedzí od 1,0 mg/Nm^3 do 760,0 mg/Nm^3 a emisnými zaťaženiami v rozmedzí od 0,008 kg/h do 16 kg/h.

Iba tri prevádzky zo zberu údajov uviedli používanie plynov zo spracovania železa a ocele namiesto zemného plynu, konkrétne prevádzky 129 HDC1 (používajúca 100 % BOF) a prevádzky 37 HDC3 a 179 HDC1 (používajúce 100 % COG). Za prevádzku 129 HDC1 boli uvedené koncentrácie emisií NO_x v rozmedzí od 150 do 250 mg/Nm^3, zatiaľ čo za prevádzku 37 HDC3 sa koncentrácie emisií NO_X pohybovali od 200 mg/Nm^3 do 700 mg/Nm^3. Emisie NO_X z prevádzky 179 HDC1 boli o niečo vyššie, v rozmedzí od 300 mg/Nm^3 do 1 050 mg/Nm^3.

Na vyhodnotenie potenciálneho vplyvu teplôt predohrevu vzduchu na pozorovanú koncentráciu emisií NO_X do ovzdušia boli pripravené dodatočné obrázky. Na obrázkoch 5.18 a 5.19 sa zobrazujú uvedené údaje o emisiách NO_X do ovzdušia z ohrevu suroviny bez predohrevu vzduchu a s predohrevom vzduchu, v uvedenom poradí.

Emisie CO

Uvedené údaje o emisiách CO do ovzdušia z ohrevu plechu a z prevádzok na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu (tepelné spracovanie pred ponorením do roztaveného kovu a galvanickým žíhaním) sú zobrazené na obrázku 5.20. Celkovo 17 prevádzok (spolu 37 emisných bodov) uviedlo používanie 100 % zemného plynu a koncentrácie emisií CO v rozmedzí od 0,1 mg/Nm^3 do 515 mg/Nm^3 a emisnými zaťaženiami v rozmedzí od 0,006 kg/h až 6,0 kg/h.

Iba dve prevádzky zo zberu údajov uviedli používanie plynov zo spracovania železa a ocele namiesto zemného plynu, konkrétne prevádzky 129 HDC1 (používajúca 100 % BOF) a 37 HDC1 (používajúca 100 % COG). Za prevádzku 129 HDC1 sa koncentrácie emisií CO pohybovali od 10 mg/Nm^3 do 100 mg/Nm^3, zatiaľ čo za prevádzku 37 HDC1 boli uvedené koncentrácie emisií CO v rozmedzí od 90 mg/Nm^3 do 2 538 mg/Nm^3.

5.3.5.2 Emisie do ovzdušia z odmastenia

Výpary vznikajúce pri odmasťovaní a kefovaní sa zachytávajú a čistia pomocou vody alebo roztoku hydroxidu sodného alebo sa odvádzajú cez odlučovač kvapiek bez vyčistenia.

Emisie TVOC
Údaje o emisiách TVOC do ovzdušia z odmasťovania plechu boli uvedené len za jednu prevádzku v roku 2014 (s dvomi emisnými bodmi), emisie sú zobrazené na obrázku 5.21. Za túto prevádzku boli emisie TVOC v rozmedzí od 2 mg/Nm^3 do 18 mg/Nm^3.

5.3.5.3 Emisie do ovzdušia z morenia

Uvádzané údaje o emisiách prachu a HCl do ovzdušia z morenia pri ponorení do roztaveného kovu možno nájsť v príslušnom oddiele o valcovaní za studena, pozri oddiel 3.3.5.3. Údaje sú prezentované spoločne, pretože procesy sú podobné.

5.3.5.4 Obrázky s úrovňami emisií do ovzdušia

Emisné koncentrácie uvedené v tomto oddiele sa týkajú emisií do ovzdušia pri ohreve vstupnej suroviny (tepelné spracovanie pred ponorením do roztaveného kovu a galvanickým žíhaním). Tieto obrázky sa skladajú z niekoľkých častí. Horná časť obrázka vždy zobrazuje všetky koncentrácie emisií uvádzané prevádzkami za každý z troch rokov vykazovania. Pri spaľovacích procesoch (tepelné spracovanie) sa vynesené hodnoty koncentrácie vždy vzťahujú na referenčnú úroveň kyslíka 3 %. Merania uvedené bez poskytnutia informácií o nameranej úrovni kyslíka alebo použitom zložení paliva sa neberú do úvahy. Pod osou x sú uvedené dodatočné kontextové informácie, ako napríklad kód emisného bodu, frekvencia monitorovania, rok meraní, zloženie paliva (zemný plyn alebo iné), informácie o predohrevu vzduchu vrátane teploty predohrevu vzduchu, homogenizačná teplota. Pod časťou kontextových informácií na obrázku sú uvedené podrobnosti o použitých kandidátoch BAT za každý riadok. V spodnej časti grafu sa môžu zobrazovať aj dodatočné informácie, ako napríklad hodnoty hmotnostného toku za maximálnu koncentráciu dosiahnutú počas obdobia vykazovania aj priemerný hmotnostný tok za tri roky vykazovania. Zvyčajne sú prípady, kde sa používa 100 % zemný plyn, a prípady, kde sa používajú iné palivá ako 100 % zemný plyn, jasne označené v grafoch. V prípade údajov týkajúcich sa emisií NO_x je v dolnej časti grafu uvedený dodatočný graf zobrazujúci zodpovedajúce emisie CO. Vo všetkých prípadoch sú údaje zoradené vzostupne podľa maximálnych hodnôt koncentrácie za tri prevádzkové roky. Vysvetlenia skratiek použitých v grafoch sa nachádzajú v slovníku pojmov.



Emisné body s hodnotami sú príliš vysoké pre mierku obrázka:
– 225HDC-2: M2Y1= 81,8 mg/Nm^3/M1Y2 = 96,0 mg/Nm^3/M2Y2 = 73,5 mg/Nm^3
– 223 HDC-1: M1Y2 = 180,0 mg/Nm^3
– 225HDC-1: M1Y1=403,8 mg/Nm^3/M1Y1 3,4 kg/h
– 211 HDC-2: M1Y3 = 1 296,0 mg/Nm^3
– 211 HDC-1: M1Y1 = 1 836,0 mg/Nm^3

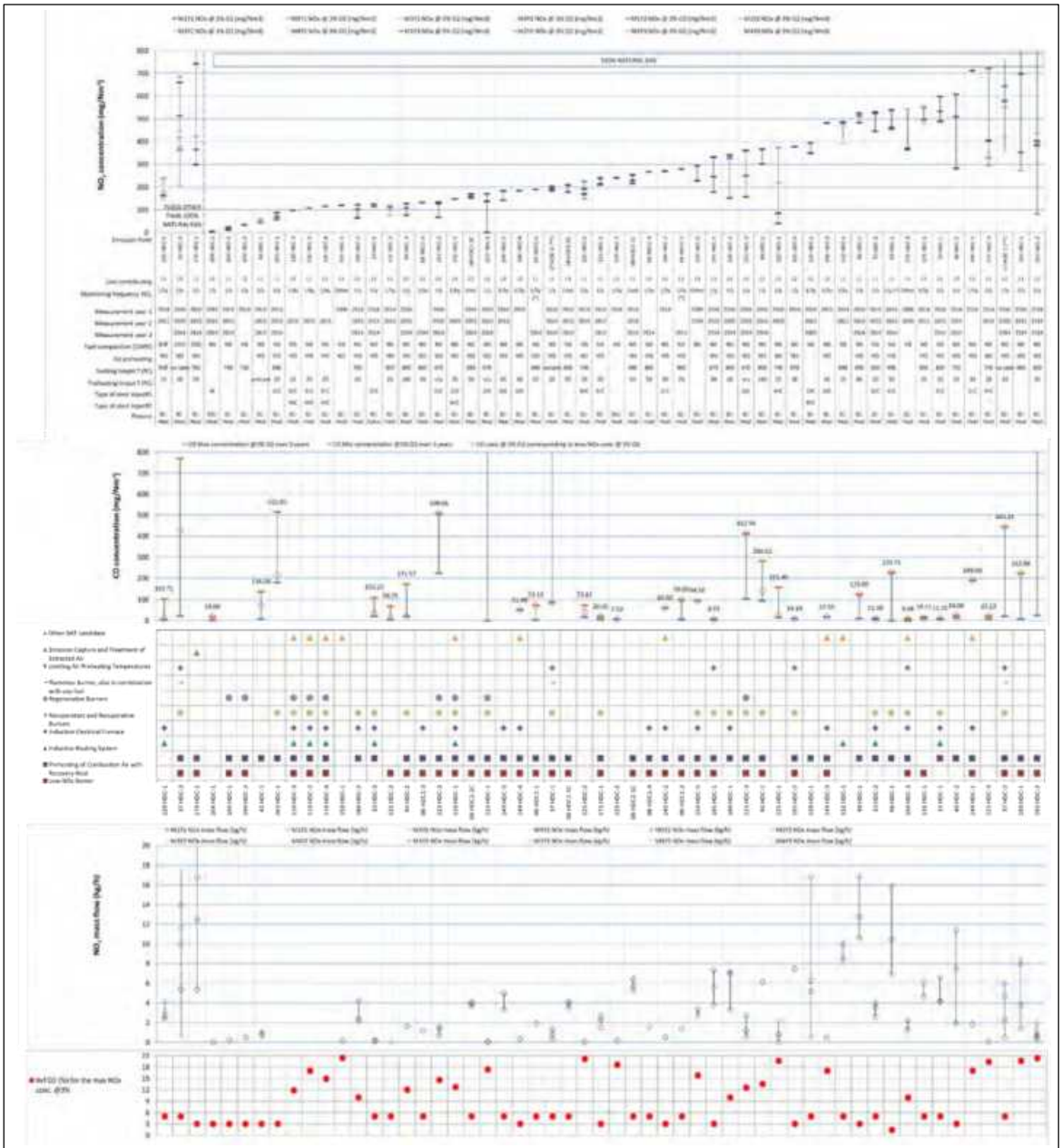
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 5.15: Emisie prachu z ohrevu suroviny plechu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka)



Emisné body s hodnotami sú príliš vysoké pre mierku obrázka:
– 223HDC-1: M1Y1= 642,8 mg/Nm^3
– 37HDC-3: M3Y2=803,9 mg/Nm^3
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

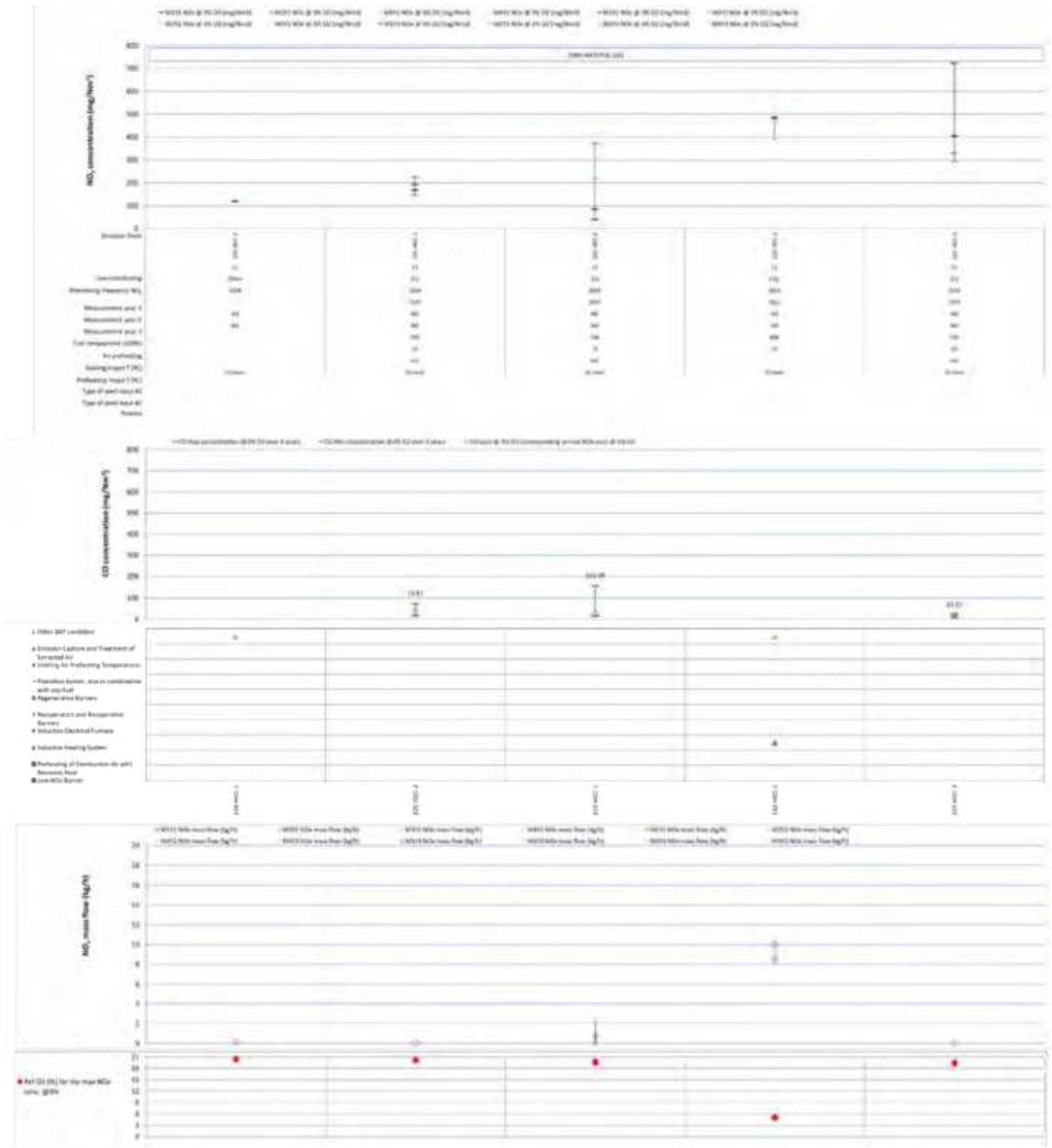
Obrázok 5.16: Emisie SO_2 z ohrevu suroviny plechu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka)



Emisné body s hodnotami NOx sú príliš vysoké pre mierku obrázka:
– 179HDC-1: M2Y1= 920,0 mg/Nm^3/M2Y3 = 1 051,3 mg/Nm^3/M2Y3 = 22,9 kg/h
– 193HDC-1: M2Y1 = 817,6 mg/Nm^3/M1Y2=1 225,7 mg/Nm^3/M2Y3 = 2 621,2 mg/Nm^3
– 193HDC-2: M1Y3=3 232,7 mg/Nm^3
Emisné body s hodnotami CO sú príliš vysoké pre mierku obrázka:
– 223HDC-1: M1Y1 = 4 242,9 mg/Nm^3/M1Y3 = 2 130,0 mg/Nm^3
– 37HDC-1: M1Y2 = 2 538,0 mg/Nm^3
– 193HDC-2: M1Y2 = 2 040,4 mg/Nm^3/M2Y2 = 6 224,8 mg/Nm^3/M1Y3 = 1 258,1 mg/Nm^3

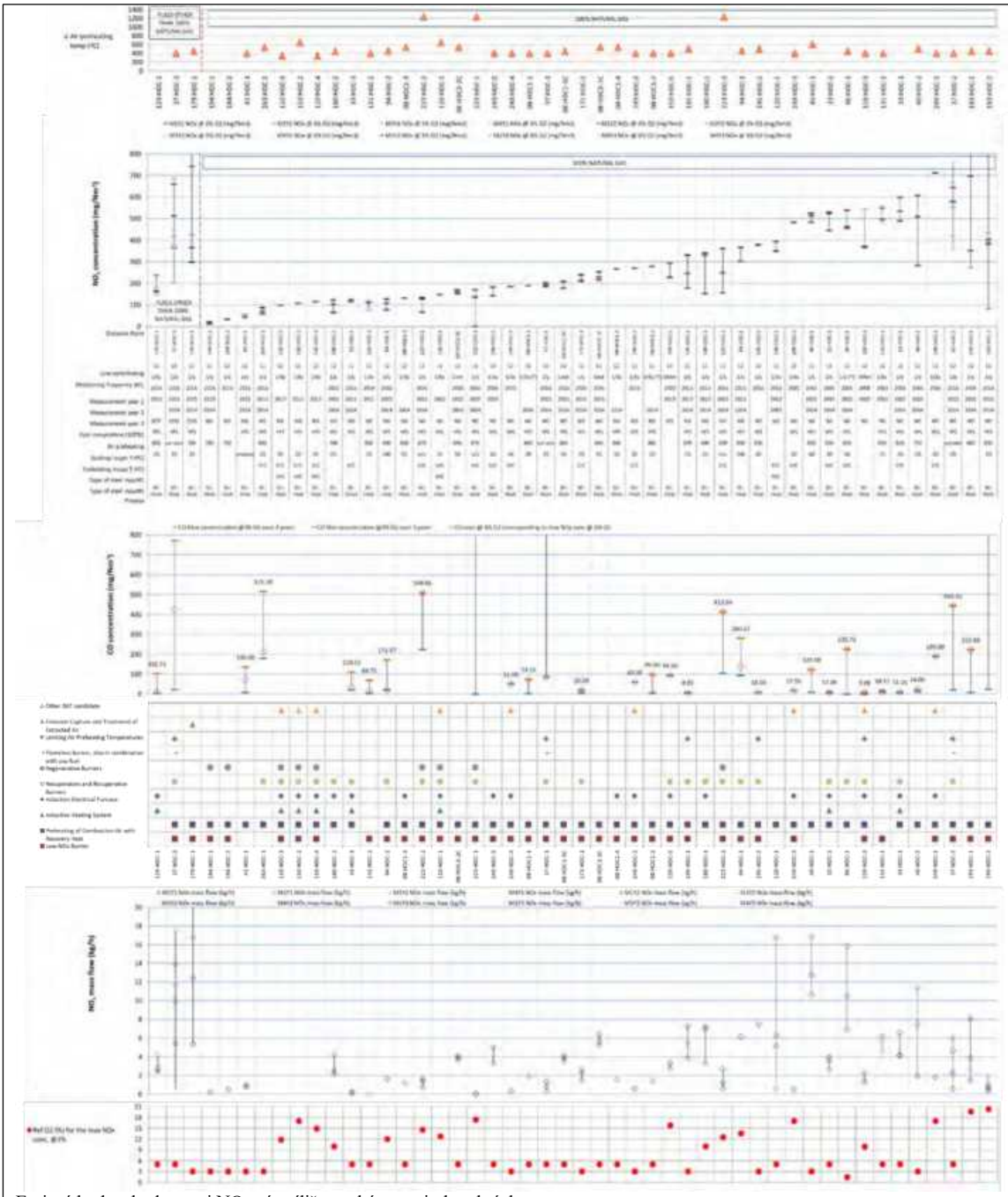
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 5.17: Emisie NO_x CO z ohrevu suroviny plechu a drôtu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka)



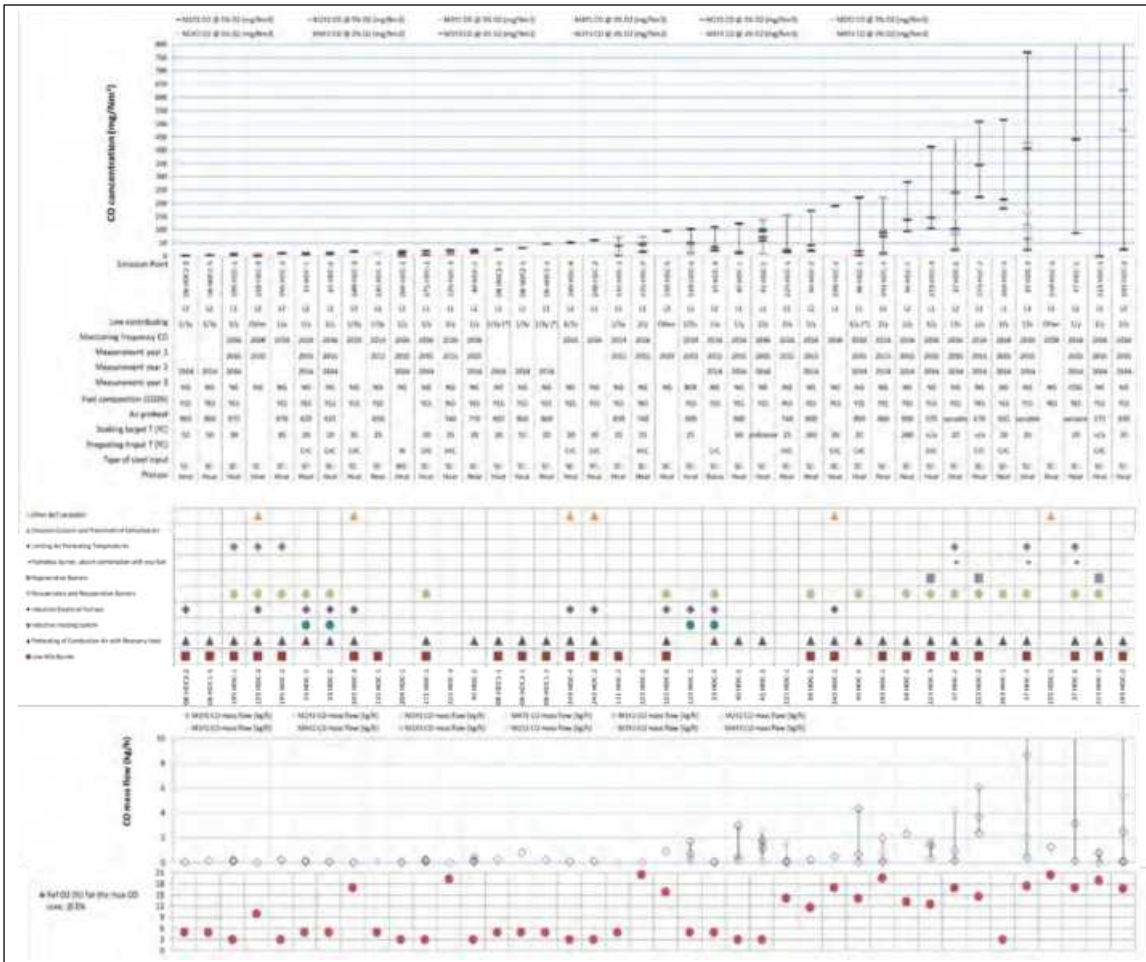
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 5.18: Emisie NO_x a CO z ohrevu suroviny plechu a drôtu bez predohrevu vzduchu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka)



Emisné body s hodnotami NO_X sú príliš vysoké pre mierku obrázka:
– 179HDC-1: M2Y1= 920,0 mg/Nm^3/M2Y3 = 1 051,3 mg/Nm^3/M2Y3 = 22,9 kg/h
– 193HDC-1: M2Y1 = 817,6 mg/Nm^3/M1Y2=1 225,7 mg/Nm^3/M2Y3 = 2 621,2 mg/Nm^3
– 193HDC-2: M1Y3=3 232,7 mg/Nm^3
Emisné body s hodnotami CO sú príliš vysoké pre mierku obrázka:
– 223HDC-1: M1Y1 = 4 242,9 mg/Nm^3/M1Y3 = 2 130,0 mg/Nm^3
– 37HDC-1: M1Y2 = 2 538,0 mg/Nm^3
– 193HDC-2: M1Y2 = 2 040,4 mg/Nm^3/M2Y2 = 6 224,8 mg/Nm^3/M1Y3 = 1 258,1 mg/Nm^3
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

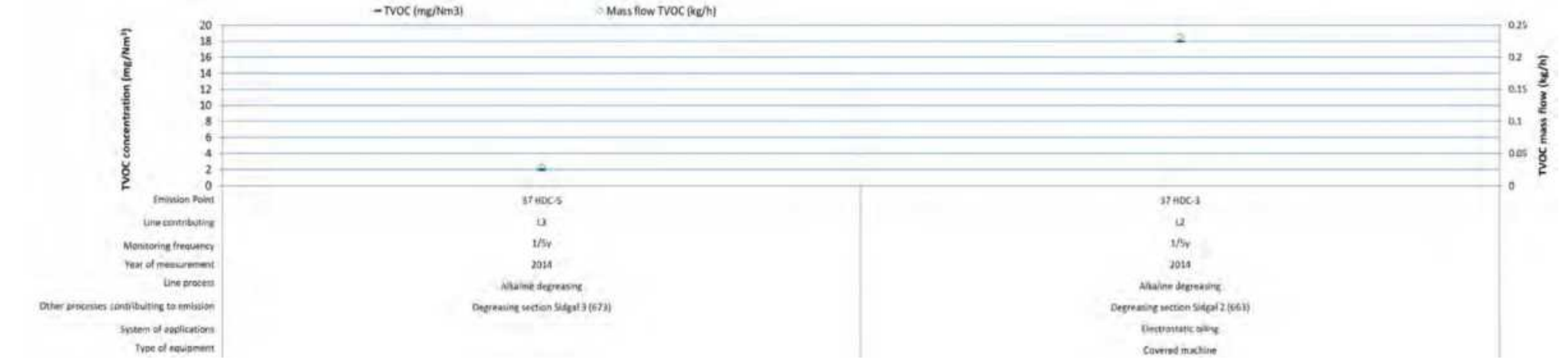
Obrázok 5.19: Emisie NOX a CO z ohrevu suroviny plechu a drôtu s teplotou predohrevu vzduchu, vstupnou teplotou suroviny a cieľovými teplotami (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka)



Emisné body s hodnotami sú príliš vysoké pre mierku obrázka:
– 37HDC-3: M1Y1= 11,6 kg/h
– 37HDC-1: M1Y2 = 2 538,0 mg/Nm^3/M1Y2 = 11,1 kg/h
– 223HDC-1: M1Y3 = 2 130,0 mg/Nm^3
– 193HDC-2: M2Y2 = 6 224,8 mg/Nm^3/M2Y2 = 20,4 kg/h

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 5.20: Emisie CO z ohrevu suroviny plechu a drôtu (mg/Nm^3 pri 3 % kyslíka)



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 5.21: Emisie TVOC z odmasťovania plechov

5.3.6 Emisie do vody

Všetky údaje týkajúce sa emisií do vody z procesov HDC sú uvedené v oddiele 7.2.1 dokumentu, v ktorom sa zobrazujú údaje o emisiách do vody za všetky odvetvia v zlúčenom formáte.

5.3.7 Rezíduá

Odmasťovacie roztoky sa zvyčajne tvoria a recirkulujú späť do odmasťovacích kúpeľov. Oleje sa oddeľujú z kúpeľov a zloženia alkalického roztoku sa znovu upravuje. Niekedy sa roztok upravuje v kroku oddelenia emulzie a potom sa biologicky upravuje. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Olej oddelený od alkalického roztoku možno použiť ako palivo na výrobu tepla.

Použité odmasťovacie činidlo a odpadová voda z oplachovacích a kefovacích činností môžu byť tiež zhodnocované a recyklované späť do procesu. Preto sa používajú magnetické filtre na odstránenie jemných častíc železa a na oddelenie olejovej fázy sa nasadzujú ultrafiltračné zariadenia. Permeát môže byť opakovane použitý v kaskádovom procese odmasťovania. Koncentrát z ultrafiltrácie sa ďalej zahusťuje a opakovane využíva pri tepelnom zhodnotení alebo sa externe zneškodňuje. [129, EUROFER 2019]

Odpad vznikajúci pri zinkovaní je tvorený ostrekmi z kúpeľa a troskou, ktorá sa tvorí v kúpeli.

Tabuľka 5.3 obsahuje uvádzané údaje o tvorbe tvrdého zinku (zinkovej trosky) za tri prevádzkové roky v prevádzkach na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu zo zberu údajov o FMP.

Tabuľka 5.3: Tvorba zinkovej trosky

Kód prevádzky	Druh produktu	Kategórie ocele	Špecifické množstvo zinkovej trosky (kg/t)			Recyklácia v prevádzke	Kód EWC	Klasifikácia
			2016	2015	2014			
171 HDC	Zinkovaný	CS-C	3,54	4,10	3,66	Nie	11 05 01	Nie nebezpečný
225 HDC	Zinkovaný	CS-H	2,73	2,83	2,43	NI	11 05 01	Nie nebezpečný
229 HDC	Zinkovaný	CS-H	11,20	NI	NI	Nie	11 05 01	Nie nebezpečný

Pozn.: NI = Žiadne informácie.
CS-C = CS-výrobky valcované za studena iné ako pre automobilový priemysel. CS-H = CS-výrobky valcované za tepla.
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

5.4 Techniky, ktoré treba zohľadniť pri určovaní BAT o kontinuálnej povrchovej úprave ponorom do roztaveného kovu

V tomto oddiele sa opisujú techniky (alebo ich kombinácie) a súvisiace monitorovanie, ktoré sa považujú za techniky s potenciálom na dosiahnutie vysokej úrovne ochrany životného prostredia pri činnostiach v rozsahu pôsobnosti tohto dokumentu. Opísané techniky budú zahŕňať použitú technológiu, ako aj spôsob, akým sa zariadenia navrhujú, budujú, udržiavajú, prevádzkové a vyraďujú z prevádzky.

Zahŕňa systémy environmentálneho manažérstva, ako aj techniky integrované do procesov a techniky na konci potrubia. 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 používania a opakovaného použitia. Opísané techniky sa týkajú aj prevencie alebo obmedzenia environmentálnych dôsledkov nehôd a incidentov. Zahŕňajú tiež prevenciu alebo zníženie emisií za iných ako bežných prevádzkových podmienok (akými sú činnosti spúšťania a odstavenia, úniky, poruchy, krátkodobé prerušenia a definitívne ukončenie prevádzky).

V prílohe III k smernici sa uvádza počet kritérií na určenie BAT a informácie v tejto kapitole sa týkajú týchto úvah. V tabuľke 2.15 je v čo najväčšej miere použitá štandardná štruktúra na uvedenie informácií o každej technike, aby sa umožnilo porovnanie techník a posúdenie na základe definície BAT v smernici.

Táto kapitola nemusí nevyhnutne obsahovať vyčerpávajúci zoznam techník, ktoré by sa mohli v tomto odvetví uplatniť. Môžu existovať alebo byť vyvinuté aj iné techniky, ktoré by sa mohli zohľadniť pri určovaní BAT pre jednotlivé zariadenia.

V kapitole 8 sa rozoberajú všeobecné techniky (t. j. tie, ktoré sa bežne používajú), ktoré by mohli byť použiteľné aj pri kontinuálnej povrchovej úpravy ponorom do roztaveného kovu. Tieto techniky sa v tomto oddiele bežne neopakujú, pokiaľ neboli sprístupnené informácie špecifické pre toto odvetvie.

5.4.1 Zinkovanie plechu

5.4.1.1 Odmasťovanie

5.4.1.1.1 Spätné kaskádové odmastenie

Opis
Odmasťovanie sa vykonáva v dvoch alebo viacerých kúpeľoch za sebou, pri ktorých sa surovina presúva z najviac znečisteného odmasťovacieho kúpeľa do najčistejšieho.

Technický opis
Roztok sa používa v predchádzajúcich krokoch odmasťovania, napríklad roztok zo sekcie elektrolytického odmasťovania sa znovu používa v časti rozstrekovania, keď sa dosiahne určitá hladina oleja. Použitý odmastňovací roztok z rozprašovacej časti sa odosiela na zhodnocovanie. Olejové rezíduá zo zhodnocovacích zariadení sa spaľujú mimo areálu a oplachovacie vody sa čistia v hlavnej čistiarni odpadových vôd. Úniky a rozliate látky sa zachytávajú a spracúvajú.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížená spotreba odmasťovacieho roztoku (spotreba čerstvej vody).
- Zníženie objemu odpadových vôd a kalov v čistiarni odpadových vôd. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Pre výrobnú kapacitu 68 t/h je potrebných celkovo 15 m^3/h demineralizovanej vody. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Zvýšená spotreba energie. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Investičné náklady sú stredné a prevádzkové náklady sú nízke. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 08 HDC, 33 HDC, 37 HDC, 94 HDC, 96 HDC, 110 HDC, 123 HDC, 129 HDC, 159 HDC, 180 HDC, 193 HDC, 195 HDC, 249 HDC.

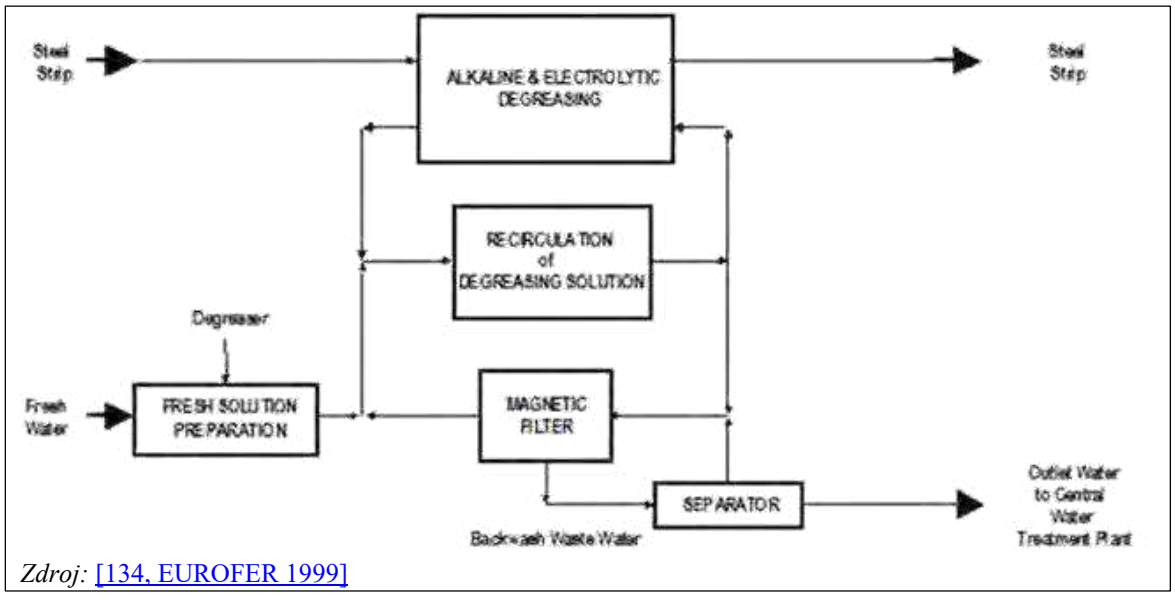
Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [127, Continuous Coating Shadow Group 1999].

5.4.1.1.2 Čistenie a opakované použitie odmasťovacieho roztoku

Opis
Fyzikálna úprava (napr. magnetická separácia, separácia oleja, mikro alebo ultrafiltrácia) sa používa na čistenie odmasťovacieho roztoku na opakované použitie.

Technický opis
Vo všeobecnosti sa čerstvá voda pridáva proti prúdu pohybu pásu. Množstvo čerstvej vody sa pridáva na nahradenie strát vody spôsobených odparovaním pri čistení rozprašovaním po časti elektrolytického čistenia takým spôsobom, aby sa zabezpečil minimálny prepad do časti elektrolytického čistenia. Táto čerstvá voda sa teda pridáva do dvoch recirkulačných okruhov (alkalické a elektrolytické odmasťovanie). Približne 25 % cirkulujúceho odmasťovacieho roztoku sa upravuje v samostatnom toku, napr. magnetickým odlučovaním, odlučovaním oleja, mikrofiltráciou alebo ultrafiltráciou. Časť tohto prietoku sa pravidelne posiela do čistiarne odpadových vôd. Tyče magnetického odlučovača čistí čistiaci robot. Výsledné jemné častice železa sa zbierajú osobitne.

Na obrázku 5.22 sa znázorňuje príklad okruhu odmasťovacieho roztoku.



Zdroj: [134, EUROFER 1999]

Obrázok 5.22: Príklad systému recyklácie odmasťovacieho roztoku

Podrobnejšie informácie pozri v oddiele 8.6.1.5.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zníženie spotreby alkalických chemikálií. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]
- Zníženie objemu vody a kalov v čistiarni odpadových vôd. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Pre výrobnú kapacitu 68 t/h je potrebná spotreba vody celkovo 5 m^3/h. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Spotreba energie. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy

Vysoké investičné a prevádzkové náklady. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Hnacia sila implementácie

- Hlavne požiadavky na produkt.
- Kvalita prichádzajúcich zvitkov (rezíduá železa a oleja) môže byť tiež rozhodujúcim prvkom.

Vzorové prevádzky

Prevádzky zo zberu údajov: 08 HDC2, 33 HDC, 37 HDC, 40 HDC, 94 HDC, 96 HDC, 110 HDC, 123 HDC, 129 HDC, 132 HDC, 159 HDC, 179 HDC, 180 HDC, 193 HDC, 194 HDC, 195 HDC, 08 HDC1, 08 HDC2, 193 HDC, 194 HDC, 195 HDC, 249 HDC.

Odborná literatúra

[16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018], [127, Continuous Coating Shadow Group 1999].

5.4.1.1.3 Použitie pece s priamym plameňom v prípade nanášania povlakov na oceľové plechy ponorom do roztaveného kovu

Opis

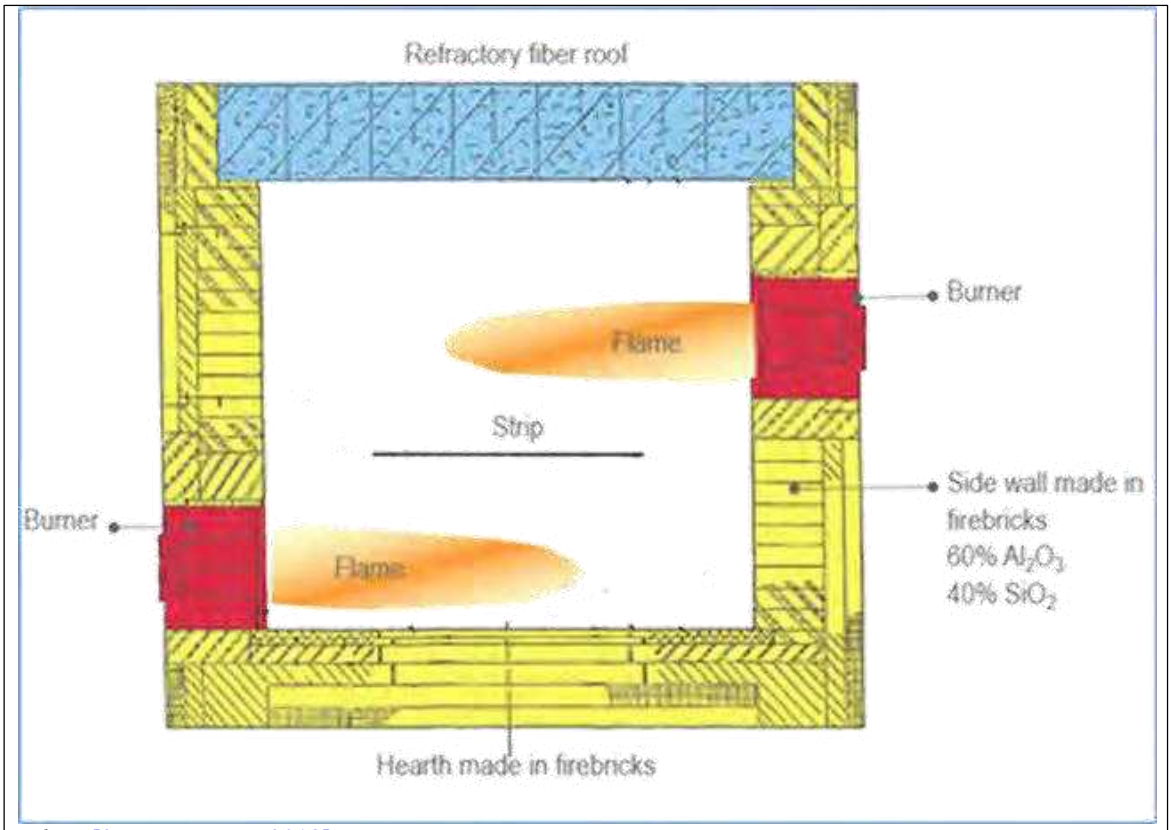
Olej na povrchu oceľového plechu sa spaľuje v peci s priamym plameňom. Odmasťovanie pred pecou môže byť potrebné pri niektorých vysokokvalitných výrobkoch alebo v prípade oceľových plechov s vysokým obsahom zvyškového oleja.

Technický opis

Žíhacie pece na zinkovacích linkách vybavené DFF (pecou s priamym plameňom) majú dodatočnú funkciu čistenia pásu od povrchových nečistôt (k tomu dochádza v časti DFF). V tejto špecifickej konfigurácii pece sa väčšina ohrevu uskutočňuje v DFF, kde je plyn zmesou zemného plynu a vzduchu s nadstechiometrickým pomerom vzduch/plyn (lambda < 1). Plynové horáky v DFF sú zvyčajne usporiadané asymetricky, aby sa zabezpečilo rovnomerné ohrevanie povrchu pásu (pozri obrázok 5.23). Pás vstupuje do DFF pri izbovej teplote alebo vyššej, ak je prítomná predhrievacia časť (bežne sa predhrev dosahuje protiprúdom spalín), a vystupuje z DFF pri teplotách v rozsahu 500 – 800 °C.

Súhrnne:

- uhlíkové rezíduá sa spália (atmosféra je dokonca oxidačná pre železo);
- chemické odmasťovanie sa môže použiť na zabezpečenie konštantného povrchového uhlíka; premenlivý povrchový uhlík môže zmeniť kinetiku oxidácie Fe, čo ovplyvňuje emisivitu rozdielne, a teda aj spôsob, akým pec funguje.



Zdroj: [25, EUROFER 2018]

Obrázok 5.23: Schéma pece s priamym plameňom

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Žiadne emisie do vody. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]
- Žiadna tvorba odpadu. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

V niektorých prípadoch môže byť stále potrebné mať odmasťovaciu časť pred pecou pre niektoré vysokokvalitné spotrebiče alebo v prípade prichádzajúcich zvitkov s vysokou zvyškovou hladinou oleja. Pec nie je taká ľahko ovládateľná ako pec so sálavými trubicami. Splodiny z pece sa bežne používajú na predohrev privádzaného plynu a spaľovacieho vzduchu pomocou špecializovaného výmenníka tepla. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]-

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Emisie do ovzdušia prostredníctvom spaľovania oleja. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Uplatniteľnosť môže byť obmedzená, ak sa vyžaduje veľmi vysoká úroveň čistoty povrchu a priľnavosti zinku.

Hospodárske vplyvy

Investičné a prevádzkové náklady sú znížené, pretože nie je potreba predchádzajúcich častí. [204, ES, člen TWG 1999]
Lacné na prevádzku a inštaláciu. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Hnacia sila implementácie

Náklady (pozri hospodárske vplyvy vyššie).

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 110 HDC, 131 HDC, 158 HDC, 223 HDC, 249 HDC.

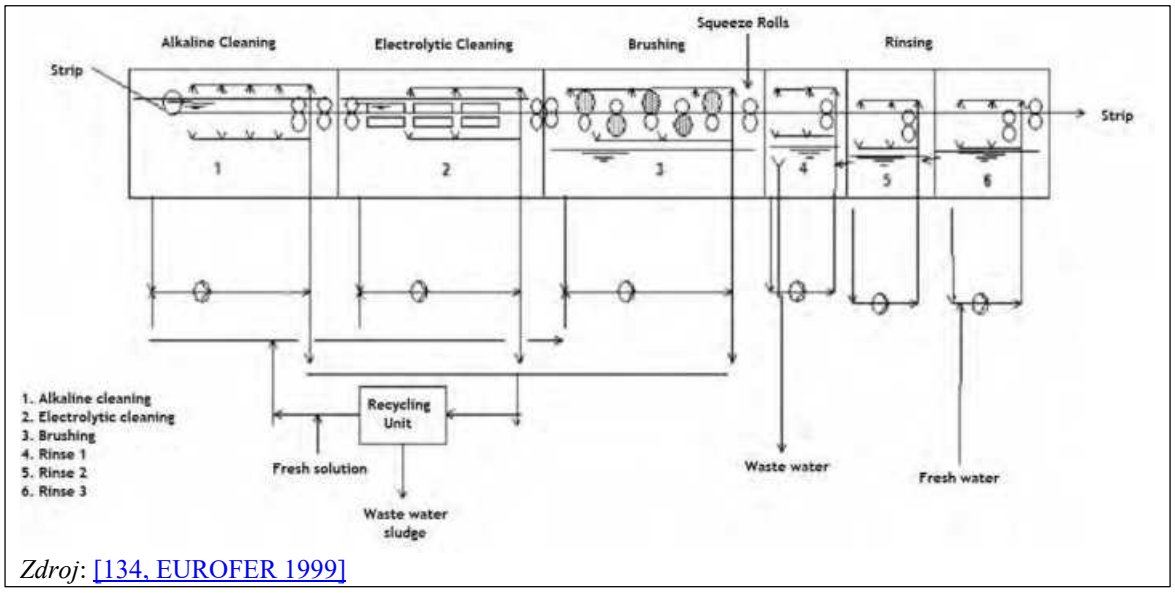
Odborná literatúra
[127, Continuous Coating Shadow Group 1999].

5.4.1.1.4 Žmýkacie valce

Opis
Žmýkacie valce sa používajú predtým ako oceľový pás opustí časť úpravy, aby sa zabezpečilo minimálne vynášanie roztoku do nasledujúcej časti.

Technický opis
Zvyšný odmasťovací roztok alebo oplachová voda na oceľovom páse sa z pásu odstraňuje žmýkacími valcami pred opustením každej časti úpravy. Tým sa zabezpečí, že vynášanie roztoku do ďalšej časti bude minimalizované a straty chemikálií a kontaminácia oplachovej vody budú tiež minimalizované. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999] K dispozícii sú rôzne typy žmýkacích valcov (napr. netkané, gumové). (Pripomienky EUROFER-u v [24, TWG 2019])

Na obrázku 5.24 sa zobrazuje príklad časti chemickej predúpravy linky na nanášanie povlakov na plech ponorením do roztaveného kovu s použitím žmýkacích valcov a kaskádového preplachov (na efektívne využitie oplachovej vody).



Zdroj: [134, EUROFER 1999]

Obrázok 5.24: Časť chemickej predúpravy pre linky na nanášanie povlakov na plechy ponorením do roztaveného kovu za tepla (príklad)

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zníženie spotreby surovín. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]
- Zníženie objemu odpadových vôd a kalov v čistiarni odpadových vôd. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Netkaným žmýkacím valcom sa pripisuje dlhšia životnosť ako gumovým valcom, čo má za následok zníženie frekvencie výmeny a zníženie prestojov. (Pripomienky EUROFER-u v [24, TWG 2019])
Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky na valcované výrobky.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Hospodárske vplyvy
Počiatočná investícia nie je vysoká a prevádzkové náklady sú nízke. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 08 HDC, 33 HDC, 37 HDC, 40 HDC, 94 HDC, 96 HDC, 110 HDC, 123 HDC, 129 HDC, 159 HDC, 180 HDC, 193 HDC, 194 HDC, 195 HDC, 249 HDC.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [127, Continuous Coating Shadow Group 1999].

5.4.1.2 Tepelné spracovanie

Pozri oddiel 8.5.3 a oddiel 8.8 o technikách súvisiacich s energetickou efektívnosťou a emisiami do ovzdušia.

5.4.1.2.1 Systém indukčného ohrevu

Opis
Indukčný ohrev sa používa namiesto plynových horákov pre časť ohrievacieho režimu. [108, EUROFER 19-6-17 2017]

Technický opis
V linke na nanášanie povlakov ponorením do roztaveného kovu môžu byť indukčné ohrievače inštalované takto:

- Pri vstupe do žíhacej pece na urýchlenie procesu ohrevu. Indukčné ohrievače zvyšujú produktivitu a uľahčujú teplotné prechody.
- Po taviacom tégliku a vzduchových nožoch, aby sa vytvoril povlak galvanickým žíhaním, a v prípade automobilových výrobkov galvanickým žíhaním.
- Vo vnútri pece na opakované zvýšenie teploty pásu po chladiacej časti v prípade konkrétneho žíhacieho cyklu (hlavne AHSS).

Technológia sa skladá zo solenoidového induktora s pozdĺžnym tokom. Napájanie je na veľmi vysokej frekvencii (400 – 450 kHz), pričom sa používajú meniče na báze tranzistorov. Použitie veľmi vysokej frekvencie, nedávno vyvinutej, ponúka najlepšiu elektrickú efektívnosť s rovnomerným ohrevom po celej šírke pásu.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie emisií do ovzdušia zo spaľovania plynu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Keď je induktor umiestnený pred pecou, teplota sa reguluje, aby sa zabránilo dosiahnutiu bodu vzplanutia rezíduí emulzie. Okrem toho je potrebné zabrániť vyššej teplote, aby sa predišlo masívnej oxidácii pásu.

V niektorých prípadoch môže byť induktor pripojený priamo k peci (v takom prípade je umiestnený v uzavretom priestore s odsávaním výparov a inertnou atmosférou), ale tým sa pridáva technická zložitosť a náklady a v tomto prípade sa musí vyhodnotiť skutočná výhoda.

Taktiež je potrebné zdôrazniť, že efektívnosť elektrických vykurovacích systémov závisí okrem iného od teplotného rozsahu.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
V prípade, že sa elektrina vyrába spaľovaním, vznikajú emisie do ovzdušia.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Galvanické žíhanie: Prevádzky zo zberu údajov: 33 HDC, 129 HDC, 180 HDC.
Žíhanie: Prevádzky zo zberu údajov: 129 HDC, 132 HDC.

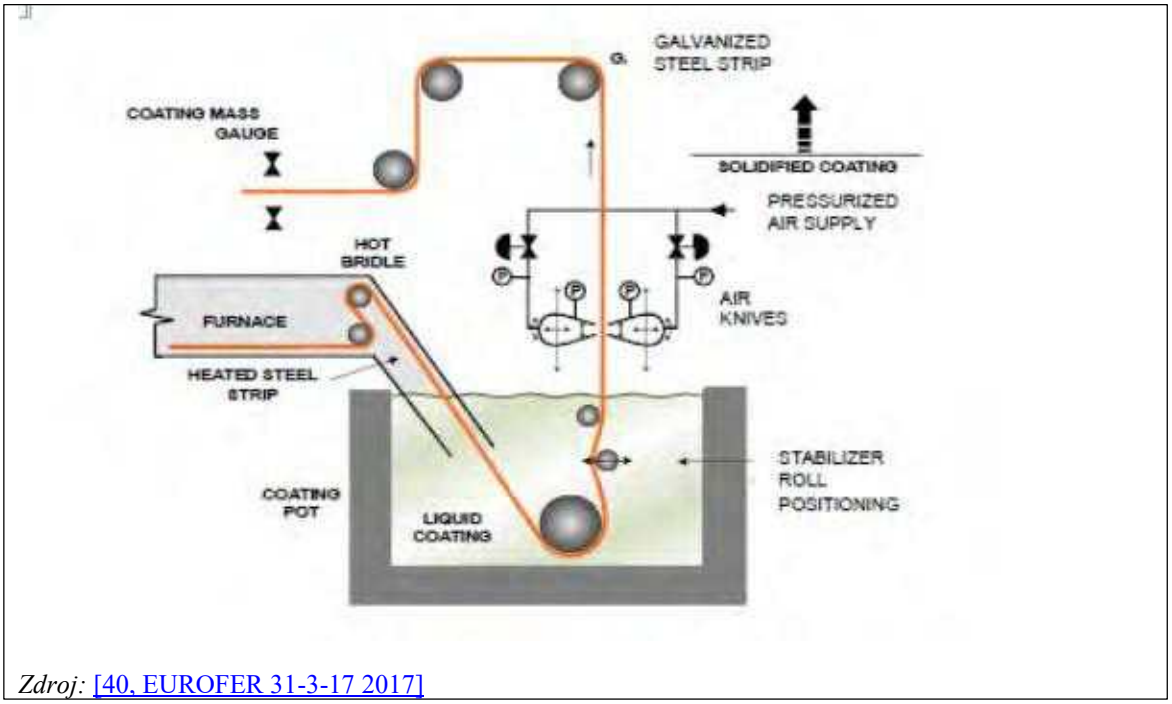
Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [108, EUROFER 19-6-17 2017].

5.4.1.3 Ponáranie do roztaveného kovu (zinkovanie)

5.4.1.3.1 Vzduchové nože na kontrolu hrúbky povlaku

Opis
Po opustení kúpeľa roztaveného zinku vzduchové dýzy po celej šírke pásu odfukujú prebytočný povlakový kov z povrchu pásu späť do galvanizačnej vane.

Technický opis
Po ponorení do kúpeľa roztaveného zinku sa pás ofukuje vzduchovými nožmi.



Zdroj: [40, EUROFER 31-3-17 2017]

Obrázok 5.25: Schéma časti povlakovania zinkovacej linky na nanášanie povlakov ponorením do roztaveného kovu s ovládačmi vzduchových nožov a snímačom hrúbky povlaku

Pomocou špecializovaného algoritmu hrúbkomer zinku poskytuje spätnú väzbu o medzere vzduchových nožov na optimalizáciu povlaku. Toto riešenie umožňuje automatické nastavenie pohybu natočenia dýzy.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížená spotreba náterového materiálu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Spotreba energie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zlepšenie kvality hrúbky kovovej vrstvy a tým zvýšenie výťažnosti.

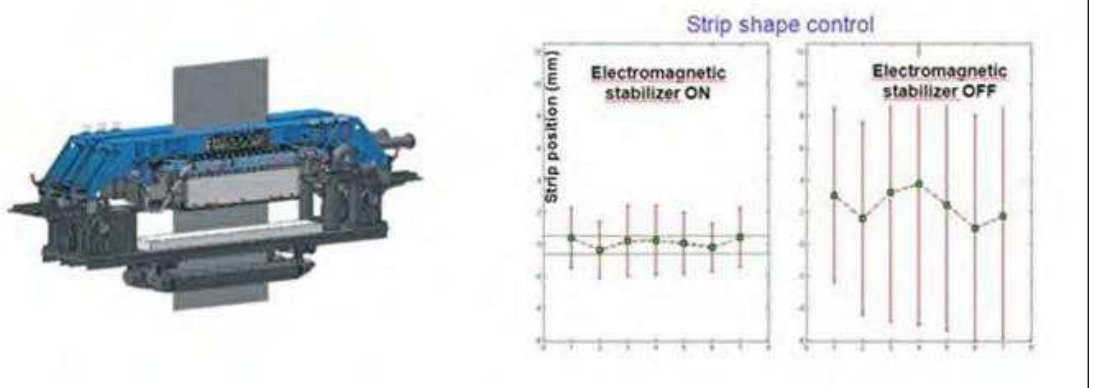
Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 08 HDC1, 08 HDC2, 33 HDC, 37 HDC, 40 HDC, 41 HDC, 94 HDC, 96 HDC, 110 HDC, 120 HDC, 123 HDC, 129 HDC, 131 HDC, 171 HDC, 179 HDC, 180 HDC, 193 HDC, 194 HDC, 195 HDC, 201 HDC, 204 HDC, 211 HDC, 223 HDC, 249 HDC, 263 HDC.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [127, Continuous Coating Shadow Group 1999].

5.4.1.3.2 Stabilizácia pásu

Opis
Efektívnosť odstraňovania prebytočného povlaku vzduchovými nožmi sa zlepšuje obmedzením oscilácií pásu, napr. zvýšením napätia pásu, použitím ložísk taviacej vane s nízkymi vibráciami, použitím elektromagnetických stabilizátorov.

Technický opis
Po ponorení do kúpeľa roztaveného zinkou sa pozinkovaný pás ofukuje vzduchovými nožmi. Elektromagnetický stabilizátor sa používa na stabilizáciu pásu pomocou elektromagnetického poľa. Systém je inštalovaný na vertikálnej časti pásu, za vzduchovými nožmi. Skladá sa z elektromagnetických aktuátorov na oboch stranách pásu, nainštalovaných v dvoch špeciálne navrhnutých krytoch. Počet aktuátorov závisí od šírky pásu (približne jeden aktuátor na každých 25 cm šírky). Keď pás prechádza medzi aktuátormi, jeho poloha sa priebežne meria. Zakaždým, keď sa pozícia odchýli od centrálnej referenčnej pozície, je korigovaná prostredníctvom špecifických aktuátorov. V aktívnom stave vytvára na pás ťahovú silu. Pás je takto stabilizovaný, čím sa znižujú oscilácie v časti vzduchových nožov. Ďalšou významnou aplikáciou elektromagnetickej stabilizácie pásov je inštalácia v chladiacej veži linky na nanášanie povlakov ponorením do roztaveného kovu. Chladiace dúchadlá môžu vyvolať torzné vibrácie pásu, čo môže viesť ku kontaktu pásu s dúchadlami. Použitím systému stabilizácie pásu sú tieto oscilácie takmer úplne eliminované a aktívne sa zabraňuje poškodeniu povrchu pásu.



Zdroj: [40, EUROFER 31-3-17 2017]

Obrázok 5.26: Schéma elektromagnetického stabilizátora

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Znížená spotreba náterového materiálu. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Elektromagnetická stabilizácia je poslednou možnosťou na zlepšenie stability pásu. Najprv musí byť zabezpečených mnoho ďalších technických aspektov, t. j. ponorné ložiská, geometria príslušenstva téglika, ofukovanie vzduchom, napätie pásu, pričom všetky tieto faktory výrazne ovplyvňujú stabilitu pásu. Implementácia elektromagnetickej stabilizácie nedokáže kompenzovať iné problémy, alebo len čiastočne, a preto sa zvyčajne považuje za posledný krok plánu zlepšenia stability pásu. [3, EUROFER 2020]

Elektromagnetická stabilizácia znamená zvýšené nároky na údržbu. Najmä v prípade, že elektromagnetické stabilizátory sú nainštalované oddelene od vzduchových nožov (ako je znázornené vyššie), bežný pravidelný postup čistenia vzduchových nožov bude sťažený a úsilie vynaložené na čistenie sa zvýši. Integrované riešenia (elektromagnetické stabilizátory priamo kombinované so vzduchovými nožmi) môžu túto nevýhodu eliminovať, ale vyžadujú kompletnú zmenu systému, čo je veľmi nákladné.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Mierne zvýšená spotreba energie. Zvýšené úsilie na údržbu.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Všeobecne použiteľné na pásové povlakovanie.

Hospodárske vplyvy

Vysoké investičné náklady, najmä pri integrovaných riešeniach.

Hnacia sila implementácie

Hlavnou hnacou silou implementácie tejto techniky sú predovšetkým otázky kvality. Je to obzvlášť relevantné pre aplikácie s prísnymi požiadavkami na hrúbku zinkovej vrstvy.

Vzorové prevádzky

Thyssenkrupp Steel Europe AG, linka 7 na nanášanie povlakov ponorením do roztaveného kovu. Arcelor Mittal Sagunto – 96 HDC.
Arcelor Mittal Belgium Eurogal – 40 HDC.

Odborná literatúra

[31, EUROFER 10-7-18 2018].

5.4.1.4 Galvanické žíhanie

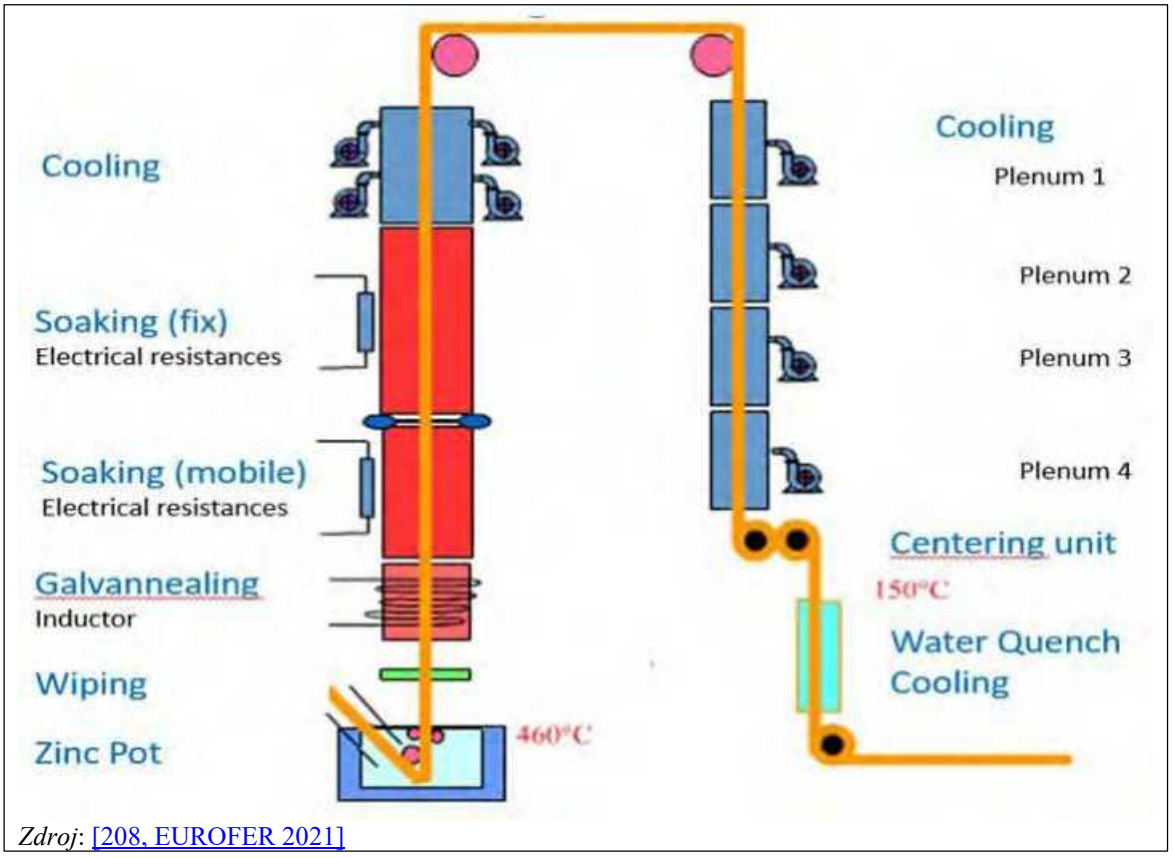
5.4.1.4.1 Veža na galvanické žíhanie vybavená indukčným ohrevom

Opis
Proces dodatočnej úpravy galvanickým žíhaním sa vykonáva pomocou veže na galvanické žíhanie vybavenej indukčnou pecou na opakovaný ohrev za studena valcovaného oceľového pásu, po ktorom nasleduje krok vyrovnávania teploty pomocou elektrických pecí a konečné chladenie pásu.

Technický opis
V procese zinkovania sa obe strany za studena valcovaného oceľového pásu pokryjú tenkou vrstvou zinku po prechode cez kúpeľ tekutého zinku. Získaný zinkový povlak sa skladá z približne 99,7 % zinku a 0,3 % železa. V procese galvanického žíhania je možné transformovať počiatočnú vrstvu zinku získanú po galvanizácii na povlak zo zliatiny železa a zinku obsahujúcej 8 až 12 % železa.

Cyklus procesu galvanického žíhania spočíva v opakovanom zahriatí pásu na približne 500°C počas asi pätnástich sekúnd. Tento rýchly nárast teploty sa dosahuje prechodom cez indukčnú pec, po ktorom nasleduje udržiavacia pec (zvyčajne elektrická). Pás sa následne ochladí na približne 150 °C alebo menej pred kalením vo vode. V minulosti sa to dosahovalo pomocou žíhacích pecí na zemný plyn.

Na obrázku 5.27 sa zobrazuje schéma typickej veže na galvanické žíhanie vybavenej indukčným ohrevom.



Zdroj: [208, EUROFER 2021]

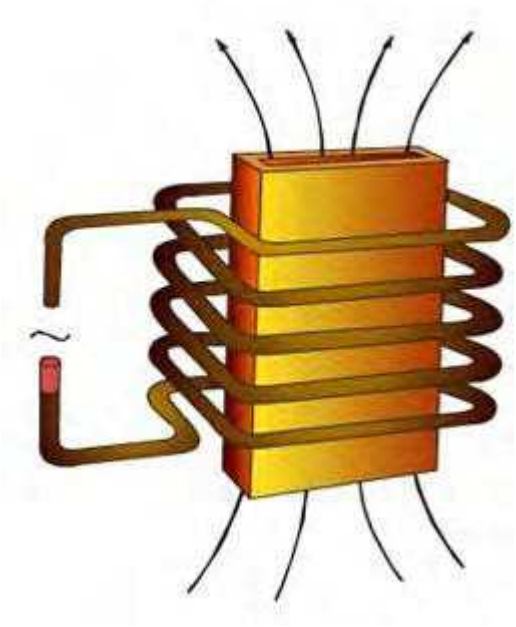
Obrázok 5.27: Schéma žíhacej veže vybavenej indukčným ohrevom

Indukčný ohrev sa dosahuje pomocou indukčnej pece s pozdĺžnym tokom, ako je znázornené na obrázku
5.28. Indukčné ohrievanie zabezpečuje prenos energie z indukčnej cievky (solenoidu) na pás,

ktorý sa ohrieva pomocou elektromagnetického poľa, ktoré rozptyľuje teplo Jouleovým efektom v páse. Kľúčové parametre regulácie súvisiace s indukčnou pecou sú:

- frekvencia prúdu,
- povaha materiálu a jeho stav (teplota),
- pole induktora,
- typ induktora a jeho geometrické charakteristiky,
- povaha vodičov použitých v induktore.

Vo všeobecnosti platí, že čím vyššia je frekvencia, tým menšia je hrúbka plášťa (hrúbka na povrchu kovového plechu, v ktorej cirkuluje prúd). Induktor je zvyčajne vyrobený z elektrolytickej medi na minimalizáciu strát spôsobených Joulovými javmi a je chladený vodou. Indukčné pece sú veľmi citlivé na zinkový prach, ktorý môže spôsobiť skraty, a preto ich treba pravidelne čistiť. Zvitky sú zvyčajne chránené zvnútra izolačnými doskami. Vzdialenosť medzi zvitkom a pásom je od 100 do 200 mm.



Zdroj: [208, EUROFER 2021]

Obrázok 5.28: Schéma žíhacej indukčnej pece

Cyklus galvanického žíhania umožňuje na začiatku difúziu zinku do oceľového substrátu s cieľom prerušiť inhibičnú vrstvu Fe_2Al_5. Po prelomení tejto vrstvy sa železo môže ďalej difúzovať do zinkového povlaku a vytvoriť požadované zliatiny železa a zinku (s približne 10 % obsahom železa na konci cyklu).

Galvanicky žíhaná oceľ má tiež zinkovú vrstvu, ktorá je pevnejšia v porovnaní s mnohými inými typmi zinkovanej ocele, čo zvyšuje odolnosť výrobku voči poškriabaniu. Galvanicky žíhaná oceľ vykazuje v porovnaní s inými typmi pozinkovanej ocele aj dobrú tvarovateľnosť a zvárateľnosť.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Indukčné pece na galvanické žíhanie sú energeticky oveľa účinnejšie než pece na galvanické žíhanie ohrievané zemným plynom, v ktorých sa ohrev uskutočňuje konvekciou a v menšej miere sálaním. Výťažnosť takejto pece je veľmi nízka (nanajvýš 10 až 15 %), pretože tekutý zinok je veľmi reflexný (emisivita rádovo 0,1).
- V porovnaní s indukčnými pecami je rýchlosť ohrevu plynových pecí pomerne nízka, a preto je výška pece dosť vysoká. Výška pece je vo všeobecnosti obmedzená na približne 55 m, aby sa predišlo problémom s vibráciami pásov, ktoré by viedli k veľmi krátkym časom výdrže.

- V porovnaní s indukčnými pecami majú plynové pece značnú zotrvačnosť, ktorá neumožňuje časté zmeny nastavení.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Celkovo tri prevádzky zo zberu údajov uviedli informácie o prevádzke a environmentálnej výkonnosti procesného kroku galvanického žíhania.

Prevádzka 33 HDC:
- Typ ohrievania: Indukčný ohrev v kombinácii s horákmi s priamym plameňom (zemný plyn)
- Vstupná teplota pásu (krok ohrevu): 440 °C
- Cieľová teplota pásu (krok ohrevu): 485 °C
- Vstupná teplota pásu (krok vyrovnávania teploty): 485 °C
- Cieľová teplota pásu (krok vyrovnávania teploty): 485 °C
- Vstupná teplota pásu (krok chladenia): 485 °C
- Cieľová teplota pásu (krok chladenia): 50 °C
- Údaje o emisiách: Prach (od 2,7 do 9,5 mg/Nm^3), NO_x (od 102 do 110 mg/Nm^3), SO_2 (od 2,6 do 12,8 mg/Nm^3), CO (od 19 do 98 mg/Nm^3)

Prevádzka 129 HDC:
- Typ ohrievania: Iba indukčný ohrev
- Vstupná teplota pásu (krok ohrevu): 450 °C
- Cieľová teplota pásu (krok ohrevu): 550 °C
- Vstupná teplota pásu (krok vyrovnávania teploty): 550 °C
- Cieľová teplota pásu (krok vyrovnávania teploty): 550 °C
- Vstupná teplota pásu (krok chladenia): 550 °C
- Cieľová teplota pásu (krok chladenia): Neuvedené
- Údaje o emisiách: Neboli uvedené žiadne údaje o emisiách.

Prevádzka 180 HDC:
- Typ ohrievania: Iba indukčný ohrev
- Vstupná teplota pásu (krok ohrevu): 460 °C
- Cieľová teplota pásu (krok ohrevu): 500 °C
- Vstupná teplota pásu (krok vyrovnávania teploty): Neuvedené
- Cieľová teplota pásu (krok vyrovnávania teploty): Neuvedené
- Vstupná teplota pásu (krok chladenia): 500 °C
- Cieľová teplota pásu (krok chladenia): 300 °C
- Údaje o emisiách: Neboli uvedené žiadne údaje o emisiách.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadne hlásenie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne uplatniteľné.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Energetická efektívnosť.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 33 HDC, 129 HDC, 180 HDC.

Odborná literatúra
[208, EUROFER 2021].

5.4.1.5 Následné úpravy

5.4.1.5.1 Čistenie a opakované použitie fosfátovacieho alebo pasivačného roztoku

Opis
Na čistenie fosfátovacieho alebo pasivačného roztoku v záujme opakovaného použitia sa používa čistiaci okruh, napríklad s filtráciou.

Technický opis
Časť chemickej následnej úpravy po ponorení do roztaveného kovu za tepla je zvyčajne vybavená prípravnou nádržou (veľký objem) a pracovnou nádržou (malý objem). V prípravnej nádrži sa chemická zmes pripravuje a kontroluje. Potom sa malá časť posiela do pracovnej nádrže, ktorá pravidelne dopĺňa prípravnú nádrž, keď hladina klesá. Iba kvapalina v pracovnej nádobe prichádza do kontaktu s pásom a môže sa znečistiť. Keďže sa však nepretržite spotrebúva, úroveň kontaminácie je veľmi nízka. V dôsledku toho nie je potrebný žiadny zložitý systém na čistenie roztoku: postačujú jednoduché filtre. [3, EUROFER 2020]

Fosfátovací roztok
Fosfátovací roztok sa zvyčajne filtruje cez filtre počas recirkulácie. Len malé množstvo odpadového roztoku sa z času na čas vypúšťa a upravuje externe. Odpadová voda z oplachovacej časti sa tiež spracúva externe v čistiarni odpadových vôd. Táto úprava sa môže vykonávať aj mimo areálu. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Chemicky fosfátované oceľové pásy sa vyrábajú priebežne v linke na nanášanie povlakov ponorením do roztaveného kovu. Fosfátovací roztok sa buď i) nanáša cez rozstrekaciu hlavicu na vrchnú a spodnú stranu (prebytočný mokrý film sa stiera pomocou valcov z tvrdej gumy), alebo ii) sa dodáva pomocou chemického nanášača na holý pás zinkovaný ponorom do roztaveného kovu. Mokrý film sa následne suší v teplovzdušnej sušičke. [25, EUROFER 2018]

Pasivačný roztok
Pasivačný roztok sa filtruje cez filtre počas recirkulácie. Príležitostne sa vyčerpaný roztok vypúšťa a upravuje externe v čistiarni odpadových vôd alebo mimo areálu.
Chemicky pasivované oceľové pásy sa vyrábajú priamo v linke na nanášanie povlakov ponorením do roztaveného kovu. Pasivačný roztok sa buď i) nanáša cez rozstrekaciu hlavicu na vrchnú a spodnú stranu (prebytočný mokrý film sa stiera pomocou valcov z tvrdej gumy), alebo ii) sa dodáva pomocou chemického nanášača na holý pás zinkovaný ponorom do roztaveného kovu. Mokrý film sa následne suší v teplovzdušnej sušičke. [25, EUROFER 2018]

Voľba, či bude žiarovo pozinkovaný oceľový pás fosfátovaný alebo pasivovaný, alebo zostane neupravený, závisí od špecifikácie výrobku zákazníka týkajúcej sa lakovateľnosti, zvárateľnosti, tvarovateľnosti a odolnosti proti korózii. V prípade automobilového priemyslu sa zvyčajne celá karoséria automobilu fosfátuje pred lakovaním. [25, EUROFER 2018]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zníženie spotreby chemikálií na fosfátovanie a pasiváciu. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]
- Zníženie objemu odtokovej vody a kalov v čistiarni odpadových vôd. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Pri fosfátovacích roztokoch je potrebné kontrolovať nasledujúce procesné parametre: vodivosť a/alebo hustotu fosfátovacieho kúpeľa. Hrúbka vrstvy sa kontroluje mimo hlavnej linky pomocou röntgenových fluorescenčných metód alebo pomocou metód mokrej chémie. Pri mokrej chemickej analýze sa hrúbka vrstvy meria nepriamo z obsahu fosforu v roztoku na odstraňovanie. [25, EUROFER 2018]

Pri pasivačných roztokoch je potrebné kontrolovať nasledujúce procesné parametre: vodivosť a/alebo hustotu pasivačného kúpeľa. Hrúbka vrstvy sa kontroluje mimo hlavnej linky pomocou röntgenových fluorescenčných metód alebo pomocou metód mokrej chémie. Pri mokrej chemickej analýze sa hrúbka vrstvy meria nepriamo zo stopového indikátora odstraňovacieho roztoku, ktorý závisí od použitej metódy pasivácie. [25, EUROFER 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Spotreba energie [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]
Tvorba odpadu: Vo fosfátovacích a pasivačných kúpeľoch sa môžu vyskytovať usadeniny, ktoré je potrebné zlikvidovať. [25, EUROFER 2018]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Investičné a prevádzkové náklady sú stredné [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]
Hnacia sila implementácie
Znížená spotreba chemikálií.

Vzorové prevádzky
Prevádzky vykonávajúce fosfátovanie: 33 HDC, 129 HDC, 180 HDC.

Prevádzky vykonávajúce pasiváciu: Všetkých päť liniek na nanášanie povlakov ponorením do roztaveného kovu v spoločnosti Voestalpine Stahl GmbH – prevádzky 08 HDC1 a 08 HDC2. Ďalšie závody zo zbierky údajov o FMP používajúce pasiváciu sú: 37 HDC, 40 HDC, 41 HDC, 94 HDC, 96 HDC, 120 HDC, 129 HDC, 131 HDC, 132 HDC, 159 HDC, 180 HDC, 193 HDC, 194 HDC, 195 HDC, 223 HDC, 249 HDC, 263 HDC.

Odborná literatúra
[3, EUROFER 2020], [16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018], [127, Continuous Coating Shadow Group 1999].

5.4.1.5.2 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju z chemických kúpeľov a nádrží pri následnej úprave (t. j. fosfátovaní a pasivácii)

Opis
Emisie z chemických nádrží a chemických kúpeľov sa zachytávajú, napr. použitím jednej alebo kombinácie týchto techník:

- extrakcia bočného poklopu alebo veka,
- nádrže vybavené pohyblivým vekom,
- uzatváracie poklopy,
- umiestnenie kúpeľov v uzavretých priestoroch.

Zachytené emisie sa potom extrahujú a čistia buď mokrým praním, alebo odlučovačom kvapiek.

Technický opis
Pozri oddiely 8.8.1.1 a 8.8.1.7 s opismi odlučovača kvapiek a mokrého čistenia.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Prevencia fugitívnych únikov chemických výparov. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]
- Zníženie objemov odvádzaného vzduchu. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]
- Zníženie spotreby energie a vody prostredníctvom nižšieho odparovania a izolácie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Regulačné opatrenia opísané vyššie sa používajú na zníženie emisií prchavých látok do ovzdušia: látok schopných ľahko sa meniť z pevnej alebo kvapalnej formy na paru, ktoré majú vysoký tlak pár a nízku teplotu varu (napr. HCl). Súčasťou toho je prchavá organická zlúčenina v zmysle článku 3 bodu 45 smernice 2010/75/EÚ.

Tieto opatrenia nie sú potrebné pre procesné kúpele, ak sa na postupy následnej úpravy používajú namiesto rozprašovacích systémov valce, oplachovacie systémy alebo ponorné (namáčacie) kúpele a nepoužívajú sa žiadne prchavé látky.

Používaním valcov, oplachovacích systémov alebo ponorných (namáčacích) kúpeľov a žiadnych prchavých látok v procesoch nedochádza k fugitívnym emisiám, pretože tvorba aerosólov a pár nie je možná.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

- Nie je uplatniteľné, keď je skladovacia teplota nízka a keď sa nepoužívajú žiadne prchavé látky.
- Uplatňuje sa len v prípade, že sa úprava vykonáva rozstrekom alebo keď sa používajú prchavé látky.

Hospodárske vplyvy

Investičné a prevádzkové náklady sú stredné. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Hnacia sila implementácie

- Prevencia a znižovanie vystavenia zamestnancov fugitívnym emisiám chemických látok.
- Zníženie fugitívnych emisií do životného prostredia.

Vzorové prevádzky

Voestalpine, linky 2, 3, 4 a 5.
Prevádzky zo zberu údajov: 40 HDC, 41 HDC, 120 HDC, 132 HDC, 201 HDC.

Odborná literatúra

[31, EUROFER 10-7-18 2018], [127, Continuous Coating Shadow Group 1999].

5.4.1.5.3 Uzavreté nádrže kombinované s odsávaním vzduchu v prípade kontinuálnej následnej úpravy

Opis

Fosfátovanie a pasivácia sa vykonávajú v uzavretých nádržiach a vzduch sa odsáva z nádrží.

Technický opis

Úplne uzavreté/utesnené nádrže, kde materiál vstupuje do fosfátovacej alebo pasivačnej nádrže cez malé otvory, sa používajú v kontinuálnych procesoch.

Pozri aj oddiel 8.8.4.2.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Zníženie emisií prchavých látok do ovzdušia: látok schopných ľahko sa meniť z pevnej alebo kvapalnej formy na paru, ktoré majú vysoký tlak pár a nízku teplotu varu

(napr. HCl). Súčasťou toho je prchavá organická zlúčenina v zmysle článku 3 bodu 45 smernice 2010/75/EÚ.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatňuje sa len v prípade, že sa úprava vykonáva rozstrekom alebo keď sa používajú prchavé látky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 96 HDC, 159 HDC, 223 HDC, 249 HDC.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

5.4.1.5.4 Minimalizácia vynášania chemického roztoku

Opis
Vynášanie chemického roztoku sa minimalizuje napr. prechodom pásov cez žmýkacie valce alebo poskytnutím dostatočného času na odkvapkávanie obrobkov.

Technický opis
Vynášanie chemického roztoku sa minimalizuje napr. prechodom pásov cez žmýkacie valce alebo poskytnutím dostatočného času na odkvapkávanie obrobkov. Namiesto gumových valcov sa môžu použiť kovové žmýkacie valce (nerezové). [24, TWG 2019]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie spotreby surovín. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne použiteľné v prevádzkach využívajúcich proces pasivácie. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Hospodárske vplyvy
Počiatočná investícia nie je vysoká a prevádzkové náklady sú nízke. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Hnacia sila implementácie
Materiálová efektívnosť.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[127, Continuous Coating Shadow Group 1999].

5.4.1.5.5 Použitie valcových nanášacích strojov v prípade pásov

Opis
Valcové nanášacie stroje sa používajú na nanášanie pasivácie alebo vrstvy s obsahom fosfátov na povrch pásov. To umožňuje lepšiu kontrolu hrúbky vrstvy a tým zníženie spotreby chemikálií.

Technický opis
Valcové nanášacie stroje sa používajú na nanášanie tenkej pasivačnej vrstvy na zinkovaný oceľový pás. Tieto pasivačné vrstvy, napr. z chrómu, bez chrómu alebo z média obsahujúceho fosfáty, vytvárajú konverznú vrstvu, ktorá chráni podkladový kov pred koróziou. Vrstvy obsahujúce fosfáty navyše poskytujú dobré klzné vlastnosti počas tvárnenia za studena.

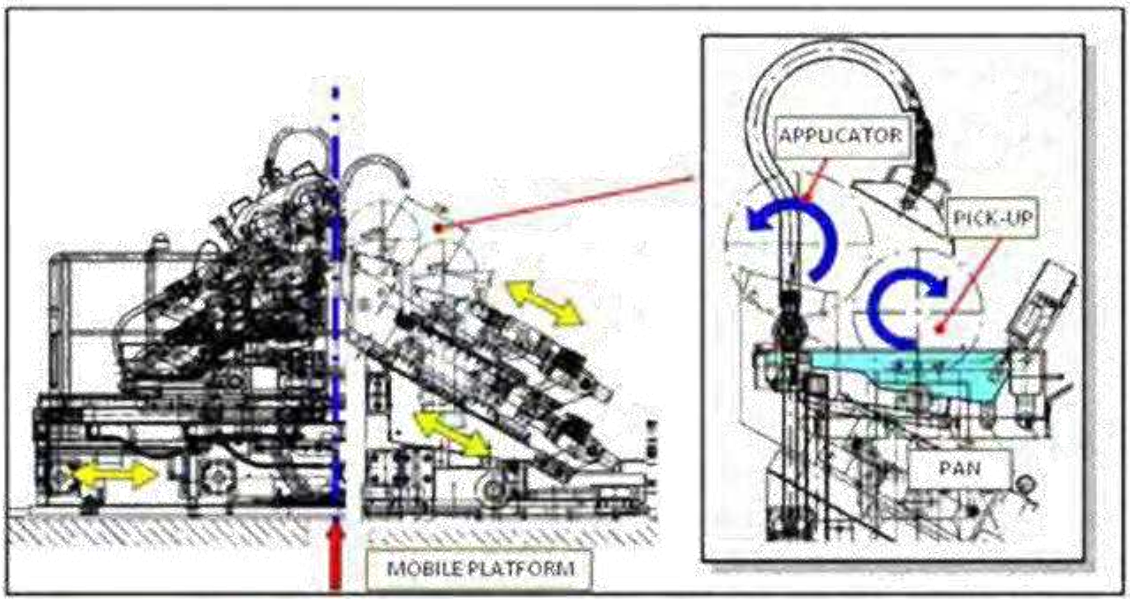
Obzvlášť tenké organické povlaky alebo chemické pasivačné roztoky sa nanášajú valčekovými nanášačmi. Valcový nanášací stroj umožňuje nanášať presne odmerané množstvo tekutej chemikálie na obe strany pásu, hoci rýchlosť linky sa mení vo veľkom rozsahu.

Valcový nanášací stroj sa nachádza v linkách na nanášanie povlakov ponorením do roztaveného kovu ako jeden z posledných procesných krokov, zvyčajne pred výstupným zásobníkom, aby sa zabránilo silne kolísajúcim rýchlostiam počas nanášania.

V linke na zinkovanie je typom valcového nanášacieho stroja zvyčajne dvojvalcový nanášač, ktorý obsahuje naberací valec a nanášací valec. Pre hornú a spodnú stranu sa používajú samostatné nanášacie hlavy. Obe nanášacie hlavy môžu byť prevádzkované nezávisle. Konfigurácia nanášacieho stroja môže byť horizontálna alebo vertikálna. Spôsob nanášania môže byť súbežný alebo protibežný, t. j. nanášací valec sa otáča v smere pohybu pásu alebo proti nemu.

Naberací valec dvíha kvapalnú chemikáliu z nanášacej vane. Naberací valec je v kontakte s nanášacím valcom, ktorý stiera kvapalinu z naberacieho valca a prenáša ju na pozinkovaný pás (pozri obrázok 5.29).

Hrúbka vrstvy sa upravuje najmä koncentráciou vsádzky a režimom prevádzky (rotačná/protirotačná prevádzka a obvodová rýchlosť nanášacích valcov). Hlavnými parametrami pri kontrole hrúbky mokrého filmu sú kontaktný tlak medzi naberacím a nanášacím valcom a rýchlosť valcov. Zvyčajne je rýchlosť valca riadená automaticky a upravovaná vo vzťahu k rýchlosti pásu. Rovnomerná aplikácia sa dosahuje nastavením výšky hladiny vo vani, prítlačným tlakom stierky na nanášací valec, ako aj nastavovacou silou na pozinkovaný oceľový pás. Po procese pokovovania sa pasivačná vrstva suší pomocou teplovzdušnej sušičky alebo podobne (napr. indukčná sušička, infračervená sušička).



Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Obrázok 5.29: Valčekový nanášač

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Presnejšie riadenie hrúbky pasivačného filmu znižuje spotrebu pasivačných chemikálií. Najmä pri hrubom páse je možné zabrániť hrubému povlakovaniu na okrajoch pásu.

Pri metóde ponárania/rozprašovania so žmýkaním je potrebné pre hrubý materiál použiť samostatné vzduchové dýzy na okrajoch pásu. To vytvára veľké množstvo aerosólu a prachu, ktoré predstavujú bezpečnostné riziká. S valcovým nanášacím strojom možno toto riziko eliminovať.

Množstvo zinku rozpusteného v pasivačnom roztoku sa odhaduje na znížené približne o 90 % v porovnaní s metódami ponorenia/žmýkania alebo rozprašovania/žmýkania. Potreba čistenia systému a množstvo odpadu sa znižujú.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Prednastavenie parametrov povlakovania je možné vykonať podľa tabuliek parametrov. Konečné úpravy sa však vykonávajú podľa nameranej hrúbky filmu hotového výrobku. Preto sa odporúča kontrola hmotnosti alebo hrúbky povlaku.

Kontinuálny merač hrúbky mokrej vrstvy môže byť umiestnený za valcovými nanášacími strojmi. Bežne sa hmotnosť pasivačnej vrstvy alebo hrúbka tenkého organického povlaku meria z povrchovo upravených vzoriek. Hmotnosť povlaku sa určuje podľa obsahu určitých stopových prvkov v chemickom zložení (Cr, Ti, P, Mn atď.). Analýza sa vykonáva metódou XRF alebo metódou mokrej chémie (AAS, ICP). Hrúbku vrstvy TOC možno merať metódou spätného rozptylu beta žiarenia.

Pravidelné čistenie valcových nanášacích strojov je nevyhnutné. Obzvlášť vodou riediteľný akryl ľahko zasychá na valčekoch. To spôsobuje problémy s kvalitou a odmietnutia pozinkovaných výrobkov. Čistiace postupy vyžadujú dodatočnú pracovnú silu a vzniká odpadová voda. Potreba čistenia však súvisí s typom použitej chemikálie. V porovnaní s tradičnou metódou ponorenia/rozprašovania a žmýkania neprodukuje valcový nanášací stroj výrazne viac odpadovej vody. V mnohých prípadoch možno odpadovú vodu použiť na doplnenie nového pracovného roztoku.

Metóda valcového nanášania sa bežne používa aj v iných typoch výrobných liniek, napr. v linkách na povrchovú úpravu zvitkov (podobné zariadenie).

Keď sa akrylová živica nanáša na pozinkovaný oceľový pás, na vytvrdnutie povlaku je potrebná určitá teplota. V závislosti od usporiadania zinkovacej linky môže relatívne vysoká výstupná teplota (80 – 120 °C) spôsobovať problémy.

Valcové nanášanie je použiteľné pre široký rozsah kvapalných chemikálií. V závislosti od chemikálie sa namiesto horúcovzdušnej pece môže použiť UV alebo IR vytvrdenie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Metóda valcového nanášania sa všeobecne vzťahuje na ploché výrobky.

Hospodárske vplyvy
Investičné náklady na kompletnú linku na valcové nanášanie sú približne 1,2 milióna EUR. Toto obsahuje dva nanášače s výsuvnými vozíkmi, systém predmiešavania a cirkulácie pracovného roztoku a teplovzdušnú pec na vytvrdzovanie.

Prevádzkové náklady bez ceny chemikálií sú porovnateľné s konvenčnými systémami rozstrekovacích tyčí so žmýkacími valcovacími systémami. Celkové prevádzkové náklady závisia od použitých aplikačných metód: špeciálne gravírované naberacie valce sú drahšie ako leštené valce, opotrebenie protibežne rotujúceho nanášacieho valca je rýchlejšie atď.

Hnacia sila implementácie
Zlepšená kvalita a všestrannosť.

Vzorové prevádzky
- SSAB Hämeenlinna, linka 3 na nanášanie povlakov ponorením do roztaveného kovu, Fínsko.
- Thyssenkrupp Steel Europe AG, linka 8 na nanášanie povlakov ponorením do roztaveného kovu.
- Liberty Piombino HDG 4.

Odborná literatúra
[135, Dinter a kol. 2006].

5.4.1.5.6 Vyhýbanie sa používaniu zlúčenín šesťmocného chrómu pri pasivácii – použitie iných roztokov obsahujúcich kovy

Opis
Použitie zlúčenín chrómu (VI) pri zinkovaní na pasiváciu sa nepovažuje za BAT z dôvodu environmentálnych problémov. Alternatívne sa používajú iné roztoky obsahujúce kovy (napr. obsahujúce mangán, zinok, fluorid titánu, fosfáty a/alebo molybdáty).

Technický opis
pasivácia Cr (VI) sa nepovažuje za BAT z dôvodu environmentálnych problémov.

Alternatívne sa používajú iné roztoky obsahujúce kovy (napr. obsahujúce mangán, zinok, fluorid titánu, fosfáty a/alebo molybdáty).

Napríklad pasivácie na báze Cr (III) pozostávajú z typov fluoridov Cr (III).

Povlak s bezchrómovou pasiváciou má veľmi jemnú štruktúru a pomocou diskontinuálnych röntgenofluorescenčných meraní sa preukázalo, že je úplne amorfný. Ochranné vlastnosti tohto povlaku vytvoreného konverznou reakciou sú prevažne funkciou veľmi účinnej bariéry proti korozívnym iónom a látkam.

Protikorózna ochrana pasivačného povlaku bez chrómu, ako sa preukázalo skúškou v soľnej hmle, do značnej miery závisí od hrúbky povlaku. Hrúbka povlaku (dôležité kritérium kvality) je určená hlavným prvkom, napr. titánom, a pomocou röntgenovej fluorescenčnej analýzy. Ak je hrúbka povlaku príliš tenká, ochrana proti korózii nebude pri skúške v soľnej hmle dostatočná. Ak je hrúbka povlaku príliš veľká, stratí sa zvárateľnosť a kovový lesk povrchu.

Techniky chemickej pasivácie s Cr (III) a bez chrómu sú dobre zavedené v niekoľkých aplikáciách, ale neustále sa vyvíjajú. V čase písania tohto dokumentu sú považované za najmodernejšie riešenie chemickej pasivácie v Európe. Vo všeobecnosti závisí výber pasivačného roztoku od špecifikácií výrobku (napr. kvalita povrchu, lakovateľnosť, zvárateľnosť, tvarovateľnosť, odolnosť proti korózii). Napríklad roztoky bez Cr majú nevýhody z hľadiska tvarovateľnosti a zvárateľnosti finálneho produktu, ale poskytujú lepšiu lakovateľnosť v porovnaní s pasivačnými roztokmi Cr (III). [40, EUROFER 31-3-17 2017]

Je potrebné poznamenať, že v čase písania tohto dokumentu je oxid chromitý zahrnutý v pláne priebežných opatrení Spoločenstva (CoRAP) na hodnotenie látok podľa nariadenia REACH. V súčasnosti sa vyhodnocuje pre nasledujúce obavy: podozrenie na reprotoxicitu a podozrenie na senzibilizátor.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zabránenie emisiám Cr (VI) do životného prostredia.
- Zabránenie úniku ťažkých kovov, fluoridov a emisií odpadov do životného prostredia (to platí pre pasivačné roztoky II a III – pozri oddiel 5.2.2.7).

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Je potrebné kontrolovať procesné parametre, napr. vodivosť, koncentráciu titánu mangánu alebo fosfátu v kúpeli. Hmotnosť vrstvy je kontrolovaná metódami XRF alebo mokrými chemickými metódami. Pomocou mobilného XRF zariadenia sa na konci prevádzky na nanášanie povlakov ponorením do roztaveného kovu kontroluje mimo linky hmotnosť titánovej alebo fosfátovej vrstvy (mg Ti/m^2) na oceľovom páse. Pri mokrej chemickej analýze sa hrúbka vrstvy meria nepriamo z obsahu chrómu v roztoku na odstraňovanie.

Množstvo potrebnej energie je rovnaké ako pri pasivácii Cr (VI).

Potrebné množstvo pasivačného roztoku je približne 0,5 – 2,0 l/t chemicky pasivovaného produktu bez obsahu Cr.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Niekedy sa v pasivačnom roztoku nahromadia sedimenty (Mn, Zn, Ti-fosfáty alebo Cr(III) fluoridy), ktoré je potrebné zlikvidovať.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v dôsledku špecifikácií produktu (napr. kvalita povrchu, natierateľnosť, zvárateľnosť, tvarovateľnosť, odolnosť proti korózii).

Pasivácia bez chrómu sa zvyčajne používa pri výrobe finálnych výrobkov, ktoré vyžadujú dobrú lakovateľnosť skôr než dobrú zvárateľnosť alebo tvarovateľnosť. Naopak, roztoky na pasiváciu chrómom (III) sa používajú na získanie výrobkov s dobrou zvárateľnosťou alebo tvarovateľnosť skôr než lakovateľnosťou.

Hospodárske vplyvy

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie

- Predchádzanie použitiu chrómu (VI) na pasiváciu.
- Bezpečnosť zamestnancov a ochrana proti vystaveniu pracovníkov chrómu (VI).

Vzorové prevádzky
V súčasnosti mnohé prevádzky na zinkovanie ponorom do roztaveného kovu zaviedli pasiváciu na báze Cr(III) (napríklad prevádzky spoločnosti Voestalpine Stahl GmbH); napriek tomu sa časť výroby realizuje pomocou technológie pasivácie bez obsahu Cr.

SSAB Europe Hämeenlinna Works HDG, linky 1 a 3 vo Fínsku používajú technológiu Cr (III), ako aj AM HDC linky (napríklad Aviles, Piombino).

Odborná literatúra
[31, EUROFER 10-7-18 2018].

5.4.1.5.7 Vyhýbanie sa používaniu zlúčenín šesťmocného chrómu pri pasivácii – použitie roztokov organických polymérov

Opis
Použitie zlúčenín chrómu (VI) pri zinkovaní na pasiváciu sa nepovažuje za BAT z dôvodu environmentálnych problémov. Alternatívne sa používajú roztoky organických polymérov (napr. obsahujúce polyuretán alebo polyester). [40, EUROFER 31-3-17 2017]

Technický opis
Zinkované oceľové pásy s tenkou organickou vrstvou (TOC) sa vyrábajú priamo na zinkovacej linke. Roztok sa nanáša na hornú a/alebo spodnú stranu novopozinkovaného pásu pomocou chemického nanášača (valcového nanášacieho stroja), rozprašovacieho systému, žmýkacích valcov a ďalších techník nanášania. Mokrý film sa následne vysuší.

TOC je filmotvorný náter na báze polymérov, ako sú akrylát, epoxid, etylén, polyuretán alebo polyester. Hrúbka suchého filmu je zvyčajne 0,5 – 3 µm. Povlak môže obsahovať niektoré inhibítory korózie, napríklad zlúčeniny titánu, trojmocného chrómu, vanádu alebo kremíka. Povrchová úprava nielen zvyšuje odolnosť zinkovaného pásu voči korózii, ale pôsobí aj ako suché mazivo a pridáva pásu funkciu proti otlačkom prstov, vhodnú na priame lakovanie po aplikácii bez ďalšej úpravy povrchu. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Emisie Cr(VI) sa zamedzujú použitím chemikálie bez obsahu Cr(VI).

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Hrúbka suchého filmu sa dá merať mimo linky pomocou meracieho zariadenia spätného rozptylu beta žiarenia. Titán, fosfát, chróm alebo iné stopové prvky v povlaku je možné merať pomocou XRF.

Akýkoľvek prebytok roztoku obsahujúceho fluorid sa riadne zlikviduje v zariadení na spracovanie odpadu. Množstvo energie môže byť vyššie ako pri štandardnej pasivácii z dôvodu zvýšenej potreby sušenia/vytvrdzovania naneseného filmu (pomocou IR alebo plynovej sušičky).

Očakávaná hrúbka mokrej vrstvy je 1,5 – 6 g/m^2.

V porovnaní s chemickou pasiváciou poskytuje TOC lepšiu odolnosť proti takzvanej bielej hrdzi zinkovaného povrchu. Pomáha tiež pri tvarovacích procesoch tým, že pôsobí ako suché mazivo. Funkcia proti odtlačkom prstov je dosiahnutá.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Vyššia spotreba energie v dôsledku vyššej teploty sušenia a potrebného následného chladenia.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

- Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v dôsledku špecifikácií produktu (napr. kvalita povrchu, natierateľnosť, zvárateľnosť, tvarovateľnosť, odolnosť proti korózii).

Hospodárske vplyvy
Vysoké investičné a stredné prevádzkové náklady.

Hnacia sila implementácie
Predchádzanie použitiu chrómu (VI) na pasiváciu.

Vzorové prevádzky
SSAB Hämeenlinna Works, zinkovacia linka 3, Fínsko. Liberty Piombino.
Voestalpine Stahl GmbH, HDC linka 2.

Odborná literatúra
[31, EUROFER 10-7-18 2018], [42, Lantz a kol. 2008].

5.4.1.6 Konečná úprava

5.4.1.6.1 Zber a úprava emulzie z popúšťania

Pozri oddiel 3.4.4.3.

5.4.1.7 Čistenie odpadových vôd v zinkovacej linke

Opis
Čistiarne odpadových vôd vo všeobecnosti nečistia len vodu z lakovní, ale aj všetky odpadové vody vznikajúce vo valcovacích zariadeniach. Tieto prevádzky sa zvyčajne skladajú z troch rôznych okruhov: okruh chrómovej vody, okruh olejovej vody a okruh všeobecnej odpadovej vody.

Alkalické čistenie sa používa v zinkovacích linkách na čistenie mastných rezíduí a kovových častíc z povrchu oceľového pásu. Emulzie sa používajú v zinkovacích linkách valcovní na popúšťanie. Čistenie výparov z pasivácie spôsobuje veľmi malé množstvá zriedených vôd obsahujúcich chróm. Všetky odpadové vody z týchto úprav sa čistia v čistiarni odpadových vôd zinkovacej linky, kde sa z vody oddeľujú olej, ťažké kovy (Zn, Cr), Fe, fosfáty a iné nerozpustené látky. Používané techniky zahŕňajú separáciu oleja, flotáciu, redukciu chrómu, neutralizáciu, flokuláciu, sedimentáciu, filtráciu s aktívnym uhlím a iónovú výmenu. [25, EUROFER 2018]

Ďalšie informácie o použitých technikách nájdete v oddiele 8.9.

5.4.2 Hliníkovanie a cínovanie (terne) plechov

Techniky, ktoré sa majú zvážiť pri určovaní BAT, sú rovnaké ako pri zinkovaní plechov, keď sa uplatňujú rovnaké procesné kroky (napr. morenie, pasivácia atď.)

5.4.3 Pokovovanie drôtu ponorom za tepla (zinkovanie)

5.4.3.1 Tavidlovanie

5.4.3.1.1 Zakrytý tavidlový kúpeľ

Opis
Tavidlový kúpeľ je zakrytý krytom alebo poklopom kúpeľa, aby sa minimalizovali tepelné straty.

Technický opis
Tavidlový kúpeľ je zakrytý krytom alebo poklopom kúpeľa. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Minimalizácia tepelných strát pri ohrievaní tavidlového kúpeľa. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Tavidlovanie sa nepoužíva pri pokovovaní plechov ponorom za tepla. [3, EUROFER 2020]

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Prevádzka zo zberu údajov: 204 HDC.

Odborná literatúra
[118, B. Gielen, Bekaert 1998].

5.4.3.2 Ponáranie do roztaveného kovu (zinkovanie drôtu)

5.4.3.2.1 Zinkový kúpeľ: správna prevádzková prax

Opis
Správna prevádzková prax zahŕňa predovšetkým udržiavanie ochrannej vrstvy alebo krytu na zinkovom kúpeli na minimalizovanie oxidácie zinku a tepelných strát a sušenie drôtu pred vstupom do zinkového kúpeľa, aby sa zabránilo tvorbe prachu.

Technický opis
Najdôležitejšie metódy údržby sú nasledovné:

- Udržiavanie ochrannej vrstvy (z častíc) alebo krytu na zinkovom kúpeli. Tým sa minimalizujú straty zinku oxidáciou, tvorba výparov tavidla a drasticky znižujú energetické straty zinkového kúpeľa.
- Akákoľvek vlhkosť vtiahnutá do zinkového kúpeľa sa explozívne odparuje. Túto príčinu zinkového prachu možno odstrániť zabezpečením suchého drôtu na vstupe do zinkového kúpeľa. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Správnymi prevádzkovými postupmi je možné prevádzkovať kúpeľ ponorom do roztaveného kovu s veľmi nízkymi emisiami Zn a prachu (pod 5 mg/Nm^3 Zn, pod 10 mg/Nm^3 prachu). [118, B. Gielen, Bekaert 1998]
Dva závody na nanášanie povlakov na drôty ponorom do roztaveného kovu sa zúčastnili na zbere údajov o FMP na účely revízie referenčného dokumentu BREF o FMP, pričom obe uplatňovali správnu prevádzkovú prax. Neboli však uvedené žiadne informácie o emisiách prachu.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: HDC 204, HDC 229.

Odborná literatúra
[118, B. Gielen, Bekaert 1998].

5.4.3.2.2 Zachytávanie emisií a úprava odsávaného vzduchu

Opis
Nad zinkový kúpeľ sa inštaluje kryt alebo poklop, ktorý je kombinovaný s odsávaním vzduchu a zachytávaním prachu pomocou textilného filtra.

Technický opis
Ak z nejakého dôvodu správna prevádzková prax nestačí na dosiahnutie nízkych emisií Zn a prachu, možno nainštalovať kryt alebo poklop nad Zn kúpeľ, odsávanie vzduchu a filter. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížené emisie prachu a zinku do ovzdušia z ponárania do roztaveného kovu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Jedna prevádzka, ktorá sa zúčastnila na zbere údajov, oznámila použitie tejto techniky, ale neposkytla žiadne informácie o emisiách prachu.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: HDC 204, HDC 229.

Odborná literatúra
[118, B. Gielen, Bekaert 1998].

5.4.3.2.3 Stieranie vzduchom alebo dusíkom

Opis
Po opustení kúpeľa roztaveného zinku obehové prúdy vzduchu alebo plynu okolo drôtu odfukujú prebytočný povlakový kov z povrchu drôtu späť do galvanizačnej vane.

Technický opis
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne použiteľné na povlakovanie drôtov.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

5.4.3.2.4 Mechanické stieranie

Opis
Po opustení kúpeľa roztaveného zinku drôt prechádza stieracím zariadením/materiálom (napr. podložky, dýzy, prstence, granulát drevného uhlia), ktorý odoberá prebytočný povlakový kov z povrchu drôtu späť do galvanizačnej vane.

Technický opis
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne použiteľné na povlakovanie drôtov.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

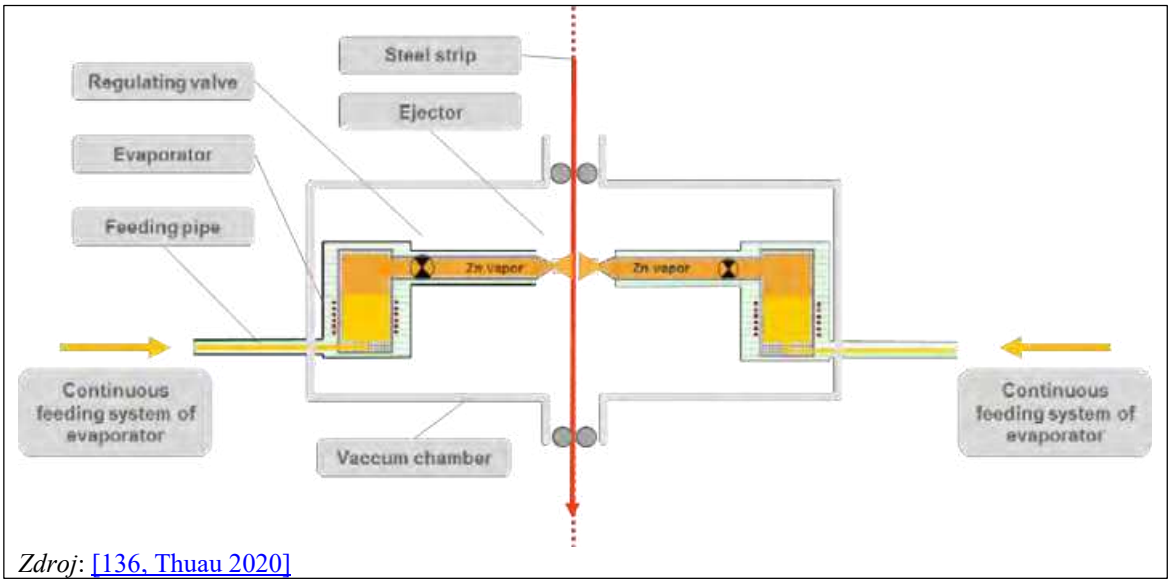
5.5 Nové techniky kontinuálnej povrchovej úpravy ponorom do roztaveného kovu

5.5.1 Prúdové nanášanie pár

Opis
Povlakovanie pohybujúceho sa oceľového pásu vo vákuovej komore odparovaním zinku na oceľ pri vysokej rýchlosti.

Technický opis
Konvenčné priemyselné procesy povlakovania oceľových plechov zinkom sú procesy žiarového pozinkovania a elektrolytického pozinkovania. Prúdové nanášanie pár (JVD) je nový proces povlakovania, pri ktorom sa povlakovanie vykonáva tepelným odparovaním zinku vo vákuu. JVD je nová technika, ktorá sa neustále vyvíja a v čase zostavovania tohto dokumentu nie je schopná úplne nahradiť konvenčnejšie procesy nanášania povlakov.

Po odmastení a žíhaní sa oceľový pás prepravuje do oblasti nanášania zinku v zariadení na prúdové nanášanie pár. Uzáver pri vstupe do vákuovej zóny umožňuje oceľovému pásu vstúpiť do atmosféry pod vákuom. Po miernom opakovanom zohriatí sa pás prepraví do oblasti zinkovania v zariadení JVD, kde sa zinok pomocou pohyblivého dúchadla nanáša na pás v podobe pár. Zinok kondenzuje na studenom páse a tuhne. Potiahnutý pás potom prechádza cez výstupnú komoru (podobnú vstupnej komore), čím znovu získava normálny atmosférický tlak. Na obrázku 5.30 sa uvádza schéma zariadenia JVD na povlakovanie.



Zdroj: [136, Thuau 2020]

Obrázok 5.30: Schéma zariadenia na prúdové nanášanie pár na povlakovanie pohybujúceho sa oceľového pásu zinkom

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Z hodnotenia životného cyklu, pri ktorom sa vyhodnocuje environmentálny vplyv JVD procesu ako celku vrátane povlakovania, fázy používania produktov, odpadových produktov a ich spracovania, vyplynula vyššia výťažnosť a nižšia spotreba energie ako pri iných technikách povlakovania. [136, Thuau 2020]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
V spoločnosti ArcelorMittal Kessales sa čistý zinok (99,9 %) dodáva v ingotoch. Zahrieva sa na 420 °C (teplota topenia zinku) a nasáva sa smerom k odparníku. Kapacita taviacej pece na zinok je 40 ton. Oceľový pás sa pohybuje cez linku maximálnou rýchlosťou 180 m/min.

Táto nová technológia má viaceré výhody, napríklad:

- výnimočne rovnomerný povlak oceľového plechu,
- vynikajúcu priľnavosť povlaku nezávisle od druhu ocele a zabránenie tomu, aby sa ultrapevná oceľ stala krehkejšou pod vplyvom vodíka,
- práca vo vákuu umožňuje nižšie teploty odparovania a vytvára aj „čisté" prostredie, ktoré odstraňuje riziko oxidácie zinku a ocele,
- vysokoflexibilný proces vďaka schopnosti vytvárať rôzne hrúbky povlakov (jedna strana oproti druhej) a povlakovať rozličné substráty bez ohľadu na ich chemické zloženie,
- veľmi vysoká výťažnosť zinku, ktorá takmer úplne eliminuje straty spôsobené troskou.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadne hlásenie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hospodárske vplyvy
Uvádzané náklady na inštaláciu úplne novej výrobnej linky JVD v ArcelorMittal Kessales sú > 60 miliónov EUR. [137, ArcelorMittal Kessales 2017]

Hnacia sila implementácie
- Úspory energie a výťažnosť zinku.
- Zvýšená efektívnosť činností zinkovania.

Vzorové prevádzky
ArcelorMittal Kessales (Belgicko).

Odborná literatúra
[136, Thuau 2020], [137, ArcelorMittal Kessales 2017].

6 KUSOVÉ ZINKOVANIE

6.1 Všeobecné informácie o kusovom zinkovaní

Všeobecné pozinkovanie je odvetvie služieb, ktoré ponúka nanášanie zinkovej povrchovej úpravy na ochranu proti korózii pre výrobcov oceľových konštrukcií alebo používateľov oceľových výrobkov. Funguje s krátkymi dodacími lehotami a krátkymi knihami objednávok, aby zákazníkom poskytovalo zlepšené služby. Vzhľadom na dôležitosť distribúcie sú prevádzky umiestnené v blízkosti koncentrácií trhu. Preto sa odvetvie skladá z relatívne veľkého počtu prevádzok obsluhujúcich regionálne trhy s cieľom minimalizovať distribučné náklady a zvýšiť hospodársku účinnosť. Len niekoľko špecializovaných prevádzkovateľov je ochotných prepravovať určité triedy vyrobených výrobkov na väčšie vzdialenosti, aby využili svoju špeciálnu odbornosť alebo kapacitu prevádzok. Príležitosti pre týchto špecializovaných prevádzkovateľov sú obmedzené.

V tabuľke 6.1 sa uvádzajú informácie o výrobnej produkcii 641 prevádzok na kusové zinkovanie v Európe, ktoré sú rozmiestnené v 22 krajinách a Spojenom kráľovstve. Okrem prevádzok uvedených v tabuľke 6.1 existujú aj ďalšie prevádzky na kusové zinkovanie na Cypre, v Chorvátsku, Estónsku, Lotyšsku, Litve, Luxembursku, na Malte a v Slovinsku, pre ktoré neboli počas výmeny informácií poskytnuté žiadne údaje.

Tabuľka 6.1: Rozmiestnenie prevádzok na kusové zinkovanie v Európe a výrobná kapacita

Krajina	Počet prevádzok v roku 2019	Pozinkovaná oceľ v roku 2019 [t/rok]
Rakúsko	19	285 000
Belgicko	15	222 643
Bulharsko	8	40 000
Česká republika	26	185 161
Dánsko	11	102 021
Fínsko	13	52 112
Francúzsko	53	529 140
Nemecko	148	1 944 115
Grécko	9	44 500
Maďarsko	11	129 897
Island	2	750
Írsko	6	58 098
Taliansko	65	1 011 429
Holandsko	14	294 162
Nórsko	12	51 135
Poľsko	63	790 000
Portugalsko	8	95 000
Rumunsko	12	99 100
Slovensko	11	46 515
Španielsko	43	648 450
Švédsko	29	92 269
Švajčiarsko	11	80 000
Spojené kráľovstvo	52	636 322
Celkom	**641**	**7 427 819**
Zdroj: [138, EGGA 2019]		

V roku 2019 bola spotreba zinku v prevádzkach na kusové zinkovanie uvedené v tabuľke 6.1 430 405 ton. Hlavnými krajinami v oblasti zinkovania boli Nemecko s 26,1 %, Taliansko s 13,6 %, Poľsko s 10,6 %, Spojené kráľovstvo s 8,5 % a Francúzsko so 7,1 % produkcie.

Podiel jednotlivých trhových odvetví na celkovom trhu je uvedený v tabuľke 6.2.

Tabuľka 6.2: Segmentácia trhu s galvanizovanou oceľou v roku 2019

Trh	Tonáž (t) (1)	Percento (%)
Stavebníctvo a výstavba	2 975 158	44,8
Mestský mobiliár	860 497	13.0
Inžinierske stavby	584 831	8,8
Poľnohospodárstvo/záhradníctvo	692 057	10,4
Doprava	484 661	7,3
Spojovací materiál	193 958	2,9
Priemyselné zariadenia	540 608	8.1
Iné	311 849	4,7
Celkom	6 643 619	100

(1) Uvedené údaje predstavujú celkovú produkciu európskych krajín uvedených v tabuľke 6.1, ktoré poskytli údaje o segmentácii trhu organizácii EGGA. V tomto prípade Poľsko neoznámilo údaje o segmentácii trhu. Segmentácia sa považuje za reprezentatívnu pre celú Európu.
Zdroj: [138, EGGA 2019]

Kapacity najekonomickejších prevádzkových jednotiek súvisia s veľkosťou oceľových konštrukcií, ktoré sa majú spracovať, a s dopytom na dostupnom trhu. Väčšinu spoločností v tomto odvetví tvoria malé alebo stredné podniky financované súkromným kapitálom. Integrácia v odvetví výroby zinku alebo oceľových konštrukcií je veľmi nepravdepodobná. Približne polovica európskej kapacity je v rukách podnikov, ktoré vlastnia jednu alebo dve prevádzky. Existujú však aj väčšie spoločnosti, ktoré vlastnia viacero prevádzok v jednom členskom štáte alebo vo viacerých členských štátoch. Napriek tomu sú aktíva týchto skupín široko rozptýlené, aby mohli obsluhovať regionálne trhy, a možnosť koncentrácie výrobnej kapacity je obmedzená. [139, EGGA – a 1998]

Vo všeobecnosti odvetvie dosahuje primeraný hospodársky úspech, ale príležitostne čelí cenovým tlakom v dôsledku nadmerných kapacít na niektorých trhoch a kolísania ceny zinku.

6.2 Použité postupy a techniky pri kusovom zinkovaní

6.2.1 Prehľad nanášania povlakov ponorom do roztaveného kovu

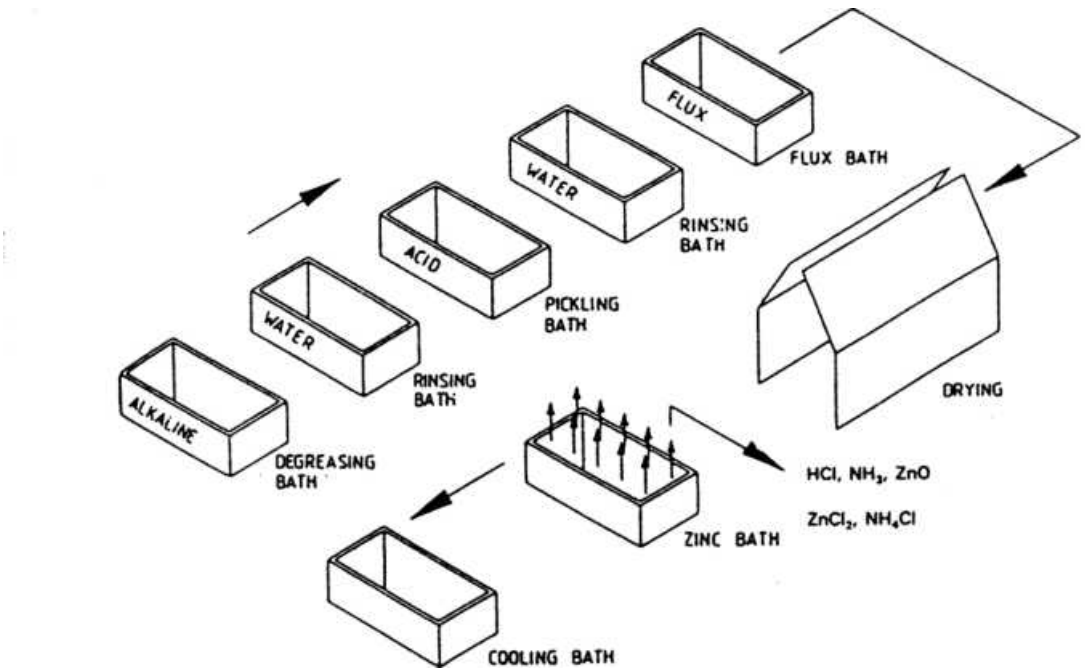
Zinkovanie ponorom je proces protikoróznej ochrany, pri ktorom sa železné a oceľové konštrukcie ochránia pred koróziou nanesením zinkovej vrstvy. V procese kusového zinkovania ponorom prevláda zákazkové zinkovanie – tiež označované ako všeobecné pozinkovanie – pri ktorom sa spracúva veľká rozmanitosť vstupných materiálov pre rôznych zákazníkov. Veľkosť, množstvo a povaha vstupov sa môžu výrazne líšiť. Zinkovanie rúr alebo trubiek, ktoré sa vykonáva v poloautomatických alebo plne automatických špeciálnych zinkovniach, zvyčajne do zákazkového pozinkovania nepatrí.

V prevádzkach na kusové zinkovanie sa zinkujú oceľové výrobky, ako sú klince, skrutky a iné veľmi malé predmety; mriežkové rošty; stavebné diely; konštrukčné komponenty; stĺpy verejného osvetlenia; a mnoho ďalších. Rúry sa niekedy tiež pozinkujú v konvenčných prevádzkach na kusové nanášanie povlakov. Pozinkovaná oceľ sa používa v stavebníctve, doprave, poľnohospodárstve, prenose energie a všade tam, kde je nevyhnutná dobrá protikorózna ochrana a dlhá životnosť. [139, EGGA – a 1998
]

Obrázok 6.1 obsahuje postupnosť operácií v prevádzke na kusové zinkovanie, ktoré zvyčajne zahŕňa nasledujúce procesné kroky:

- odmastenie,
- morenie,
- tavidlovanie,
- zinkovanie (pokovanie roztaveným kovom),
- dokončovanie.

Zinkovňa v podstate pozostáva zo série úpravných alebo procesných kúpeľov. Oceľ sa presúva medzi nádržami a ponára do kúpeľov pomocou mostových žeriavov.



Zdroj: [140, zinkovne UK 2000]

Obrázok 6.1: Typický postup pre všeobecnú zinkovňu

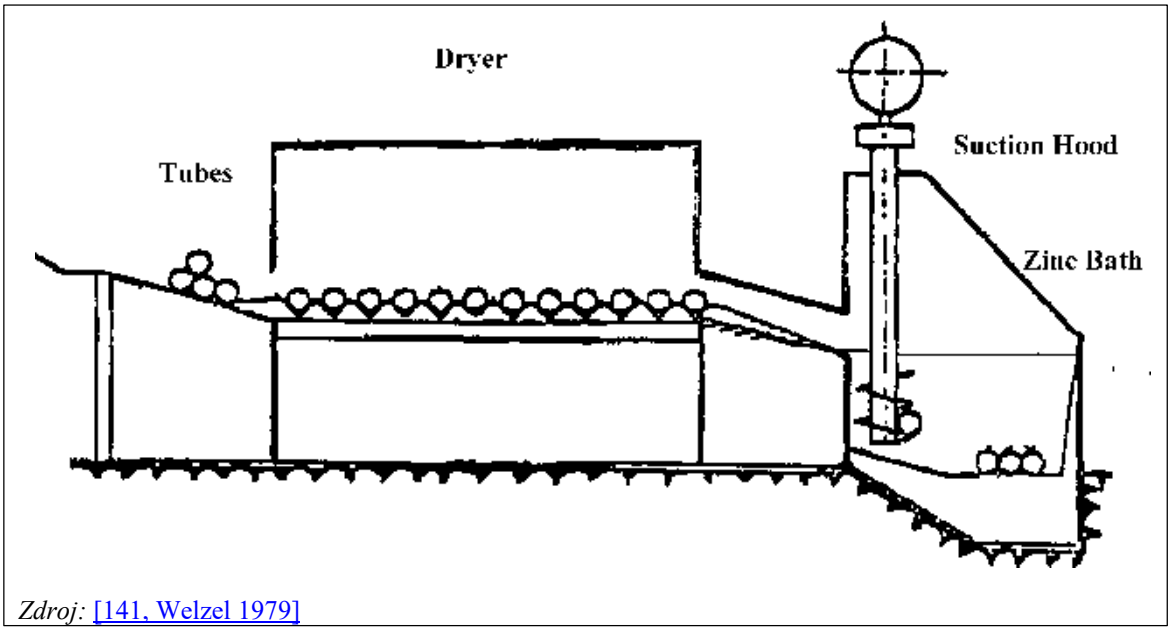
Existujú dve základné usporiadania prevádzky, ktoré sa líšia podľa konštrukcie sekcie predúpravy: otvorená alebo uzavretá predúprava.

Zinkovne s otvorenou predúpravou umiestňujú vane na predúpravu a ostatné procesné operácie v jednej hale. V týchto prípadoch sú moriace kúpele buď prevádzkované v obmedzenom rozsahu teplôt kyselín a koncentrácií HCl (pozri oddiel 6.4.2.6), alebo vybavené systémom zachytávania, odsávania a znižovania emisií (pozri oddiely 8.8.4.1 a 8.8.4.2) s cieľom obmedziť emisie do ovzdušia (kyslé výpary) a súvisiacu koróziu zariadení.

Zinkovne s vyhradenými, tesne uzavretými časťami predúpravy a vybavené odsávaním a čistením výparov (pozri oddiel 6.4.2.8) môžu prevádzkovať moriace kúpele pri zvýšených teplotách, a tak znížiť počet moriacich vaní a skrátiť čas morenia.

Pre niektoré špeciálne použitia môže byť zinkovací kúpeľ prevádzkovaný pri zvýšenej teplote s použitím keramicky vystlaných vaní namiesto oceľových; táto variácia procesu sa označuje ako „vysokoteplotné zinkovanie".

Zariadenia na zinkovanie rúr predstavujú špeciálny typ zinkovne, v ktorej sa rúry zinkujú kvázikontinuálne. Manipulácia s rúrami v týchto prevádzkach je čiastočne alebo úplne automatizovaná. Na obrázku 6.2 je znázornený princíp ponárania v takýchto prevádzkach.



Zdroj: [141, Welzel 1979]

Obrázok 6.2: Princíp zinkovania rúr

Hlavné kroky predúpravy sú rovnaké ako pri bežnom zinkovaní, ale po nanesení povlaku sa prebytočný zinok odstráni z vonkajšej strany rúr ofukovaním stlačeným vzduchom. Prebytočný zinok vnútri sa odstraňuje vodným/parným tlakovým impulzom.

Hoci základné technologické princípy sa za posledných 150 rokov nezmenili, došlo k niektorým vývojovým zmenám, najmä na zlepšenie kvality povlaku reaktívnej ocele alebo malých súčiastok. Bol vykonaný výskum v oblasti pridávania vanádu a titánu do roztaveného zinkového kúpeľa a v oblasti vývoja povlaku zo zinku a cínu. Pridávanie približne 0,03 % až 0,08 % niklu do zinkového kúpeľa (proces Technigalva) sa už nejaký čas využíva v plnom priemyselnom meradle. Hliník je obzvlášť prospešný v zinkových povlakoch a viedol k vývoju rôznych povlakov s obsahom Al od 5 % do 55 % so zvýšenou odolnosťou proti korózii v prípade mnohých použití. Zinkopal (Zn – 5 % Al), pri ktorom sa používa zinkovo-hliníková vrstva pre malé súčiastky,

bol vyvinutý v Nemecku, kde funguje jedna prevádzka. [142, Hageböling, V. 1997], [143, EGGA 1999]

6.2.2 Manipulácia so surovinami

Zinok sa prijíma vo forme voľne loženého materiálu a skladuje sa v blízkosti procesu zinkovania. Chemikálie, predovšetkým 28 % HCl, vstupná surovina procesu morenia, sa prijímajú v plastových alebo sklenených nádobách alebo cisterne a skladujú sa podľa pokynov výrobcov. Ostatné látky, ako sú prísady proti zahmlievaniu a odmasťovacie kvapaliny, sa podobne prijímajú v sudoch a skladujú sa podľa pokynov výrobcov. Materiály na spracovanie, pozostávajúce zo širokej škály oceľových konštrukcií, sa prijímajú na miesto, zvyčajne cestnou dopravou, a vykladajú sa vysokozdvižným vozíkom alebo žeriavom. [139, EGGA – a 1998]

6.2.3 Príprava vstupných surovín

Oceľové konštrukcie sa kontrolujú, aby sa zabezpečilo, že sú vhodné na zinkovanie. Odliatky zo železa a ocele a niektoré závitové komponenty sa pred moridlom čistia pieskovaním. Na manipuláciu s výrobkami počas celého procesu zinkovania sa tieto upevňujú na závesy alebo nosníky pomocou hákov alebo oceľového drôtu. Spojovací materiál a iné malé komponenty sa vkladajú do perforovaných košov, ktoré sa pripevňujú k závesom. [139, EGGA – a 1998]

6.2.4 Odmasťovanie

Na zaručenie uspokojivého pozinkovania a zlepšenie výkonu filtračných odlučovačov sa používa krok odmasťovania na odstránenie zvyškov chladiacich kvapalín a mazív z opracovanej ocele. To sa bežne robí pomocou alkalických odmasťovacích kúpeľov. Tieto kúpele obsahujú povrchovo aktívne látky, ktoré odstraňujú olej a mastnotu z povrchu kovu emulgovaním. Výsledné nestabilné emulzie plávajú na povrchu kúpeľa a možno ich odstrániť gravitačnými odlučovačmi, zberačmi, mikro- alebo ultrafiltráciou atď.

Koncentrácia, teplota kúpeľa a čas ponorenia obrobkov určujú efektívnosť odmasťovacích kúpeľov. Normálny teplotný rozsah pre nepriamo vyhrievané odmasťovacie kúpele je 30 – 70 °C, hoci v niektorých prípadoch sa používa horúce odmasťovanie pri teplote okolo 85 °C. Kúpeľ pozostáva z roztoku hydroxidu sodného (1 – 10 %) a ďalších alkalických činidiel, ako sú sóda, kremičitan sodný, kondenzované alkalické fosfáty a borax, ako aj špecifické povrchovo aktívne látky, emulgačné činidlá a disperzné činidlá.

Alternatívnou metódou je kyslé odmasťovanie. Odmasťovacie kúpele pozostávajú zo zriedených silných anorganických kyselín, ako je kyselina chlorovodíková a/alebo kyselina fosforečná s prísadami. Kyslé odmasťovacie prostriedky zvyčajne vytvárajú stabilné olejové emulzie, ktoré bránia opatreniam na údržbu kúpeľa, ako je zbieranie, odlučovanie, odstredenie alebo ultrafiltrovanie. [144, ABAG 1993]

Ak sa odmastenie vynechá alebo ak do postupu vstúpia nedostatočne odmastené obrobky, hrozí riziko prenosu organických znečisťujúcich látok do nasledujúcich krokov postupu, čo môže viesť k organickému znečisteniu výparov z tavidla vznikajúcich vo vani na zinkovanie počas ponárania. Organické znečisťujúce látky v odpadových plynoch vedú k prevádzkovým problémom s filtračnými odlučovačmi (upchávanie atď.) a sťažujú alebo dokonca znemožňujú recykláciu usadeného prachu. [139, EGGA – a 1998], [144, ABAG 1993]

Odmasťovanie sa môže vynechať iba v prípade, ak je vstupný materiál bez oleja, čo je pri kusovom zinkovaní skôr výnimkou ako pravidlom.

Po odmastení je potrebné opláchnutie, aby sa zabránilo prenosu odmasťovacích prostriedkov, ktoré by skrátili životnosť moriacich kúpeľov a znížili opakovanú použiteľnosť kúpeľa.

6.2.5 Morenie

6.2.5.1 Morenie v HCl

Na odstránenie povrchovej vrstvy odliatku, valcovania, hrubých nečistôt alebo okovín sa predmety moria v zriedenej kyseline chlorovodíkovej. Preto zinkovňa zvyčajne pozostáva zo série moriacich kúpeľov s rôznymi koncentráciami kyseliny v rozmedzí od 2 % do 16 %, normálne 12 % až 16 % v prípade čerstvej prípravy. Na zabránenie nadmernému moreniu predmetov z ocele, najmä pri morení vysokopevnostných ocelí, a na ochranu moriacich vaní pre oceľ sa do kúpeľa pridávajú inhibítory morenia (napr. hexametylentetramín). [139, EGGA – a 1998], [144, ABAG 1993], [143, EGGA 1999]

Počas prevádzky sa obsah železa v moriacom kúpeli zvyšuje, ale objem voľnej kyseliny klesá, čo si vyžaduje občasné doplnenie kúpeľa pridaním čerstvej kyseliny. Chlorid železnatý má obmedzenú rozpustnosť v HCl. Keď sa dosiahne maximum, morenie už nie je možné, ale zvyčajne sa moriaci kúpeľ musí vymeniť ešte skôr pri nižších koncentráciách $FeCl_2$. Boli hlásené limitné koncentrácie 170 g $FeCl_2$/l (= 75 g Fe^{2+}/l) a 100 – 120 g Fe/l. [139, EGGA – a 1998], [143, EGGA 1999], [144, ABAG 1993], [45, DK, člen TWG 1999]

Zvýšenie teploty moriaceho kúpeľa umožňuje jeho použitie pri relatívne vysokých koncentráciách $FeCl_2$, napr. 175 – 200 g/l pri teplote kúpeľa 35 °C, s určitým nárastom emisií. [146, EGGA 2000]
Prevádzkovatelia niekedy odmasťujú výrobky s menšími nánosmi oleja v moriacej nádrži. Táto prax môže viesť k predĺženiu času morenia, väčším objemom vyčerpaných moriacich kúpeľov na tonu produktu a zvýšenej spotrebe zinku. Túto prax nemožno považovať za ekologickú.

Morenie v prevádzkach s otvorenou predúpravou sa zvyčajne vykonáva pri teplote okolitého vzduchu, zatiaľ čo prevádzky s uzavretou predúpravou často pracujú s vyššími teplotami kyseliny. Plynné emisie z moriaceho prostriedku môžu vznikať z moriacich kúpeľov v závislosti od koncentrácie a teploty kúpeľa, a morených predmetov. Vodíkové vezikuly vytvorené počas procesu morenia môžu tiež obsahovať kvapôčky kyseliny. [139, EGGA – a 1998], [147, VDI 2008]

6.2.5.2 Morenie v H_2SO_4

Veľká väčšina prevádzok na kusové zinkovanie používa na morenie HCl. Morenie roztokom kyseliny sírovej bolo označené ako bežnejšie pri výrobe pozinkovaných rúr. Proces morenia je v podstate rovnaký ako pri morení v HCl.

Čistenie povrchu oceľových predmetov (rúr) pred zinkovaním ponorom sa vykonáva morením po odmastení. Oceľové rúry sa umiestňujú do moriacich nádrží obsahujúcich zriedený roztok kyseliny sírovej (20 % H_2SO_4, 80 % H_2O) vyhriatej na 60 °C. Počas tohto kroku sa povrch oceľových rúr čistí od oxidu železitého prostredníctvom chemickej reakcie:

$FeO + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2O$

Inhibítory sa používajú na obmedzenie a ideálne zabránenie následnej reakcii $Fe + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2SO_4 + H_2$ ovplyvňujúcej koróziu železného povrchu.

Aktivita a rýchlosť morenia sú udržiavané konštantné pomocou kontinuálneho procesu, v ktorom riadiaci systém udržiava súbor prevádzkových podmienok stabilný (teplota a koncentrácia kyslého roztoku) prostredníctvom kontinuálneho prívodu čerstvého moriaceho roztoku. [148, IT 18-4-17 2017], [160, BG Q 198 2018]

6.2.6 Odstraňovanie

Niekedy je potrebné očistiť závesné zariadenia od zinkových povlakov, odstrániť chybné povlaky z oceľových konštrukcií alebo odzinkovať konštrukcie, ktoré majú byť na konci svojej životnosti znovu pozinkované. To sa bežne robí namáčaním do zriedenej moriacej kyseliny. V poslednom čase je opakované zinkovanie čoraz rozšírenejšie. opakované zinkovanie zahŕňa spracovanie už použitých zinkovaných výrobkov (napr. zvodidiel), ktoré sa po dlhom čase používania vracajú na opakované zinkovanie. Spracovanie týchto výrobkov sa líši od štandardného spracovania z dôvodu prítomnosti čiastočne skorodovaných povrchov alebo potreby odstránenia akýchkoľvek zvyškov zinkového povlaku.

Keď sa morenie a odstraňovanie vykonávajú v tej istej používanej vani, vytvárajú sa moriace roztoky, ktoré obsahujú chlorid železitý a chlorid zinočnatý. Niektoré zinkovne prevádzkujú oddelené moriacie a odstraňovacie kúpele, pretože v ich technickom a hospodárskom prostredí to podporuje recykláciu zinku, ktorý v nich je obsiahnutý. Použitý odkovovací roztok môže byť buď spracovaný na mieste na účely zhodnotenia zinku, alebo odoslaný mimo prevádzky dodávateľovi na zhodnotenie zinku.

V niektorých prípadoch sa použitý odkovovací roztok posiela na neutralizáciu a likvidáciu, ktorú vykonávajú externí dodávatelia. [149, Wedge Group 2000]

6.2.7 Oplachovanie

Oplachovanie je veľmi dôležitým krokom v procese zinkovania, pretože predlžuje životnosť následných kúpeľov na úpravu, znižuje tvorbu odpadu a zvyšuje opakovanú použiteľnosť vedľajších produktov. Preto sa po odmastení a morení vyrobená oceľ opláchne/ponorí do vodných kúpeľov, ktoré sú niekedy vyhrievané.
Prenos roztoku medzi kúpeľmi závisí od typu obrobku (t. j. jeho schopnosti zadržiavať kvapalinu) a spôsobu, akým sa s ním manipuluje, najmä od času odkvapkávania nad kúpeľom pred presunutím obrobku. Množstvo prenesených kvapalín sa môže pohybovať medzi 5 l/t a 20 l/t čiernej ocele. Prenášanie odmasťovacieho roztoku do moriacich kúpeľov vedie nakoniec k neutralizácii kúpeľa; prenášanie kyselín a solí železa z morenia do tavidlových kúpeľov a ďalej do zinkového kúpeľa by zvýšilo tvorbu tvrdého zinku (zinkovej trosky), ako aj spotrebu zinku. Prenos 1 g železa má za následok približne 25 g tvrdého zinku. [143, EGGA 1999], [144, ABAG 1993], [146, EGGA 2000]

Voda z oplachovania sa môže použiť na prípravu čerstvých moriacich alebo odmasťovacích kúpeľov ako spôsob recyklácie vody a minimalizovania technologických odkalov.

6.2.8 Tavidlovanie

Účelom tavidlovania je umožniť tekutému zinku zmáčať povrch ocele, čo je nevyhnutnou podmienkou zinkovacej reakcie, a pri tavidlách obsahujúcich chlorid amónny poskytnúť dodatočné morenie (čistenie povrchu) počas ponárania do roztaveného kovu. Pri teplotách nad 200 °C sa chlorid amónny v tavidle rozkladá na NH_3 a HCl, čo má za následok dodatočný moriaci účinok. [139, EGGA – a 1998], [144, ABAG 1993]

Tavidlovanie sa vykonáva dvoma rôznymi spôsobmi: suchým a mokrým.

Pri **suchom tavidlovaní** sa oceľ ponorí do tavidlového kúpeľa, zvyčajne vodného roztoku chloridu zinočnatého a chloridu amónneho, ktorý sa typicky udržiava pri teplote 40 – 80 °C. Studené tavidlovanie je možné, ale znižuje potenciál sušenia výrobku vzduchom po vybratí z tavidlového kúpeľa. Typické charakteristiky kúpeľa sú:

- $ZnCl_2$: 150 – 300 g/l,
- NH_4Cl: 150 – 300 g/l,

- hustota: 1,15 – 1,30 g/ml,
- rozpustené železo: < 2 g/l.

Hodnota pH tavidlových kúpeľov sa normálne upravuje na približne 4,5, aby sa zabezpečilo vyzrážanie iónov železa ako hydroxid železitý, ale pH tavidlových kúpeľov môže byť v rozmedzí od 1 do 5,0.

Celková koncentrácia tavidlovej soli (súčet chloridu zinočnatého a chloridu amónneho) a pomer chloridu zinočnatého k chloridu amónnemu sú veľmi dôležité. Chlorid amónny v typickom kvalitnom tavidle často tvorí 40 – 60 % z celkovej tavidlovej soli. [145, DK, člen TWG 1999]

Chlorid amónny zabezpečuje rýchle sušenie a lepšie odstránenie oxidov železa z povrchov predmetov, ale tiež spôsobuje väčšiu tvorbu výparov, popola a trosky počas procesu nanášania povlakov. Ak je predúprava obrobkov nedostatočná, je potrebný ďalší chlorid amónny. Chlorid zinočnatý zabraňuje oxidácii povrchov obrobku. To je obzvlášť dôležité, keď je čas sušenia dlhý. Celkovo musí byť optimálna koncentrácia a zloženie tavidla prispôsobené konkrétnym okolnostiam. [145, DK, člen TWG 1999]

Obsah železa v tavidlovom kúpeli je mimoriadne dôležitý na riadenie procesu, pre hospodárnosť a životné prostredie. Vysoká koncentrácia železa v tavidle (pochádzajúca z vynášania z moriaceho kúpeľa) tiež ovplyvní kvalitu zinkového povlaku. Prenos železa z tavidlového kúpeľa do zinkovacej vane bude vytvárať trosku a môže tiež zvýšiť konečnú hrúbku zinkovej vrstvy pri mnohých druhoch ocele. [145, DK, člen TWG 1999]

Na zníženie environmentálneho vplyvu chloridu amónneho počas ponárania niektoré zinkovne používajú tavidlá so zníženou tvorbou dymu, v ktorých bol chlorid amónny čiastočne alebo úplne nahradený chloridom draselným. [144, ABAG 1993]

Po vytiahnutí obrobkov z tavidlového kúpeľa sa časť vody z lipnúcej tavidlovej kvapaliny odparí. Rozsah odparovania závisí od teploty tavidlového kúpeľa a, ak je kúpeľ horúci, od rýchlosti vyberania obrobkov z kúpeľa (pomalšie vyberanie spôsobuje väčšie odparovanie). Ďalšie sušenie sa niekedy dosahuje špecializovaným sušením. Odpadové plyny z vane na zinkovanie môžu byť niekedy užitočným nepriamym zdrojom tepla pre takéto sušiace zariadenie, hoci sa často používajú aj pomocné horáky. Sušenie obrobku pomáha znížiť rozstrek a vstrekovanie kovu zo zinkového kúpeľa pri ponáraní obrobku, pričom táto výhoda sa zvyšuje, ak si obrobok zachová teplo po opustení sušiarne, t. j. ak sa použije predohrev. [146, EGGA 2000]

Malý počet zinkovní, najmä tých s mimoriadne náročnými požiadavkami na tavidlovanie zložitých súčiastok, prevádzkuje alternatívny proces nazývaný **mokré tavidlovanie**. V tomto procese tavidlá plávajú ako vrstva roztavenej soli na povrchu zinkového kúpeľa. Oceľové časti určené na zinkovanie sa cez vrstvu tavidla dostávajú do zinkového kúpeľa. Potom sa vrstva roztavenej soli stiahne z povrchu pomocou stieracej lišty, aby sa oceľové diely mohli vytiahnuť zo zinkovacieho kúpeľa bez ďalšieho kontaktu s tavidlom. [139, EGGA – a 1998]

6.2.9 Ponáranie do roztaveného kovu

Otavidlované oceľové konštrukcie sa pomaly ponárajú do kúpeľa roztaveného zinku. Pri veľmi dlhých predmetoch, ktoré sa nezmestia do vane, sa musí použiť dvojité ponáranie, aby sa pokryl celý povrch. Oceľ reaguje so zinkom a vytvára povlak pozostávajúci zo série vrstiev zliatiny zinku a železa, na ktorých je vrstva čistého zinku, keď sa časti vyberú z kúpeľa. Čas ponorenia sa pohybuje od niekoľkých minút v prípade relatívne ľahkých oceľových konštrukcií až po 30 minút v prípade najťažších nosných častí. [139, EGGA – a 1998]

Roztavený zinok má teplotu 440 – 475 °C. Rozmery vane sa značne líšia v závislosti od obsluhovaného trhu a typu upravovaného výrobku. Typické rozmery sú 7 m na dĺžku, 1,4 m na šírku a 2,6 m do hĺbky, ale používajú sa aj vane dlhé až 20 m a hlboké až 4 m. Vaňa, uzatvorená plášťom pece, je inštalovaná v jame alebo na úrovni podlahy s prístupovými plošinami. Vaňa sa zvyčajne ohrieva externe, bežne pomocou plynových alebo olejových horákov. Ohrev ponornými horákmi alebo stropnými ohrievačmi sa používa, keď je teplota zinku približne nad 460 °C (a oceľovú vaňu nemožno použiť) alebo kde nie je dostatočný povrch steny vane na prenos tepla do taveniny. Tam, kde je to ekonomicky výhodné, sa používa elektrické vykurovanie, zvyčajne prostredníctvom sálania z bokov alebo zhora, príležitostne aj indukčné alebo odporové. [103, FI, člen TWG 2000], [139, EGGA – a 1998], [146, EGGA 2000]

Zinkovací kúpeľ obsahuje hlavne špeciálny vysokokvalitný zinok, ale môže obsahovať aj veľmi malé množstvá iných kovov, ktoré sú buď stopovými prvkami zinkového vstupu; prvkami, ktoré vznikajú v dôsledku reakcií medzi roztaveným zinkom a oceľovými výrobkami; alebo sa pridávajú ako legujúce prvky (napr. nikel, hliník či bizmut), ktoré majú funkciu buď v procese alebo v povlaku. Výber a úroveň legujúcich prvkov pre každú prevádzku určuje zinkovňa a budú sa líšiť podľa typického pracovného mixu a ďalších parametrov. Recyklovaný (pretavený) zinok sa môže tiež pridať do zinkového kúpeľa a môže obsahovať iné nečistoty, ktoré sa odrážajú v zložení kúpeľa. Hrúbka stien vane sa pravidelne meria na sledovanie opotrebovania a zabránenie únikom roztaveného kovu. [32, Komentáre pred FD 2021]

Pri používaní oceľových vaní je dôležité, aby bol materiál van (zvyčajne nízkouhlíková oceľ s minimálnym pridaním reaktívnych prvkov, ako je kremík) správne zvolený tak, aby sa znížil účinok korózie zinkom, a aby bol vyrobený tak, aby odolával vysokým hydrostatickým zaťaženiam a tepelným napätiam vznikajúcim počas ohrevu na prevádzkovú teplotu. Oceľové vane s vnútorným opláštením odolným voči korózii zinkom je možné získať, ale sú výrazne drahšie. [146, EGGA 2000]

Malý počet prevádzok vykonáva „vysokoteplotné zinkovanie" pomocou nádob vyložených žiaruvzdorným materiálom, ktoré umožňujú zinkový kúpeľ pri vyšších teplotách, zvyčajne okolo 530 °C. Tento proces je potrebný na spracovanie určitých tried ocele (druhov ocele) a špecifických druhov komponentov. [139, EGGA – a 1998]

Chlorid amónny, zložka tavidla, má sublimačnú teplotu nižšiu ako teplota zinkového kúpeľa, a to spolu s ostatnými prebiehajúcimi reakciami spôsobuje vznik výparov počas ponárania do roztaveného kovu. Zinkovacie vane sú vo všeobecnosti umiestnené v odvetranom uzavretom priestore alebo vetrané systémom extrakcie veka. Ventilačný vzduch sa bežne čistí v rukávových filtroch a zachytený prach sa odváža mimo prevádzku na zhodnotenie cenných látok, najmä tavidla. V niektorých prípadoch sa vyzrážaný prach posiela na skládku. [149, Wedge Group 2000] Niektorí prevádzkovatelia používajú Venturiho práčky a odkal z práčky využívajú na prípravu tavidlového roztoku. [139, EGGA – a 1998], [146, EGGA 2000]

Reakcie zinku s oceľou, či už z vyrábaných výrobkov, ktoré sa zinkujú, alebo zo samotnej vane, vedú k hromadeniu zliatiny zinku a železa v kúpeli, ktorá je známa ako tvrdý zinok alebo troska. Troska sa môže prilepiť na steny vane, ale väčšinou sa hromadí na dne, odkiaľ sa pravidelne odstraňuje pomocou ponornej naberacej lyžice alebo drapáka. Prebytočná troska môže narušiť zinkovanie a spôsobiť prehriatie externe vyhrievanej vane. Odstránený materiál sa vracia do sekundárneho odvetvia zinku na zhodnotenie obsahu zinku alebo do odvetvia zinkových chemikálií na výrobu oxidu zinočnatého. [139, EGGA – a 1998], [143, EGGA 1999], [146, EGGA 2000]

Zinkový popol sa tvorí na povrchu zinkového kúpeľa v dôsledku reakcie zinku s kyslíkom vo vzduchu a s tavidlom. Oxidovaný materiál sa odstráni a znovu sa použije priamo v prevádzke alebo sa vráti do sekundárneho odvetvia zinku na zhodnotenie. [103, FI, člen TWG 2000], [139, EGGA – a 1998]

6.2.10 Konečná a následná úprava

Oceľové výrobky sa vyberajú zo zinkového kúpeľa; prebytočný zinok sa odstraňuje stieraním alebo v niektorých prípadoch vyklepávaním. Vyrobené výrobky sa potom ochladzujú a kontrolujú. Malé povrchové nedokonalosti sa opravia a vyrobené produkty vyberú zo závesov a pripravia na expedíciu. Po ponorení do roztaveného kovu sa niektoré oceľové výrobky ochladzujú vo vode, aby získali špeciálne vlastnosti. Ako ochrana proti bielej hrdzi môžu byť výrobky pokryté olejovými emulziami alebo môžu prejsť pasiváciou.

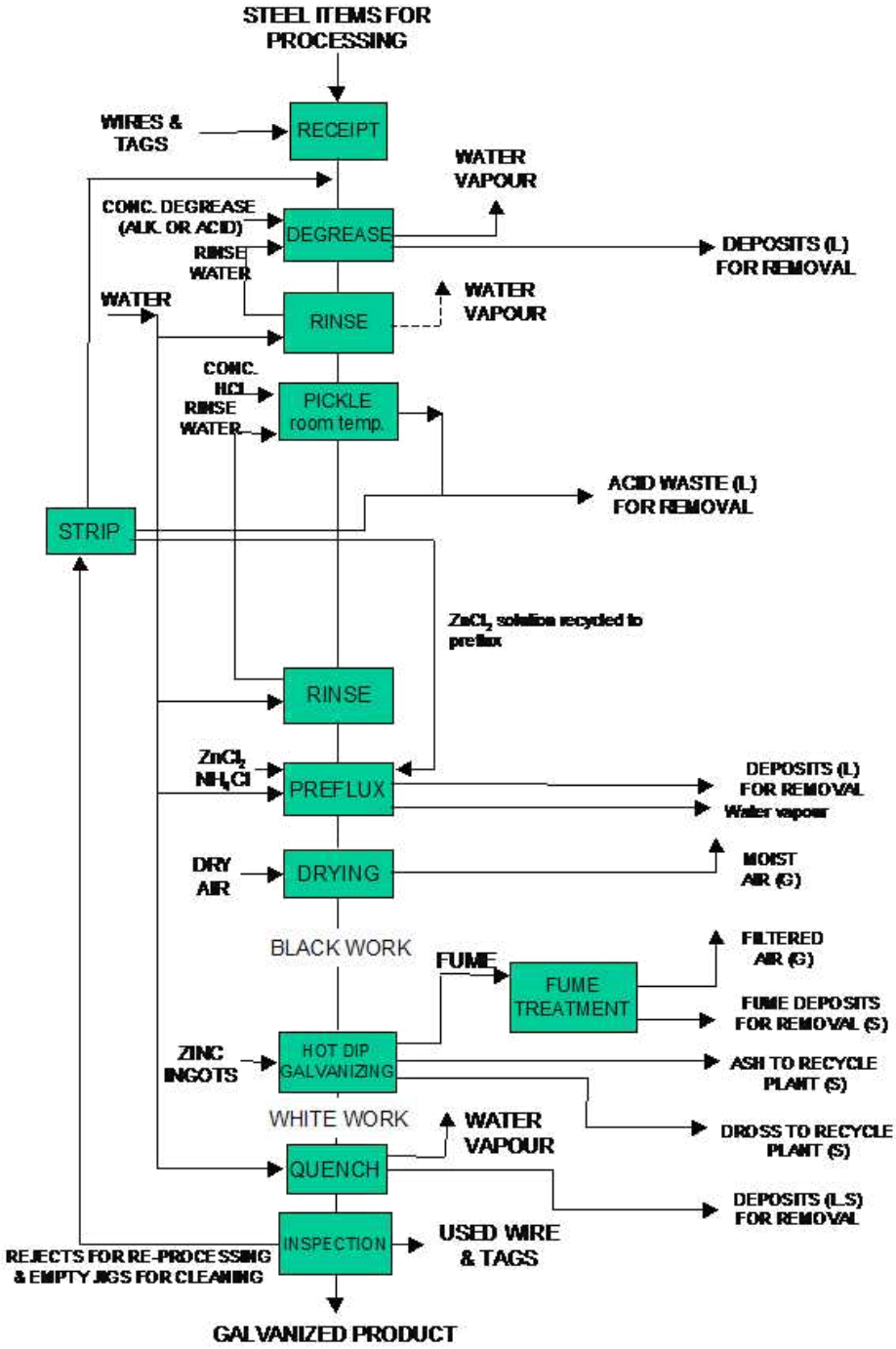
Z 99 liniek (87 prevádzok) bolo hlásených 71 liniek, ktoré nepoužívajú žiadnu pasiváciu. Iba 12 liniek používalo pasiváciu Cr (VI), zatiaľ čo zvyšných 16 liniek využíva alternatívnu (bezchrómovú) pasiváciu, ako je pasivácia Cr^{3+} alebo organická pasivácia. [16, FMP TWG 2018]

Pri zinkovaní spojovacích prvkov a malých komponentov sa perforovaný oceľový kôš obsahujúci komponenty ponorí do tekutého zinku obvyklým spôsobom. Keď sa kôš vytiahne z tekutého zinku, umiestni sa do systému odstreďovania. Prebytočná vrstva zinku sa odstraňuje odstredivou silou. Pozinkované komponenty sú vyhodené z koša a ochladené, zatiaľ čo kôš sa vracia späť do procesu. Sú známe aj vlastné a na mieru vybudované systémy. [146, EGGA 2000]

Pri zinkovaní rúr a potrubí sa vonkajšia strana odfukuje stlačeným vzduchom a vnútorná strana parou, aby sa po vytiahnutí zo zinkového kúpeľa odstránil prebytočný zinok. Počas odstraňovania prebytočného zinku parou sa emituje zinkový prach, ale zinkové častice možno zachytiť a vrátiť späť do zinkových kúpeľov alebo využiť v sekundárnom odvetví zinku na zhodnotenie zinku. [139, EGGA – a 1998
]

6.3 Súčasná spotreba a úrovne emisií pre kusové zinkovanie

6.3.1 Prehľad tokov hmoty kusového zinkovania



1) Označené toky odpadu: S: tuhá látka, L: kvapalina, G: plyn alebo para.
2) Prílev na odmasťovanie, morenie a predbežné tavidlovanie zahŕňa malé množstvá inhibítorov, povrchovo aktívnych látok atď.

Obrázok 6.3: Schéma toku materiálu pre všeobecné zinkovne

Spotrebu zdrojov a emisie znečisťujúcich látok a odpadov vo všeobecných zinkovniach ovplyvňuje mnoho rôznych faktorov. Rozdiely medzi prevádzkami sú spôsobené: rozdielmi v povahe oceľových vstupov, ako sú veľkosť, tvar a predovšetkým čistota; druhom použitej vane;

ohrievacími zariadeniami; procesným tokom a stupňom zhodnocovania a opakovaného využitia materiálov v procese.

Environmentálne vplyvy, ktoré možno očakávať od všeobecného zinkovania, sú emisie do ovzdušia a vznik odpadu, vo väčšine prípadov klasifikovaného ako nebezpečný. Odpadová voda a emisie do vody nie sú závažným environmentálnym problémom, keďže je možné prevádzkovať všeobecné zinkovne takmer bez produkcie odpadových vôd. [150, dánska EPA 1993]
Hoci vypúšťanie odpadových vôd je len menším problémom, zinok v povrchovom odtoku vody by sa mal zvážiť.

Zdrojmi emisií do ovzdušia sú: časť predbežnej úpravy, najmä z moriacich operácií; povrch roztaveného zinku, obzvlášť počas procesu ponárania, a spaľovacie systémy/systémy horákov na ohrievanie zinkovej vane alebo iných používaných vaní.

Odpadmi a vedľajšími produktmi vznikajúcimi pri kusovom zinkovaní sú troska a popol obsahujúce zinok, ako aj použitá procesná kvapalina a kaly z údržby kúpeľov. [150, dánska EPA 1993] Počas prepravy výrobkov z jedného ošetrovacieho kúpeľa do druhého môžu z obrobkov kvapkať kvapaliny (kyselina, tavidlo atď.). Tento úkap sa zvyčajne zachytáva v odkvapkávacích miskách a môže sa buď recyklovať alebo zhromažďovať ako chemický odpad.

V nasledujúcich oddieloch sa uvádzajú údaje o spotrebe a emisiách poskytnuté prevádzkami BG v rámci EÚ, ktoré sa zúčastnili na zbere údajov o FMP v roku 2018 (celkovo 87 prevádzok). Prevádzky zo zberu údajov sú uvedené v oddiele 11.1.

6.3.2 Spotreba energie

Parametre ovplyvňujúce spotrebu energie pri kusovom zinkovaní
Odmasťovacie kúpele sa skladajú z odmasťovacích prostriedkov a vody. Energia potrebná na ohrev kúpeľov na prevádzkovú teplotu sa dodáva vo forme oleja, plynu alebo elektrickej energie, v závislosti od miestnych podmienok pre každú jednotlivú prevádzku. V mnohých prípadoch sú odmasťovacie systémy vykurované rekuperáciou odpadového tepla a výmenou tepla.

Moriace kúpele sa zvyčajne prevádzkujú pri teplote okolitého vzduchu, takže nie je potrebná energia na ohrev. V prípade uzavretého predúpravového morenia môže byť teplota roztoku až približne 40 °C. V tomto prípade musia byť kúpele ohrievané. Ďalšia spotreba energie v procese morenia vyplýva z prevádzky pomocných zariadení, ako sú čerpadlá a žeriavy, hoci to možno považovať za zanedbateľné. [139, EGGA – a 1998], [146, EGGA 2000]

Tavidlový kúpeľ sa skladá z tavidla (zvyčajne $ZnCl_2$ x NH_4Cl) a určitého množstva vody na dosiahnutie správnej koncentrácie. Tavidlo sa niekedy tvorí použitím KCl namiesto časti alebo celého NH_4Cl. Vo väčšine prípadov je potrebná energia na ohrev tavidlových kúpeľov, na čo niektorí prevádzkovatelia využívajú rekuperované teplo.

Sušičky umiestnené za tavidlovým kúpeľom spotrebúvajú energiu na ohrev vzduchu na sušenie. Časť alebo všetka táto energia môže byť dodávaná z odťahu spalín zinkovacej pece.

Tam, kde sa na fúkanie vzduchu cez sušičky používajú veľké ventilátory, sa môže vyžadovať značné množstvo elektrickej energie a môže sa vytvárať hluk. [146, EGGA 2000]

Plyn, olej alebo elektrická energia poskytuje energiu potrebnú na roztavenie zinku a udržiavanie teploty zinkového kúpeľa.

Spotreba energie uvádzaná prevádzkami BG zahrnutými do zberu údajov o FMP
Údaje o spotrebe energie považovalo množstvo prevádzkovateľov prevádzok za dôverné obchodné informácie (CBI). Za tieto prevádzky nebolo možné zahrnúť žiadne údaje do referenčného dokumentu BREF o FMP. Preto sa v tomto oddiele uvádzajú iba údaje z prevádzok, ktoré nepovažovali údaje o spotrebe energie

za dôverné. Údaje sú uvedené vo vzostupnom poradí podľa maximálnych hodnôt špecifickej spotreby energie a obsahujú kontextové informácie, ako je skutočný kód prevádzky, druh prevádzky (napr. všeobecná zinkovňa, prevádzka odstreďovania), použitý systém rekuperácie tepla. Okrem toho obrázok obsahuje informácie o použitých BAT.

Spotreba energie (na úrovni prevádzky)
Na obrázku 6.4 sú zobrazené údaje o špecifickej spotrebe energie pri kusovom zinkovaní na úrovni prevádzky (celá prevádzka BG). Obrázok obsahuje tri hodnoty ročnej spotreby energie pre každú prevádzku. Celkovo 56 prevádzok kusového zinkovania uviedlo údaje o spotrebe energie, ktoré nie sú CBI. V prípade týchto prevádzok bola špecifická spotreba energie v rozsahu 250 kWh/t až 1 100 kWh/t.

Spotreba energie (na úrovni procesného kroku: ohrev zinkovacej vane)
Pri kusovom zinkovaní je ohrev zinkovacej vane jedným z hlavných procesných krokov z hľadiska spotreby energie. Obrázok 6.6 zobrazuje špecifickú spotrebu energie na ohrev procesného kroku zinkovacej vane. Celkovo šesť prevádzok kusového zinkovania uviedlo údaje o tomto procesnom kroku, ktoré nie sú CBI. Údaje sa porovnávajú aj s hodnotami celkovej spotreby energie pre celú prevádzku, aby sa vyhodnotil príspevok kroku ohrievania k celkovej spotrebe energie prevádzky. Z týchto údajov vyplýva, že krok ohrevu zvyčajne prispieval 60 % až 90 % k celkovej spotrebe energie prevádzky. Pri týchto prevádzkach bola špecifická spotreba energie na ohrev zinkovacej vane v rozmedzí 180 kWh/t až 1 400 kWh/t.

6.3.3 Spotreba materiálu

Odmasťovanie
Pri kusovom galvanizovaní sa odmastenie môže vykonávať pomocou alkalických alebo kyslých roztokov. Obrázok
6.7 a obrázok 6.8 obsahujú súhrn údajov uvedených pre špecifickú spotrebu kyslých a alkalických odmasťovacích roztokov. Uvádzajú sa údaje za celkovo tri prevádzkové roky vrátane priemernej hodnoty spotreby za trojročné obdobie. Údaje boli zoradené vo vzostupnom poradí podľa priemerných hodnôt špecifickej spotreby a obsahujú relevantné kontextové informácie, ako sú napríklad celkový objem odmasťovacích kúpeľov a teplota odmasťovania. Špecifická spotreba alkalických odmasťovacích roztokov sa zvyčajne pohybovala od
0,1 kg/t až 2,0 kg/t pozinkovanej ocele, zatiaľ čo špecifická spotreba kyslých odmasťovacích roztokov bola v rozmedzí 0,08 kg/t až 1,8 kg/t pozinkovanej ocele.

Morenie
Moriace kúpele sa pripravujú zriedením HCl, ktorá sa zvyčajne dodáva v koncentrácii 28 – 32 % hmot. % (alebo pribl. 320 – 425 g/l HCl), na pracovnú koncentráciu, zvyčajne 15 % hmot. % (alebo pribl. 160 g/l HCl). V niektorých prípadoch sa pridávajú inhibítory morenia. Priemerná spotreba kyseliny je ovplyvnená kvalitou vstupnej ocele: veľmi nízke hodnoty spotreby je možné dosiahnuť pri čistých výrobkoch, na rozdiel od veľmi vysokých hodnôt spotreby pri hrdzavých súčiastkach. [139, EGGA – a 1998], [146, EGGA 2000]

Na obrázku 6.9 a obrázku 6.10 sú znázornené údaje o špecifickej spotrebe HCl a špecifickej spotrebe inhibítorov morenia. Uvádzajú sa údaje za celkovo tri prevádzkové roky vrátane priemernej hodnoty spotreby za trojročné obdobie. Špecifické spotreby HCl sú vyjadrené v kg 28 % hmot. HCl na tonu pozinkovanej ocele. Údaje boli zoradené vo vzostupnom poradí podľa priemerných hodnôt špecifickej spotreby a obsahujú relevantné kontextové informácie, ako sú napríklad celkový objem moriacich kúpeľov a teplota moriacich kúpeľov. Okrem toho sa špecifikuje druh oceľových predmetov, ktoré sa zinkujú (napr. pre odstredivky, oceľové výrobky rôznych veľkostných rozsahov) vrátane podielu každého druhu predmetu spracovaného v prevádzke, vyjadreného v percentách. Špecifická spotreba HCl sa zvyčajne pohybovala od 1,2 kg/t do 50,7 kg/t pozinkovanej ocele a špecifická spotreba inhibítorov morenia sa pohybovala od 0,01 kg/t do 0,09 kg/t pozinkovanej ocele.

- Špecifickosť prevádzok BG spracúvajúcich obrobky s vysokou špecifickou plochou. [151, DE 2019]
  V BREF o FMP je spotreba kyseliny vyjadrená v kg/t kusovo pozinkovanej ocele. Spotreba kyseliny však do veľkej miere závisí aj od špecifického povrchu (m^2/t) komponentov, ktoré sa majú pozinkovať. Napríklad špecifická plocha malých alebo tenkostenných obrobkov je oveľa vyššia ako špecifická plocha typických obrobkov spracúvaných pri kusovom ozinkovaní, ako sú oceľové konštrukcie (napr. oceľový nosník, duté profily). V tomto prípade sa vo všeobecnosti pozorujú nasledujúce špecifické povrchové plochy:

  - oceľový nosník IPE 100 = 49,3 m^2/t,
  - oceľový nosník IPE 200 = 34,4 m^2/t,
  - oceľový nosník IPE 600 = 16,4 m^2/t,
  - oceľový nosník HE 300 M = 7,7 m^2/t,
  - oceľový nosník HE 400 B = 12,4 m^2/t,
  - dutý profil 100 x 100 x 3,0 mm = 44,5 m^2/t,
  - dutý profil 200 x 200 x 6,3 mm = 20,6 m^2/t.

  Na druhej strane môžu mať tenkostenné komponenty, najmä káblové žľaby používané pre elektrické inštalácie, špecifický povrch výrazne nad 50 m^2/t. Káblové žľaby majú najväčší špecifický povrch, ktorý môže byť až 350 m^2/t. Tieto druhy prevádzok BG neboli zahrnuté do zberu údajov o FMP.

  Okrem toho sa tenkostenné komponenty zvyčajne pripevňujú na závesy a reťaze na účely zinkovania ponorom do roztaveného kovu. Preto sú závesy a reťaze takisto pozinkované a po zinkovaní ponorom do roztaveného kovu je potrebné ich odkoviť (odstrániť zinok) kyselinou chlorovodíkovou. To takisto vedie k zvýšenej spotrebe kyseliny.

  Napríklad v Nemecku existujú minimálne dve veľmi moderné prevádzky na kusové zinkovanie, ktoré vyžadujú použitie 43,6 kg a 45,4 kg kyseliny chlorovodíkovej (28 %) na tonu žiarovo pozinkovaného materiálu ponorom do roztaveného kovu. Tieto dve prevádzky vyrábajú vo veľmi vysokých množstvách (12 500 ton/rok a 17 500 ton/rok) káblové žľaby, systémy káblových žľabov a príslušenstvo pre elektrické inštalácie. Káblové žľaby majú veľmi malú hrúbku plechu (napr. menej ako 1,0 mm). V rámci sortimentu výrobkov týchto prevádzok sa nachádzajú špecifické povrchové plochy v rozsahu 50 – 350 m^2/t.

- Špecifickosť prevádzok BG spracúvajúcich použité zinkované výrobky (opakované zinkovanie). [152, EGGA 2021]
  Niektoré prevádzky BG spracúvajú už použité zinkované výrobky (napr. zvodidlá), ktoré sa po dlhom čase používania vracajú na opakované zinkovanie. Tieto druhy prevádzok BG na opakované zinkovanie neboli zahrnuté do zberu údajov o FMP. Spracovanie týchto výrobkov si vyžaduje dodatočné procesné kroky z dôvodu prítomnosti čiastočne skorodovaných povrchov alebo potreby odstránenia akýchkoľvek zvyškov zinkového povlaku. Takéto prevádzky môžu vykazovať špecifickú spotrebu HCl až do 50 kg/t pozinkovanej ocele.

Tavidlovanie

Na obrázku 6.11 sú znázornené údaje o špecifickej spotrebe tavidlových prostriedkov v prevádzkach na kusové pozinkovanie zo zberu údajov o FMP. Uvádzajú sa údaje za celkovo tri prevádzkové roky vrátane priemernej hodnoty spotreby za trojročné obdobie. Údaje boli zoradené vo vzostupnom poradí podľa priemerných hodnôt špecifickej spotreby a obsahujú relevantné kontextové informácie, ako sú napríklad druh tavidlovania (suché alebo mokré), celkový objem tavidlových kúpeľov a teploty tavidlových kúpeľov. Špecifická spotreba tavidlových prostriedkov sa zvyčajne pohybovala od 0,03 kg/t do 5,6 kg/t pozinkovanej ocele.

Ponáranie do roztaveného kovu
Hlavnou surovinou pre proces ponárania je, samozrejme, zinková tavenina. Extrémne hodnoty v spotrebe zinku – vysoké alebo nízke – možno pripísať tvaru vyrobenej ocele a kvalite zinkovania. Spotreba zinku je, samozrejme, úmerná zinkovanej ploche a hrúbke pozinkovania. [139, EGGA – a 1998]

6.3.4 Spotreba vody

Pri kusovom zinkovaní sa čerstvá voda používa iba na počiatočnú prípravu kúpeľov na úpravu (odmasťovanie, morenie, odstraňovanie, oplachovanie, tavidlovanie) a kúpeľov na následnú úpravu a ako doplnková voda na kompenzáciu odparovania. Okrem toho nevzniká žiadna odpadová voda.

6.3.5 Emisie do ovzdušia

Merania uvedené bez poskytnutia informácií o nameranej úrovni kyslíka alebo použitom zložení paliva sa neberú do úvahy.

6.3.5.1 Emisie do ovzdušia z ohrievania a sušenia surovín

Spaľovanie palív na ohrev zinkovacej pece má za následok emisie produktov spaľovania, ako sú CO, CO_2 a NO_x (aj pri spaľovaní oleja SO_x). Ventilátory a horáky spaľovacieho vzduchu môžu tiež produkovať hluk. [146, EGGA 2000], [150, dánska EPA 1993]

Emisie NO_X a CO
Údaje o emisiách NO_X a CO do ovzdušia z ohrevu zinkovacej vane sú zobrazené na obrázku 6.12. Obrázok 6.12 sa skladá z niekoľkých častí. V hornej časti obrázka sú znázornené koncentrácie emisií NO_X pri referenčnej úrovni kyslíka 3 % za každý emisný bod počas štvorročného obdobia vykazovania. Merania uvedené bez informácií o nameranej úrovni kyslíka alebo použitom zložení paliva sa nebrali do úvahy. Sekundárna os y sa používa na uvedenie maximálnej koncentrácie CO a koncentrácie CO zodpovedajúcej maximálnej koncentrácii emisií NO_X za obdobie vykazovania. Pod osou x sú uvedené kontextové informácie, ako napríklad teplotný rozsah alebo použité palivo (ľahký vykurovací olej alebo zemný plyn), spolu s príslušnými kandidátmi BAT na kontrolu emisií NOx. V dolnej časti grafu sú vynesené hmotnostné toky NO_X a CO, ako aj nameraná referenčná hladina kyslíka zodpovedajúca maximálnym koncentráciám emisií NO_X a zodpovedajúcim koncentráciám CO.

Emisie NO_X z ohrevu zinkovacej vane boli uvedené za 30 prevádzok (celkovo 32 emisných bodov). Koncentrácie emisií NO_X sa pohybovali od 4,0 mg/Nm^3 do 994 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia NO_X sa pohybovali od 0,005 kg/h do 1,7 kg/h.

Emisie CO z ohrevu zinkovacej vane boli uvedené za 26 emisných bodov. Koncentrácie emisií CO sa pohybovali od 1,0 mg/Nm^3 do 3 560 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia CO sa pohybovali od 0,002 kg/h do 6,0 kg/h.

Údaje o emisiách NO_X a CO do ovzdušia zo sušenia suroviny sú zobrazené na obrázku 6.13. Iba tri prevádzky uviedli merania emisií NO_X a CO do ovzdušia zo sušenia surovín, s celkovým počtom siedmich meraní. Avšak pri šiestich zo siedmich meraní sa uviedla nameraná hodnota kyslíka nad 18 %, čo môže ovplyvniť hodnoty emisií po korekcii na 3 % (nezvyčajne vysoké koncentrácie emisií). Koncentrácie emisií NO_X pri sušení suroviny sa pohybovali od 50 mg/Nm^3 do 290 mg/Nm^3 a koncentrácie emisií CO sa pohybovali od 49 mg/Nm^3 do 304 mg/Nm^3.

Pokiaľ ide o sušenie surovín, emisie prachu neboli považované za relevantné, pretože všetky prevádzky zo zberu údajov uviedli používanie zemného plynu s veľmi nízkymi emisiami prachu.

6.3.5.2 Emisie do ovzdušia z morenia

Emisie chlorovodíka vznikajú z moriacich kúpeľov v rôznych množstvách v závislosti od teploty a koncentrácie kúpeľa. Tieto kyslé výpary sú zvyčajne difúzne emisie. Extrakčné opatrenia (napr. extrakcia veka) alebo čistenie odpadových plynov sa vo všeobecnosti nepoužívajú, pretože všeobecné ventilačné systémy prevádzky dokážu udržať koncentráciu HCl vo vzduchu na pracovisku pod povolenými limitmi [144, ABAG 1993]. Avšak prevádzky s uzavretými časťami predúpravy sú zvláštne prípady, ktoré niekedy pracujú s vyššími teplotami kyseliny. V tomto prípade sa odsaje zákryt a odpadový plyn sa zvyčajne čistí.

Emisie HCl

Údaje o emisiách HCl do ovzdušia z morenia v prevádzkach na kusové pozinkovanie zo zberu údajov o FMP sú uvedené na obrázku 6.14. Emisie HCl boli nahlásené celkovo za 44 prevádzok (predstavujúcich 46 emisných bodov). Koncentrácie emisií HCl sa pohybovali od 0,03 mg/Nm^3 až 19 mg/Nm^3 a emisné zaťaženie HCl sa pohybovalo od 0,03 g/h do 600 g/h.

6.3.5.3 Emisie do ovzdušia z ponoru do roztaveného kovu

Zinkovacia vaňa je jedným z hlavných zdrojov emisií do ovzdušia z procesu kusového zinkovania. Počas ponoru do roztaveného kovu stúpajú zo zinkového kúpeľa výpary, plyny a tuhé znečisťujúce látky, ktoré možno vidieť ako biely oblak v uzavretom priestore vane. V závislosti od tavidiel obsahujú emisie mimoriadne jemné sublimačné a odparovacie produkty vrátane iónov chlóru, amoniaku a zinku, ako aj zlúčeniny oxid zinočnatý, chlorid zinočnatý a chlorid amónny.

Druh a množstvo emisií závisia od spotreby tavidla, jeho zloženia a dodatočných faktorov určených komponentmi, ktoré sa majú pozinkovať (druh, počet, plocha povrchu/kvalita) a ich predúpravy (odmasťovanie, morenie, oplachovanie, sušenie). Niektoré zdroje uvádzali veľmi malú veľkosť hygroskopických častíc, zväčša < 1 mikrón. Iné uvádzali, že priemerná veľkosť častíc bola 30 mikrónov a iba približne 5 % bolo < 1 mikrón [103, FI, člen TWG 2000].

Podľa výskumov rozmiestnenia veľkostí častíc v emisiách tuhých častíc v ovzduší zo zinkovacieho kúpeľa po ponorení ocele neexistujú zdravotné obavy týkajúce sa veľkosti častíc a hmotnosti emisií, ktorým môžu byť prevádzkovatelia zinkovní vystavení počas procesu zinkovania. Zo skúmania údajov o monitorovaní vystavenia prevádzkovateľov vyplynulo, že tieto údaje sú nízke z hľadiska celkovej hmotnosti, a to najmä v prípade „málo dymiacich tavidiel" alebo „tavidiel so zníženou dymivosťou", a že hmotnosť malých častíc s priemerom menším ako 1 mikrón je rovnaká pri bežných tavivách aj pri „málo dymiacich tavidlách". Preto neexistujú žiadne zdravotné obavy v rámci rôznych druhov tavidiel a v žiadnom prípade nie sú obavy týkajúce sa veľkosti častíc prenášaných vzduchom. [153, Piatkiewicz 1999]

Ak je v dôsledku nestability procesu odmasťovacia operácia neefektívna, je možné, že olej alebo mazivo prenikne do zinkového kúpeľa a bude podliehať nízkoteplotnému spaľovaniu. V tomto prípade môže prach z filtra obsahovať až 10 % maziva. [140, zinkovne UK 2000], [143, EGGA 1999], [144, ABAG 1993], [150, Dánska EPA 1993]

Odpadový plyn sa buď čistí v textilných filtroch, čím vzniká filtračný prach, alebo sa vypiera, čím vzniká vodný výtok, ktorý sa bežne čistí. Okrem prachu sa emitujú aj malé objemy plynných látok, ako je chlorovodík a amoniak, ktoré pochádzajú z rozkladu tavidla a rekombinácie chloridu amónneho ako vzdušných častíc. [140, zinkovne UK 2000]

Pri zinkovaní rúr vedie odstraňovanie prebytočného zinku z povrchov rúr fúkaním stlačeného vzduchu alebo vodnej pary k emisiám zinku a prachu obsahujúcemu zinok.

Emisie prachu
Údaje o emisiách prachu do ovzdušia z ponárania do roztaveného kovu v prevádzkach na kusové pozinkovanie zo zberu údajov o FMP sú uvedené na obrázku 6.15. Emisie prachu boli uvedené celkovo za 83 emisných bodov. Koncentrácie emisií prachu sa pohybovali od 0,02 mg/Nm^3 do 21,6 mg/Nm a emisné zaťaženia sa pohybovali od 0,004 kg/h do 0,7 kg/h.

Uvádzané údaje o emisiách prachu do ovzdušia z ponárania do roztaveného kovu s málo dymiacim tavidlom sú zobrazené na obrázku 6.16. Emisie prachu boli uvedené celkovo za 8 prevádzok. Koncentrácie emisií prachu sa pohybovali od 0,04 mg/Nm^3 do 14,1 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia prachom sa pohybovali od 0,009 kg/h do 0,7 kg/h.

6.3.6 Rezíduá

Odmasťovanie
Odmastenie vedie k chemickému odpadu vo forme vyčerpaných kúpeľov a kalov. Množstvo použitého odmasťovacieho roztoku, ktorý sa má zlikvidovať, závisí od množstva odmastených oceľových výrobkov a stupňa znečistenia. Súvisí to s maximálnou životnosťou odmasťovacieho roztoku, ktorá je zvyčajne 1 – 2 roky. [144, ABAG 1993] Iné zdroje uvádzajú maximálnu životnosť odmastovacích kúpeľov až sedem rokov. [143, EGGA 1999], [146, EGGA 2000]

Použité alkalické odmasťovacie kúpele obsahujú hydroxid sodný, uhličitany, fosfáty, kremičitany, povrchovo aktívne látky a voľný a emulgovaný olej a mazivo. Použité kyslé odmasťovacie kúpele obsahujú okrem voľného a emulgovaného oleja a maziva aj zriedenú kyselinu chlorovodíkovú a/alebo fosforečnú, emulgátory a inhibítory protikoróznej ochrany.

Použité odmasťovacie kúpele zvyčajne chemicky a fyzikálne upravujú špecializovaní dodávatelia (spoločnosti na zneškodňovanie odpadu). Emulzia sa rozdelí na fázu bohatú na olej a fázu chudobnú na olej. Vodná časť s nízkym obsahom oleja sa ďalej spracúva, zatiaľ čo časť bohatá na olej sa musí zlikvidovať v súlade s predpismi o odpadoch. [144, ABAG 1993]

Morenie
Odpady vznikajúce pri morení sú vyčerpaný moriaci roztok a kal. Použitý moriaci roztok pozostáva z voľnej kyseliny, chloridu železitého (až 140 – 170 g Fe/t), chloridu zinočnatého, legujúcich prvkov morených ocelí a niekedy aj inhibítorov morenia. Ak sa odstraňovanie a morenie vykonáva v rovnakom kúpeli, vzniká zmiešaný moriaci roztok s vysokým obsahom zinku a železa. Ak sa odmastenie vykonáva v moriacom kúpeli, sú prítomné aj voľné a emulgované oleje a mazivá. Priemerné zloženie použitého moriaceho kúpeľa je uvedené v tabuľke 6.3.

Tabuľka 6.3: Rozsahy zloženia použitých moriacich kúpeľov

	Morenie	**Morenie (vrátane odstraňovania)**
Železo (ako $FeCl_2$) [1]	< 140 g/l	< 140 g/l
Zinok	5 – 10 g/l [2]	20 – 40 g/l
HCl (voľná kyselina)	30 – 50 g/l	30 – 50 g/l
Inhibítor morenia	pribl. 50 ppm (1 l inhibítora na 20 m^3 moriaceho roztoku)	
Olej, mazivo, povrchovo aktívne látky	neuvádza sa (prenos z odmastovacích kúpeľov)	

Poznámka: *Zdroj:* [144, ABAG 1993]
[1] Pomer $FeCl_3$: $FeCl_2$ je približne 1 : 50 podľa [144, ABAG 1993], zatiaľ čo [145, DK, člen TWG 1999] uvádza pomer $FeCl_3$: $FeCl_2$ < 1 : 1 000.
[2] **Požiadavky stanovené recyklačnými spoločnosťami sú zvyčajne prísnejšie.**

Pri činnosti odstraňovania pomocou kyseliny chlorovodíkovej sa takisto vytvárajú odpadové kyseliny, ale s odlišným zložením od tých, ktoré pochádzajú z morenia. Ak sa odstraňovanie vykonáva v kyselinovom kúpeli

oddelene od moriacich kúpeľov, v odstraňovacom kúpeli sa vytvára chlorid zinočnatý relatívne nekontaminovaný chloridom železitým. Priemerné zloženie vyčerpaných odstraňovacích kúpeľov je uvedené v tabuľke 6.4. Tento roztok možno recyklovať do tavidlového kúpeľa (chlorid zinočno-amónny). [146, EGGA 2000], [154, FI, člen TWG 1999]

Roztoky obsahujúce chlorid železitý a chlorid zinočnatý z kombinovaného morenia a odstraňovania sa môžu využívať v odvetví hnojív. Hoci je potrebné venovať pozornosť pridávaniu zinku do poľnohospodárskych pôd a tomu, aby neboli prekročené zákonné limity. [140, zinkovne UK 2000
], [154, FI, člen TWG 1999]

Tabuľka 6.4: Zloženie vyčerpaných odstraňovacích kúpeľov

	Odstraňovanie
Železo (ako $FeCl_2$)	< 10 % obsahu zinku[1]
Zinok (ako $ZnCl_2$)	160 – 200 g/l
HCl (voľná kyselina)	< 10 g/l
Inhibítor morenia	pribl. 50 ppm (1 l inhibítora na 20 m^3 moriaceho roztoku)
Olej, mazivo, povrchovo aktívne látky	neuvádza sa (prenos z odmastovacích kúpeľov)
[1] **Požadované recyklačnou spoločnosťou, možno dosiahnuť len použitím inhibítorov morenia**	
Zdroj: [144, ABAG 1993]	

Tavidlovanie

Odpad vznikajúci z tavidlovania zahŕňa vyčerpaný tavidlovací roztok a kal. [150, dánska EPA 1993]

V tavidlových kúpeľoch, ktoré sa priebežne nezhodnocujú, sa zvyšuje kyslosť a obsah železa pri používaní. Obsahujú (v závislosti od tavidla) chlorid amónny, chlorid zinočnatý a/alebo chlorid draselný. Bežnou praxou je kusové recyklovanie tavidlového roztoku. V niektorých prípadoch sa použitý roztok pravidelne vracia výrobcovi tavidla. [143, EGGA 1999], [146, EGGA 2000]

Ponáranie do roztaveného kovu

Počas ponárania do roztaveného kovu vznikajú tuhé vedľajšie produkty obsahujúce zinok, ako je tvrdý zinok, popol a striekanec.

Spodná troska (alebo tvrdý zinok) sa tvorí v zinkovom kúpeli počas prevádzky ako reakčný produkt roztaveného zinku so železom (z obrobkov stien nádoby) alebo so soľami železa prenesenými z morenia a tavidlovania. Pre svoju vyššiu hustotu sa spodná troska hromadí na dne vane, odkiaľ sa pravidelne odstraňuje. Pre svoj vysoký obsah zinku (95 až 98 %) sa spodná troska predáva recyklačným spoločnostiam na zhodnotenie.

Zinkový popol s nižšou hustotou pláva na povrchu zinkovacieho kúpeľa a pozostáva hlavne z oxidu zinočnatého a chloridu zinočnatého s určitým obsahom oxidu hlinitého, ak je legovaný do kovového kúpeľa. Zinkový popol sa zozbiera pred vybratím ponorených obrobkov, pričom sa obvykle odnáša aj veľké množstvo zinku. Obsah zinku je 40 až 90 %, preto je hodnotný na recykláciu buď priamo v prevádzke, alebo v sekundárnom odvetví zinku. [103, FI, člen TWG 2000], [144, ABAG 1993], [149, Wedge Group 2000]

Tavidlová troska vzniká pri zinkovaní za mokra, keď sa vrstva tavidla stane neaktívnou a je potrebné ju odstrániť z povrchu zinkového kúpeľa. Počas odstraňovania sa môže strhnúť aj kovový zinok, ktorého obsah môže byť až 50 %.

Z času na čas sa z vane vymrštia malé množstvá kovového zinku v dôsledku odparovania vlhkosti z povrchu ocele. Väčšinou sa usadzujú na zariadeniach na odsávanie výparov (ak existujú), odkiaľ sa odstraňujú na účely získavania ich kovového obsahu. [143, EGGA 1999]
Rozstreknutý zinok sa môže pretaviť priamo v zinkovacom kúpeli alebo môže byť odoslaný na

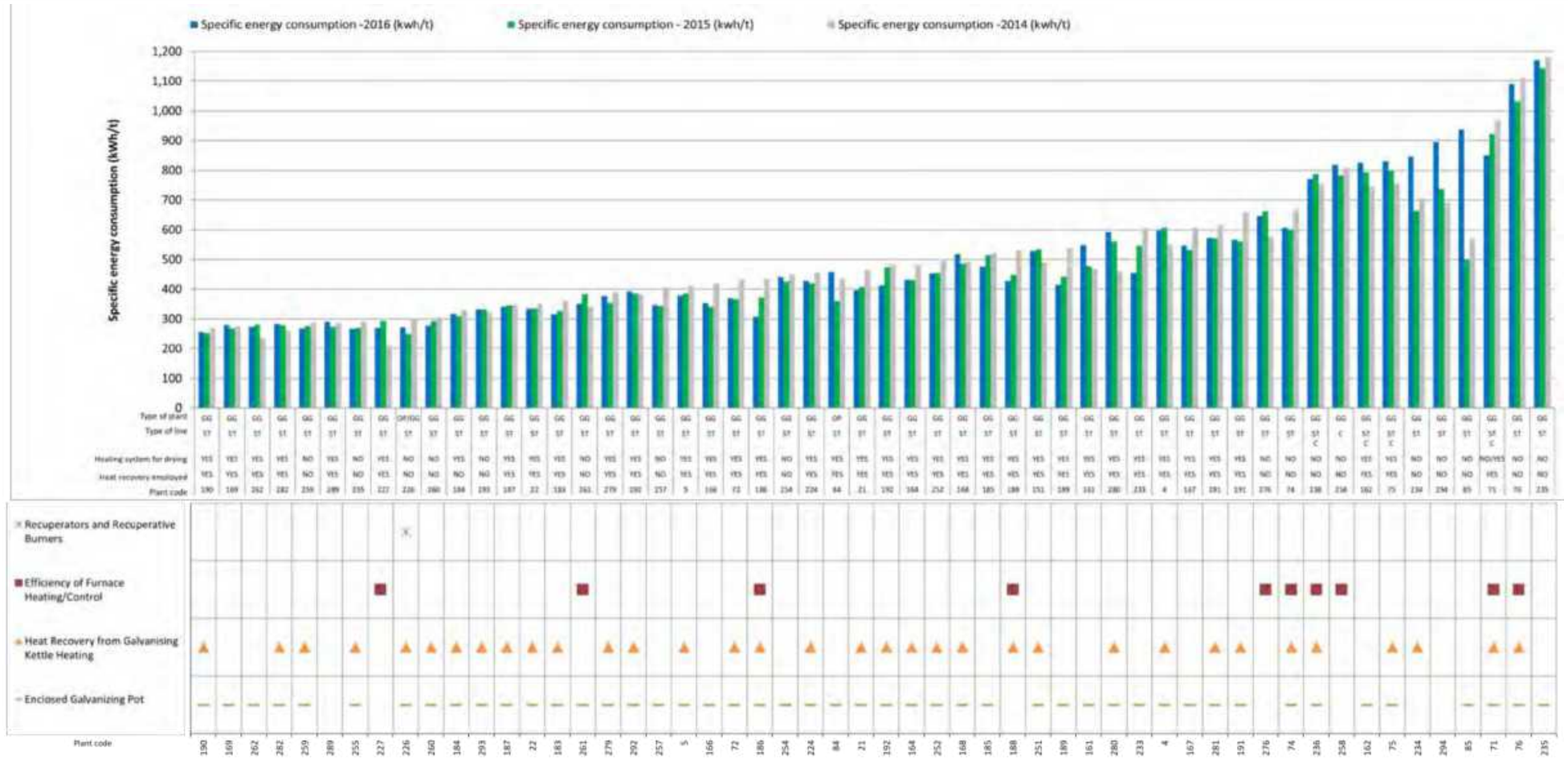
zhodnotenie mimo prevádzky. Môže obsahovať oxid zinočnatý a/alebo byť kontaminovaný pádom na podlahu, ak vaňa nie je zakrytá. [144, ABAG 1993]

Na obrázkoch 6.17 až 6.23 sú znázornené údaje uvedené prevádzkami v rámci zberu údajov o FMP týkajúce sa špecifickej tvorby nasledujúcich rezíduí vznikajúcich pri kusovom zinkovaní:

- použitý alkalický odmasťovací roztok,
- použitý kyslý odmasťovací roztok,
- olejový kal z alkalického odmasťovacieho roztoku,
- olejový kal z kyslého odmasťovacieho roztoku,
- použitá HCl z morenia,
- použité tavidlo,
- spodná troska,
- zinkový popol.

Na obrázkoch 6.17 až 6.23 sú znázornené údaje vo vzostupnom poradí podľa maximálnych priemerných hodnôt špecifickej výroby za tri prevádzkové roky. Špecifické údaje o tvorbe rezíduí sú vyjadrené v kg/t pozinkovanej ocele. Pod osou x sú uvedené relevantné kontextové informácie, ako napríklad klasifikácia materiálu (napr. nebezpečný) alebo destinácia rezíduí (napr. skládka, zhodnotenie, externé spracovanie).

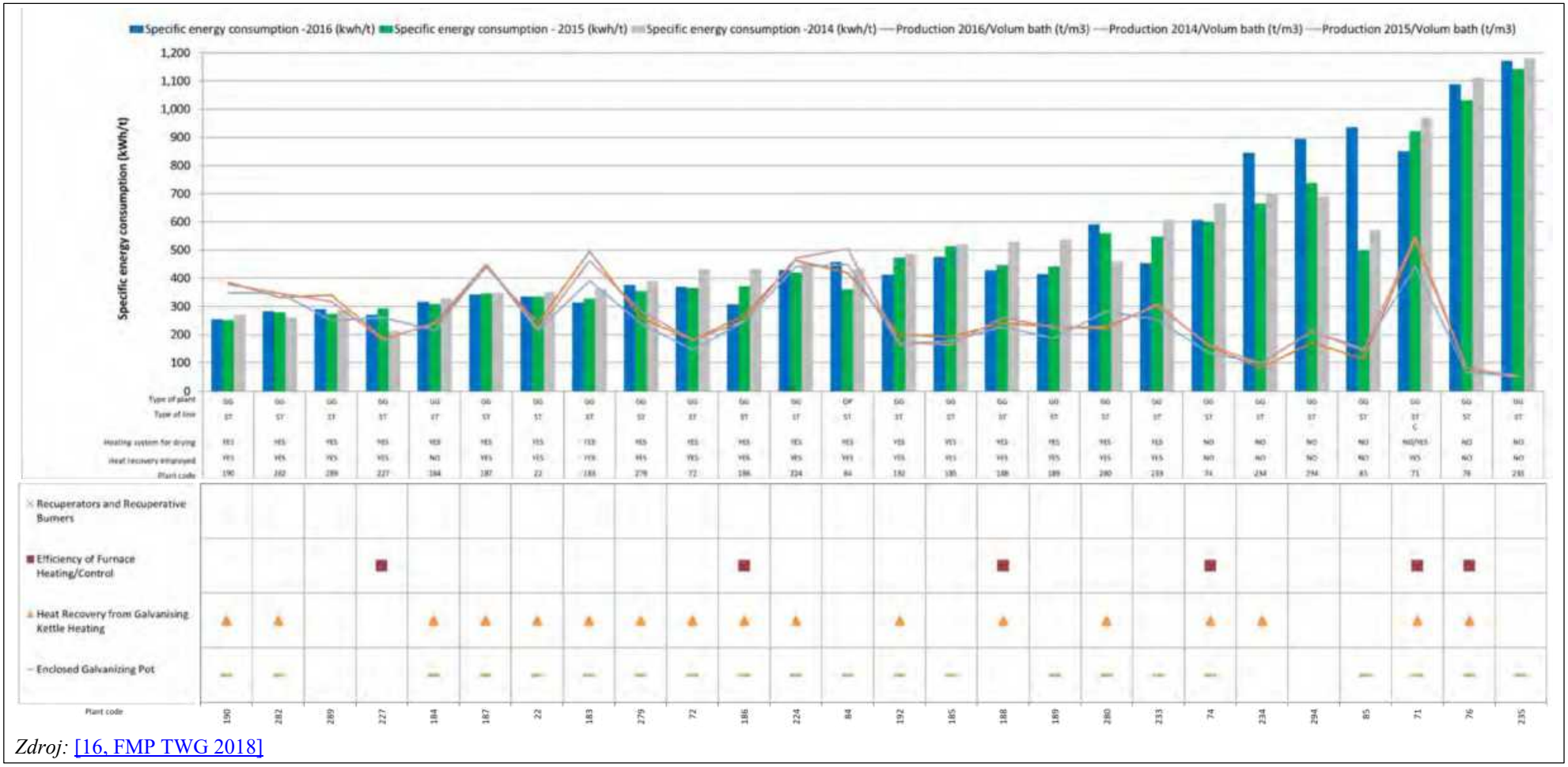
6.3.7 Údaje o spotrebe a úrovniach emisií



Pozn.:
GG = Všeobecné zinkovanie
OP = Vlastné výrobky
ST = Štandard
C =
Odstredivka

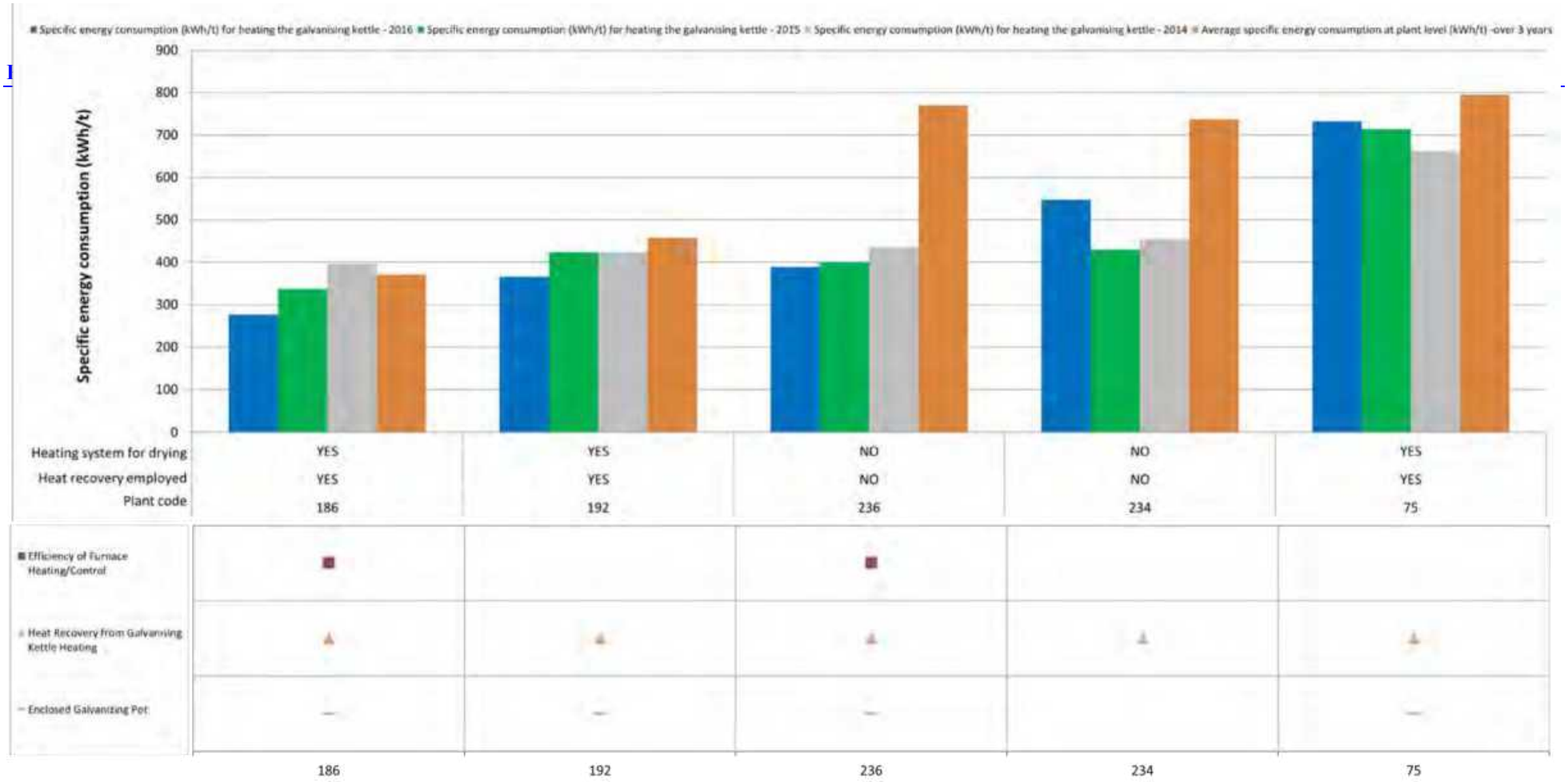
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 6.4: Špecifická spotreba energie (kWh/t spracovanej suroviny) pri kusovom zinkovaní



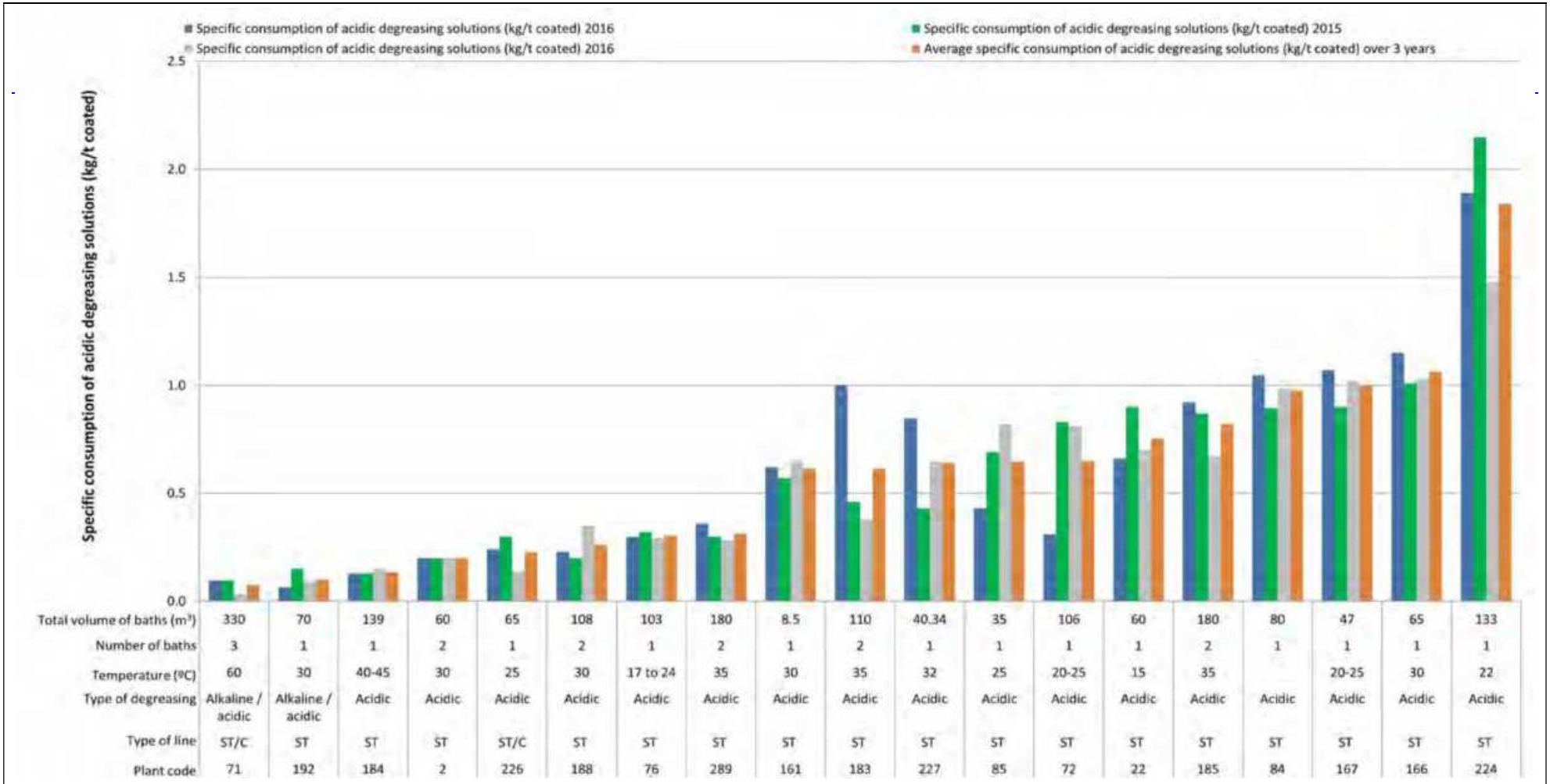
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 6.5: Špecifická spotreba energie (kWh/t spracovanej suroviny) pri kusovom zinkovaní vrátane ročného výrobného výkonu (produkcia/vaňa na ponáranie do roztaveného kovu)



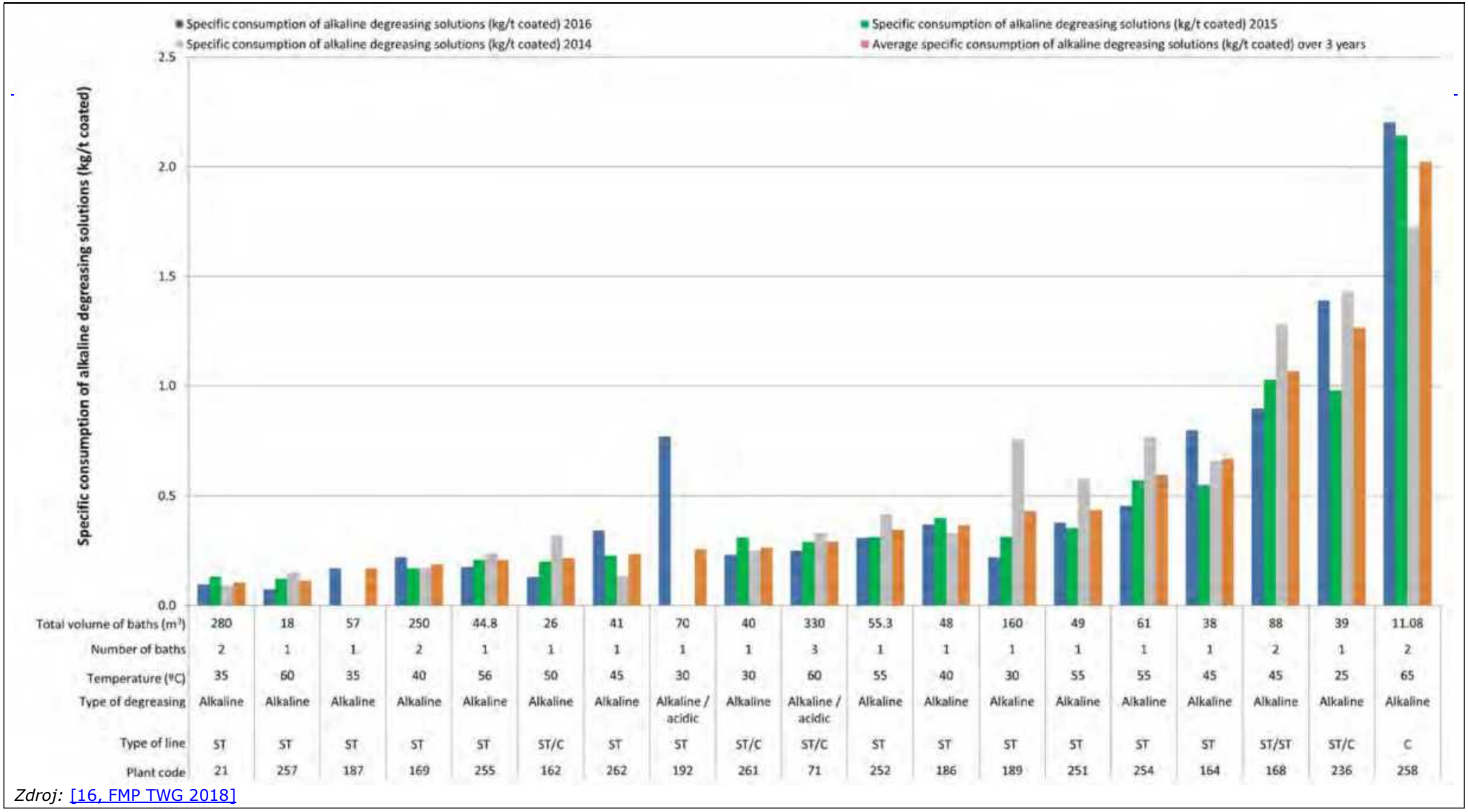
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 6.6: Špecifická spotreba energie (kWh/t spracovanej suroviny) na ohrev vane na kusové zinkovanie



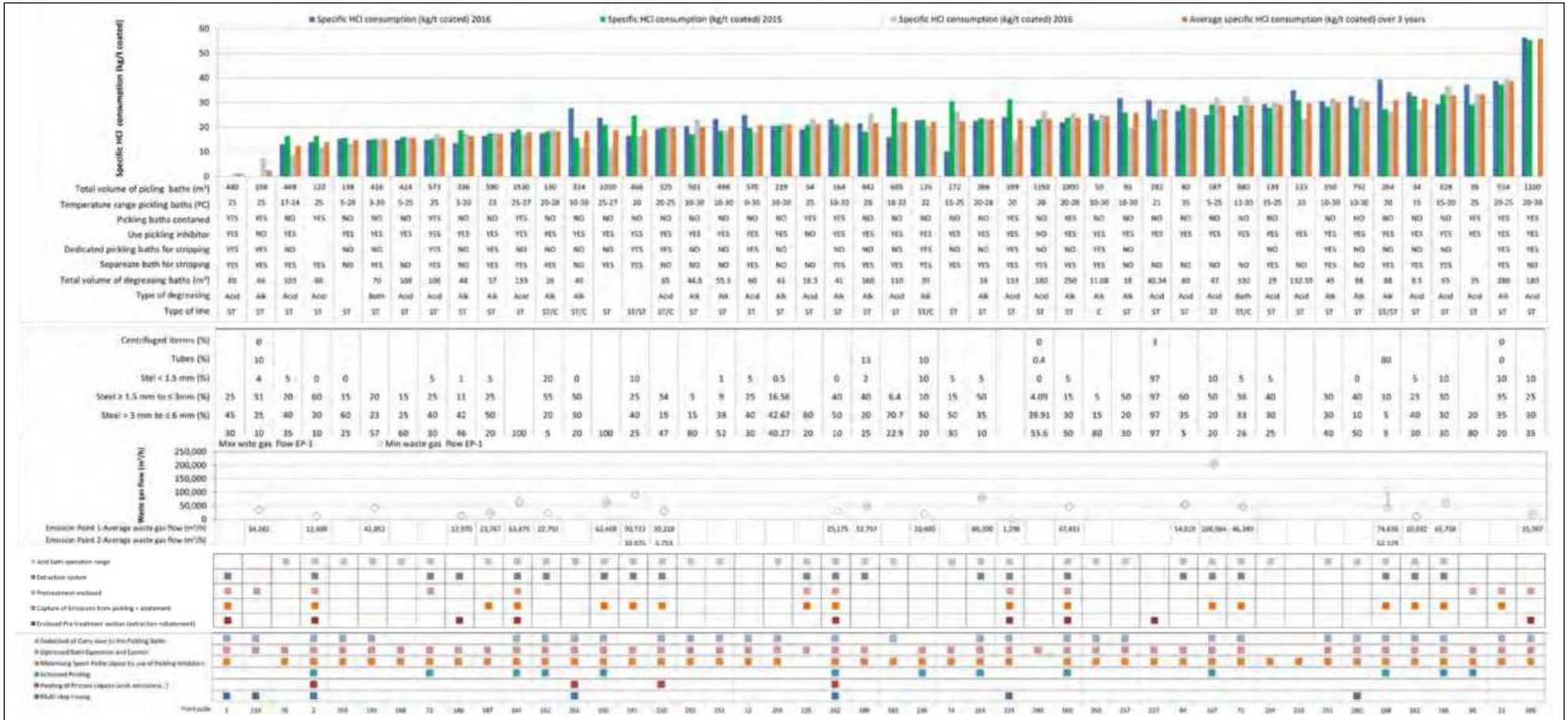
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 6.7: Špecifická spotreba (kg/t pozinkovanej ocele) kyslých odmasťovacích roztokov v prevádzkach na kusové zinkovanie



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 6.8: Špecifická spotreba (kg/t pozinkovanej ocele) alkalických odmasťovacích roztokov v prevádzkach na kusové zinkovanie

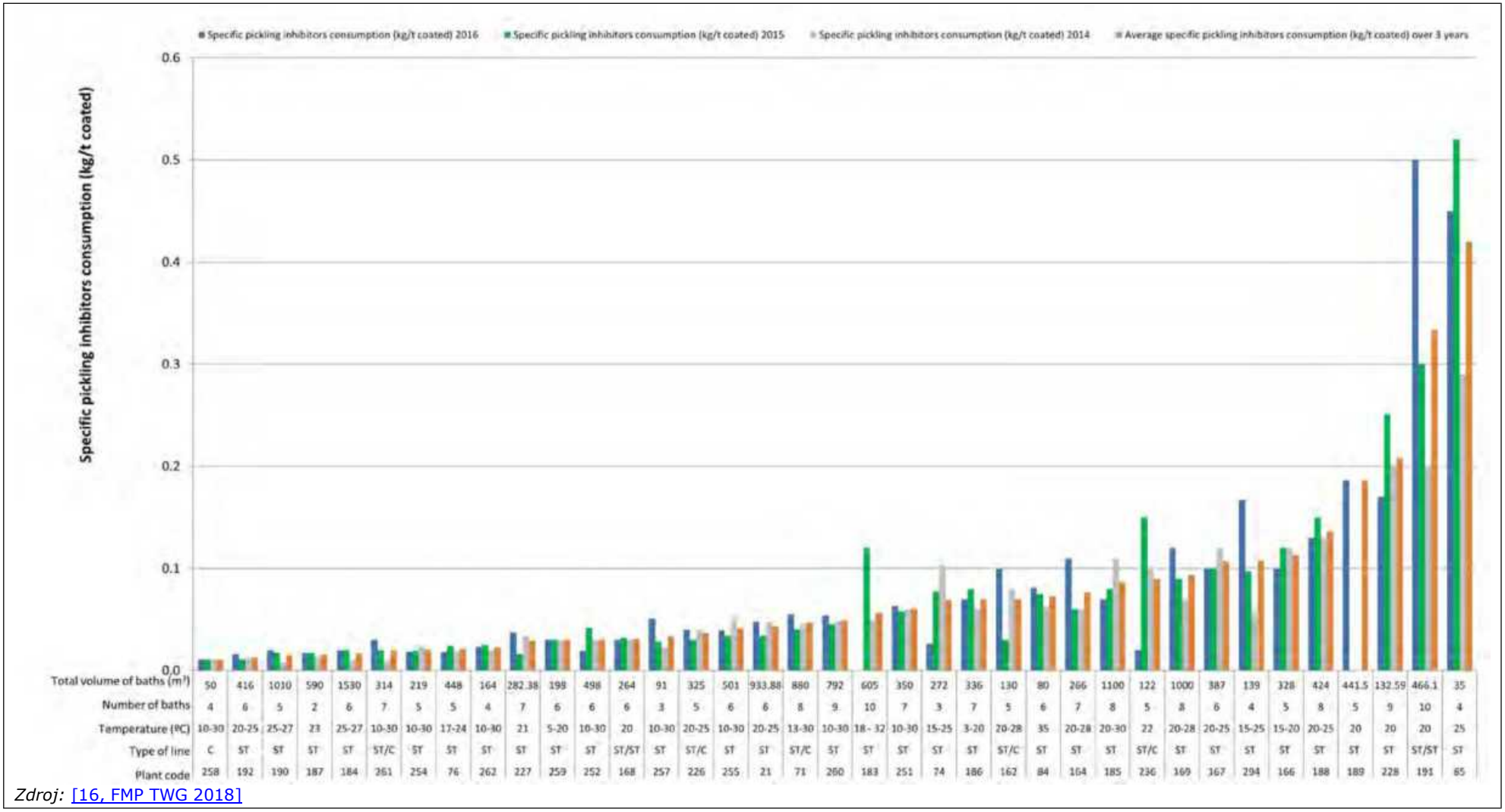


Pozn.: Sortiment pre druhú linku v prípade prevádzok s dvomi linkami.

Kód prevádzky	Oceľ > 6 mm	Oceľ > 3 mm do ≤ 6 mm	Oceľ ≥ 1,5 mm do ≤ 3 mm	Oceľ < 1,5 mm	Rúry	Odstredené predmety
162						100
168	5	5	10		80	
191	5	35	45	15		
226						100
236						100
261						100

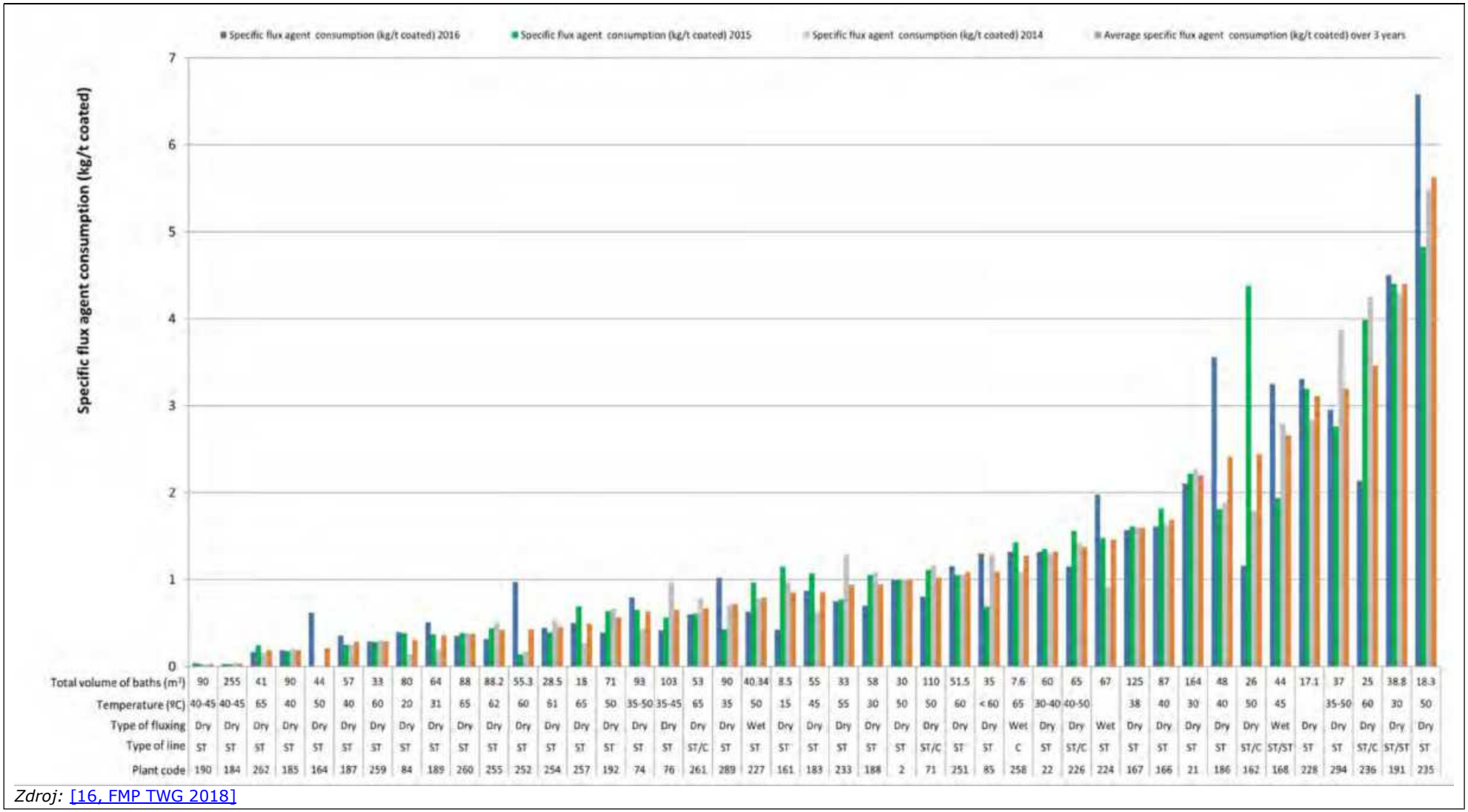
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 6.9: Špecifická spotreba tavidla (kg/t pozinkovanej ocele) pri morení v prevádzkach na kusové morenie



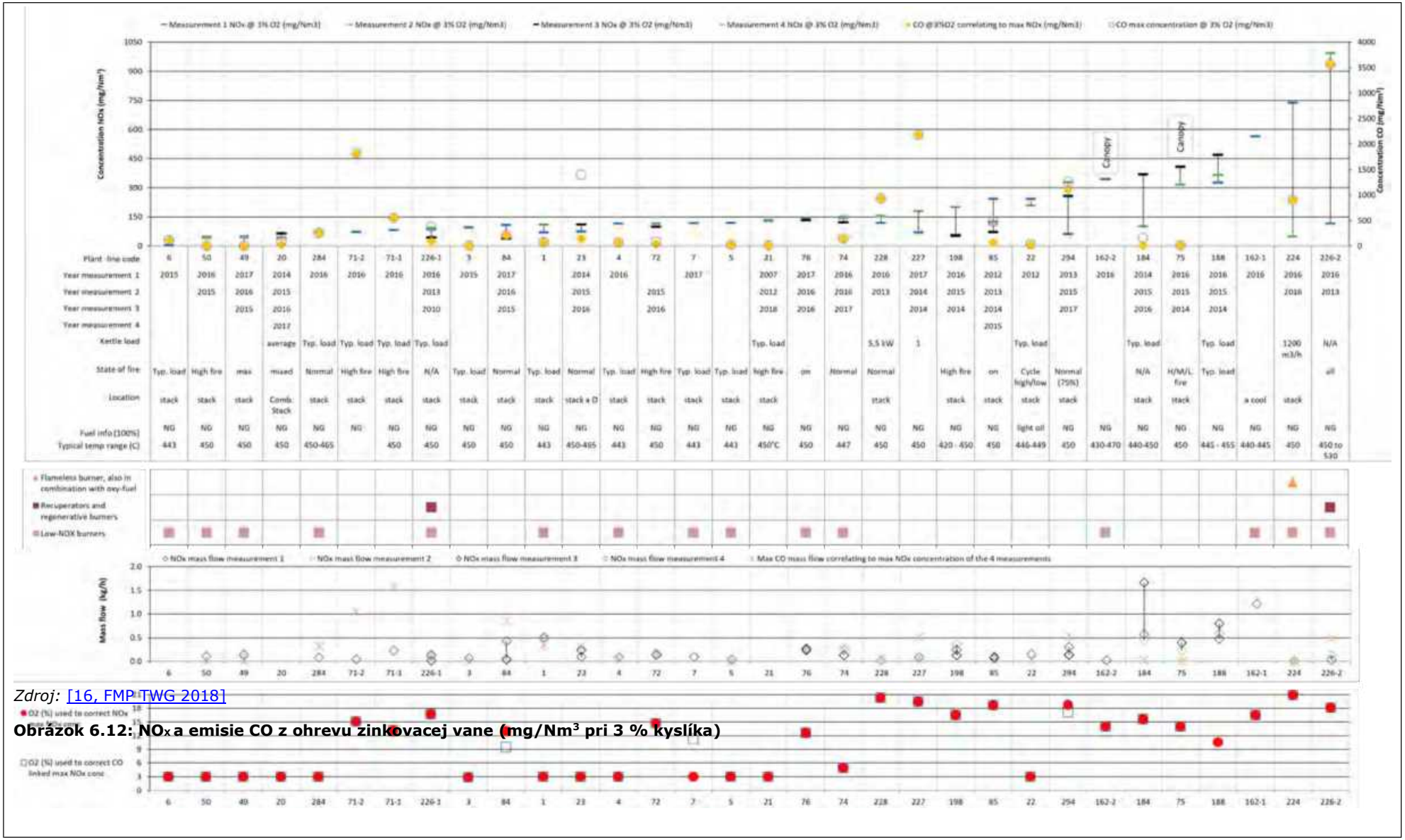
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 6.10: Špecifická spotreba inhibítorov morenia (kg/t pozinkovanej ocele) pri morení v prevádzkach na kusové zinkovanie



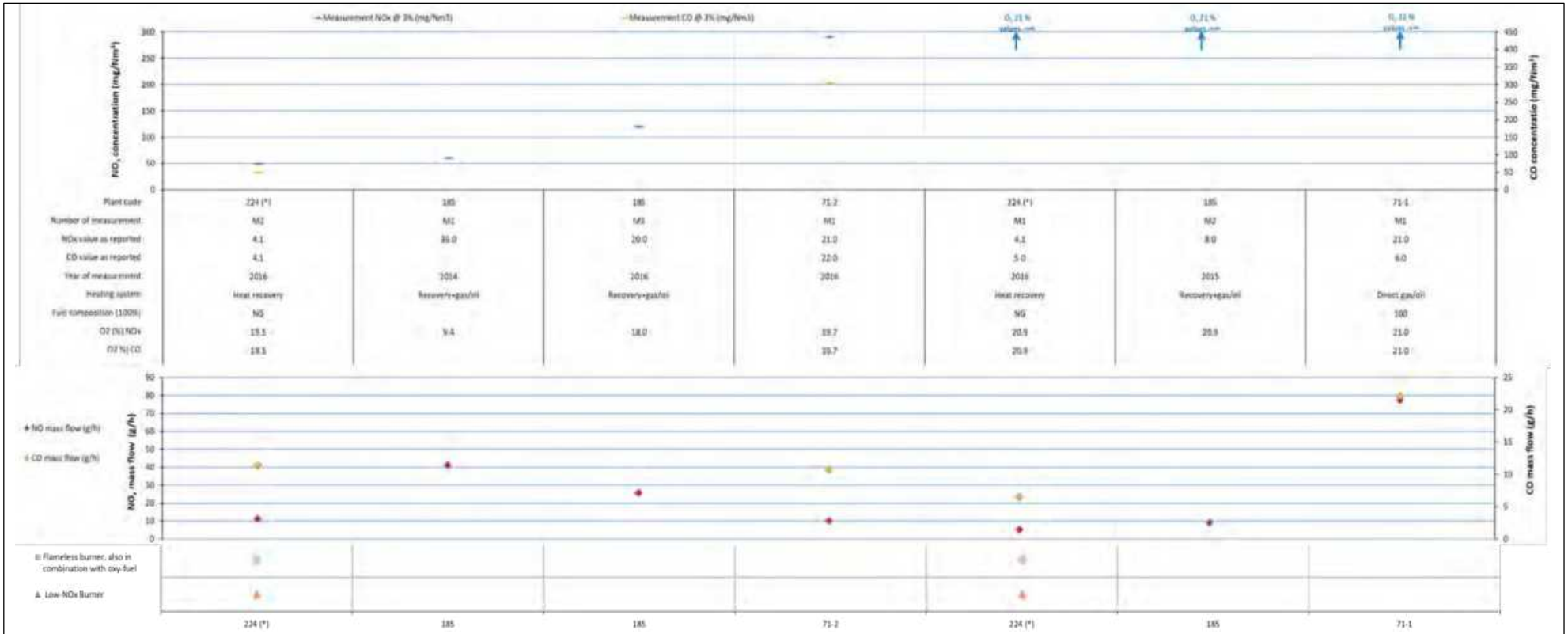
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 6.11: Špecifická spotreba tavidla (kg/t pozinkovanej ocele) pri morení v prevádzkach na kusové zinkovanie



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

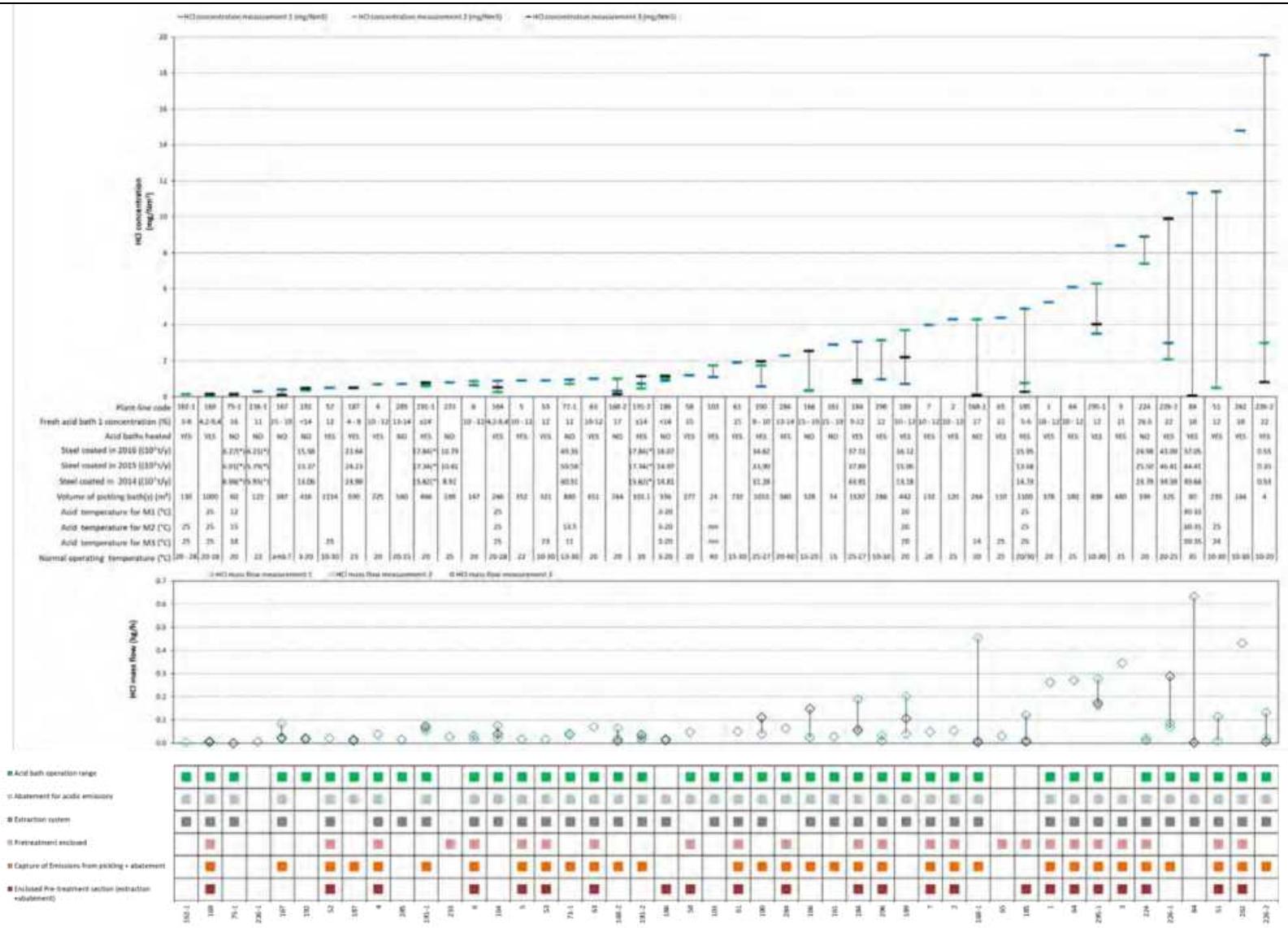
Obrázok 6.12: NO_x a emisie CO z ohrevu zinkovacej vane (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka)



Poznámka (*): Toto meranie sa vykonáva v tom istom komíne, aký slúži na ohrev zinkovacej vane. Odpadové plyny z ohrevu zinkovacej vane a sušiarne sa vypúšťajú do ovzdušia rovnakým komínom, takže výsledky sú rovnaké a sú „duplikované“.

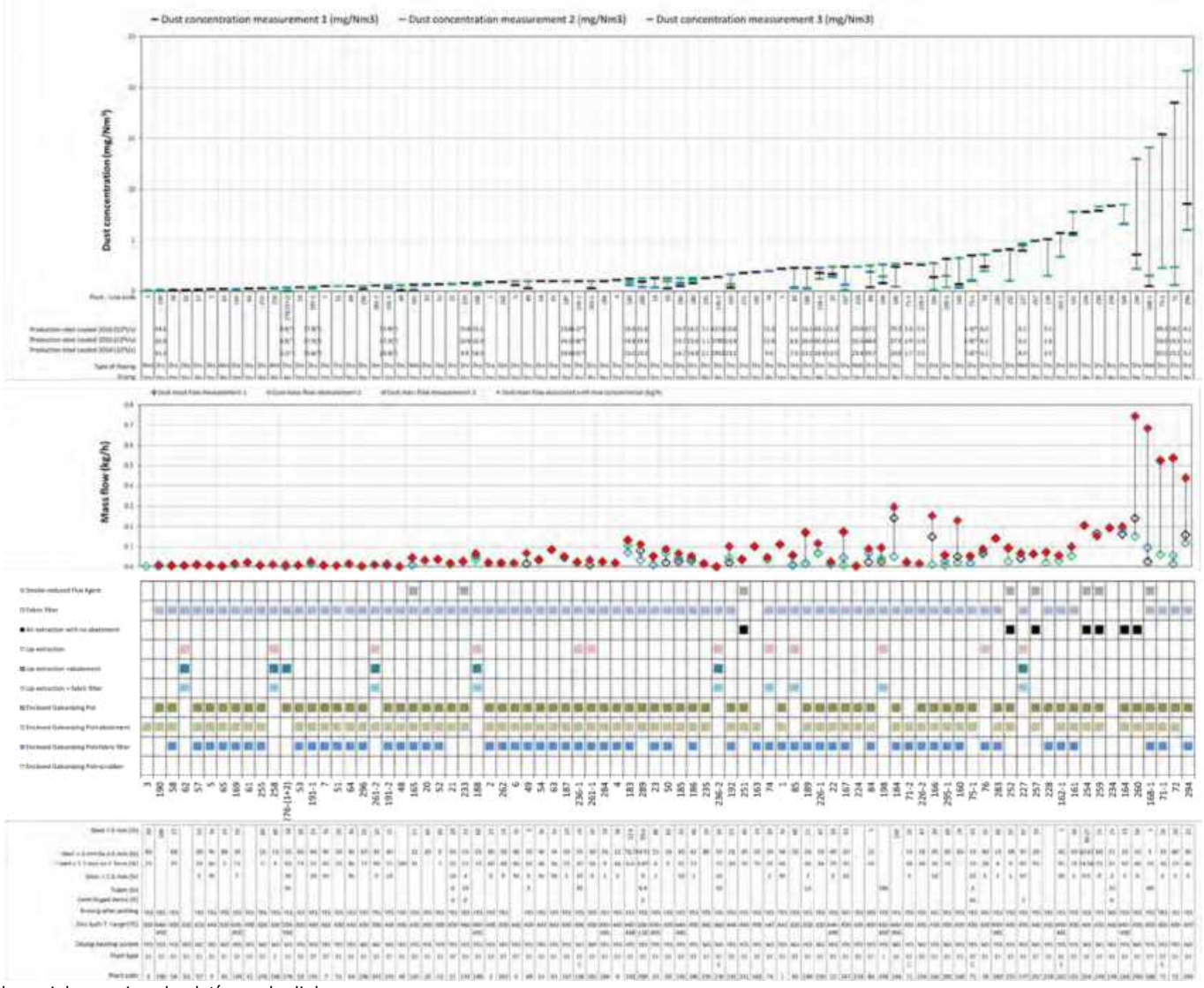
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 6.13: Emisie NO_x a CO zo sušenia suroviny (mg/Nm³ pri 3 % kyslíka)



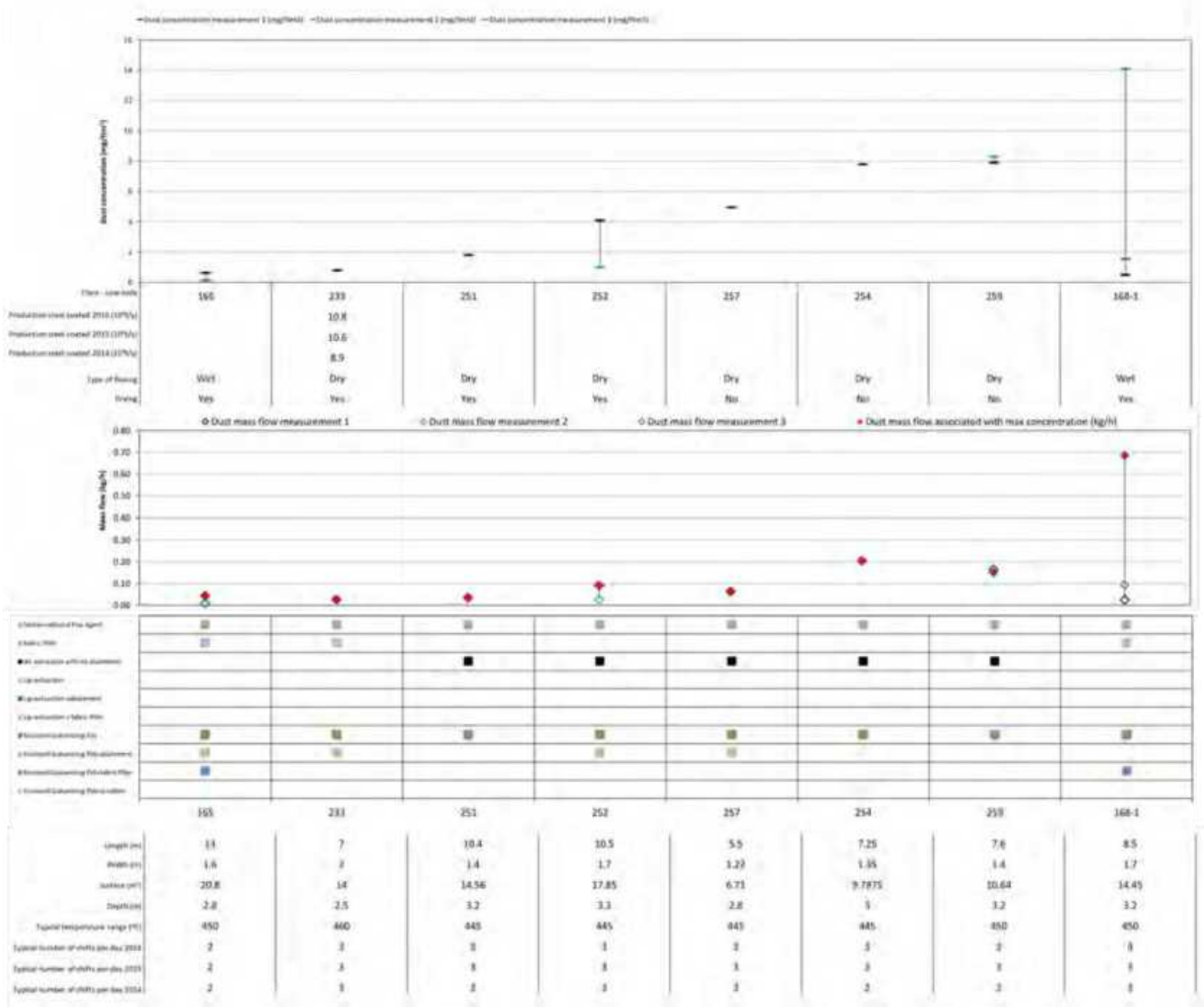
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 6.14: Emisie HCl z morenia (mg/Nm³) v prevádzkach na kusové zinkovanie



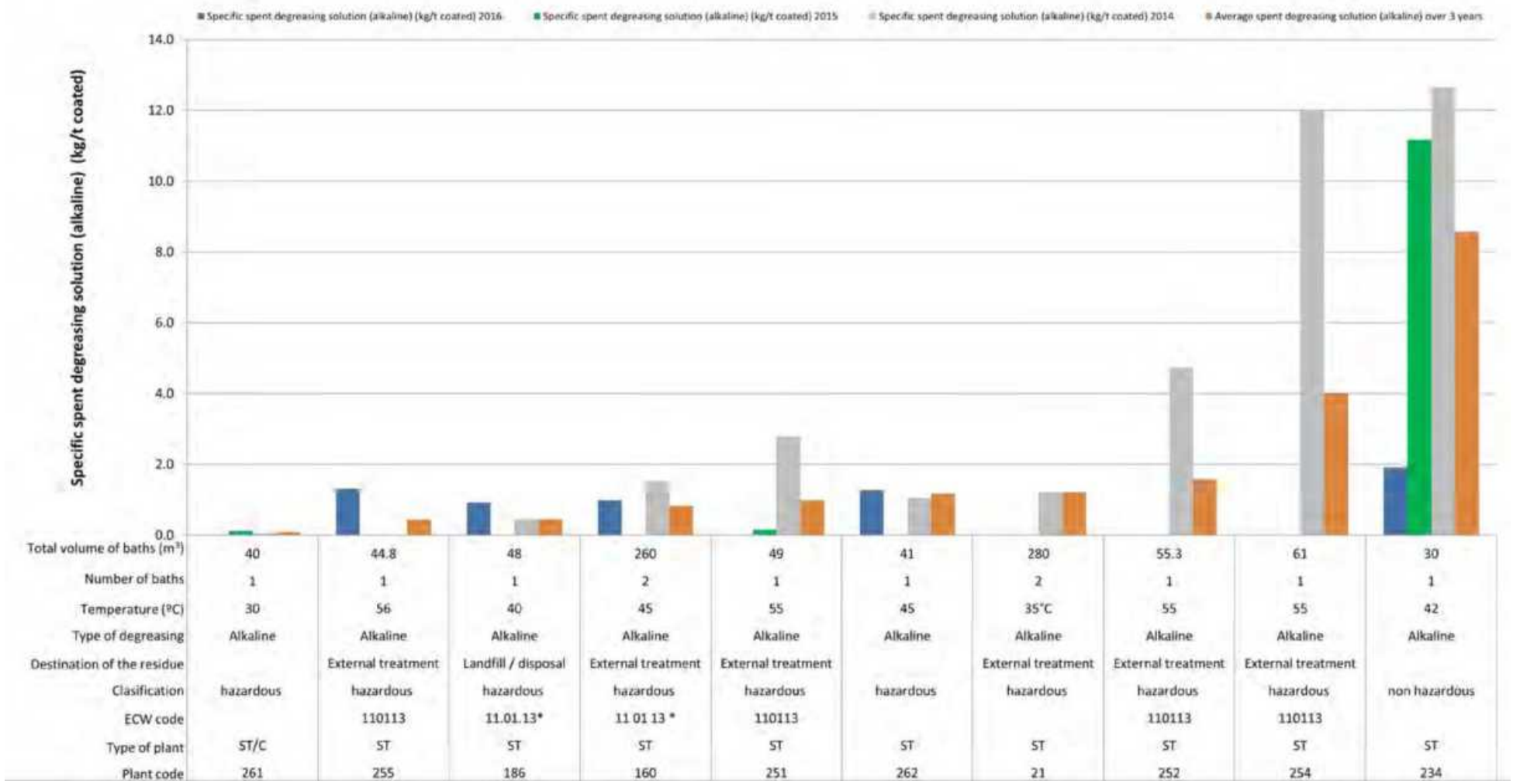
Poznámka (*): Výroba v prípade pozinkovanej ocele platí pre obe linky
Emisný bod 234 nemá uzavretie vane ani extrakciu veka. Čistenie emisií sa vykonáva pomocou práčok.
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 6.15: Emisie prachu z ponárania do roztaveného kovu (mg/Nm³) v prevádzkach na kusové zinkovanie



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

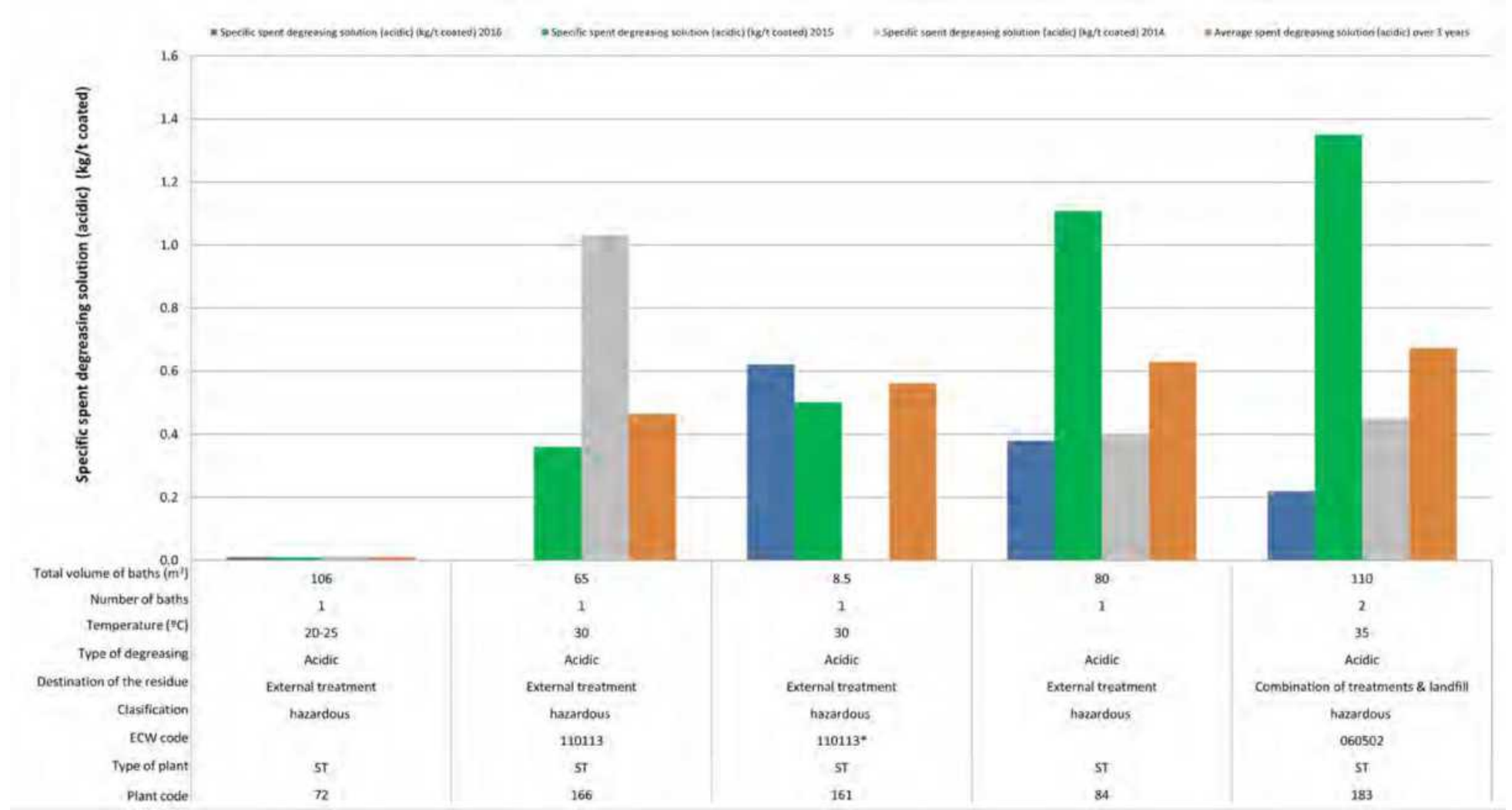
Obrázok 6.16: Emisie prachu z ponárania do roztaveného kovu (mg/Nm³) v prevádzkach na kusové zinkovanie využívajúcich málo dymiace tavidlo



Total volume of baths (m³)	40	44.8	48	260	49	41	280	55.3	61	30
Number of baths	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1
Temperature (ºC)	30	56	40	45	55	45	35°C	55	55	42
Type of degreasing	Alkaline	Alkaline	Alkaline	Alkaline	Alkaline	Alkaline	Alkaline	Alkaline	Alkaline	Alkaline
Destination of the residue		External treatment	Landfill / disposal	External treatment	External treatment		External treatment	External treatment	External treatment	
Clasification	hazardous	hazardous	hazardous	hazardous	hazardous	hazardous	hazardous	hazardous	hazardous	non hazardous
ECW code		110113	11.01.13*	11 01 13 *	110113			110113	110113	
Type of plant	ST/C	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST
Plant code	261	255	186	160	251	262	21	252	254	234

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

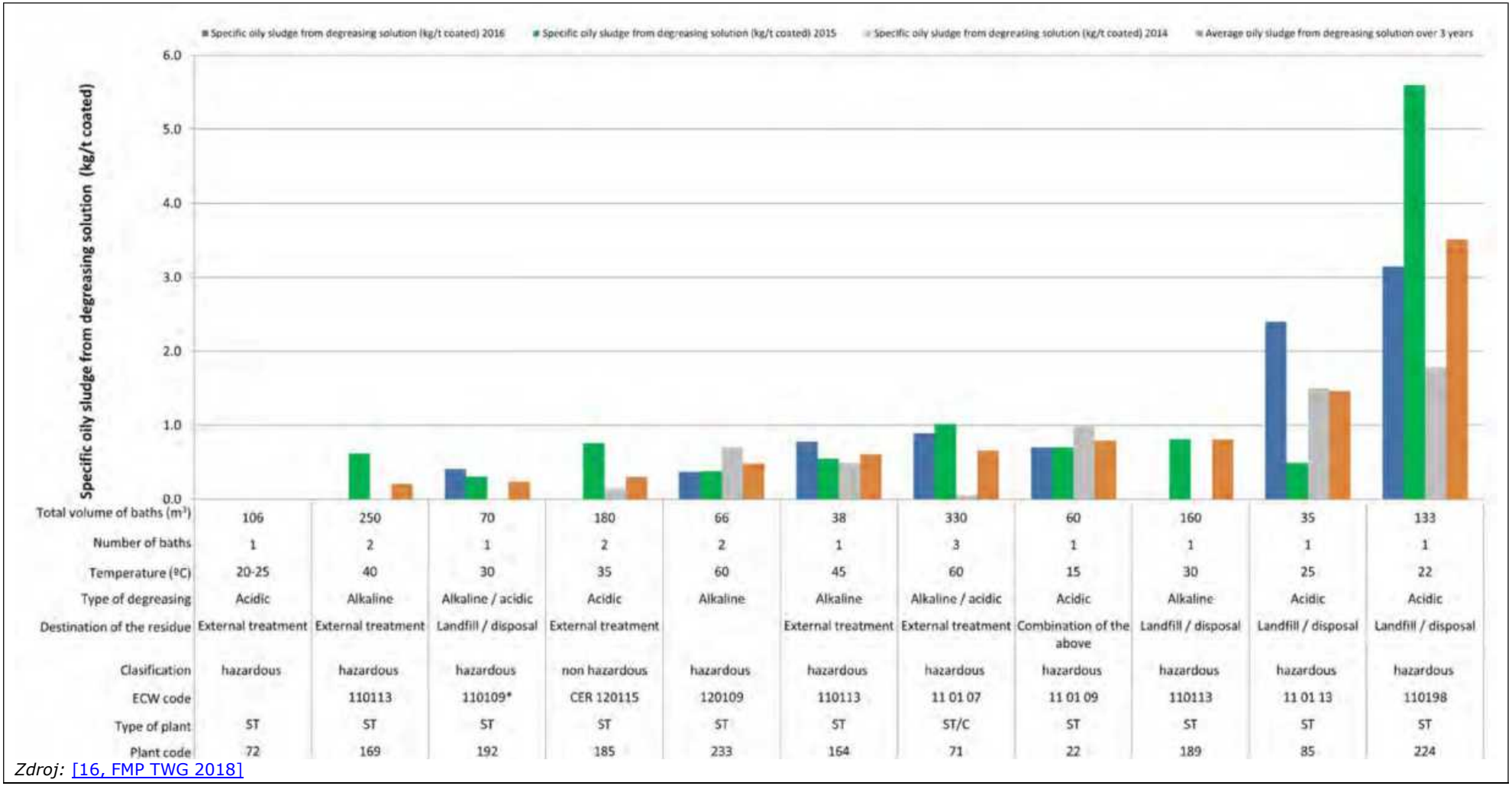
Obrázok 6.17: Špecifická tvorba použitého alkalického odmasťovacieho roztoku (kg/t)



Total volume of baths (m³)	106	65	8.5	80	110
Number of baths	1	1	1	1	2
Temperature (°C)	20-25	30	30		35
Type of degreasing	Acidic	Acidic	Acidic	Acidic	Acidic
Destination of the residue	External treatment	External treatment	External treatment	External treatment	Combination of treatments & landfill
Clasification	hazardous	hazardous	hazardous	hazardous	hazardous
ECW code		110113	110113*		060502
Type of plant	ST	ST	ST	ST	ST
Plant code	72	166	161	84	183

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

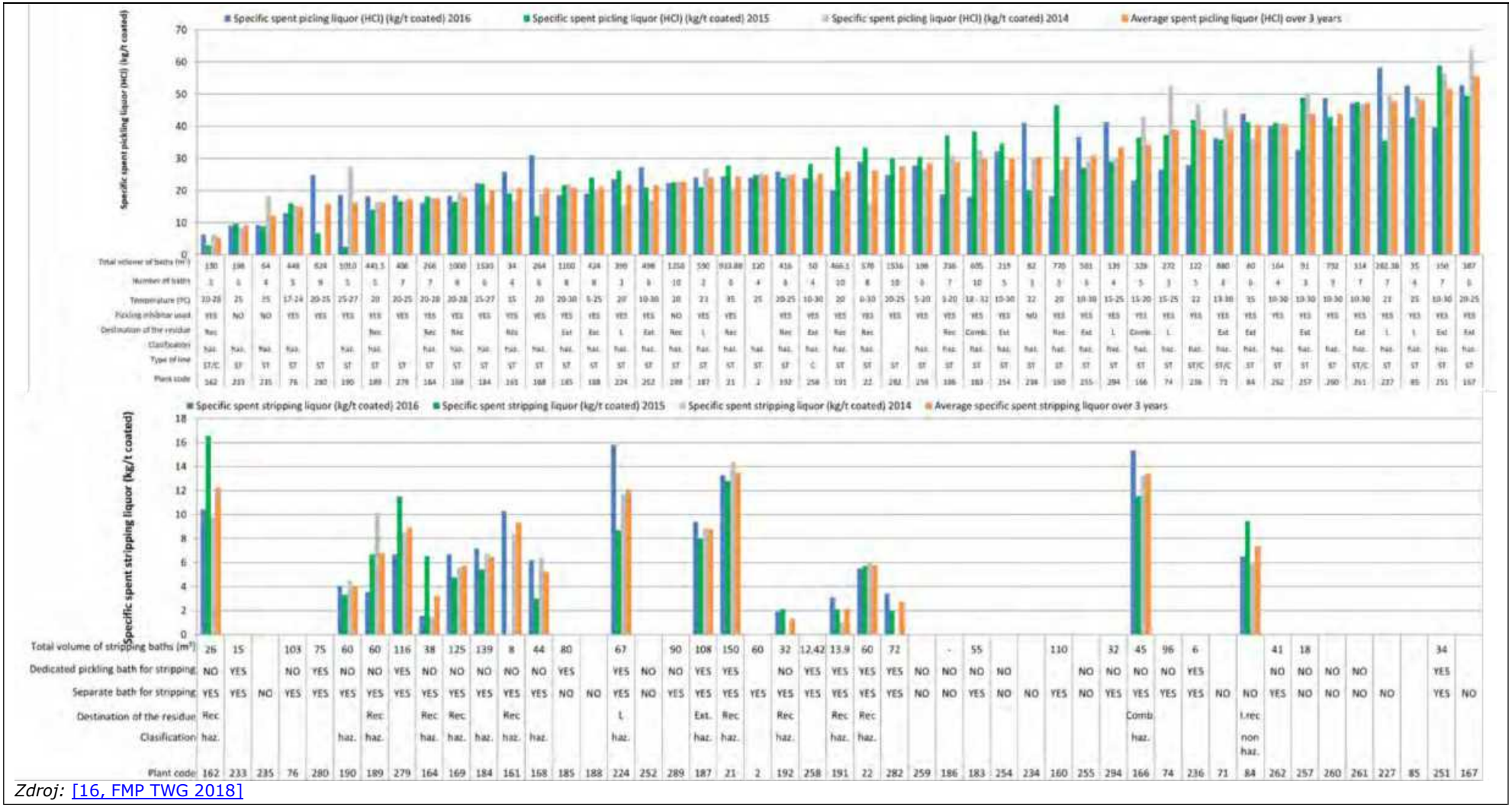
Obrázok 6.18: Špecifická tvorba použitého kyslého odmasťovacieho roztoku (kg/t)



Total volume of baths (m³)	106	250	70	180	66	38	330	60	160	35	133
Number of baths	1	2	1	2	2	1	3	1	1	1	1
Temperature (ºC)	20-25	40	30	35	60	45	60	15	30	25	22
Type of degreasing	Acidic	Alkaline	Alkaline / acidic	Acidic	Alkaline	Alkaline	Alkaline / acidic	Acidic	Alkaline	Acidic	Acidic
Destination of the residue	External treatment	External treatment	Landfill / disposal	External treatment		External treatment	External treatment	Combination of the above	Landfill / disposal	Landfill / disposal	Landfill / disposal
Clasification	hazardous	hazardous	hazardous	non hazardous	hazardous	hazardous	hazardous	hazardous	hazardous	hazardous	hazardous
ECW code		110113	110109*	CER 120115	120109	110113	11 01 07	11 01 09	110113	11 01 13	110198
Type of plant	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST/C	ST	ST	ST	ST
Plant code	72	169	192	185	233	164	71	22	189	85	224

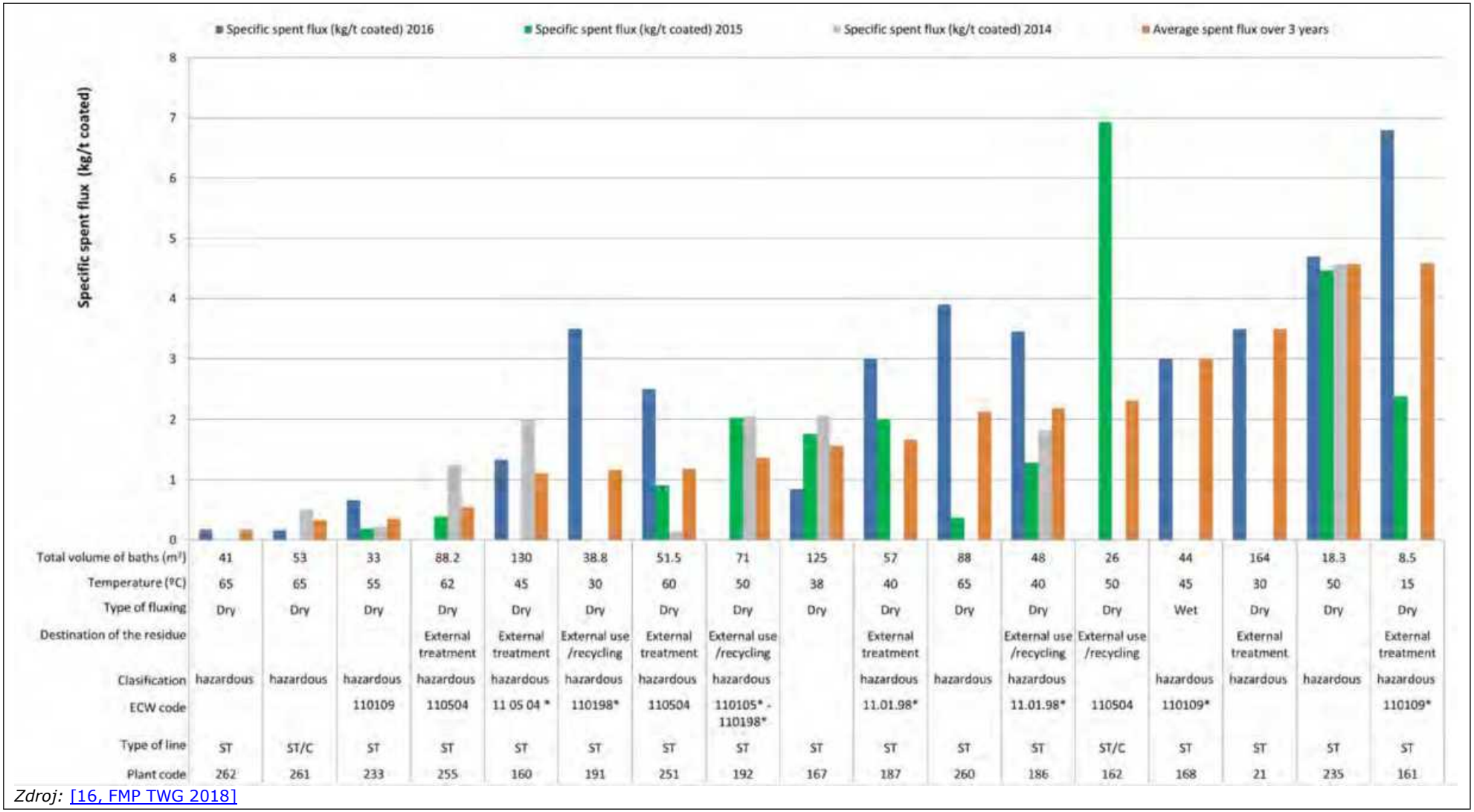
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 6.19: Špecifická tvorba olejového kalu z odmasťovacieho roztoku (kg/t)



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

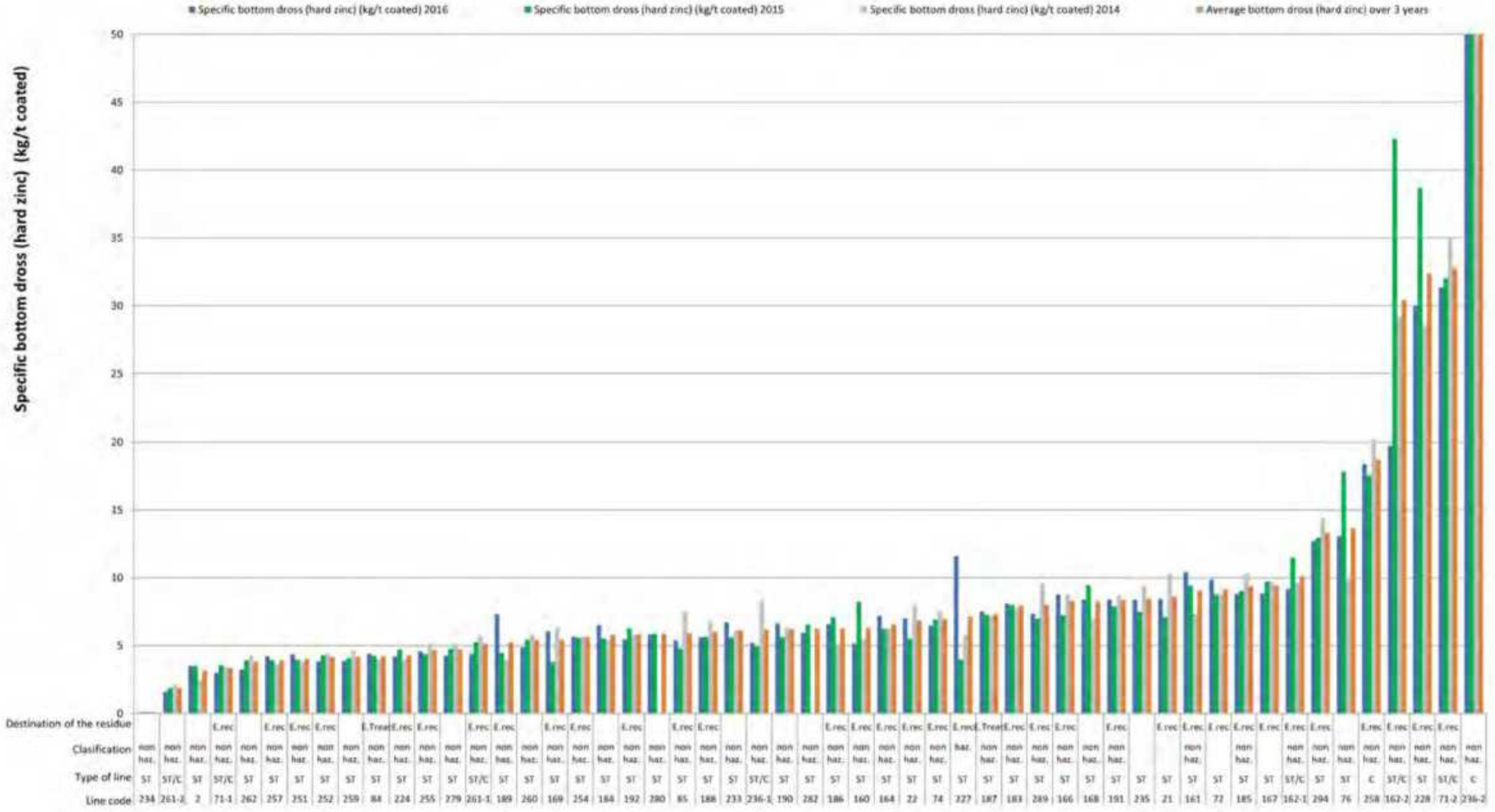
Obrázok 6.20: Špecifická tvorba použitej HCl z morenia a odstraňovania (kg/t)



Total volume of baths (m^3)	41	53	33	88.2	130	38.8	51.5	71	125	57	88	48	26	44	164	18.3	8.5
Temperature (ºC)	65	65	55	62	45	30	60	50	38	40	65	40	50	45	30	50	15
Type of fluxing	Dry	Dry	Dry	Dry	Dry	Dry	Dry	Dry	Dry	Dry	Dry	Dry	Dry	Wet	Dry	Dry	Dry
Destination of the residue				External treatment	External treatment	External use /recycling	External treatment	External use /recycling		External treatment		External use /recycling	External use /recycling		External treatment		External treatment
Clasification	hazardous	hazardous	hazardous	hazardous	hazardous	hazardous	hazardous	hazardous		hazardous	hazardous	hazardous		hazardous	hazardous	hazardous	hazardous
ECW code			110109	110504	11 05 04 *	110198*	110504	110105* - 110198*		11.01.98*		11.01.98*	110504	110109*			110109*
Type of line	ST	ST/C	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST/C	ST	ST	ST	ST
Plant code	262	261	233	255	160	191	251	192	167	187	260	186	162	168	21	235	161

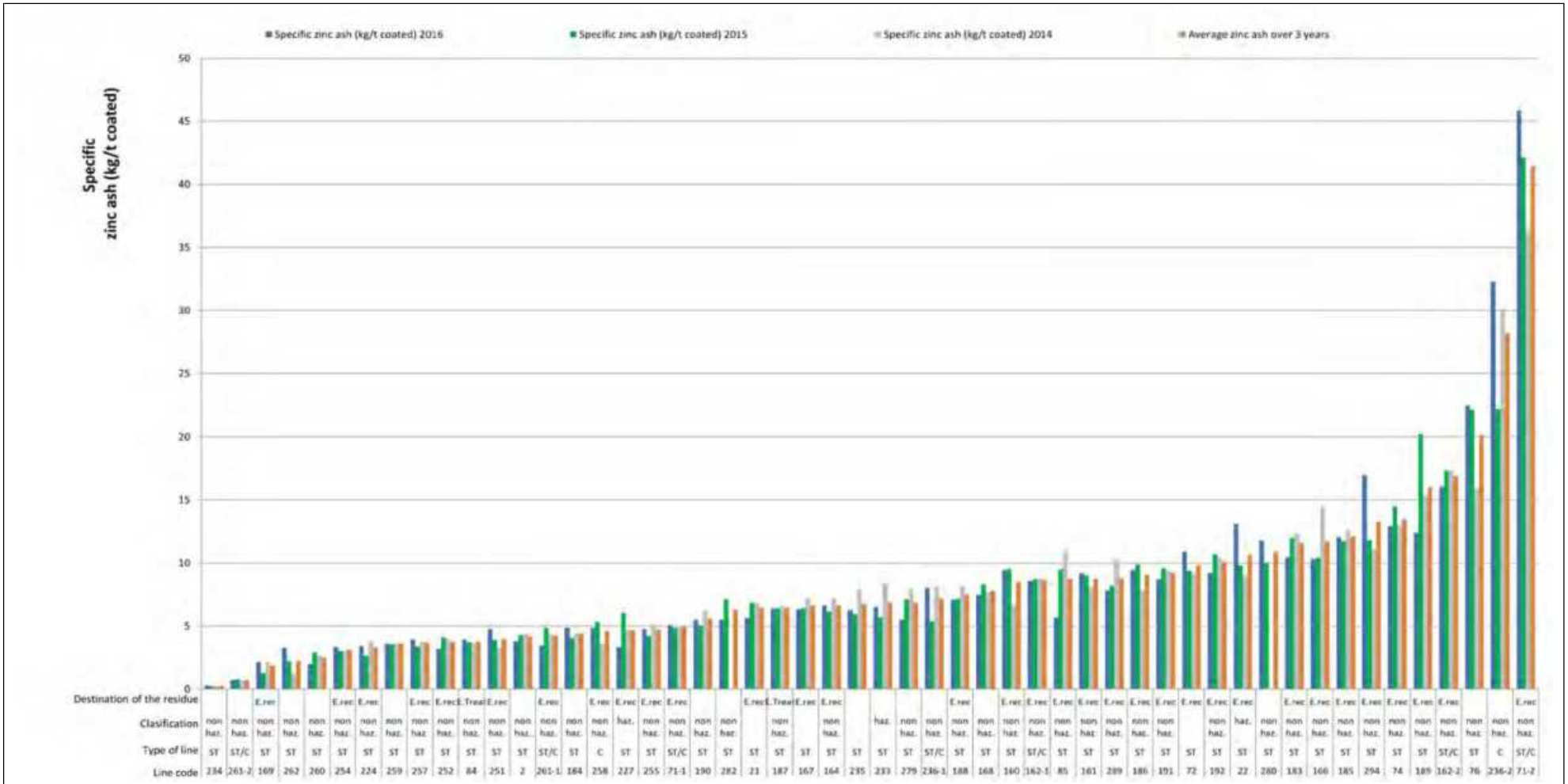
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 6.21: Špecifická tvorba použitého tavidla (kg/t)



Poznámka: Linka 236-2 je špecializovaná odstredivková linka na zinkovanie klincov.
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 6.22: Špecifická tvorba spodnej trosky (kg/t)



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 6.23: Špecifická tvorba zinkového popola (kg/t)

6.4 Techniky, ktoré treba zohľadniť pri určovaní BAT o kusovom zinkovaní

V tomto oddiele sa opisujú techniky (alebo ich kombinácie) a súvisiace monitorovanie, ktoré sa považujú za techniky s potenciálom na dosiahnutie vysokej úrovne ochrany životného prostredia pri činnostiach v rozsahu pôsobnosti tohto dokumentu. Opísané techniky budú zahŕňať použitú technológiu, ako aj spôsob, akým sa zariadenia navrhujú, budujú, udržiavajú, prevádzkové a vyraďujú z prevádzky.

Zahŕňa systémy environmentálneho manažérstva, ako aj techniky integrované do procesov a techniky na konci potrubia. 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 používania a opakovaného použitia. Opísané techniky sa týkajú aj prevencie alebo obmedzenia environmentálnych dôsledkov nehôd a incidentov. Zahŕňajú tiež prevenciu alebo zníženie emisií za iných ako bežných prevádzkových podmienok (akými sú činnosti spúšťania a odstavenia, úniky, poruchy, krátkodobé prerušenia a definitívne ukončenie prevádzky).

V prílohe III k smernici sa uvádza počet kritérií na určenie BAT a informácie v tejto kapitole sa týkajú týchto úvah. V tabuľke 2.15 je v čo najväčšej miere použitá štandardná štruktúra na uvedenie informácií o každej technike, aby sa umožnilo porovnanie techník a posúdenie na základe definície BAT v smernici.

Táto kapitola nemusí nevyhnutne obsahovať vyčerpávajúci zoznam techník, ktoré by sa mohli v tomto odvetví uplatniť. Môžu existovať alebo byť vyvinuté aj iné techniky, ktoré by sa mohli zohľadniť pri určovaní BAT pre jednotlivé zariadenia.

V kapitole 8 sa rozoberajú všeobecné techniky (t. j. tie, ktoré sa bežne používajú), ktoré by mohli byť použiteľné aj pri kusovom pozinkovaní. Tieto techniky sa v tomto oddiele bežne neopakujú, pokiaľ neboli sprístupnené informácie špecifické pre toto odvetvie.

6.4.1 Odmasťovanie

6.4.1.1 Pomalé zdvíhanie obrobkov

Opis
Obrobky sa pomaly zdvíhajú z odmasťovacieho roztoku, aby sa zabezpečil dostatočný čas na odkvapkanie.

Technický opis
Pomalé zdvíhanie obrobkov a dostatok času na odkvapkanie roztokov minimalizuje straty počas prenosu medzi nádržami a prenášania do nasledujúcich nádrží.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zvýšená materiálová efektívnosť.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadne hlásenie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne uplatniteľné.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

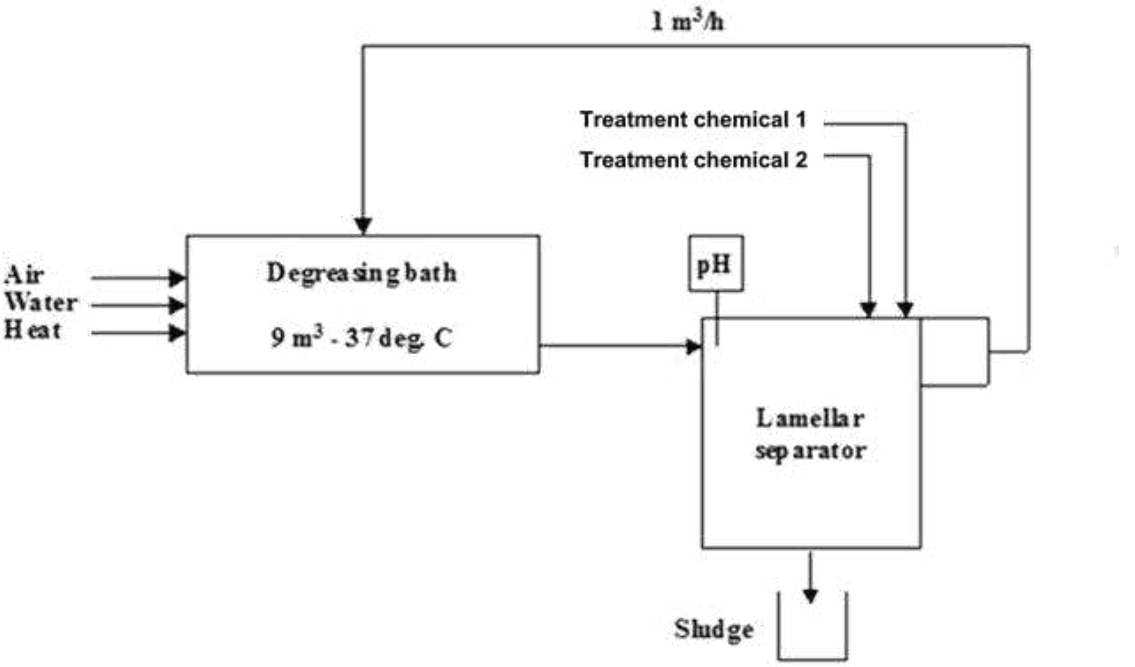
6.4.1.2 Biologická úprava odmasťovacieho kúpeľa („biologické odmasťovanie")

Opis
Olej a mazivo v odmasťovacích kúpeľoch rozkladajú mikroorganizmy. Výsledný biologický kal sa zo systému vypúšťa denne.

Technický opis
Odmasťovací roztok je založený na alkáliách, fosfátoch, silikátoch ako aj neiónových a katiónových tenzidoch. Koncentrát týchto chemikálií a mikroorganizmov sa priebežne mieša. V samotnej odmasťovacej nádrži sa privádza vzduch, aby sa udržiavali prebiehajúce biologické procesy. Pridáva sa aj voda na kompenzáciu strát odparovaním, keďže kúpeľ sa udržiava pri optimálnej prevádzkovej teplote 37 °C. Kvapalina z nádrže odmasťovača cirkuluje cez lamelový odlučovač rýchlosťou približne 1 m^3/h. V lamelovom odlučovači sa oddeľuje nahromadený kal. Kal (približne 10 l/d) sa vypúšťa ručne cez spodný ventil. Dávkovanie chemikálií sa vykonáva dávkovacími čerpadlami vo výtokovej šachte za lamelovým odlučovačom. Môže byť ťažké dosiahnuť úplnú presnosť a nadmerná spotreba bude pravdepodobne bežná. Dávkovanie potrebných chemikálií sa riadi automaticky, aby sa udržala hodnota pH 9,13. [150, dánska EPA 1993]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zvýšená materiálová efektívnosť.
- Znížené množstvo odpadovej vody a kalu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje Príklad Næstved Varmforzinkning
Næstved Varmforzinkning zaviedol tento proces v roku 1987 a prevádzkové skúsenosti sú veľmi pozitívne (pozri obrázok 6.24). V porovnaní s odmasťovaním teplým žieravým lúhom je odmasťovanie oveľa účinnejšie a konzistentnejšie, čo vedie k rýchlejšiemu moreniu a menšej korózii základného materiálu kyselinou. Spotreba moriacej kyseliny aj množstvo vyčerpaného odpadu poklesli. Po morení je povrch rovnomernejší a jednotnejší ako predtým. To následne viedlo k nižšej spotrebe zinku v samotnom procese ponárania do roztaveného kovu. V praxi bola spotreba chemikálií približne šesťkrát vyššia, než sa očakávalo (na tonu produktov za rok). To je pravdepodobne spôsobené predávkovaním a potrebnou dodatočnou spotrebou pre silno naolejované položky spracované v prevádzke. Okrem toho majú tieto predmety veľmi veľký povrch na jednotku hmotnosti, čo si vyžaduje viac chemikálií na tonu výrobkov. Systém je pravdepodobne 3 – 6-krát väčší, ako Næstved Varmgalvanisering potrebuje. Spoločnosť jednoducho kúpila najmenší systém na biologické odmasťovanie, ktorý predajca ponúkal. [150, dánska EPA 1993]



Zdroj: [150, dánska EPA 1993]

Obrázok 6.24: Znázornenie biologického odmasťovania

Príklad zinkovne, Nemecko [155, P. Kunz 1996]
Zinkovňa v období od decembra 1994 do apríla 1995 prešla z kyslého odmasťovaním na biologické odmasťovanie. Počiatočná výrobná linka zahŕňala kyslý odmasťovací kúpeľ, pozostávajúci zo zriedenej kyseliny fosforečnej a HCl, tenzidov a inhibítorov korózie, po ktorom nasleduje opláchnutie. Kvalita kúpeľa bola udržiavaná odstraňovaním oleja z povrchu a osviežovaním kyslého kúpeľového roztoku. Kyslé odmasťovanie bolo zmenené na alkalické odmasťovanie nasledované biologickým oplachovaním. Uvádzané výhody zmeny boli:

- skrátený čas morenia (20 – 25 %),
- zvýšená kvalita morenia,
- znížená spotreba čerstvej kyseliny,
- znížené odmietnutia,
- znížený olejový kal.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Vyššia spotreba energie na ohrev odmasťovacieho kúpeľa.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne neexistuje žiadne technické obmedzovanie pre uplatnenie tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Je ťažké kvantifikovať finančné výhody prevádzky v porovnaní s odmasťovaním v teplom roztoku žieravého lúhu. Spotreba kyseliny a zinku sa výrazne znížila a menej výrobkov sa vyraďuje. Úspory sa však dosahujú aj inými zmenami v produktoch a výrobe počas sledovaného obdobia. Je preto ťažké presne stanoviť, aké finančné výhody ponúka nový odmasťovací proces. [150, dánska EPA 1993]

Hnacia sila implementácie

- Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.
- Znížené množstvo odpadovej vody a kalu.
- Zrýchlené a vylepšené morenie.

Vzorové prevádzky
Næstved Varmforzinkning ApS (obdobie skúseností: 6 rokov); [150, dánska EPA 1993]
Francúzsko; Verzinkerei Dieren, NL.
Voigt & Schweitzer Henssler GmbH & Co. KG (prevádzka 49). [16, FMP TWG 2018]

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [150, dánska EPA 1993], [155, P. Kunz 1996]

6.4.2 Morenie a odstraňovanie

6.4.2.1 Oddelené morenie a odstraňovanie

Opis
Morenie a odstraňovanie sa vykonávajú v samostatných nádržiach, aby sa zabránilo vzniku použitých kyselín s vysokými koncentráciami zinku a železa alebo aby sa znížilo ich množstvo odosielané na zneškodnenie.

Technický opis
Vo všeobecnosti sa použité kyseliny obsahujúce veľké množstvá železa aj zinku veľmi ťažko opakovane používajú alebo recyklujú. Morením a odstraňovaním v samostatných nádržiach možno udržať nízky obsah zinku v moriacej kyseline. [144, ABAG 1993]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Jednoduchšia recyklácia použitej moriacej kyseliny.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadne.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľnosť v existujúcich prevádzkach môže byť obmedzená nedostatkom priestoru v prípade, že sú potrebné dodatočné nádrže na odstraňovanie.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Prevádzky BG zo zberu údajov, kódy prevádzok: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 20, 21, 22, 23, 48, 49, 50, 51, 52,
53, 54, 57, 58, 61, 62, 63, 64, 72, 74, 75-1, 75-2, 76, 160, 161, 162-1, 163, 164, 165, 166, 168-1,
168-2, 169, 183, 184, 187, 189, 190, 191-1, 192, 198, 224, 226-2, 233, 236-1, 251, 258, 262,
276-1, 277, 279, 280, 281-1, 282, 283, 284, 285, 289, 293, 294, 295-1.

Odborná literatúra
[80, DE, člen TWG 2000], [144, ABAG 1993]

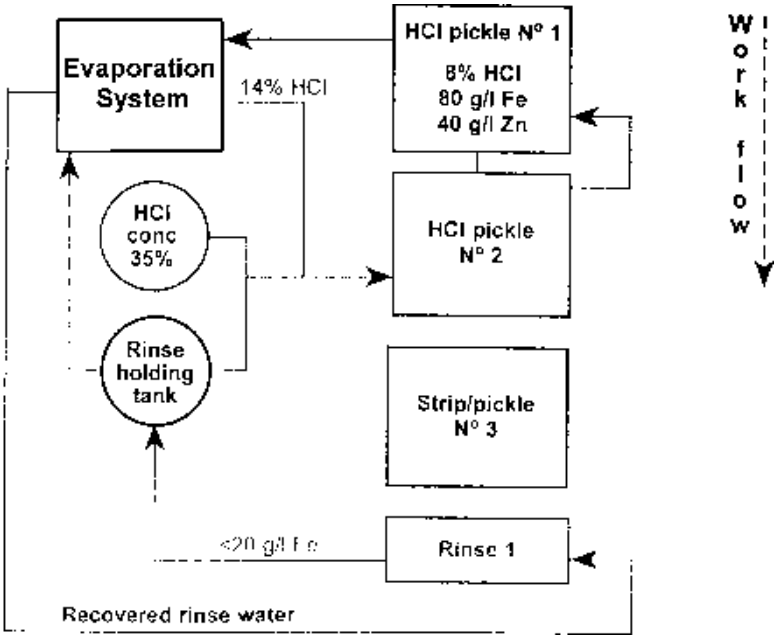
6.4.2.2 Odparovacie zhodnocovanie (HCl)

Opis
Pozri oddiel 8.6.5.

Technický opis
Pozri oddiel 8.6.5.

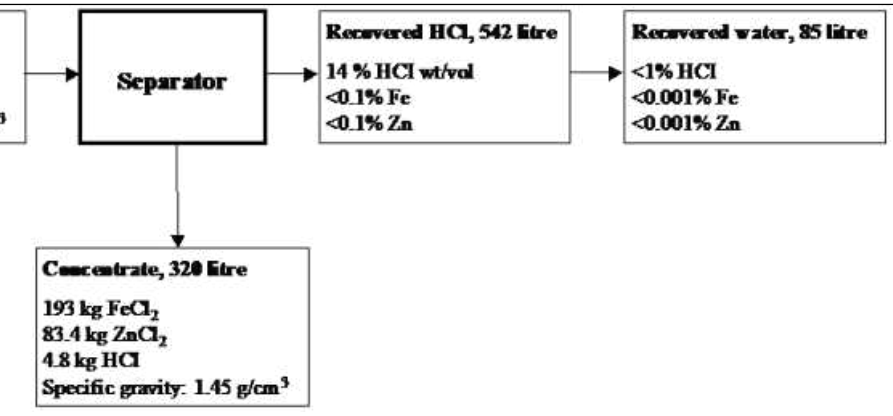
Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Pozri oddiel 8.6.5.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Na obrázkoch 6.25 a 6.26 je znázornená schéma a hmotnostná bilancia vzorovej zinkovne.



Zdroj: [156, Cullivan 1997]

Obrázok 6.25: Príklad znázornenia zhodnocovania HCl odparovaním



Zdroj: [156, Cullivan 1997]

Obrázok 6.26: Príklad hmotnostnej bilancie na zhodnocovanie HCl odparovaním

Zhodnotená kyselina sa môže vrátiť do moriacej nádrže. Dodatočná čerstvá kyselina primiešaná do moriacej nádrže nahradí objemové straty spôsobené odstránením roztoku chloridu železitého a vody. Zhodnotená voda môže pokračovať buď do oplachovacej nádrže, do moriacich nádrží alebo do tavidlového kúpeľa. [156, Cullivan 1997]

Spotreba energie pre prevádzku ako celok je 230 kWh/m^3 upravenej vody, s čistým energetickým zhodnoteným 150 kW pomocou špeciálneho výmenníka tepla. [146, EGGA 2000]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Vysoká spotreba energie [80, DE, člen TWG 2000].
- Tvorba koncentrovaného roztoku chloridu železitého (koncentrátu), ktorý nemusí byť vhodný na recykláciu.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Pozri oddiel 8.6.5.

Hospodárske vplyvy

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie

Pozri oddiel 8.6.5.

Vzorové prevádzky

Prevádzky BG zo zberu údajov, kódy prevádzok: 61, 62, 295, 296.

Odborná literatúra

[16, FMP TWG 2018], [80, DE, člen TWG 2000], [146, EGGA 2000], [156, Cullivan 1997]

6.4.2.3 Odstraňovanie zinku iónovou výmenou

Opis

Upravená kyselina sa môže použiť na morenie, zatiaľ čo roztok obsahujúci $ZnCl_2$ a NH_4Cl, ktorý vzniká pri odstraňovaní iónomeničovej živice, sa môže použiť na tavidlovanie.

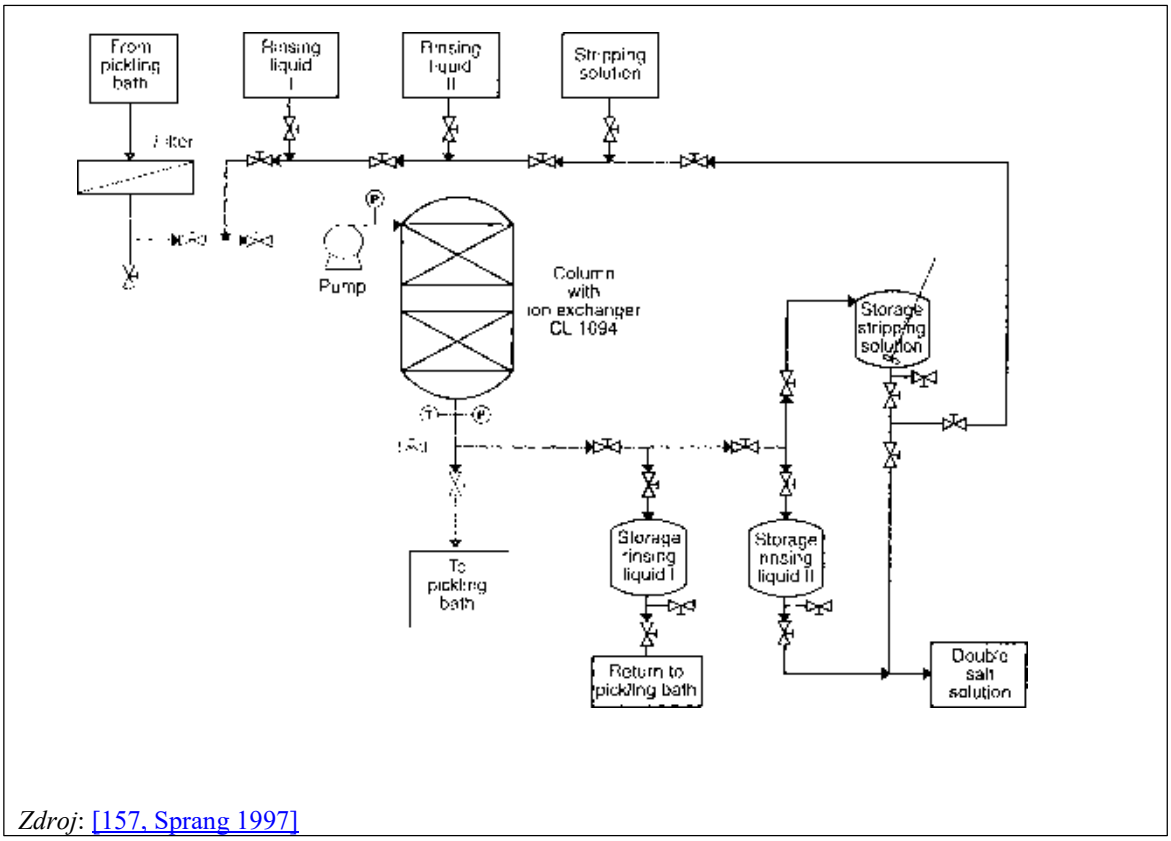
Technický opis

Proces (pozri obrázok 6.27) je rozdelený do štyroch fáz, a to:

- odstránenie zinku,
- oplachovanie I (eluovanie 1),
- odstraňovanie a zhodnocovanie,
- oplachovanie II.

Toto sa môže uskutočniť v prevádzke alebo mimo nej.

Moriaca kyselina sa odčerpáva z kúpeľa cez lamelový filter na odstránenie tuhých častíc. Číra kvapalina potom preteká cez kolónu. V kolóne sa zinok odstraňuje z moriaceho roztoku a viaže sa na iónomeničový materiál. Po opustení kolóny sa kvapalina bez zinku prečerpáva späť do moriaceho kúpeľa. Systém tak recykluje kyselinu. Avšak kyselina nemusí byť nevyhnutne recirkulovaná a môže byť spracovaná a následne uskladnená v nádobe (jednorazový proces) alebo prečerpaná do inej nádoby, prevedená cez kolónu a uskladnená v tretej nádrži (dávkový proces).



Zdroj: [157, Sprang 1997]

Obrázok 6.27: Vývojový diagram odstraňovania zinku z moriacich kúpeľov

V druhej fáze, po tom, čo sa iónomeničový materiál nasýti zinkom, musí byť kolóna premytá, aby sa odstránila moriaca kyselina. Takto získaný roztok je roztok HCl, ktorý sa môže použiť na úpravu sily moriaceho kúpeľa. V tretej fáze sa iónomeničový materiál odstraňuje alkalickým roztokom na účely odstránenia zinku. Ak neprebehne oplachovanie v druhom stupni, vyzráža sa hydroxid železitý, čo narúša proces. Odstraňovací roztok sa používa niekoľkokrát, kým sa nezahustí. Keď odstraňovací roztok dosiahne saturáciu, môže sa použiť na úpravu zloženia tavidlového kúpeľa. Odstraňovací roztok obsahuje iba $ZnCl_2$ a NH_4Cl. Po odstránení a zhodnotení iónomeničového materiálu musia byť odstránené posledné zvyšky roztoku. Toto sa vykonáva v štvrtej fáze opláchnutím vodou z vodovodu. V opačnom prípade by sa moriaca kyselina kontaminovala NH_4^+. Je dôležité rozlišovať medzi odstraňovacím roztokom na obrázku 6.27, ktorý vzniká počas procesu zhodnocovania, a vyčerpaným odstraňovacím roztokom, ktorý vzniká v rámci samotného procesu zinkovania.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zvýšená materiálová efektívnosť.
- Zníženie množstva kyseliny odoslanej na likvidáciu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Zvýšená spotreba chemikálií.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Táto technika vyžaduje značné kapitálové a prevádzkové náklady a úspory z rozsahu sú kritickým faktorom, ktorý nemusí byť dosiahnuteľný pre mnohé zinkovne s bežnými veľkosťami. [140, zinkovne UK 2000]

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Prevádzka BG zo zberu údajov, kód prevádzky: 165.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [140, zinkovne UK 2000]

6.4.2.4 Odstraňovanie železa oxidáciou a zrážaním

Opis
Výsledná kvapalina sa môže použiť na tavidlovanie.

Technický opis
Použitá kyselina chlorovodíková z kombinovaného morenia a odstraňovania s vysokými koncentráciami železa a zinku sa môže spracovať a zhodnocovať ako tavidlový kúpeľ.

Pozri oddiel 8.6.3.3.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zvýšená materiálová efektívnosť.
- Zníženie množstva kyseliny odoslanej na likvidáciu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Zvýšená spotreba chemikálií.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Odborná literatúra
[145, DK, člen TWG 1999]

6.4.2.5 Odstraňovanie zinku extrakciou rozpúšťadlom

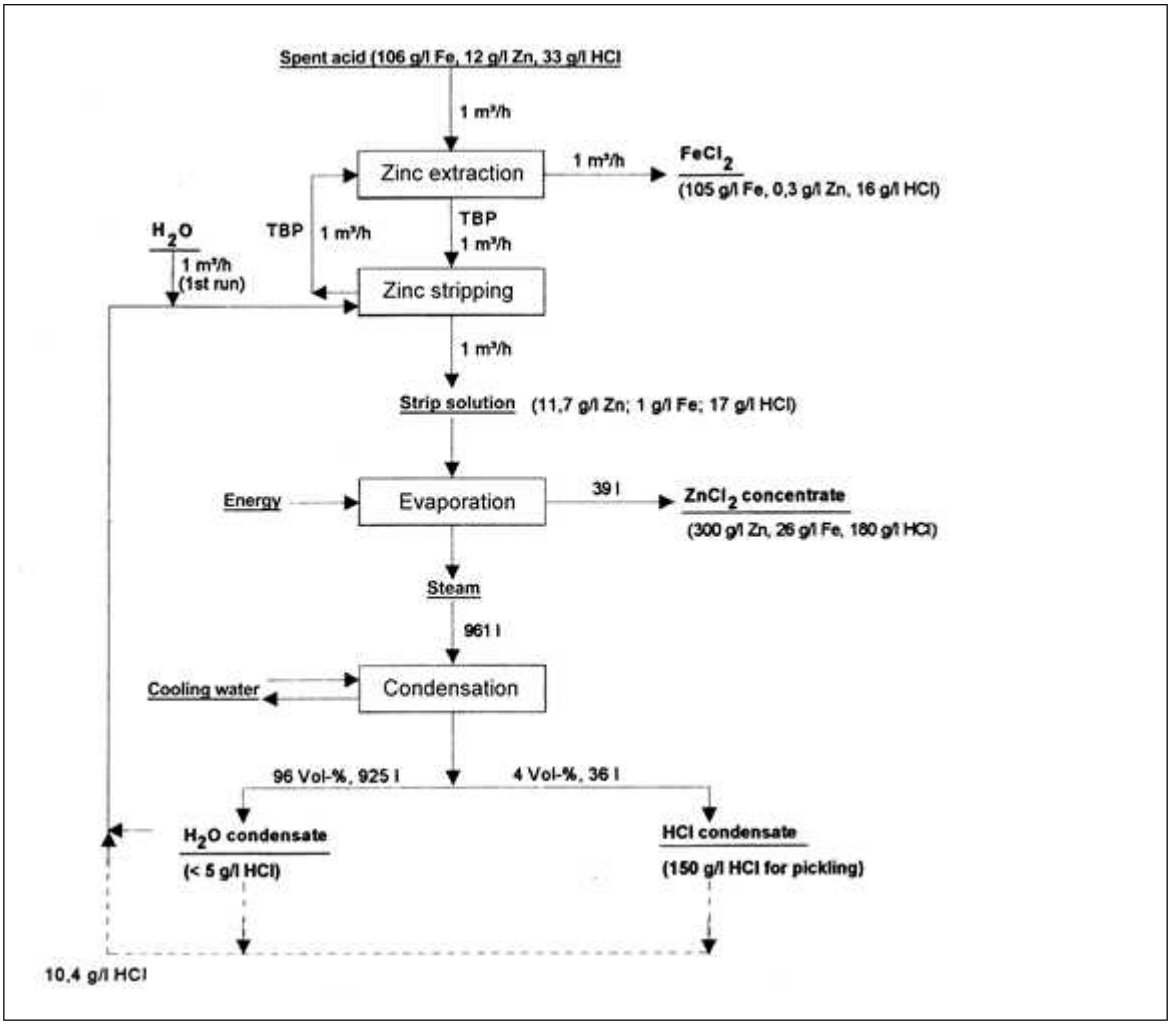
Opis
Upravená kyselina sa môže použiť pri morení, zatiaľ čo koncentrát obsahujúci zinok, ktorý vzniká pri odstraňovaní a odparovaní, sa môže použiť na iné účely.

Technický opis

Pri postupe extrakcie rozpúšťadlom na selektívne odstraňovanie zinku z použitých moriacich kyselín HCl sa využíva extrakčné činidlo tributylfosfát (TBP). Môže sa vykonávať v prevádzke alebo mimo nej a je založená na nasledujúcej zjednodušenej reakcii:

$TBP + n\ ZnCl_2 + m\ HCI => TBP \times n\ ZnCl_2 \times m\ HCI$

$ZnCl_2$ a HCl z vodnej fázy tvoria v organickej fáze komplex, ktorý má menšiu hustotu ako vodná fáza. Tieto dve fázy sa teda dajú oddeliť dekantáciou. Keď sa nasýtená organická fáza intenzívne kontaktuje s čerstvou vodnou fázou, komplexotvorná reakcia sa obracia (reextrakcia), takže odstránené organické extrakčné činidlo môže byť recyklované a vzniká zriedený vodný roztok $ZnCl_2$. Roztok $ZnCl_2$ sa odparuje, aby sa zvýšila koncentrácia zinku. Kondenzát z odparovania sa recykluje na účely opakovanej extrakcie a koncentrát sa predáva. Na obrázku
6.28 sa schematicky znázorňuje celý proces. Je dôležité rozlišovať medzi odstraňovacím roztokom získaným v kroku odstraňovania zinku na obrázku 6.28, ktorý vzniká počas procesu extrakcie rozpúšťadlom, a použitým odstraňovacím roztokom, ktorý vzniká v samotnom procese zinkovania.



Obrázok 6.28: Schéma procesu extrakcie rozpúšťadlom

Použitá kyselina, skladovaná v špeciálnej nádrži alebo v moriacej nádobe, prechádza cez filter, v ktorom sa zachytávajú tuhé častice ako kovové triesky, okoviny, nerozpustné oleje, nečistoty a cigaretové ohorky atď. Filtrát prechádza cez pufrovacie zariadenie a vstupuje do prvej z troch konvenčných premiešavaných sedimentačných nádrží na extrakciu zinku pomocou TBP. Zinok sa extrahuje spolu s určitým množstvom voľného HCl a $FeCl_3$.

Organická fáza nasýtená zinkom opúšťa extrakčnú časť po troch protiprúdových kontaktoch s vyčerpanou kyselinou. V závislosti od koncentrácie zinku je možných viac alebo menej štádií. Organická fáza, ktorá má menšiu hustotu ako vodná fáza, opúšťa sedimentačnú nádrž cez prepad, ktorý reguluje fázové rozhranie a objemový pomer organickej a vodnej fázy.

Rafinát $FeCl_2$ bez obsahu zinku opúšťa poslednú premiešavanú sedimentačnú nádrž (tretí stupeň extrakcie) spodnou časťou a je zachytávaný koalescerom na odstránenie zvyškovej organickej fázy. Rafinát sa prečerpáva do skladovacej nádoby prevádzky, ktorou môže byť pevná nádrž alebo cisternové vozidlo. Organická fáza nasýtená zinkom vstupuje do časti opakovanej extrakcie (rovnaká nádoba) pozostávajúcej z ďalších troch premiešavaných sedimentačných nádrží. Tu prichádza do kontaktu s normálnou vodou z vodovodu a kondenzátom z odparovacej jednotky. Stopové množstvá $ZnCl_2$, $FeCl_3$ a objem HCl sa z extrakčného činidla vymyjú a to sa recykluje späť do extrakčnej nádoby. Vodný roztok (odstraňovací) opäť prechádza cez koalescer a čerpá sa do odparovacej nádoby.

Odstraňovací roztok vykazuje veľmi nízku koncentráciu zinku a zvyčajne nemá žiadne ďalšie priame využitie. Z tohto dôvodu je koncentrovaný na približne 300 g zinku na 1 liter. Možno dosiahnuť akúkoľvek inú vhodnú koncentráciu.

Odparovanie sa vykonáva pomocou odparovača vyhrievaného parou.

Koncentrácia zinku v nasýtenom lúhu má pre extrakčný proces malý význam. V ideálnom prípade bude odstraňovací roztok obsahovať približne 30 g/l zinku. Čím nižšie sú koncentrácie zinku v použitej kyseline, tým vyššia bude menovitá priepustnosť kyseliny v dôsledku vyššieho pomeru vodnej a organickej fázy. Avšak vyšší obsah zinku vedie k vyšším nákladom na úpravu.

Para prechádza kondenzátorom chladeným bezsoľnou vodou z vodovodu v okruhu. Týmto spôsobom je možné úplne zachytiť odparenú vodu a HCl pomocou chladiacej veže.

Kondenzáciu pary je možné usporiadať v dvoch krokoch. Najprv sa zachytí voda s nízkym obsahom voľnej HCl (< 5 g/l v celkovom objeme). Táto frakcia predstavuje približne 85 – 95 % celkového kondenzátu. Potom sa nádrž vymení a naplní zvyšným kondenzátom bohatým na kyselinu. Mala by byť dosiahnuteľná konečná koncentrácia 15 – 18 %, vhodná na morenie. Kyselina sa dá znovu použiť v rámci prevádzky. Pre technické problémy nebolo možné realizovať toto selektívne zhodnotenie HCl v rámci projektového obdobia.

Odparovanie sa môže vykonávať viac alebo menej kontinuálne. Je dokončené, keď koncentrácia zinku pri vstupe do odparovača dosiahne 300 g/l. Konečná koncentrácia sa môže líšiť v závislosti od požiadaviek zákazníka.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zvýšená materiálová efektívnosť.
- Zníženie množstva kyseliny odoslanej na likvidáciu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Niektoré prevádzkové údaje sú uvedené na obrázku 6.28.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Zvýšená spotreba chemikálií.
- Zvýšená spotreba energie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie

Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Prevádzku na kvapalinovú extrakciu na zhodnotenie kyselín obsahujúcich zinok a železo prevádzkuje spoločnosť Norsk Hydro v Oberhausene v Nemecku.

Boli vykonané testy a skúmania s mobilnou jednotkou v Berliner Grossverzinkerer/Metaleurop. Medzitým bola mobilná jednotka premenená na stacionárnu prevádzku. [80, DE, člen TWG 2000]

Odborná literatúra
[80, DE, člen TWG 2000]

6.4.2.6 Obmedzený prevádzkový rozsah pre otvorené moriace kúpele s kyselinou chlorovodíkovou

Opis
Kúpele s kyselinou chlorovodíkovou sú prevádzkované v prísnom rozsahu teploty a koncentrácie HCl určenom nasledujúcimi podmienkami:

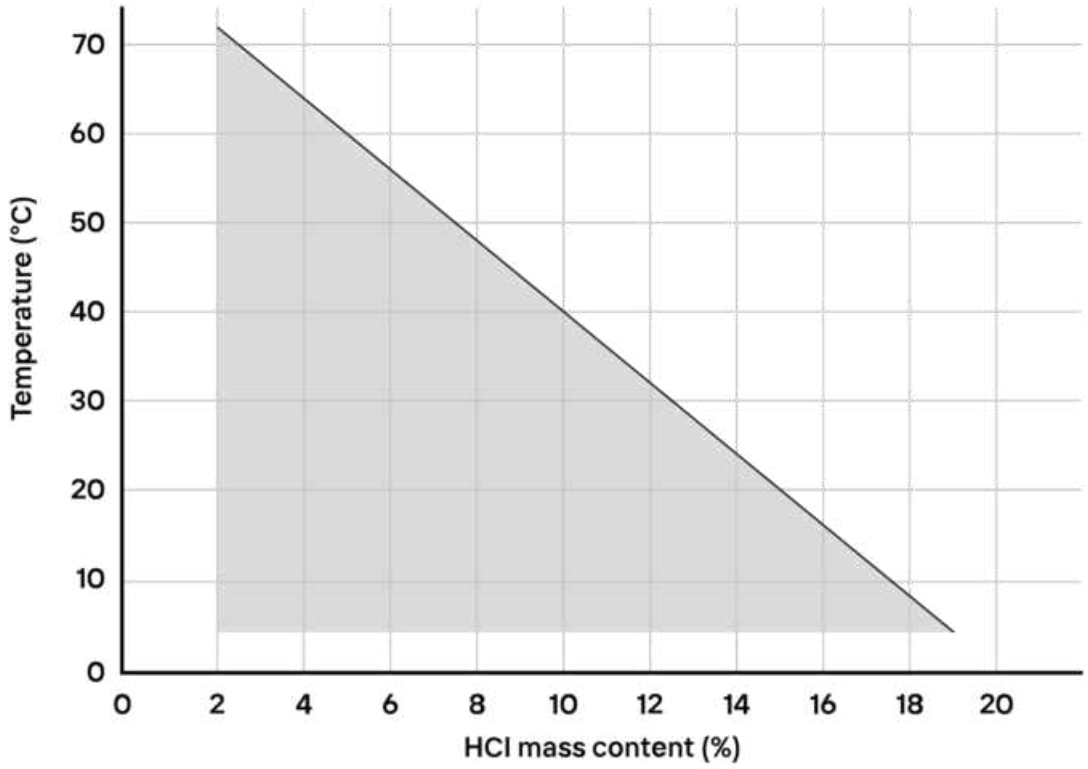
a) $4\ °C < T < (80 - 4\ w)\ °C$;
b) $2\ \text{hmot. \%} < w < (20 - T/4)\ \text{hmot. \%}$,

kde T je teplota moriacej kyseliny vyjadrená v °C a w je koncentrácia HCl vyjadrená v hmot. %. Teplota kúpeľa sa meria aspoň raz denne. Koncentrácia HCl v kúpeli sa meria pri každom doplnení čerstvej kyseliny a v každom prípade aspoň raz týždenne. Na obmedzenie odparovania sa minimalizuje pohyb vzduchu nad povrchmi kúpeľov (napr. v dôsledku vetrania).

Technický opis
Emisie kyslých výparov do ovzdušia sú obmedzené udržiavaním teploty a koncentrácie kyslého kúpeľa v definovanom rozsahu. Pre akúkoľvek danú koncentráciu kyseliny je maximálna povolená teplota kúpeľa a pre akúkoľvek teplotu kyselinového kúpeľa je maximálna povolená koncentrácia kyseliny definovaná termodynamickou rovnováhou a tlakom pár kyseliny.

Obsah chlorovodíka v plynnej fáze nad moriacim kúpeľom kyseliny chlorovodíkovej závisí vo veľkej miere od teploty a koncentrácie kúpeľa a je určený termodynamickou rovnováhou a tlakom pár kyseliny.

Obrázok 6.29 zobrazuje rozšírenú verziu limitnej krivky pre prevádzku otvorených moriacich kúpeľov HCl, ktorá bola pôvodne prezentovaná v VDI 2008. [147, VDI 2008]. V porovnaní s pôvodnou krivkou prezentovanou vo VDI 2008 táto rozšírená verzia pokrýva prevádzky prevádzkované pri teplotách 4 ºC. [211, EGGA 2022]



Zdroj: [211, EGGA 2022]

Obrázok 6.29: Limitná krivka pre prevádzku otvorených moriacich kúpeľov HCl

Rovnica uvedená v opise zodpovedá zatieňovanej ploche diagramu.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie emisií kyseliny do ovzdušia.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Emisie z moriacich kúpeľov sa – podľa usmernenia VDI 2579 – považujú za nižšie ako 10 mg/m^3, keď sa prevádzkový bod (teplota a koncentrácia HCl) kúpeľov nachádza v tieňovanej oblasti tohto diagramu. [147, VDI 2008], [211, EGGA 2022]

Ak sa vykonáva prísna kontrola procesných parametrov (teplota, koncentrácia) a zabezpečuje, že prevádzkové podmienky kúpeľa sú v rámci týchto daných limitov, systémy odsávania pár a následné techniky znižovania emisií môžu byť nadbytočné.

Neboli poskytnuté žiadne informácie o postupoch monitorovania parametrov kyselinového kúpeľa: teploty a koncentrácie kyseliny (t. j. meracie metódy/normy, frekvencia monitorovania), ani o nápravných opatreniach uplatňovaných v prípade, že parametre moriaceho kúpeľa sú mimo rozsahu opísaného v opise (ustanovenia a) a b)).

Počas prevádzky sa koncentrácia chloridu železnatého v moriacich kúpeľoch zvyšuje. To má za následok zvýšený efekt morenia. Zároveň chlorid železnatý v kyseline chlorovodíkovej ovplyvňuje tlak pár kyseliny rovnakým spôsobom, ako keby sa zvýšila koncentrácia kyseliny: tlak pár sa zvyšuje. Pri porovnaní moriacim roztokom s 1 % HCl a 6 % železa pri 140 °F (60 °C) s priamym 10 % roztokom kyseliny je tlak pár zvýšený päťnásobne. [158, Stone 1997]

Preto by sa pri určovaní optimálneho prevádzkového rozsahu vzhľadom na zníženie emisií mal brať do úvahy obsah chloridu železnatého.

Ďalším aspektom ovplyvňujúcim množstvo emitovaných kyslých výparov je rýchlosť prúdenia vzduchu nad moriacim kúpeľom. Za predpokladu absolútne nehybnej atmosféry nad kúpeľom by sa odparovanie kyseliny zastavilo, keď sa dosiahne rovnováha určená tlakom pár. Viac či menej silný a stály prúd vzduchu nad moriacou nádržou odvádza kyslé výpary a udržiava proces odparovania v chode. Výsledkom je nielen zvýšená spotreba kyseliny, ale aj vyššie emisie kyselín. Pohyb vzduchu a v prípade odsávacích systémov aj intenzita odsávania by mali byť udržiavané na čo najnižšej úrovni.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Koncentrácia kyseliny zvolená podľa usmernenia VDI je nižšia, ako sa bežne používa v prípade morenia valcovaného drôtu. To vedie k nasledujúcemu:

- Nižšia konverzia kyseliny z HCl na $FeCl_2$, čo znamená vyššiu spotrebu čerstvého HCl. [119, Gielen 2000]
- opakované použitie použitej kyseliny ako druhotnej suroviny sa stáva veľmi zložitým. Na opakované použitie na výrobu $FeCl_3$ sa vyžaduje minimálna koncentrácia 10 % Fe; túto vysokú koncentráciu Fe možno dosiahnuť iba pri vysokej konverzii HCl a pri vysokej počiatočnej koncentrácii HCl. [119, Gielen 2000]
- Predĺžený čas morenia, čo znamená investície do väčšieho počtu a/alebo väčších moriacich nádrží. Zväčšený povrch kúpeľa vedie k väčšiemu odparovaniu HCl v g/h. [119, Gielen 2000]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Minimalizovanie nákladov na čistenie emisií.

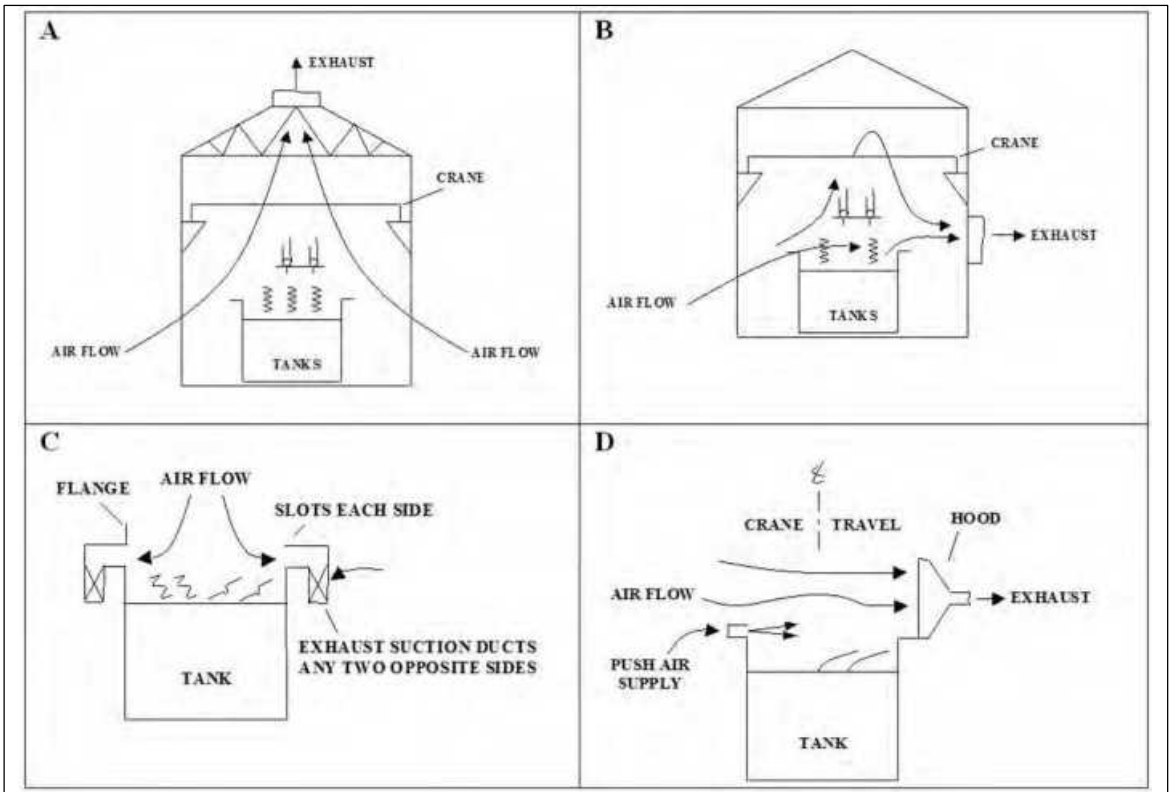
Vzorové prevádzky
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Odborná literatúra
[96, Fundación Entorno 1999], [119, Gielen 2000], [147, VDI 2008], [158, Stone 1997], [211, EGGA 2022].

6.4.2.7 Odsávanie bočným poklopom alebo vekom

Opis
Kyslé výpary z moriacich nádrží sa odsávajú pomocou bočných poklopov alebo veka alebo odsávaním cez okraj moriacich nádrží. To môže zahŕňať aj emisie z odmasťovacích nádrží. Zozbierané emisie sa čistia mokrým čistením s následným odlučovaním kvapiek (pozri oddiel 8.8.4.3).

Technický opis
Na odsávanie emisií do ovzdušia z moriaceho kúpeľa a/alebo iných procesných kúpeľov je k dispozícii množstvo rôznych konštrukcií a techník. Na obrázku 8.46 sú znázornené schémy odsávacích systémov bočných poklopov alebo veka pri konvenčných otvorených moriacich nádržiach.



Zdroj: [159, Stone 1998]

Obrázok 6.30: Systémy extrakcie (bočným poklopom alebo vekom) používané pri prevádzke otvorených moriacich nádrží

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Zníženie emisií prachu, kyselín (HCl, HF, H_2SO_4) a SO_2.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Odsávacie systémy bočných poklopov alebo veka sú navrhnuté tak, aby odsávali iba emisie z okolitej oblasti moriaceho tanku, takže výsledné objemové prietoky sú oveľa menšie.

Prevádzka na kusové zinkovanie (morenie v HCl)

V tabuľke 6.5 sa uvádza súhrn emisií HCl z moriacich prevádzok na kusové zinkovanie zo zberu údajov o FMP vybavených odsávaním vzduchu čo najbližšie k zdroju a čistením. V prípade týchto prevádzok sa teplota kyslého kúpeľa pohybovala od 11 °C do 35 °C a prietok odsávaného vzduchu sa pohyboval od 30 Nm^3/h do 210 200 Nm^3/h.

Tabuľka 6.5: Koncentrácie emisií HCl z prevádzok na kusové zinkovanie vybavených odsávaním čo najbližšie k zdroju (odsávacie systémy bočných poklopov alebo veka) a čistením emisií (práčka)

Látka	Koncentrácie uvedené za trojročné obdobie (mg/Nm^3)					Počet prevádzok/počet meraní
	Priemer	Medián	90. percentil	Min.	Max.	
HCl	1,6	0,6	3,1	0,004	11,3	16/49
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]						

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Žiadne.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Uplatniteľnosť pri existujúcich prevádzkach môže byť obmedzená nedostupnosťou priestoru.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

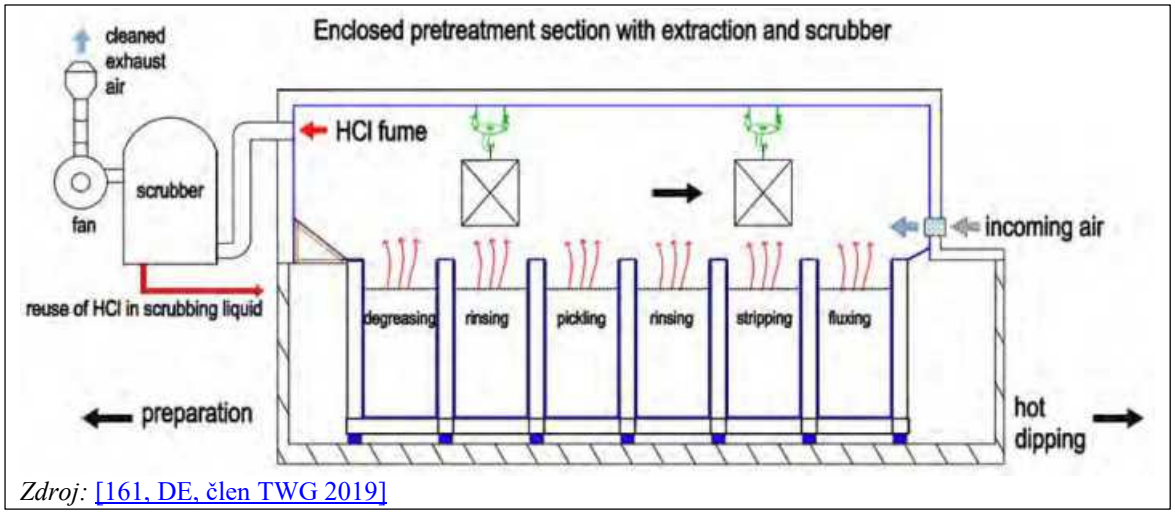
Vzorové prevádzky
Prevádzka BG zo zberu údajov, kód prevádzky: 71, 75, 84, 103, 161, 162, 164, 166, 167, 168, 187, 189, 190, 191, 226, 285.

Odborná literatúra
[158, Stone 1997].

6.4.2.8 Uzavretá časť predúpravy s extrakciou

Opis
Celá časť predúpravy (napr. odmasťovanie, morenie, tavidlovani) je zapuzdrená a výpary sú odsávané z uzavretého priestoru.

Technický opis
Celá časť predúpravy (odmasťovanie, morenie, tavidlovanie) je zapuzdrená (pozri obrázok 6.31 nižšie).



Zdroj: [161, DE, člen TWG 2019]

Obrázok 6.31: Schéma uzavretej časti predúpravy pri kusovom zinkovaní

Kryt je vyrobený z kyselinovzdorných panelov namontovaných na oceľovej alebo drevenej podkonštrukcii. Na zabezpečenie toku materiálu sú k dispozícii uzatvárateľné prístupové a výstupové brány s prepúšťacou komorou. Žeriavy sa zvyčajne pohybujú mimo zapuzdrenej oblasti s lanami alebo reťazami vstupujúcimi cez tesne utesnené štrbiny v strope. Ďalšou možnosťou je umiestniť žeriavy vo vnútri zapuzdrenia. Operátori zostávajú mimo zapuzdrenej časti a sledujú proces cez okná.

Nádrže sú prepojené a obklopené podlahovými panelmi odolnými voči kyselinám, aby sa zabránilo úniku chemikálií alebo agresívnych výparov do jám alebo podlahovej plochy. Preto je celá časť predúpravy rozdelená na hornú časť s mokrými emisiami a suchú podlahovú oblasť.

Výpary sú nepretržite odsávané cez odsávací kanál a privádzané do mokrej práčky na čistenie. Voda na vypieranie obsahuje kyselinu chlorovodíkovú, ktorá sa opakovane používa v procese morenia.

Odsávací systém je navrhnutý tak, aby vytváral podtlakovú atmosféru vo vnútri krytu, čím sa zabezpečí, že nemôžu uniknúť žiadne výpary. Prietok privádzaného vzduchu je nastaviteľný. Prietok odvádzaného vzduchu závisí od skutočných tlakových rozdielov a je riadený odťahovým ventilátorom s frekvenčným meničom. Otvorené prepravné brány majú za následok zvýšenie výkonu ventilátora a pri zatvorení všetkých brán dochádza k zníženiu výkonu ventilátora a prietoku vzduchu. [161, DE, člen TWG 2019]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Podstatne znížené emisie kyseliny chlorovodíkovej do životného prostredia.
- Šetrenie zdrojov – celá prevádzka BG je chránená pred koróziou spôsobenou pôsobením kyselín.
- opakované použitie HCl vo vode na vypieranie, čím sa šetria zdroje znížením vstupu čerstvého HCl. [161, DE, člen TWG 2019]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Celkovo 23 prevádzok BG zo zberu údajov o FMP uviedlo používanie uzavretej časti predúpravy s čistením emisií. Tabuľka 6.6 obsahuje súhrn emisií HCl z týchto prevádzok počas trojročného obdobia zvažovaného pri zbere údajov o FMP. V prípade týchto prevádzok sa teplota kyslého kúpeľa pohybovala zvyčajne od 10 °C do 30 °C a prietok odsávaného vzduchu sa pohyboval od 1 298 Nm^3/h do 210 200 Nm^3/h.

Tabuľka 6.6: Emisie HCl z prevádzok na kusové zinkovanie vybavených uzavretou časťou predúpravy a čistením emisií (mokrá práčka)

Látka	Koncentrácie uvedené za trojročné obdobie (mg/Nm^3)					Počet prevádzok/počet meraní
	Priemer	Medián	90. percentil	Min.	Max.	
HCl	3,2	1,2	8,0	0,5	8,9	23/35
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]						

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Energetický vstup pre extrakčný systém. [161, DE, člen TWG 2019]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Uplatniteľné len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.

Hospodárske vplyvy

Náklady sa môžu líšiť v závislosti od konkrétnych podmienok prevádzky. [161, DE, člen TWG 2019]

Hnacia sila implementácie

- Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.
- Znížené vystavenie operátorov kyselinovým výparom na pracovisku.
- Nižšie náklady na údržbu. [161, DE, člen TWG 2019]

Vzorové prevádzky

Zo zberu údajov o FMP:

Prevádzka BG zo zberu údajov, kód prevádzky: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 51, 52, 53, 61, 63, 169, 184,
185, 186, 224, 262, 284, 295, 296.

V Európe a celosvetovo existuje množstvo prevádzok (nových alebo existujúcich prevádzok po rekonštrukcii), ktoré sú vybavené uzavretými časťami predúpravy s čistením emisií. Tieto prevádzky sú zhrnuté v tabuľke 6.7.

Tabuľka 6.7: Moriace prevádzky (nové alebo existujúce prevádzky po modernizácii) vybavené uzavretou predúpravou a čistením

Spoločnosť	Existujúca prevádzka modernizovaná	Nová prevádzka
Seppeler Gruppe Feuerverzinkung Brémy	x	
Seppeler Gruppe Feuerverzinkung Osnabrück	x	
Seppeler Gruppe Feuerverzinkung Lennestadt	x	
Wiegel Žebrák Žárové Zinkování s. r. o.	x	
Wiegel Velké Meziříčí Žárové Zinkování s.r.o.		x
Wiegel Kittlitz Feuerverzinken GmbH	x	
Wiegel Lauchhammer Feuerverzinken GmbH	x	
Wiegel Grüna Feuerverzinken GmbH		x
Wiegel Jena Feuerverzinken GmbH		x
Wiegel Neuwied Feuerverzinken GmbH & Co KG		x
Wiegel Großostheim Feuerverzinken GmbH	x	
Wiegel Höchstadt Feuerverzinken GmbH & Co KG		x
Wiegel Plankstadt Feuerverzinken GmbH & Co KG		x
Wiegel Trusetal Feuerverzinken GmbH		x
Wiegel Ichtershausen Feuerverzinken GmbH	x	
Wiegel Denkendorf Feuerverzinken GmbH		x
Wiegel Bodelshausen Feuerverzinken GmbH	x	
Wiegel Aitrach Feuerverzinken GmbH		x
Wiegel Feldkirch Feuerverzinken GmbH	x	
Wiegel Rheinau Feuerverzinken GmbH & Co KG		x
Wiegel Essenbach Feuerzinken GmbH		x
Wiegel Bopfingen Feuerverzinken GmbH	x	
Wiegel Günzburg Feuerverzinken GmbH & Co KG		x
Wiegel Sereď		x
Wiegel CZ Žárové zinkování s.r.o. Werk Hradec Králové	x	
Wiegel Pravcice Žárové zinkování		x
Zinkpower Vorchdorf, AT		x
Zinkpower Sinabelkirchen, AT		x
Zinkpower Hamburg, DE		x
Zinkpower Berlín, DE		x
Zinkpower Lahr, DE	x	
Zinkpower Meckenheim, DE		x
Zinkpower Neumünster, DE	x	
Zinkpower Radebeul, DE	x	
Zinkpower Rostock, DE		x
Zinkpower Schönberg, DE		x
Zinkpower Schörg, DE		x
Zinkpower Krieger, DE		x
Zinkpower Ostrava, CZ		x
Zinkpower Roudnice, CZ		x
Zinkpower Promptus, CZ		x
Zinkpower Malacky, SK		x
Zinkpower Martin, SK		x
Zinkpower Moson, HU		x
Zinkpower Buk, PL		x
Zinkpower Wielkopolska, PL		x
Zinkpower Wschod, PL		x
Zinkpower Monterrey, MEX		x
Zinkpower São Paulo, BR		x
Zinkpower Middle East, ARE		x
Zinkpower Austrindo, IDN		x
Zdroj: [161, DE TWG member 2019]		

Odborná literatúra

[161, DE TWG member 2019]

6.4.3 Oplachovanie

Pozri informácie v oddieloch 8.6.3.1 a 8.7.6.

6.4.4 Tavidlovanie

Pozri informácie v oddieloch 8.6.3.2, 8.6.3.3 a 8.6.3.4.

6.4.5 Ponáranie do roztaveného kovu

6.4.5.1 Optimalizovaný čas ponoru

Opis
Čas ponorenia je obmedzený na čas potrebný na dosiahnutie špecifikácií hrúbky povlaku.

Technický opis
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zvýšená materiálová efektívnosť.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadne.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Úspory vyplývajú zo zníženej spotreby zinku.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

6.4.5.2 Pomalé vyberanie obrobkov z kúpeľa

Opis
Pomalým vyťahovaním pozinkovaných obrobkov zo zinkovacej vane sa zlepšuje odkvapkávanie.

Technický opis
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zvýšená materiálová efektívnosť.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadne.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Úspory vyplývajú zo zníženej spotreby zinku.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Prevádzka BG zo zberu údajov, kód prevádzky: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 54, 61, 62, 63, 64, 72, 74, 75, 76, 85, 103, 224, 226, 234, 235, 259, 260, 261, 262, 277, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 292, 293, 294.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018].

6.4.5.3 Modifikovaný tavidlový roztok na zvýšenie obsahu hliníka v kúpeli

Opis
Pomocou modifikovaného tavidlového roztoku je možné zvýšiť obsah hliníka v zinkovom kúpeli na 0,03 – 0,05 hmot. %. Tým sa zabezpečuje jasnejšia povrchová úprava a povlak znižuje reaktivitu reaktívnych ocelí vykazujúcich vysoký obsah kremíka a/alebo fosforu. [148, IT 18-4-17 2017]

Technický opis
Väčšina zinkovní pridáva do roztaveného zinkového kúpeľa hliník v množstve 0,002 – 0,006 hmot. % pre lepšiu tekutosť a jasnejší vzhľad zinkového povlaku. Navyše, pridanie hliníka umožňuje lepšie kontrolovať hrúbku povlaku, pretože znižuje reaktivitu takzvaných reaktívnych ocelí (t. j. ocelí s vysokým obsahom kremíka a/alebo fosforu). [148, IT 18-4-17 2017]

Množstvo hliníka, ktoré možno pridať do kúpeľa, je však obmedzené, pretože hliník môže reagovať s chloridom zinočno-amónnym z tavidlového roztoku, čo spôsobuje defekty ako holé/čierne miesta v povlakoch. [162, American Galvanizers Association 2015]

Pomocou modifikovaného (patentovaného) zloženia tavidla je možné zvýšiť obsah hliníka v kúpeli na 0,03 – 0,05 hm. %. Tým sa zvyšuje tekutosť zinkového kúpeľa

a, čo je dôležitejšie, znižuje rýchlosť reakcie zinku a železa, konkrétne v prípade takzvaných reaktívnych ocelí. V dôsledku toho dochádza k zníženiu spotreby zinku. [148, IT 18-4- 17 2017]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zvýšená materiálová efektívnosť.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Z uvedených údajov o výkonnosti vyplýva, že pridaním hliníka do 0,03 hmot. % sa môže znížiť hrúbka povlaku na takzvanej hypersandelinovej oceli (t. j. oceli s vysokým obsahom kremíka) približne o 20 %, ale nespôsobuje žiadne zníženie hrúbky na hyposandelinovej oceli (t. j. oceli s nízkym obsahom kremíka), kde by zníženie nebolo žiaduce. Pri pridaní 0,05 hmot. % niklu (bežnejšie používaného prvku na reguláciu reaktivity reaktívnych ocelí) bolo zaznamenané zníženie hrúbky len o 5 %. [148, IT 18-4-17 2017]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Určité množstvo hliníka navyše sa spotrebuje kvôli jeho vyššiemu obsahu v kúpeli.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hospodárske vplyvy
Úspory vyplývajú zo zníženej spotreby zinku.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Veľký počet prevádzok BG uvádzal používanie prídavkov Al na kontrolu reaktivity ocele: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 54, 61, 62, 63, 64, 72, 74, 75, 76, 85, 103, 185, 188, 224, 226, 234, 235, 236, 259, 260,
261, 262, 277, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 292, 293, 294.
Nie je však jasné, či niektoré z týchto prevádzok uplatňujú špecifickú techniku opísanú v tomto oddiele. Táto technika je skutočne vysoko špecializovaná a vo všeobecnosti sa používa len vo veľmi malom počte prevádzok BG.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [148, IT 18-4-17 2017].

6.4.5.4 Zhodnocovanie a využitie častíc obsahujúcich zinok z parného odfuku (konečná úprava rúr)

Opis
Častice obsahujúce zinok z odfúknutia prebytočného zinku z pozinkovaných rúr sa zhodnocujú. opakovane sa používajú v zinkovacej vani alebo sa posielajú na zhodnotenie zinku.

Technický opis
Častice obsahujúce zinok pochádzajúce z parného odfuku zinkovaných rúr sa zachytávajú. Môžu byť vrátené do zinkovacej vane. Alternatívne sa častice môžu použiť v sekundárnom odvetví zinku.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zvýšená materiálová efektívnosť.
- Zníženie množstva odpadu odoslaného na likvidáciu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadne.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Úspory vyplývajú z opakovaného použitia častíc obsahujúcich zinok v zinkovacej vani alebo z ich predaja do sekundárneho odvetvia zinku.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

6.4.5.5 Nanášanie tenkého filmu pri kusovom zinkovaní

Opis
Zinkové povlaky s hrúbkou 5 – 10 µm (v porovnaní s viac ako 80 µm pri štandardnom procese) sa dosahujú použitím eutektickej zliatiny zinku a hliníka (95 % Zn, 5 % Al).

Technický opis
Technológia nanášania tenkého filmu pri kusovom zinkovaní je založená na metóde kusového zinkovania s použitím eutektickej zliatiny zinku a hliníka (95 % Zn, 5 % Al). Požadovaná zmáčavosť ocele s týmto druhom zinkovej zliatiny sa dosahuje pomocou špeciálnej predúpravy povrchu ocele pred krokom zinkovania. Vlastnosti výslednej zinkovej vrstvy sú významne ovplyvnené vysokým obsahom hliníka v roztavenej zinkovej zliatine vo vani. Kinetika tvorby zinkovej vrstvy je riadená tak, aby sa potlačil difúzny proces medzi zinkom a železom, a tým aj tvorba fáz zinku a železa bežných pri konvenčnom procese kusového zinkovania podľa ISO 1461. Namiesto toho sa pri technológii nanášania tenkého filmu pri zinkovaní zinková vrstva vyznačuje eutektickou štruktúrou s globulárnymi, hypoeutektickými podštruktúrami β-fázy bohatými na Zn, kde je hrúbka vrstvy obmedzená v priemere na 10 µm. [213, EGGA 2022]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Možné zníženie spotreby zinku na m^2 zinkovaného povrchu o viac ako 80 %, ak špecifikácie zákazníka nevyžadujú protikoróznu ochranu podľa ISO 1461.
- Zníženie teploty zinkového kúpeľa šetrí energiu.
- Nedochádza k tvorbe spodnej trosky a hromadenie zinkového popola je nízke. Preto technológia nanášania tenkého filmu pri zinkovaní významne znižuje množstvo zvyškov obsahujúcich zinok (pozri tabuľku 6.8).

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Výkonnosť technológie nanášania tenkého filmu pri zinkovaní možno hodnotiť pomocou špecifickej spotreby na m^2 zinkovaného povrchu (pozri tabuľku 6.8). Treba poznamenať, že vyhlásenia o environmentálnych vlastnostiach výrobku týkajúce sa protikoróznej ochrany oceľových výrobkov sú zvyčajne založené na funkčnej jednotke „na rok ochrany".

Tabuľka 6.8: Výkonnosť technológie nanášania tenkého filmu pri zinkovaní

Špecifická spotreba alebo tvorba odpadu na m^2 zinkovanej plochy	Zinok (g/m^2)	Energia (kWh/m^2)	Spodná troska (g/m^2)	Zinkový popol (g/m^2)
Technológia nanášania tenkého filmu pri zinkovaní	200	10,5	NA	70
Zdroj: [213, EGGA 2022] Poznámka: Údaje uvedené pre proces nanášania tenkého filmu pri zinkovaní (5 – 10 µm) sa vzťahujú na jeho prvý rok prevádzky (2017). V rokoch 2015 a 2016 prebiehala iba „spúšťacia prevádzka".				

Podobne ako štandardný proces, aj proces nanášania tenkého filmu pri zinkovaní zahŕňa chemické čistenie ocele. Absolútne odmastený a čistý povrch je nevyhnutným predpokladom pre nasledujúce procesné kroky. Požadovaná zmáčavosť ocele s týmto typom zinkovej zliatiny sa dosahuje pomocou špeciálneho tepelne odolného tavidla. Materiál sa potom predhreje na teploty > 100 °C v sušiarni (konvenčné BG < 100 °C). Vaňa na zinkovanie ponorom do roztaveného kovu je vyrobená zo špeciálneho materiálu, ktorý zabraňuje zliatine Zn a Al skorodovať steny vane.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadne.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti sa môže použiť proces nanášania tenkého filmu pri zinkovaní, pokiaľ zákazník nevyžaduje hrúbku zinkovania podľa ISO 1461 na vyššiu úroveň ochrany proti korózii.

Hospodárske vplyvy
Kroky v procese nanášania tenkého filmu pri zinkovaní sú väčšinou rovnaké ako v štandardnom procese podľa ISO 1461. Avšak vzhľadom na požiadavku veľmi čistého povrchu po predúprave môžu vzniknúť dodatočné investičné náklady v dôsledku intenzifikácie predúpravy. Okrem toho zvyšujú objem investícií sušiaca pec potrebná na predohrev materiálu a špeciálny materiál zinkovacej nádoby. Pri hrubom odhade sa preto dá predpokladať, že kapitálové náklady na technológiu nanášania tenkého filmu pri zinkovaní sú 1,1 až 1,3-krát vyššie (v závislosti od stupňa automatizácie) ako pri štandardnej technológii podľa normy ISO 1461.

Potenciál úspor technológie galvanizovania tenkým filmom spočíva v zníženom použití zinku (a úsporách v oblasti zníženia tvorby zvyškov obsahujúcich zinok).

Hnacia sila implementácie
Znížená spotreba zinku pri menej náročných použitiach.

Vzorové prevádzky
Prevádzka v Hagene, DE.

Odborná literatúra
[213, EGGA 2022]

6.4.6 Emisie do vody

6.4.6.1 Vypúšťanie odpadových vôd pri kusovom zinkovaní

Opis
Pri kusovom zinkovaní sa nevypúšťa žiadna odpadová voda.

Technický opis
Vznikajú iba kvapalné zvyšky (napr. použitá moriaca kyselina, použité odmasťovacie roztoky a použité tavidlové roztoky). Tieto rezíduá sa odlučujú. Sú vhodne upravené na recykláciu alebo zhodnotenie a/alebo zaslané na zneškodnenie (pozri oddiel 8.6.5 a oddiely 6.4.2.3 až 6.4.2.5).

6.5 Nové techniky pre kusové zinkovanie

Žiadne techniky neboli uvedené.

7 SÚČASNÉ ÚROVNE SPOTREBY A EMISIÍ V PROCESOCH SPOLOČNÝCH PRE VIAC AKO JEDEN SEKTOR

7.1 Zhodnotenie kyseliny

Všetky údaje týkajúce sa emisií do ovzdušia zo zhodnocovania kyselín sa skladajú z troch častí. Horná časť zobrazuje maximálne emisné koncentrácie za každý z troch rokov vykazovania a priemernú hodnotu získanú za obdobie vykazovania. Pod osou x, v strednej časti grafu, sú uvedené kontextové informácie, ako je druh techniky zhodnotenia kyseliny, druh použitej kyseliny, nameraná hodnota O_2 zodpovedajúca maximálnej koncentrácii za tri roky vykazovania a uplatnení kandidáti na BAT. A napokon sa v spodnej časti grafu zobrazujú hodnoty hmotnostného toku, ktoré zodpovedajú buď maximálnej koncentrácii dosiahnutej počas obdobia vykazovania, alebo priemernému hmotnostnému toku za tri roky vykazovania. Všetky obrázky sú zoradené vzostupne podľa maximálnych hodnôt koncentrácie za tri prevádzkové roky.

7.1.1 Emisie do ovzdušia

Veľká väčšina valcovní na valcovanie za studena uvedená v zbere údajov o FMP uviedla, že činnosti zhodnotenia kyseliny sa vykonávajú priamo na mieste. Počas výmeny informácií poskytlo údaje celkovo 44 liniek na valcovanie za studena (39 prevádzok). Z týchto 39 prevádzok iba sedem (vrátane štyroch v Nemecku a troch vo Švédsku – 8 liniek) uviedlo, že zhodnotenie kyseliny sa vykonávalo mimo prevádzky. Pri týchto pracoviskách je zodpovednosťou prevádzkovateľa prevádzky zabezpečiť, aby boli rezíduá kyselín zaslané na príslušnú recykláciu tretej strane.

Emisie prachu
Údaje hlásené o emisiách prachu do ovzdušia zo zhodnotenia kyseliny sú uvedené na obrázku 7.1 (hodnoty sú uvedené tak, ako boli namerané, bez akejkoľvek konverzie na referenčnú koncentráciu kyslíka). Údaj zahŕňa päť emisných bodov z valcovní na valcovanie za tepla a 21 emisných bodov z valcovní na valcovanie za studena. Emisné koncentrácie sa pohybovali od 1,0 mg/Nm^3 do 137 mg/Nm a emisné zaťaženia sa pohybovali od 3,7 g/h do 1 047 g/h.

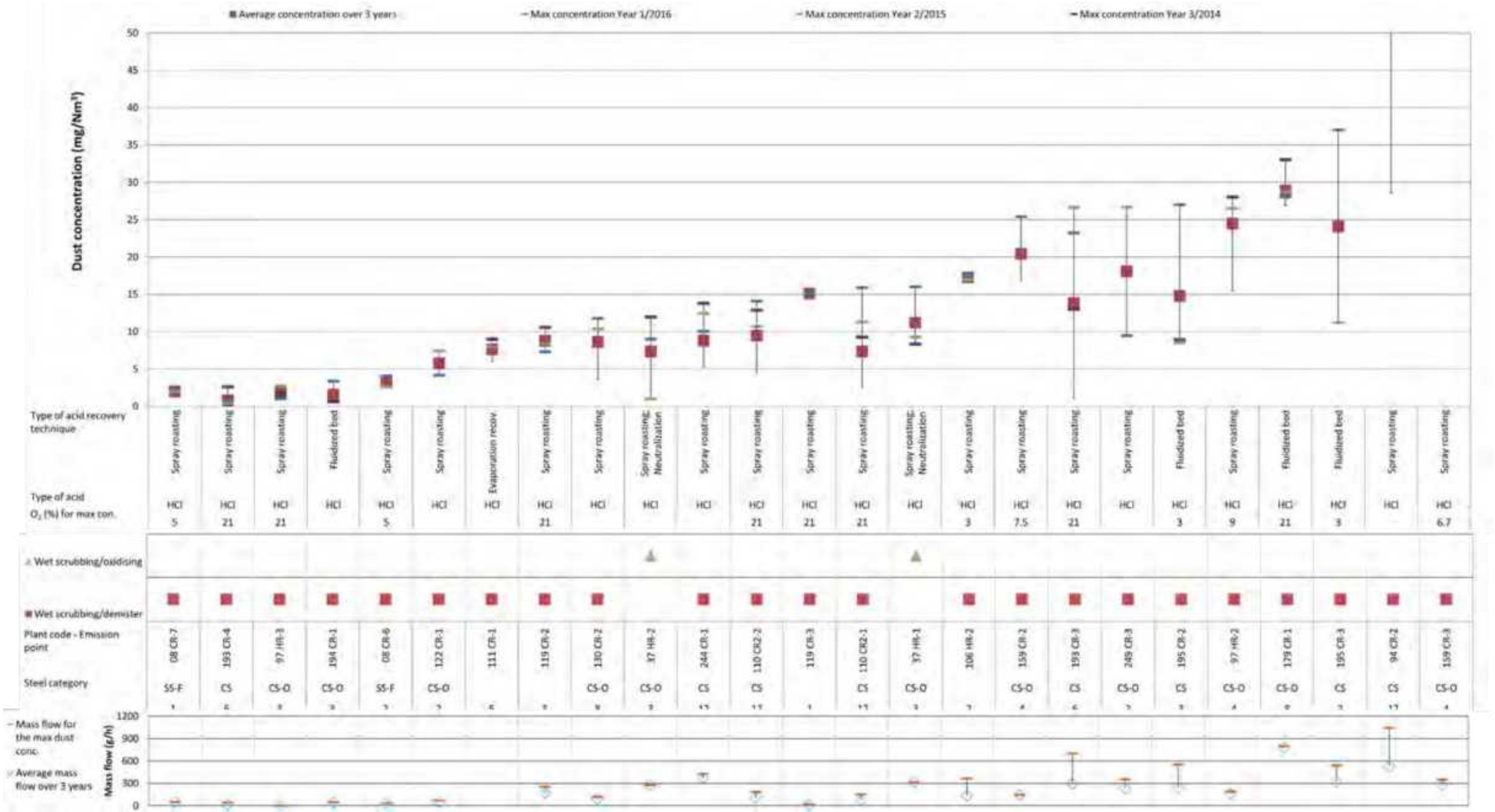
Emisie HCl
Údaje hlásené o emisiách HCl do ovzdušia zo zhodnotenia kyseliny sú uvedené na obrázku 7.2 (hodnoty sú uvedené tak, ako boli namerané, bez akejkoľvek konverzie na referenčnú koncentráciu kyslíka). Údaj zahŕňa päť emisných bodov z prevádzok valcovania za tepla a 17 emisných bodov z prevádzok valcovania za studena. Emisné koncentrácie sa pohybovali od 0,6 mg/Nm^3 do 226 mg/Nm a emisné zaťaženia sa pohybovali od 12,3 g/h do 1 047 g/h.

Emisie SO_2
Uvedené údaje o emisiách $_2$ do ovzdušia zo zhodnotenia kyseliny sú uvedené na obrázku 7.3 (hodnoty sú uvedené bez akejkoľvek konverzie na referenčnú koncentráciu kyslíka). Údaj zahŕňa dva emisné body z valcovní na valcovanie za tepla a deväť emisných bodov z valcovní na valcovanie za studena. Emisné koncentrácie sa pohybovali od 0,4 mg/Nm^3 do 34,9 mg/Nm a emisné zaťaženia sa pohybovali od 1,0 g/h do 447 g/h.

Emisie NO_X
Údaje o emisiách NO_X do ovzdušia zo zhodnotenia kyseliny sú uvedené na obrázku 7.4 (hodnoty sú uvedené tak, ako boli namerané, bez konverzie na referenčnú koncentráciu kyslíka). Obrázok zahŕňa tri emisné body z valcovní na valcovanie za tepla (HR v kóde prevádzky) a 18 emisných bodov z valcovní na valcovanie za studena (CR v kóde prevádzky). Koncentrácie sa pohybovali od 0,6 mg/Nm^3 do 230 mg/Nm^3 a emisné zaťaženia sa pohybovali od 0,6 g/h do 15 300 g/h.

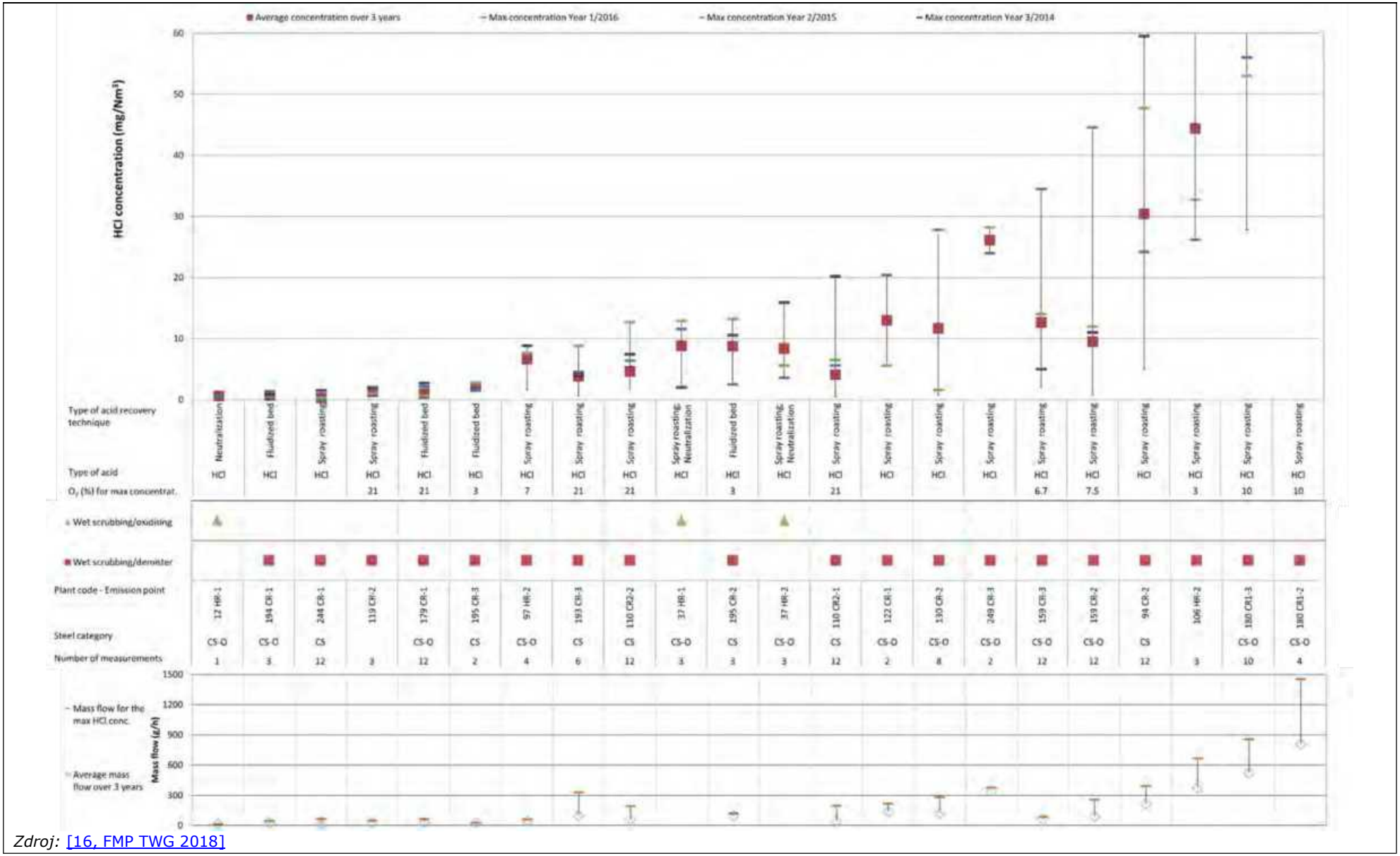
Emisie HF

Uvedené údaje o emisiách HF do ovzdušia zo zhodnotenia kyseliny sú zobrazené na obrázku 7.5 (hodnoty sú uvedené tak, ako boli namerané, bez akejkoľvek konverzie na referenčnú koncentráciu kyslíka). Údaj zahŕňa jeden emisný bod z valcovní na valcovanie za tepla a dva emisné body z valcovní na valcovanie za studena. Emisné koncentrácie sa pohybovali od 0,1 mg/Nm^3 do 0,4 mg/Nm a emisné zaťaženia sa pohybovali od 0,3 g/h do 4,0 g/h.



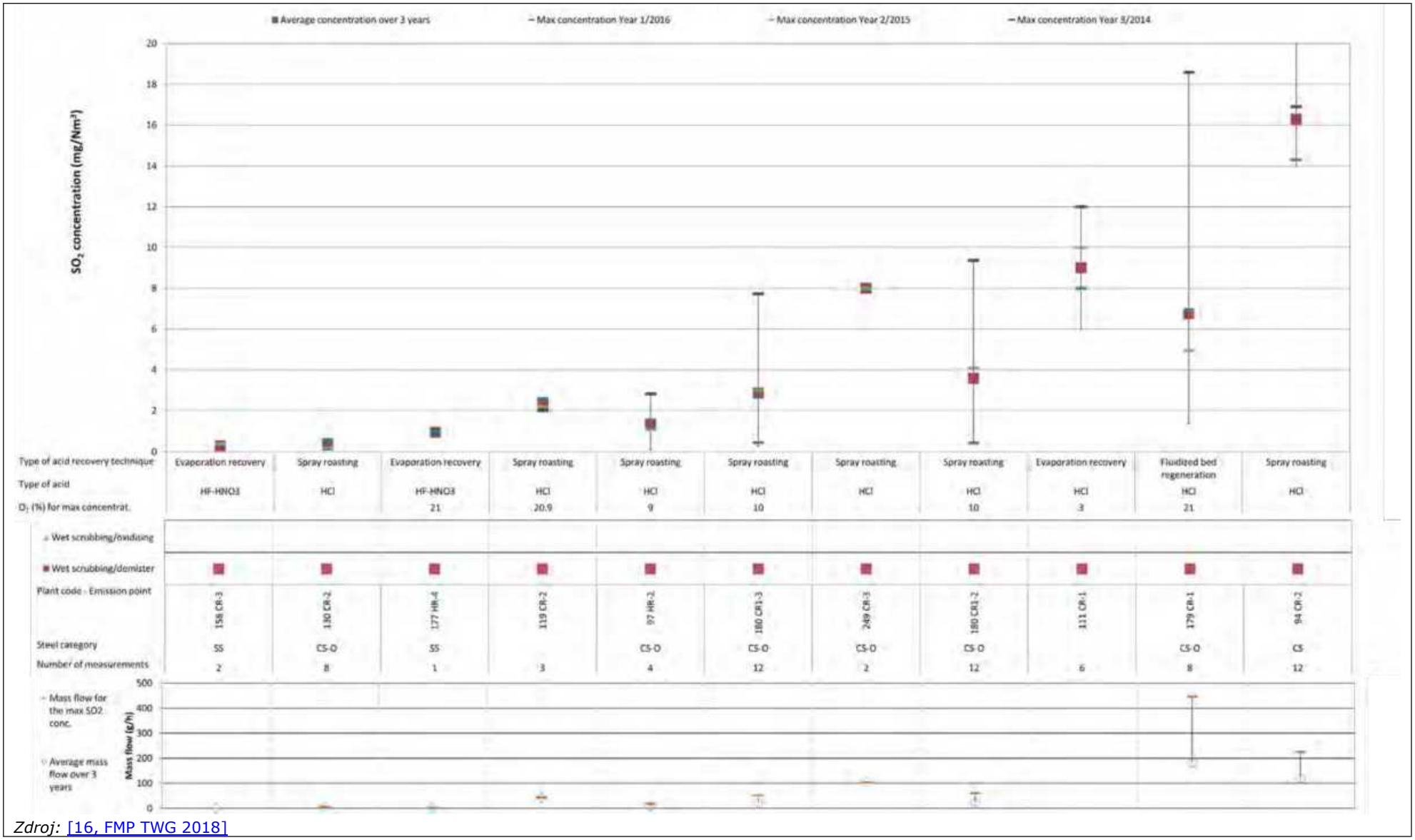
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.1: Emisie prachu zo zhodnotenia kyseliny (mg/Nm³)



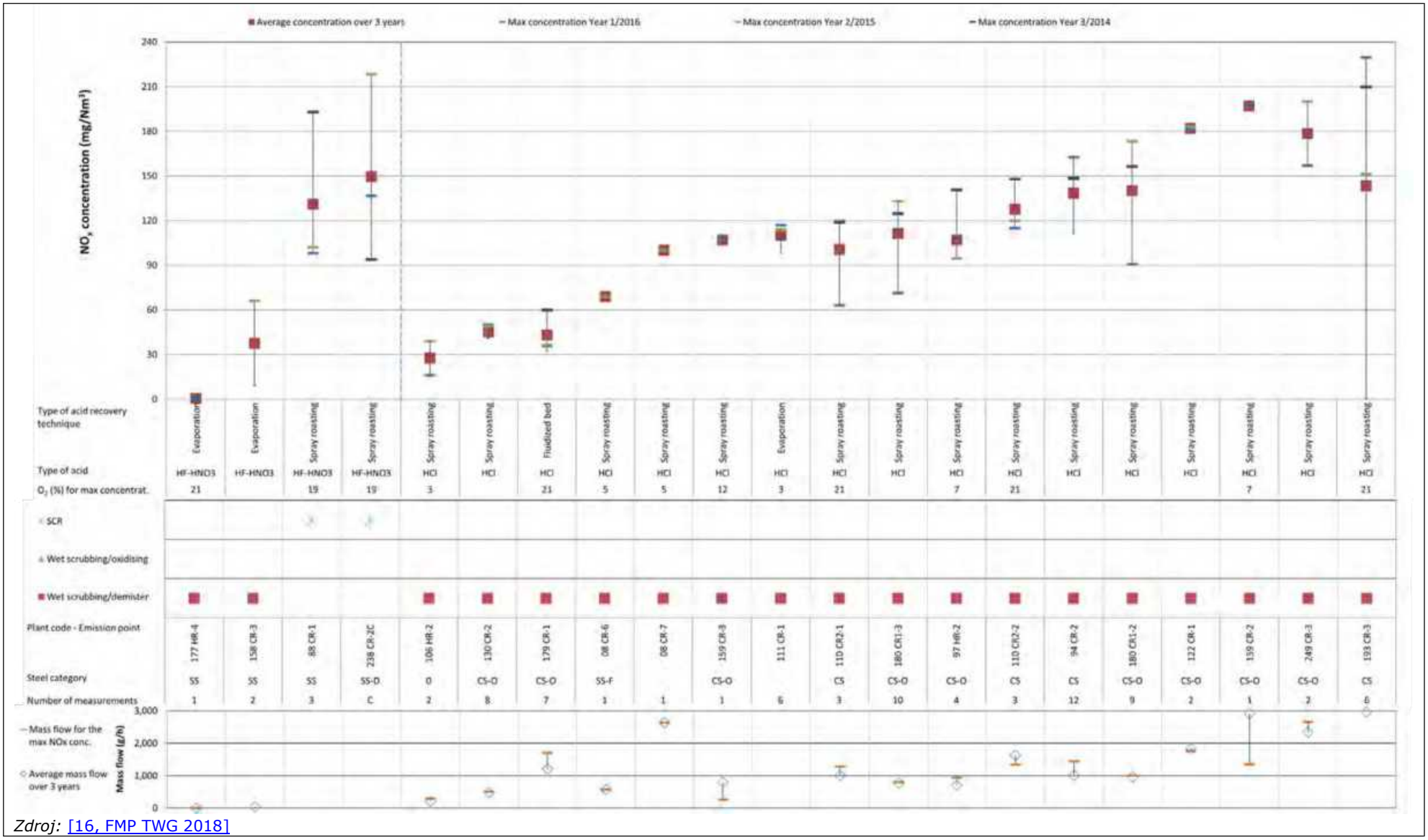
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.2: Emisie HCl zo zhodnotenia kyseliny (mg/Nm³)



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.3: Emisie SO_2 zo zhodnotenia kyseliny (mg/Nm^3)



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.4: Emisie NO_x zo zhodnotenia kyseliny (mg/Nm³)



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.5: Emisie HF zo zhodnotenia kyseliny (mg/Nm³)

7.2 Čistenie odpadových vôd z tokov z viac ako jedného odvetvia

7.2.1 Emisie do vody

Tento oddiel obsahuje informácie o emisiách do vody z čistiarní odpadových vôd spracúvajúcich odpadové vody pochádzajúce z jedného odvetvia FMP alebo pochádzajúce z viacerých odvetví FMP (spoločné čistiarne odpadových vôd). Ostatné toky z iných odvetví ako FMP môžu byť spracované spoločne, ale to sa v tomto dokumente zohľadňuje len vtedy, keď viac ako 50 % objemových tokov pochádza z procesov FMP.

Údaje týkajúce sa emisií do vody pozostávajú z troch oddielov. V hornej časti sa zobrazujú maximálne koncentrácie za každý z troch rokov vykazovania a priemerná hodnota získaná za obdobie vykazovania. Pod osou x sú uvedené informácie ako miesto vypúšťania, odvetvie FMP a počet uvedených meraní. V prípade, že vypúšťanie odpadových vôd obsahuje aj odpadové vody z iných odvetví ako FMP, je to špecifikované v grafe. Pre miesta vypúšťania patriace do odvetvia FMP sa uvádza kategória ocele. Pre miesta vypúšťania patriace k CWWTP sa nezohľadňovali vypúšťania s menej ako 50 % podielom odvetvia FMP. V grafe sa taktiež zobrazujú priemerné hodnoty hmotnostného toku, buď za maximálnu koncentráciu dosiahnutú počas obdobia vykazovania, alebo priemer za rok, v ktorom bola dosiahnutá maximálna koncentrácia. Dolná časť grafu poskytuje informácie o použitých kandidátoch BAT. Všetky obrázky sú zoradené vzostupne podľa maximálnych hodnôt koncentrácie za tri prevádzkové roky.

Tabuľka 7.1: Priame emisie do vody z valcovní na valcovanie za tepla (HR), valcovanie za studena (CR), prevádzok na ťahanie drôtu (WD), nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu (HDC) a zo spoločných čistiarní odpadových vôd

		HR		CR		WD		HDC		CWWTP	
Látka/parameter		**Počet emisných bodov**	**Rozsah koncentrácie (mg/l)[1]**	**Počet emisných bodov**	**Rozsah koncentrácie (mg/l) [1]**	**Počet emisných bodov**	**Rozsah koncentrácie (mg/l) [1]**	**Počet emisných bodov**	**Rozsah koncentrácie (mg/l) [1]**	**Počet emisných bodov**	**Rozsah koncentrácie (mg/l) [1]**
Celkové nerozpustené tuhé látky (TSS)		29	2,3 – 200	12	2,3 – 27,4	3	6,0 – 14,7	4	2,2 – 15,4	8	1,3 – 51,5
Celkový obsah organického uhlíka (TOC)		11	1,6 – 8,9	2	8,3 – 9,9	NI	NI	1	0,04	2	7,3 – 8,5
Chemická spotreba kyslíka (ChSK)		28	4,7 – 130	10	11,7 – 178	NI	NI	7	11,7 – 117	12	8,9 – 194
Uhľovodíkový index (HOI)		18	0,1 – 2,7	8	0,09 – 11,6	NI	NI	1	0,5	5	0,1 – 3,3
Kovy	Cd	25	0,1 – 15 µg/l	5	0,2 – 5 µg/l	NI	NI	2	0,3 – 5 µg/l	8	0,1 – 10 µg/l
	Cr	40	0,002 – 0,15	16	0,002 – 0,10	NI	NI	8	0,002 – 0,07	13	0,001 – 1,4
	Cr(VI)	10	2,8 – 50 µg/l	9	1,0 – 86,7 µg/l	1	0,01 µg/l	6	1,0 – 24,2 µg/l	7	5,7 – 358 µg/l
	Fe	38	0,01 – 9,9	18	0,01 – 43,6	NI	NI	10	0,1 – 2,2	12	0,1 – 6,7
	Hg	16	0,01 – 10 µg/l	3	0,07 – 0,3 µg/l	NI	NI	2	0,1 – 0,7 µg/l	3	1,0 – 1,5 µg/l
	Ni	41	0,01 – 1,1	15	0,004 – 0,2	NI	NI	6	0,004 – 0,02	13	0,001 – 0,4
	Pb	29[2]	0,1 – 42,7 µg/l	7	0,2 – 8,7 µg/l	2	1,0 – 5,7 µg/l	3	3,5 – 10,0 µg/l	13	0,6 – 67,2 µg/l
	Sn	NI	NI	NI	NI	NI	NI	1	0,0001	3	0,07 – 0,1
	Zn	4	0,02 – 0,2	1	0,02	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Celkový fosfor (P)		18	0,06 – 3,0	NI	NI	NI	NI	NI	NI	11	0,03 – 5,7
Fluorid (F^-)		9	0,1 – 26,7	3	4,3 – 8,6	NI	NI	NI	NI	6	0,5 – 8,0

Rozsahy koncentrácií zodpovedajú priemerným hodnotám za tri roky vykazovania meraní.

[1]Okrem prípadov, keď je uvedené, že koncentrácia je vyjadrená v µg/l.

[2]Celkovo tri valcovne na valcovanie za tepla v zbere údajov (267 HR, 268 HR, 269 HR) uviedli výrobu automatovej ocele s emisnými koncentráciami olova v rozmedzí od 4 do 88 µg/l (pozri obrázok 7.32).

NI: Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

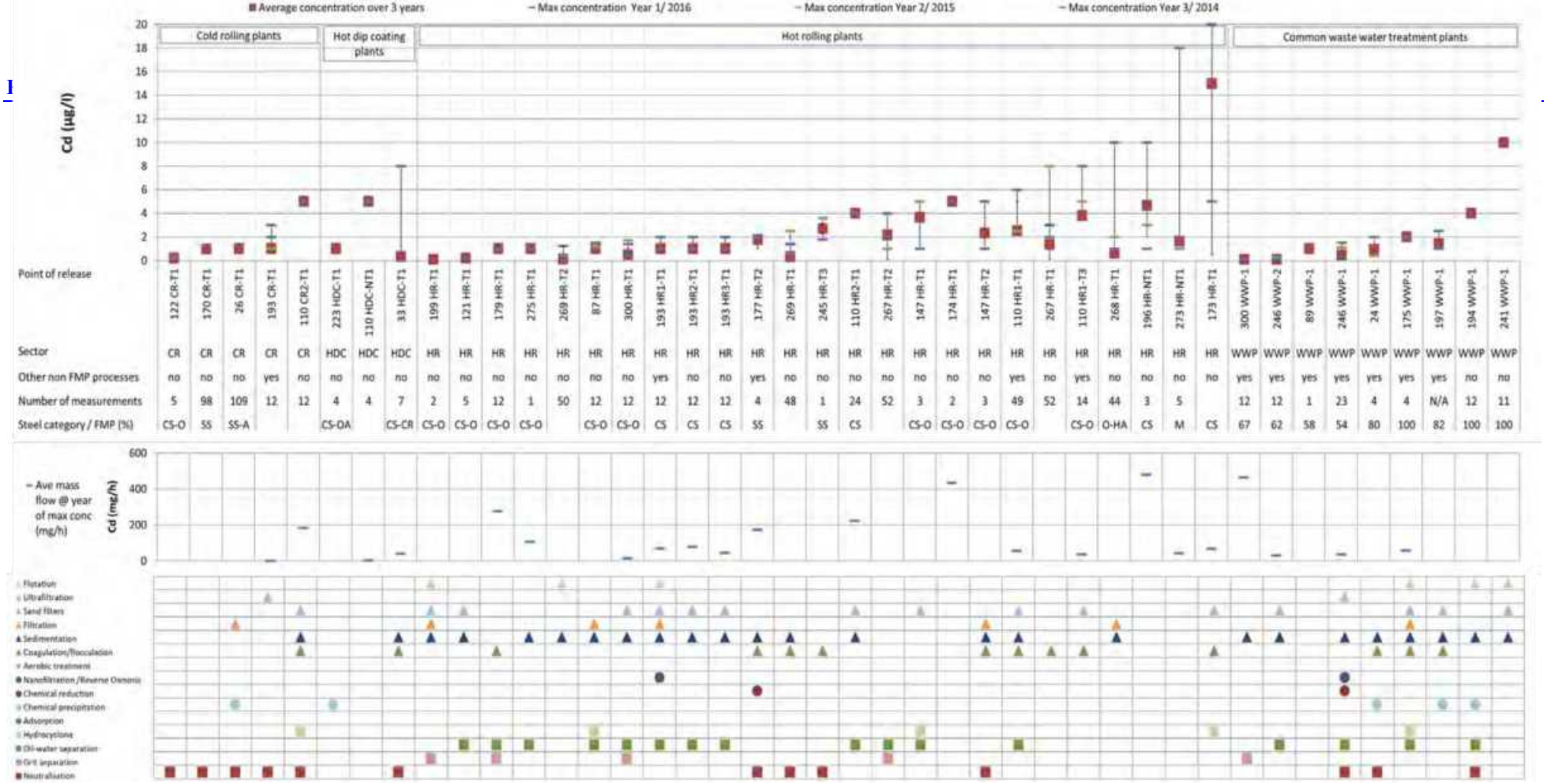
Tabuľka 7.2: Nepriame emisie do vody z valcovní na valcovanie za tepla (HR), valcovanie za studena (CR), prevádzok na ťahanie drôtu (WD), nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu (HDC) a zo spoločných čistiarní odpadových vôd

		HR		CR		WD		HDC		CWWTP	
Látka/parameter		**Počet emisných bodov**	**Rozsah koncentrácie (mg/l)[1]**	**Počet emisných bodov**	**Rozsah koncentrácie (mg/l)[1]**	**Počet emisných bodov**	**Rozsah koncentrácie (mg/l)[1]**	**Počet emisných bodov**	**Rozsah koncentrácie (mg/l)[1]**	**Počet emisných bodov**	**Rozsah koncentrácie (mg/l)[1]**
Celkové nerozpustené tuhé látky (TSS)		13	8,0 – 374	7	4,0 – 437	1	3,0 – 62	6	7,0 – 79	4	27,0 – 88
Celkový obsah organického uhlíka (TOC)		7	3,1 – 18,4	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Chemická spotreba kyslíka (ChSK)		12	13,0 – 546	2	28,0 – 546	NI	NI	NI	NI	2	110 – 1 580
Uhľovodíkový index (HOI)		11	0,07 – 3,6	2	1,7 – 5,5	NI	NI	6	0,1 – 6,5	4	0,2 – 2,0
Kovy	Cd	8	0,2 – 10,0 µg/l	1	20,0 µg/l	NI	NI	2	2 – 7,1 µg/l	4	0,3 – 8,7 µg/l
	Cr	21	0,0004 – 2,4	7	0,02 – 0,3	NI	NI	2	0,2 – 0,3	7	0,001 – 0,03
	Cr(VI)	2	5,0 – 7,0 µg/l	6	10,0 – 100 µg/l	2	0,01 – 156 µg/l	NI	NI	2	10 µg/l
	Fe	17	0,1 – 15,4	7	0,2 – 4,7	NI	NI	1	5,8	5	0,03 – 3,2
	Hg	12	0,02 – 10 µg/l	1	25 µg/l	NI	NI	1	1,0 µg/l	4	0,1 – 10,0 µg/l
	Ni	22	0,0004 – 2,2	6	0,08 – 0,6	NI	NI	2	0,02 – 0,08	7	0,01 – 0,1
	Pb	17	4,8 – 270 µg/l	2	100 – 123 µg/l	NI	NI	2	23,0 – 53,3 µg/l	5	0,3 – 69,1 µg/l
	Sn	NI	NI	NI	NI	NI	NI	1	0,1	2	0,01 – 0,2
	Zn	21	0,01 – 345	6	0,05 – 0,4	NI	NI	6	0,7 – 1,5	7	0,001 – 0,9
Celkový fosfor (P)		11	0,08 – 5,2	NI	NI	NI	NI	NI	NI	2	0,4 – 3,5
Fluorid (F^-)		4	0,4 – 4,7	1	14,5	NI	NI	NI	NI	2	0,08 – 4,7

Rozsahy koncentrácií zodpovedajú priemerným hodnotám za tri roky vykazovania meraní.
[1]Okrem prípadov, keď je uvedené, že koncentrácia je vyjadrená v µg/l.
NI: Neboli poskytnuté žiadne informácie.
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Na obrázkoch 7.6 až 7.43 sú zobrazené vykázané údaje o emisiách do vody za priame a nepriame vypúšťanie podľa jednotlivých znečisťujúcich látok.

Schéma zobrazujúca príklady priamych a nepriamych vypúšťaní vo všeobecnom systéme odpadových vôd je uvedená na obrázku 11.1. Rôzne usporiadania čistiacich liniek v bežnej čistiarni odpadových vôd sú znázornené v schéme obrázka 11.2. Skratky použité na obrázkoch možno nájsť v oddiele V slovníka.

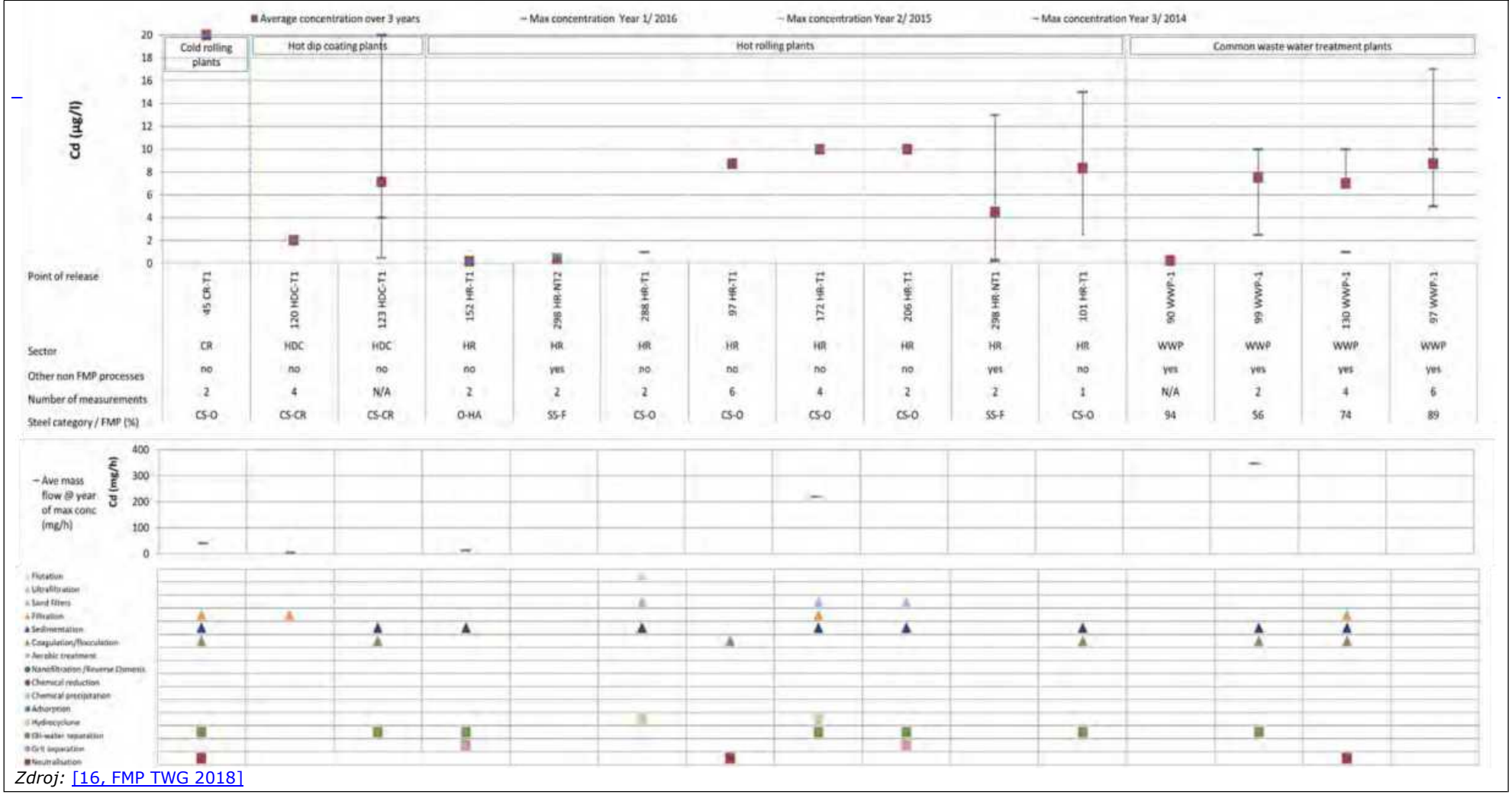


Hodnoty príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (mg/h)
197 WWP-1	34 555

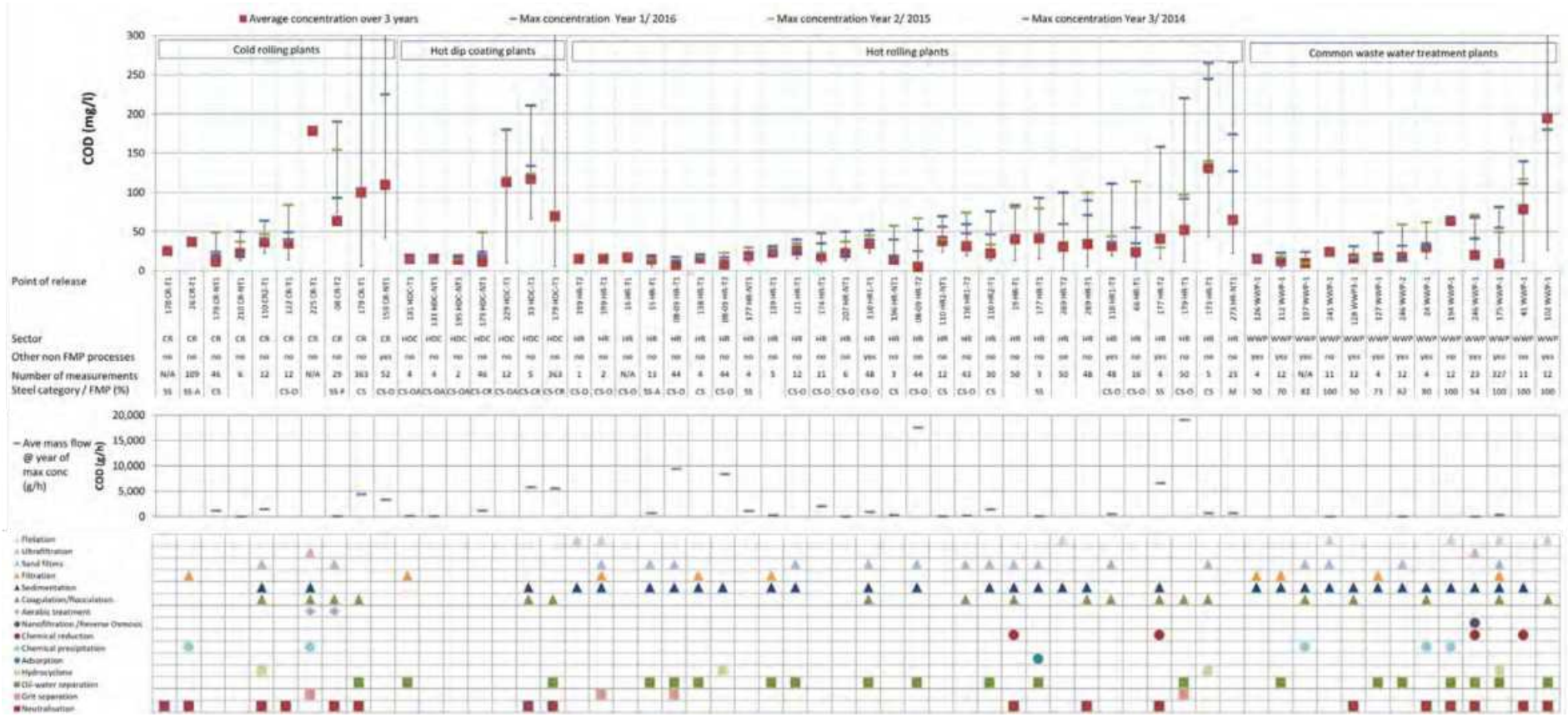
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.6: Emisie kadmia (µg/l) pri priamom vypúšťaní



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.7: Emisie kadmia (µg/l) pri nepriamom vypúšťaní



Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (g/h)
197 WWP-1					111 939
41 WWP-1					122 695
229 HDC-T1					92 095
179 CR-T1		730,0	730,0	730,0	
159 CR-NT1		530,0	730,0		
179 HDC-T1		730,0	340,0		
102 WWP-1			950,0	663,0	30 742

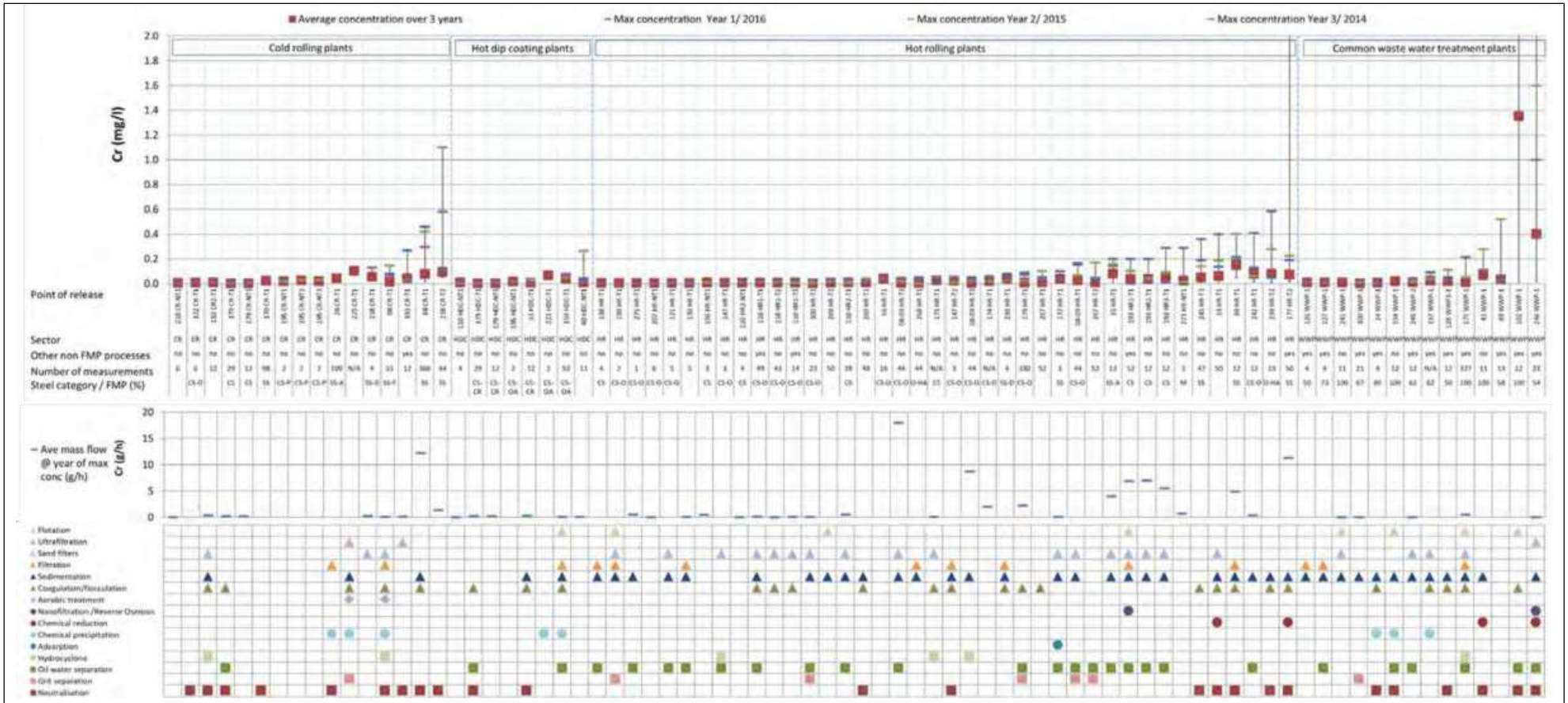
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.8: Emisie ChSK (mg/l) pri priamom vypúšťaní



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.9: Emisie ChSK (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní

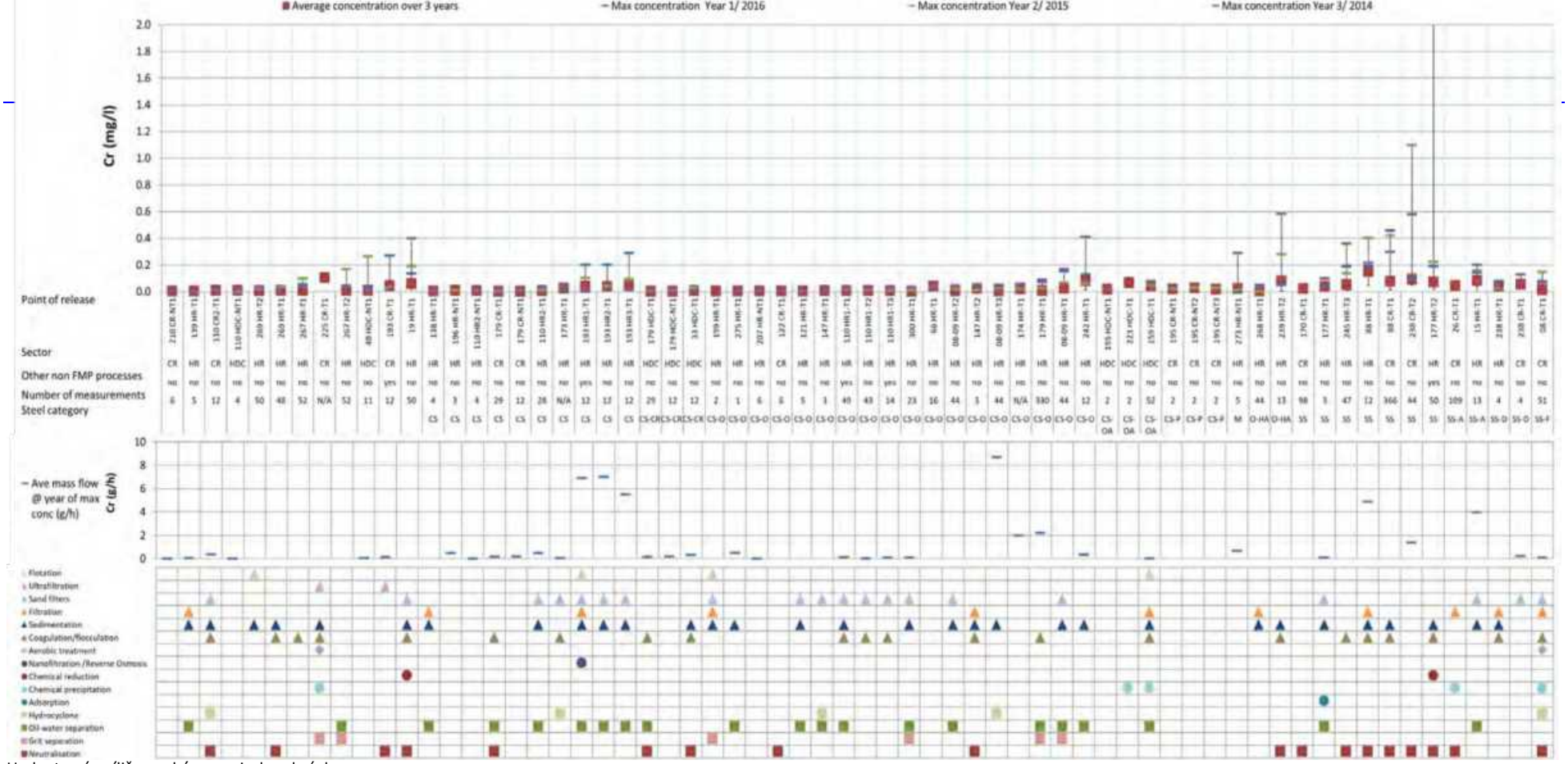


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (g/h)
197 WWP-1					488,0
08-09 HR-T1					42,5
41 WWP-1					116,0
245 HR-T3					105,0
177 HR-T2				3,1	
102 WWP-1		4.1	7,8	2,4	366,0
246 WWP-1		8,3			

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.10: Emisie chrómu (mg/l) pri priamom vypúšťaní

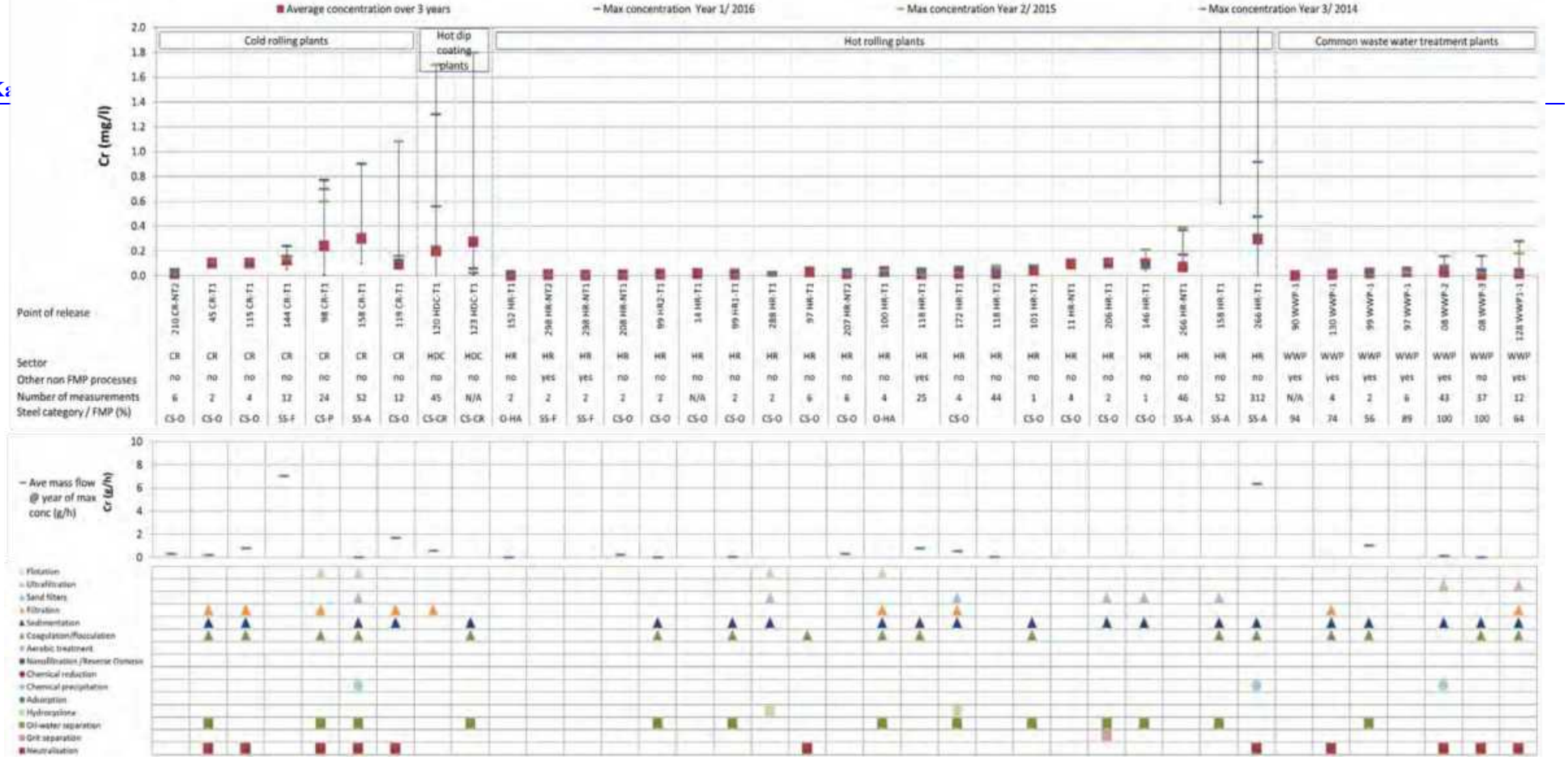


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (g/h)
08-09 HR-T1					42,5
177 HR-T2				3,1	
245 HR-T3					105,0

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.11: Emisie chrómu (mg/l) pri priamom vypúšťaní (zoradené podľa kategórie ocele)



Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (g/h)
98 CR-T1					43,0
158 HR-T1	2,4	5,9			
266 HR-T1			6,7		

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.12: Emisie chrómu (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní

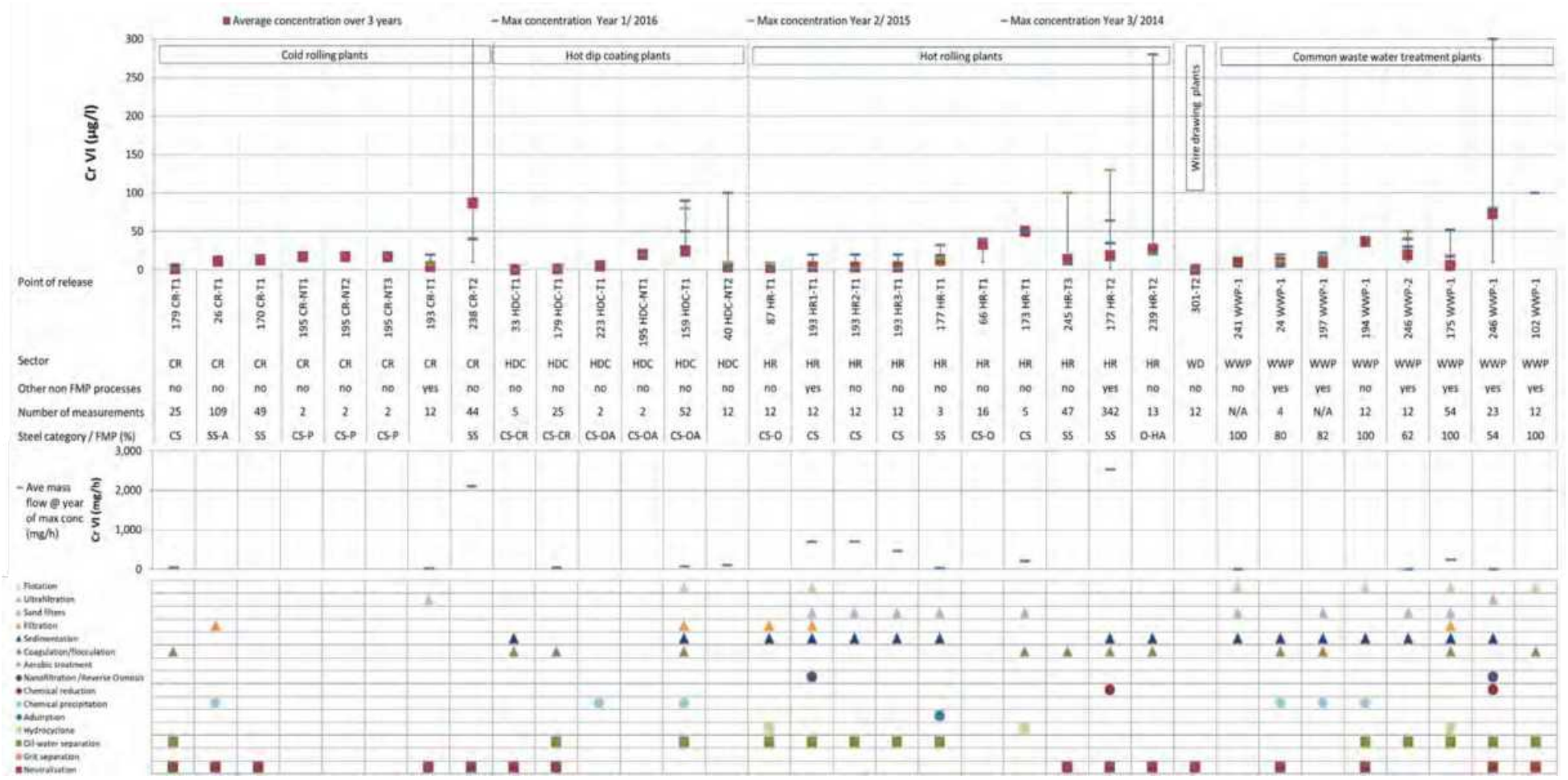


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (g/h)
98 CR-T1					43,0
158 HR-T1	2,4	5,9			
266 HR-T1			6,7		

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.13: Emisie chrómu (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní (zoradené podľa kategórie ocele))

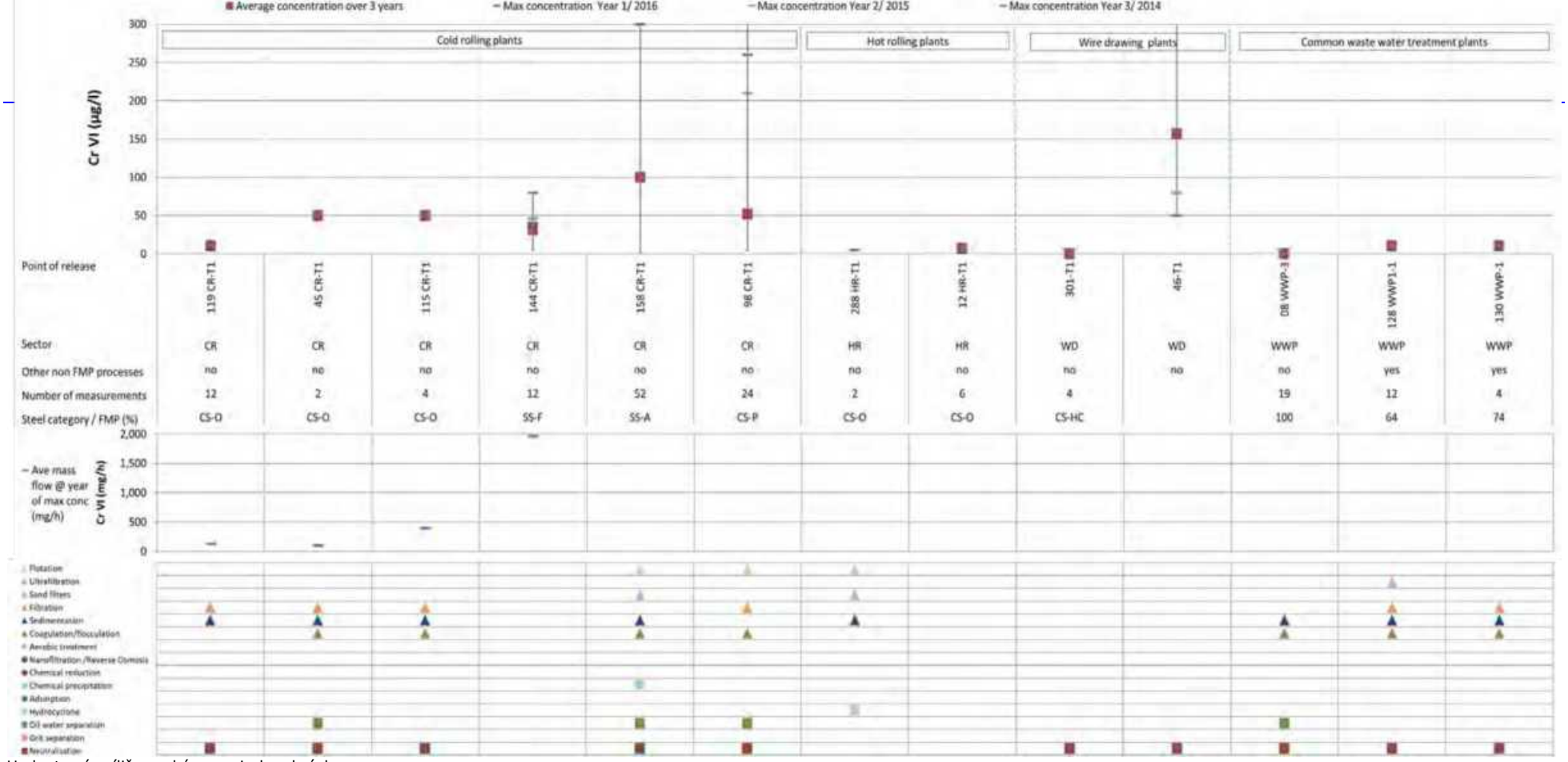


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (µg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (µg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (µg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (µg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (mg/h)
197 WWP-1					180 286
245 HR-T3					30 324
238 CR-T2			2 800	930,0	
102 WWP-1	358,7	2 955	4 715		134 324

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.14: Emisie chrómu VI (mg/l) pri priamom vypúšťaní



Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (µg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (µg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (µg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (µg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (mg/h)
98 CR-T1		520,0			9 639
46-T1		920,0			

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.15: Emisie chrómu VI (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní

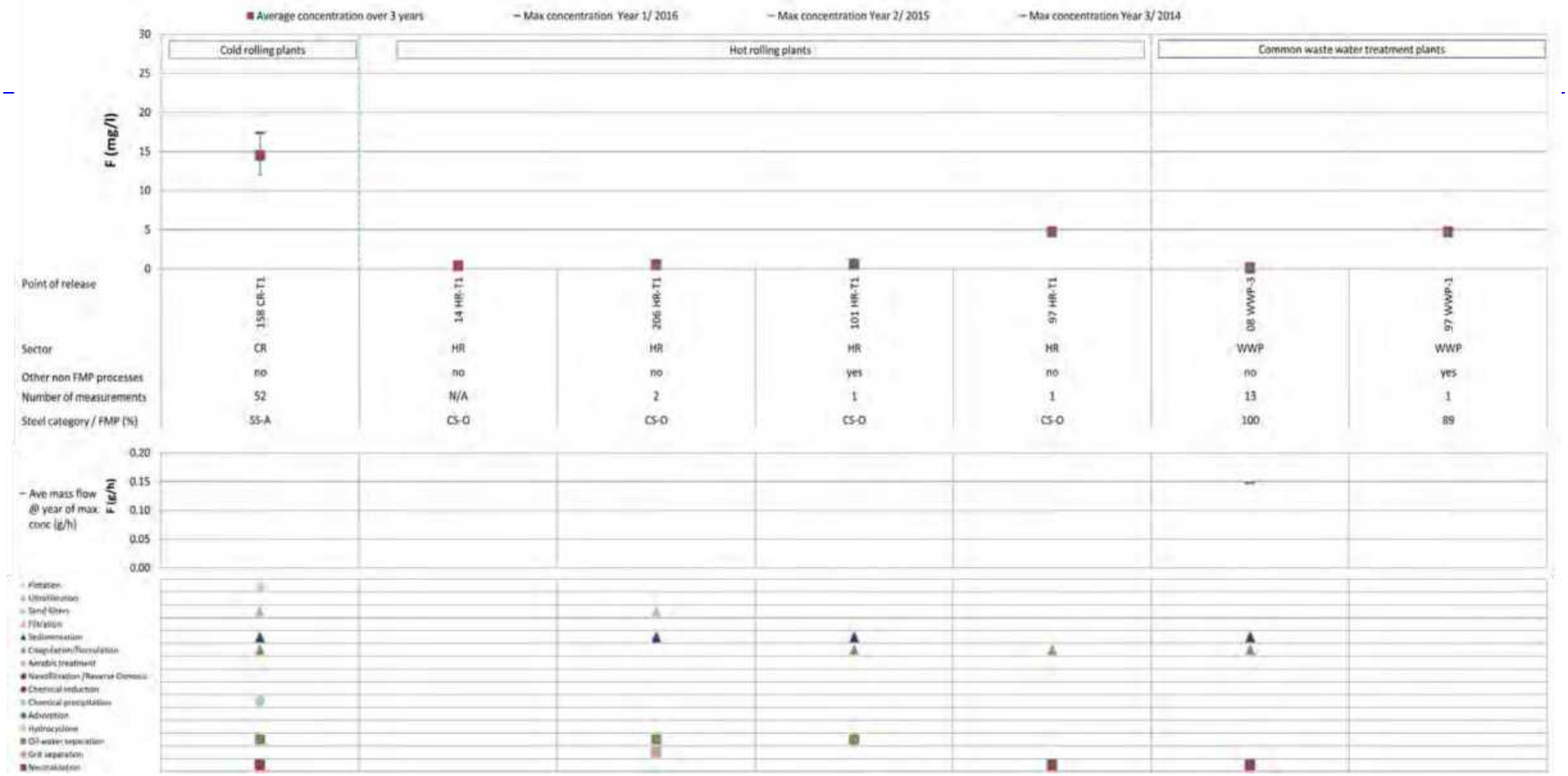


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (g/h)
197 WWP-1					6 513
121 HR-T1		34,0	32,0	34,0	
245 HR-T3			39,0		20 748
177 HR-T2			93,0		1 203

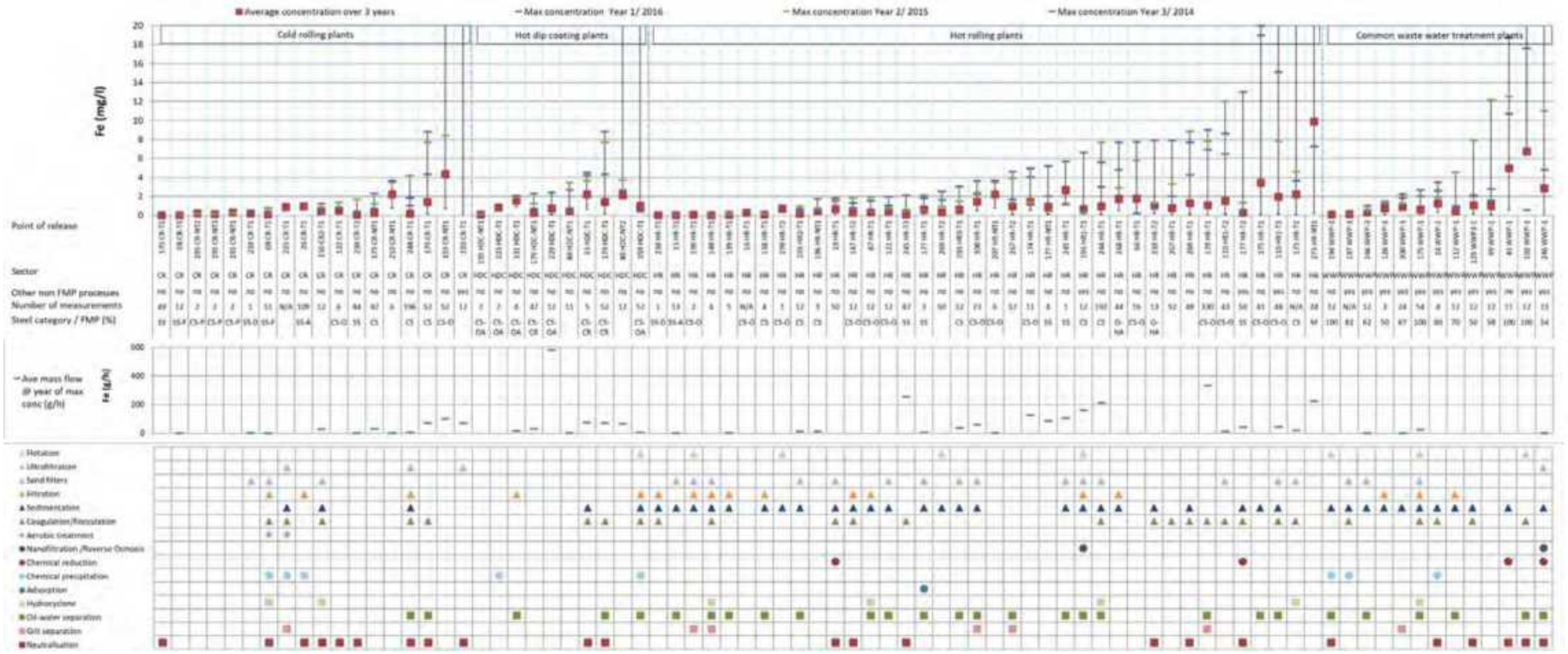
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.16: Emisie fluoridov (mg/l) pri priamom vypúšťaní



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.17: Emisie fluoridov (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní

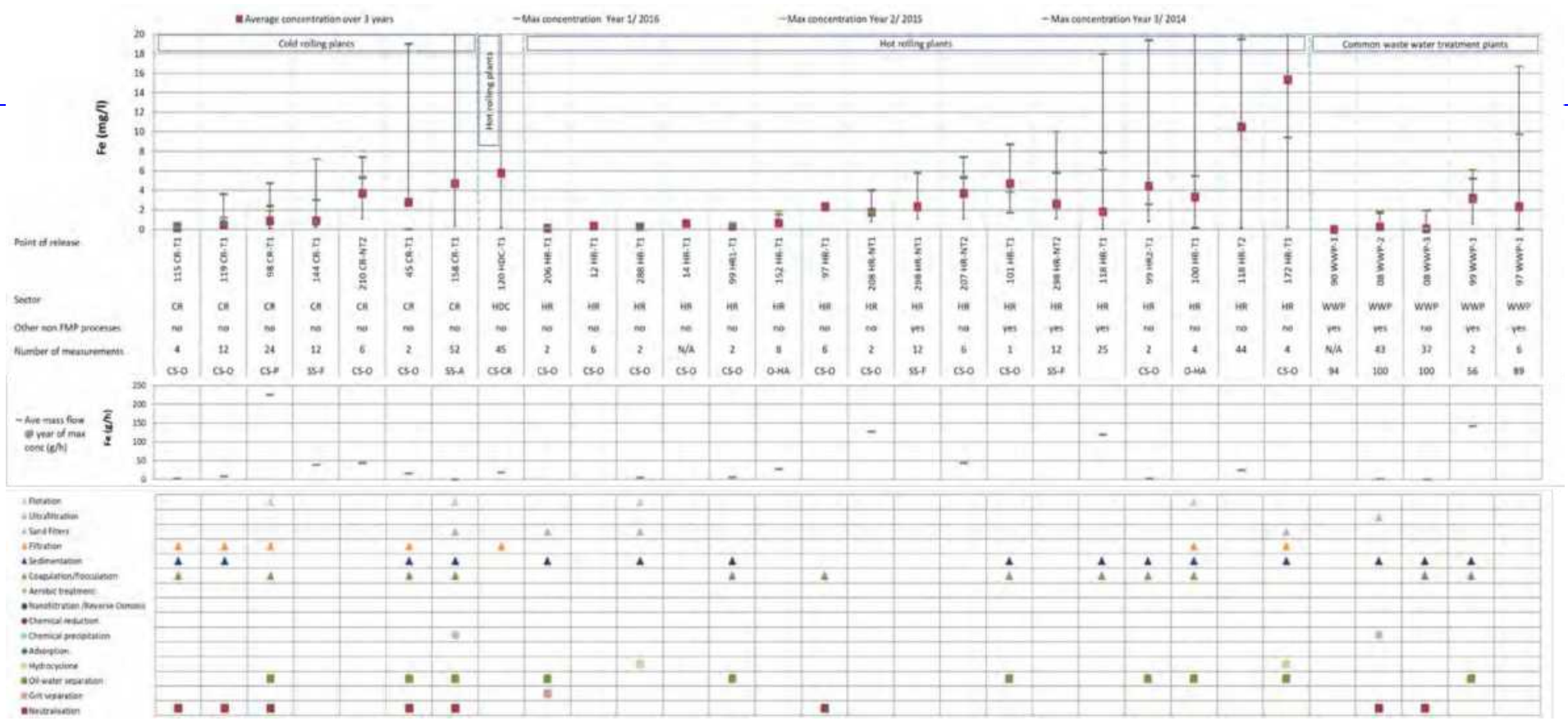


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (g/h)
197 WWP-1					2 554
41 WWP-1					8 464
110 HR1-T1				20,4	
173 HR-T1				22,4	
40 HDC-NT2				32,8	
159 CR-NT1		43,6		23,8	
102 WWP-1			52,5		1 914
273 HR-NT1			84,0	99,7	
246 WWP-1		100,0			
159 HDC-T1			120,0		
193 CR-T1	43,6	96,4	98,8	156,0	

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.18: Emisie železa (mg/l) pri priamom vypúšťaní

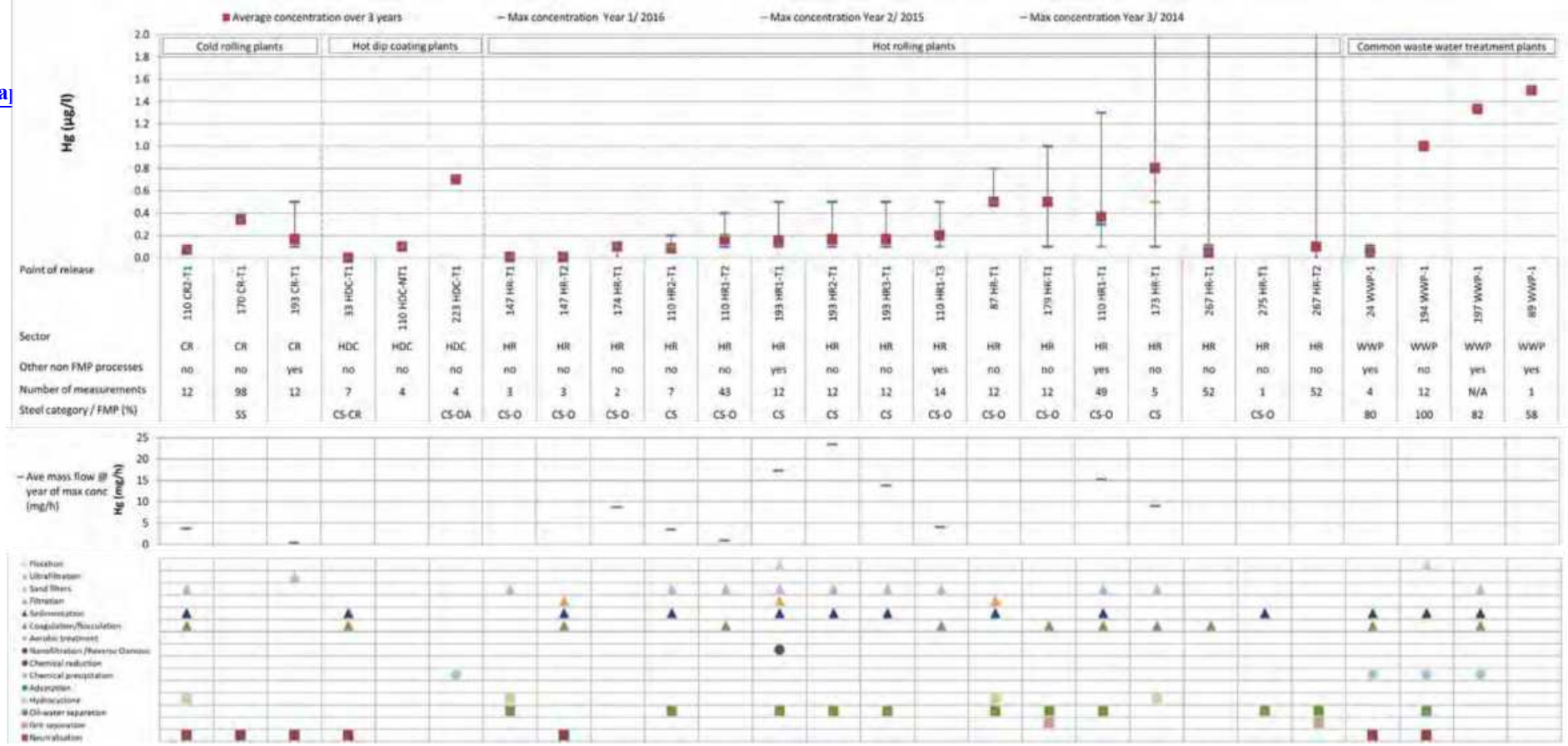


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (g/h)
100 HR-T1			23,3		
120 HDC-T1		20,3	37,8	21,8	
158 CR-T1		81,2			
118 HR-T2			99,5		
172 HR-T1		116,0	21,9		695

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.19: Emisie železa (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní

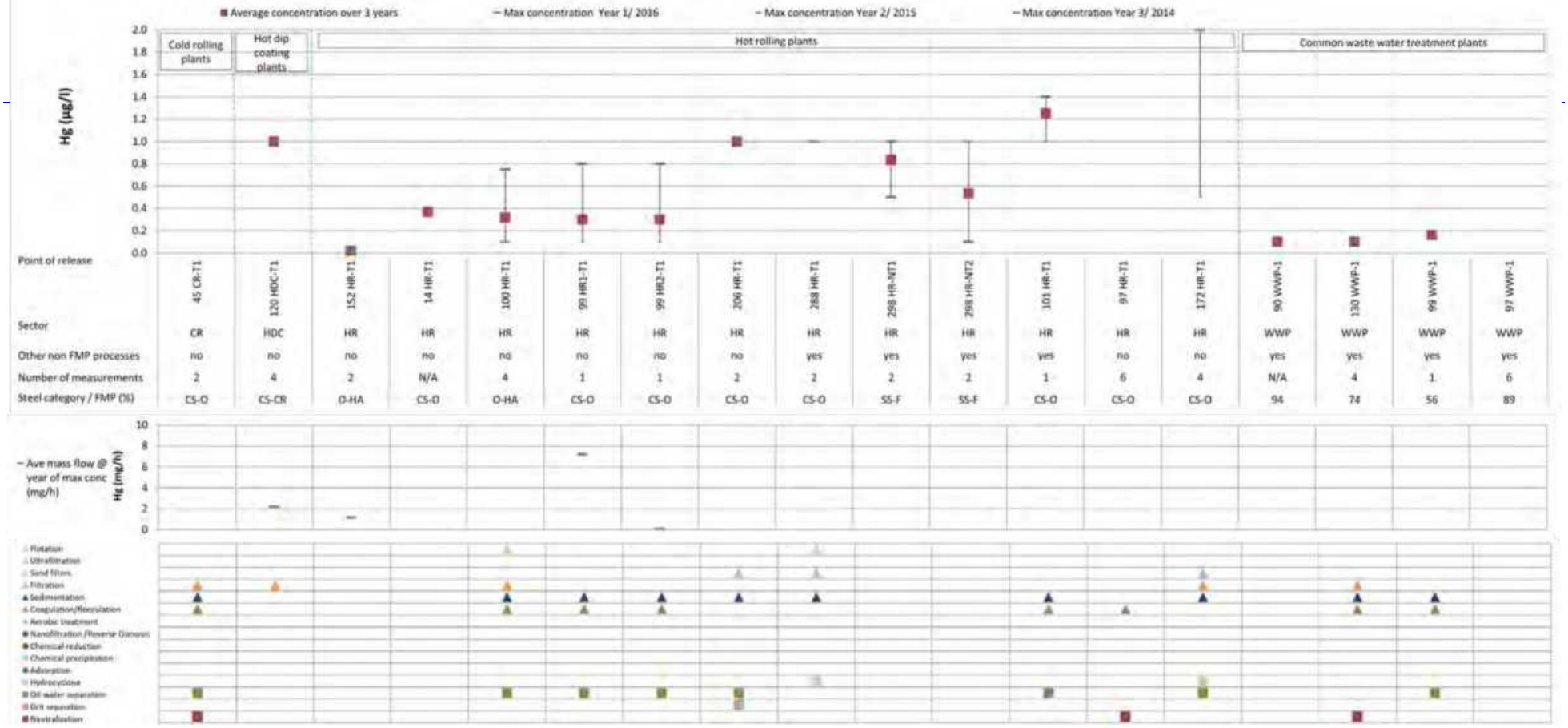


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (µg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (µg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (µg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (µg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (mg/h)
179 HR-T1					300,0
173 HR-T1		2,3			
267 HR-T1			2,5		
275 HR-T1	10,0	10,0	10,0	10,0	1 062
267 HR-T2		6,1	3,5	10,0	

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.20: Emisie ortuti (µg/l) pri priamom vypúšťaní

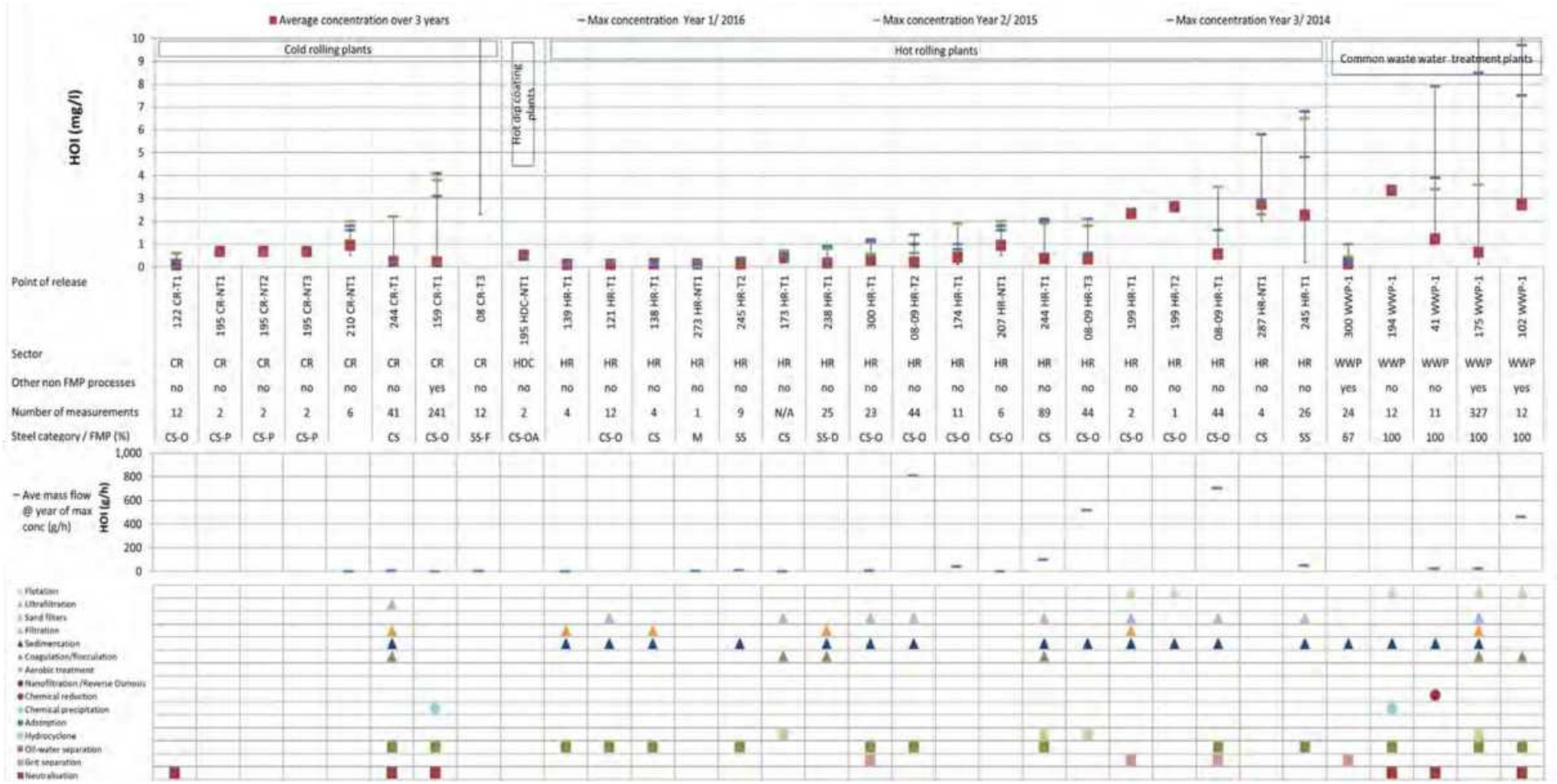


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (µg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (µg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (µg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (µg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (mg/h)
97 HR-T1	10,0				
97 WWP-1	10,0		10,0	10,0	
172 HR-T1	5,5	5,0	20,0		90,0
45 CR-T1	25,0	25,0	25,0	25,0	50,0

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.21: Emisie ortuti (µg/l) pri nepriamom vypúšťaní

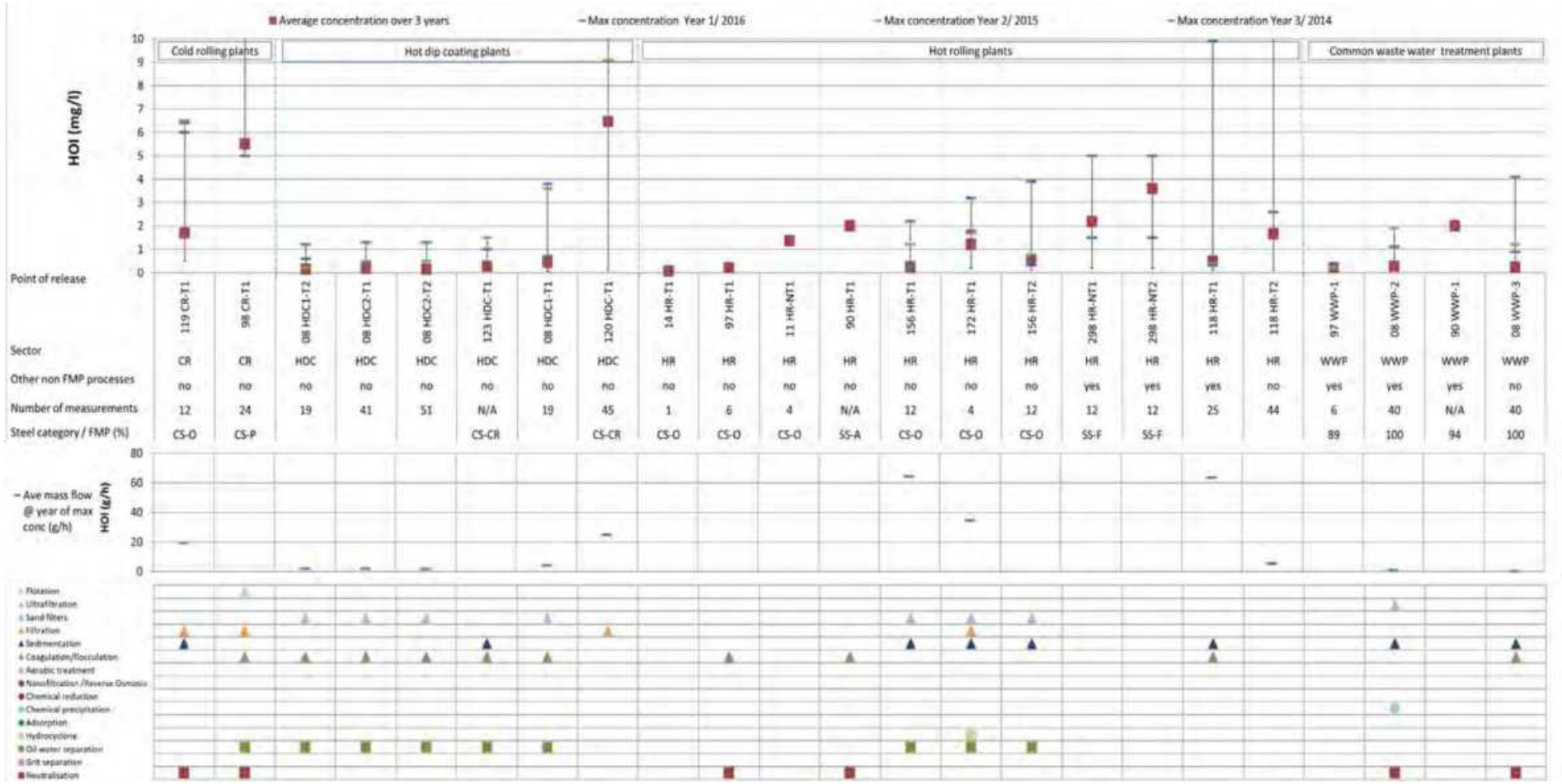


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/l)
102 WWP-1			18,5	
175 WWP-1		11,6		
08 CR-T3	11,6	16,1	19,3	18,0

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.22: Index emisií uhľovodíkových olejov (mg/l) pri priamom vypúšťaní

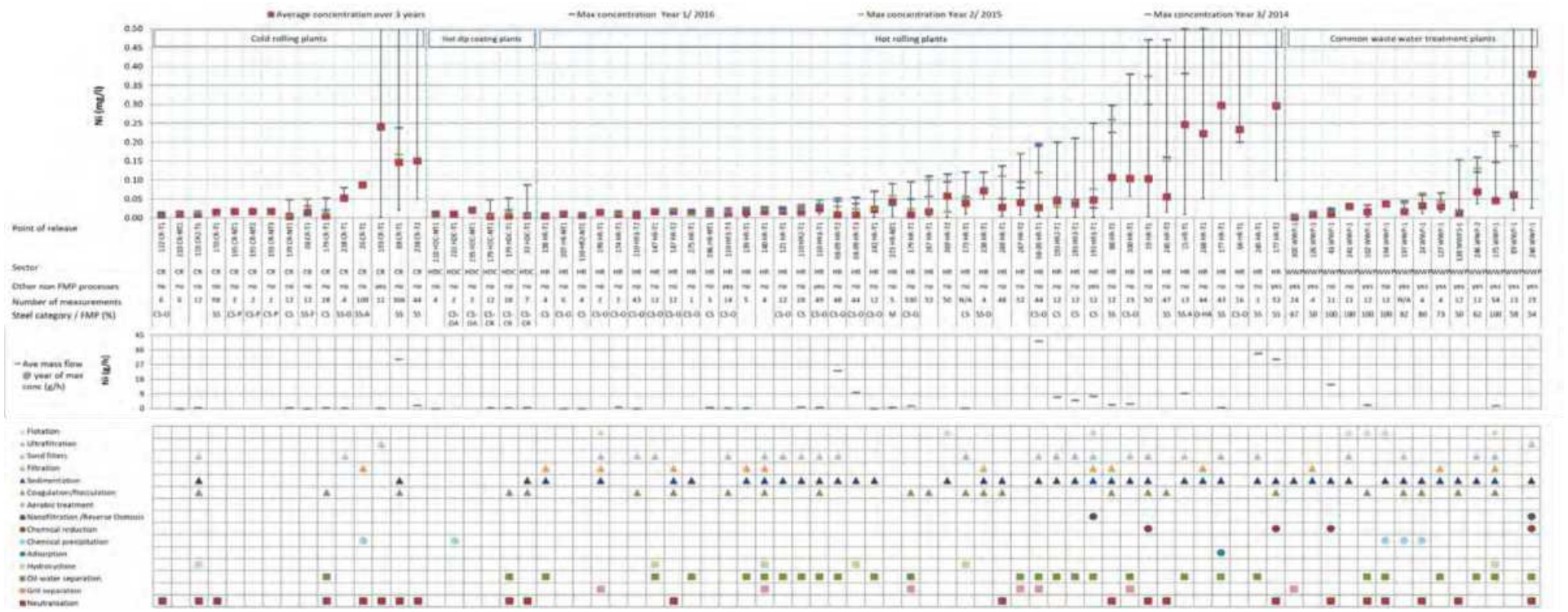


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (g/h)
156 HR-T2					504
120 HDC-T1				14,0	
98 CR-T1			39,0		1 307
118 HR-T2		24,8	82,0		

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.23: Index emisií uhľovodíkových olejov (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní

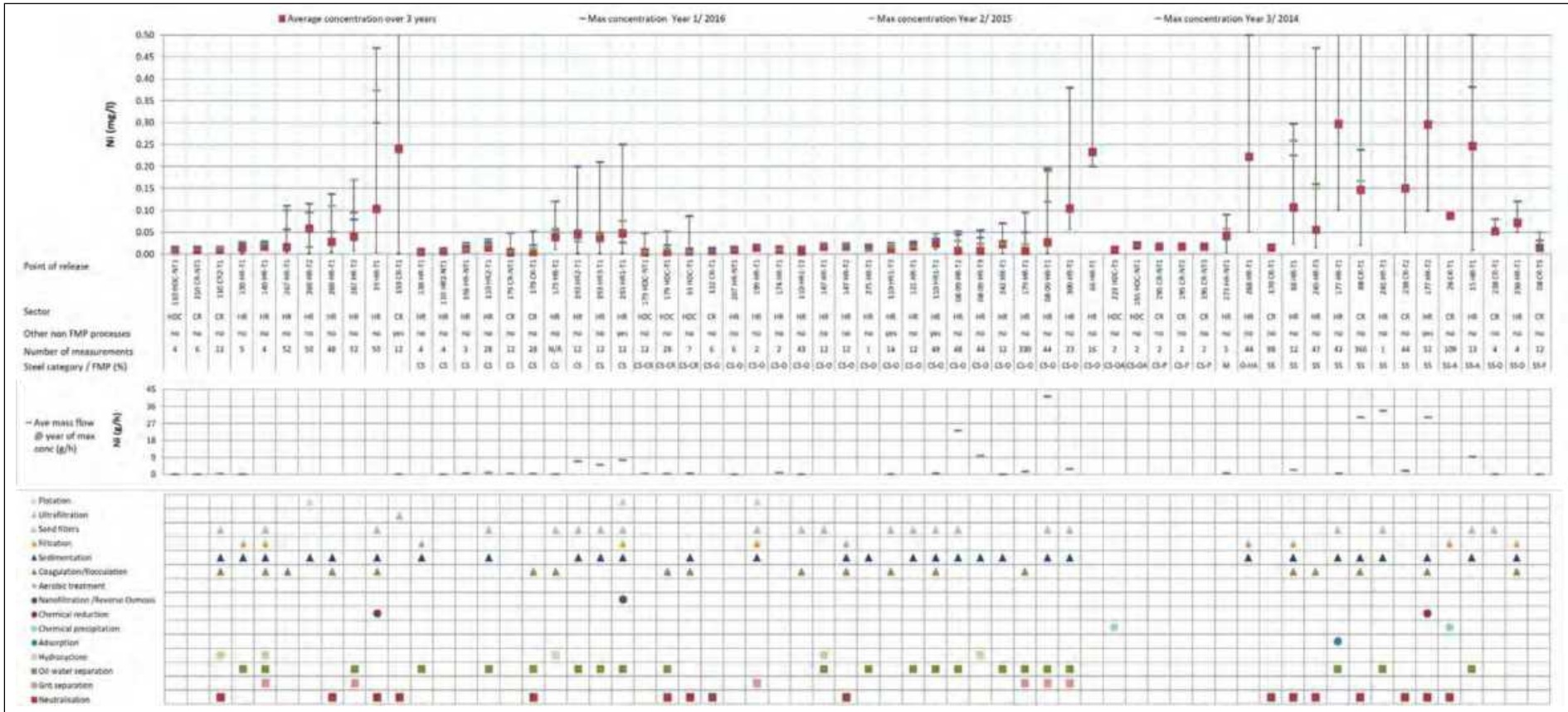


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (g/h)
197 WWP-1					300,0
245 HR-T3					147,0
89 WWP-1				0,7	
193 CR-T1		0,7	0,8	0,7	
268 HR-T1			0,6	0,8	
177 HR-T1		0,7	0,7	0,9	
88 CR-T1				0,9	
66 HR-T1		1,6			
245 HR-T1	1,1	1,8	0,8	0,6	
238 CR-T2		1,6	3,2	1,0	
177 HR-T2		0,7	0,9	4,2	
246 WWP-1		5,1	1,2	1,2	

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.24: Emisie niklu (mg/l) pri priamom vypúšťaní

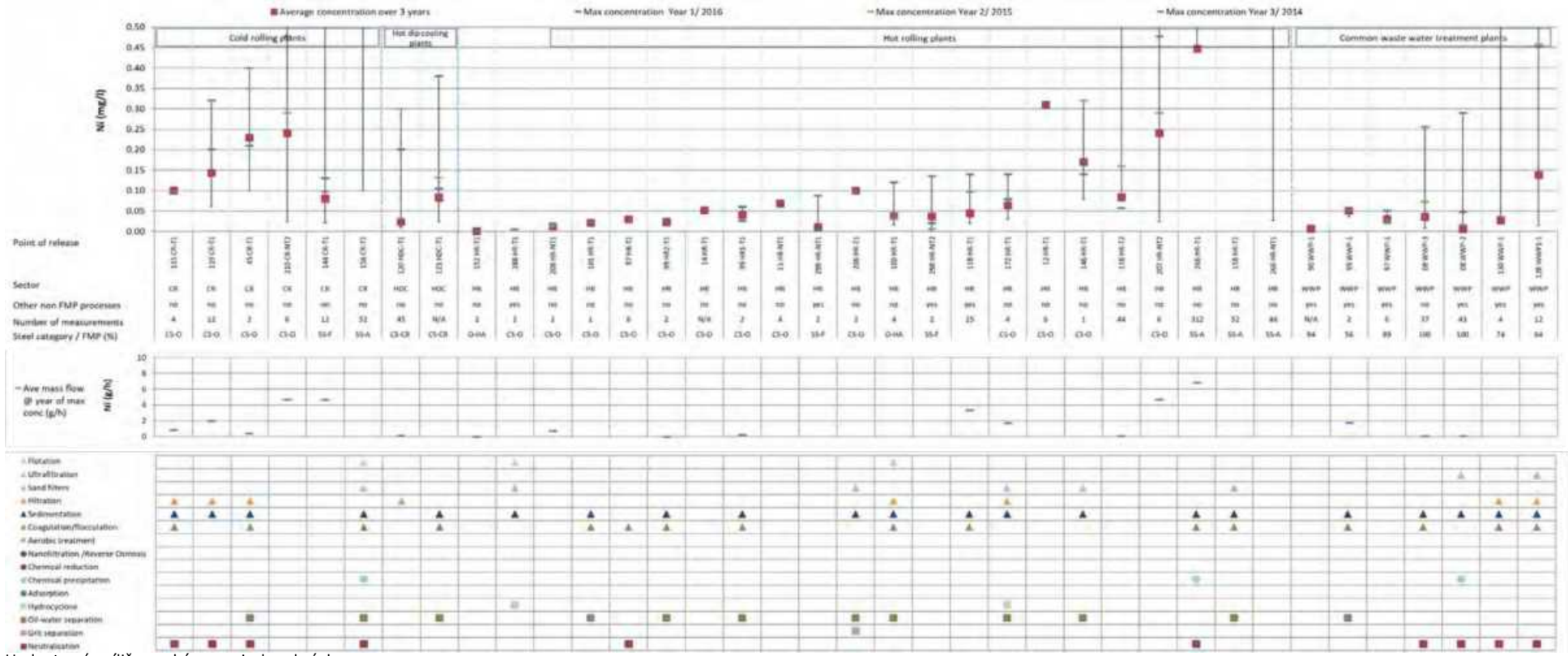


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (g/h)
245 HR-T3					147,0
193 CR-T1		0,8	0,8	0,7	
268 HR-T1			0,6	0,8	
177 HR-T1		0,7	0,7	0,9	
88 CR-T1				0,9	
66 HR-T1		1,6			
245 HR-T1	1,1	1,8	0,8	0,6	
238 CR-T2		1,6	3,2	1,0	
177 HR-T2		0,7	0,9	4,2	

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.25: Emisie niklu (mg/l) pri priamom vypúšťaní (zoradené podľa kategórie ocele)

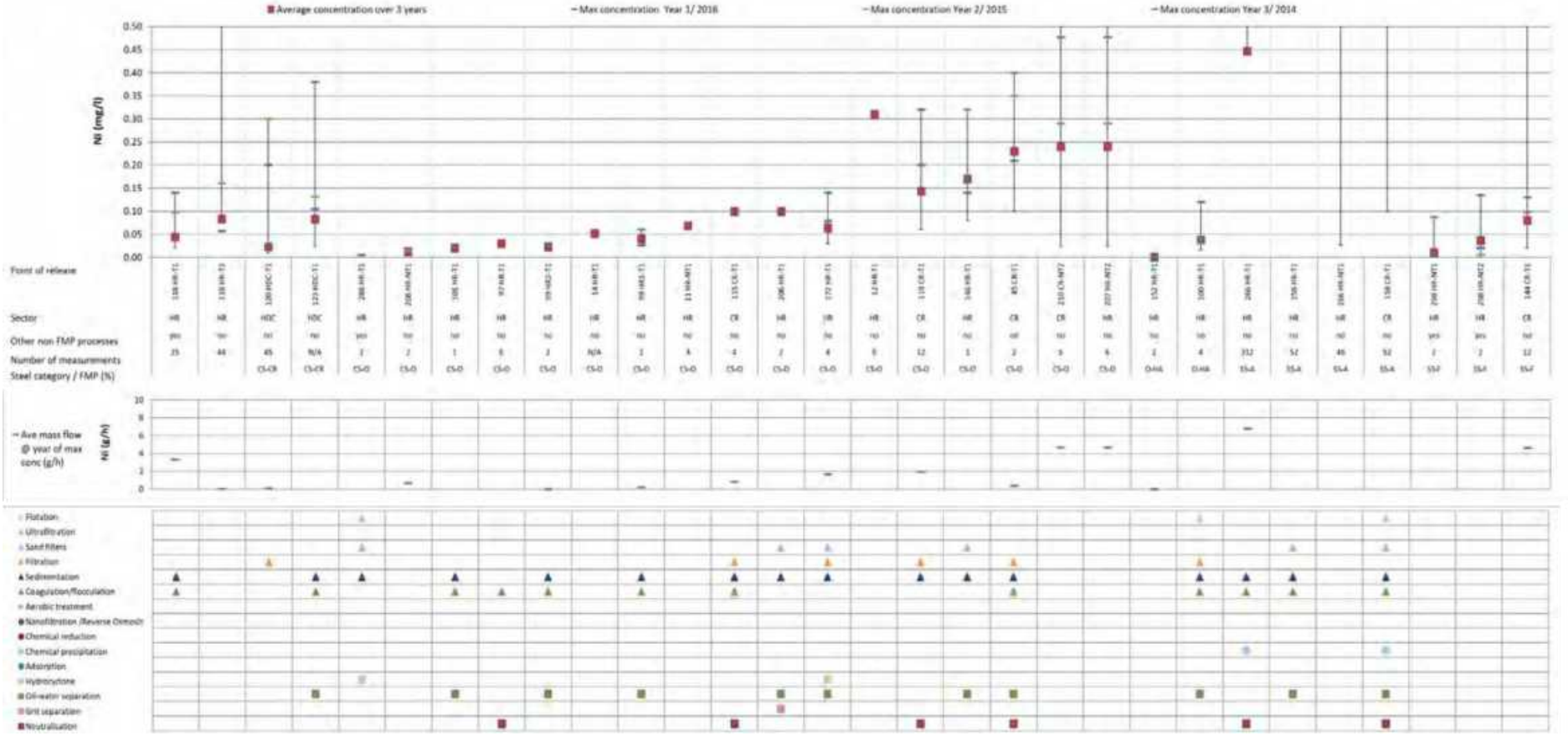


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (g/h)
118 HR-T2				0,6	
130 WWP-1		0,6			
128 WWP1-1				0,8	
207 HR-NT2		0,9			
210 CR-NT2		0,8			
144 CR-T1			1,2		
266 HR-T1		3,9	3,0	2,3	
158 HR-T1	1,8	5,5			
266 HR-NT1	2,2	5,9	6,3	8,4	
158 CR-T1	0,6	8,7			34,2

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.26: Emisie niklu (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní

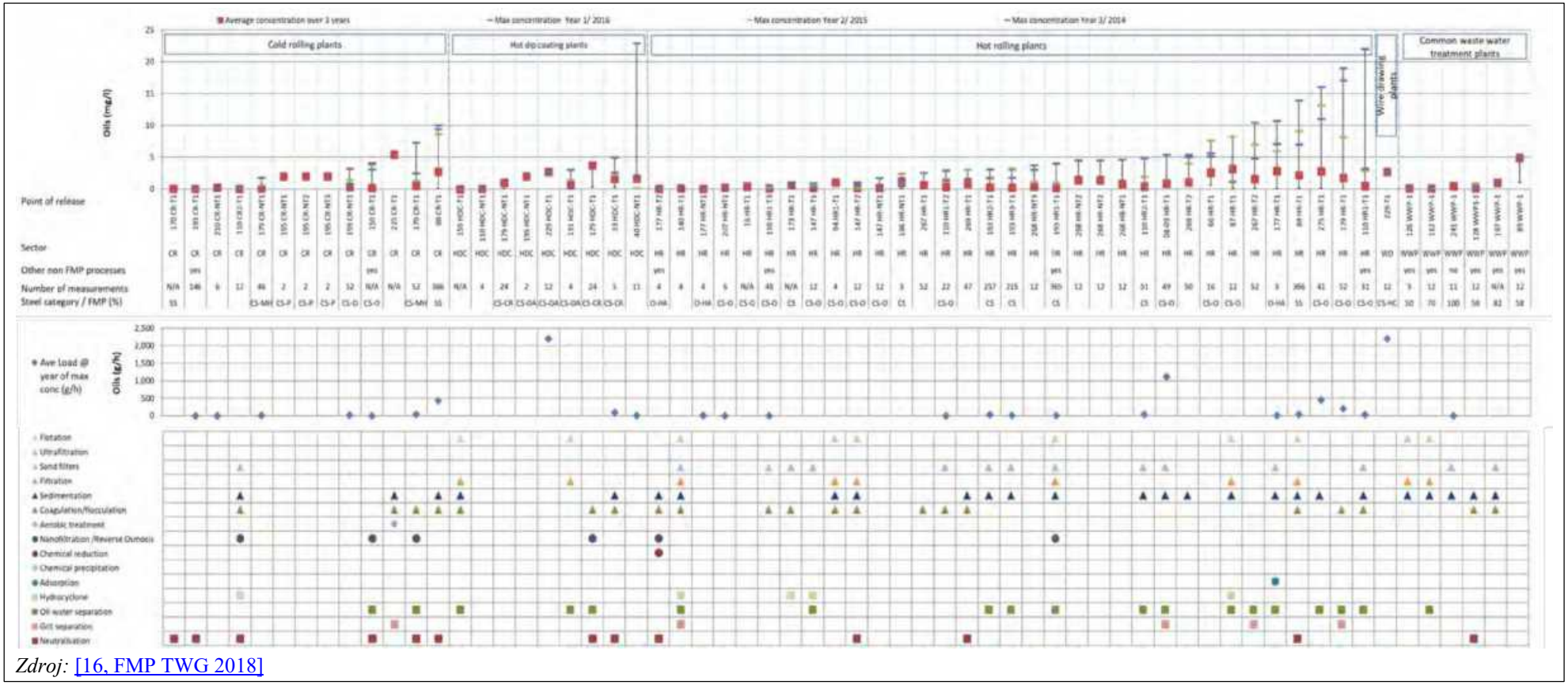


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (g/h)
118 HR-T2				0,6	
207 HR-NT2		0,9			
210 CR-NT2		0,9			
144 CR-T1			1,2		
266 HR-T1		3,8	3,1	2,3	
158 HR-T1	1,8	5,5			
266 HR-NT1	2,2	5,9	6,3	8,4	
158 CR-T1	0,6	8,7			34,2

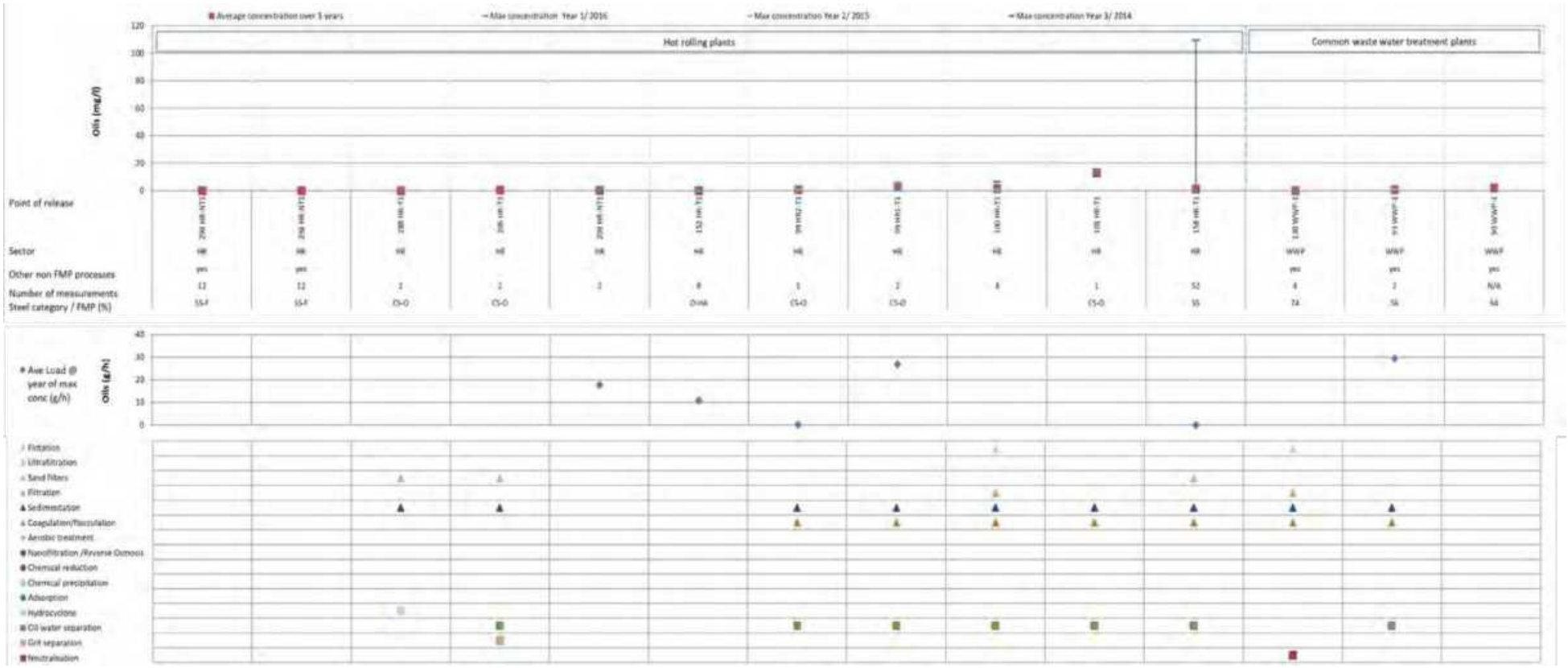
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.27: Emisie niklu (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní (zoradené podľa kategórie ocele)



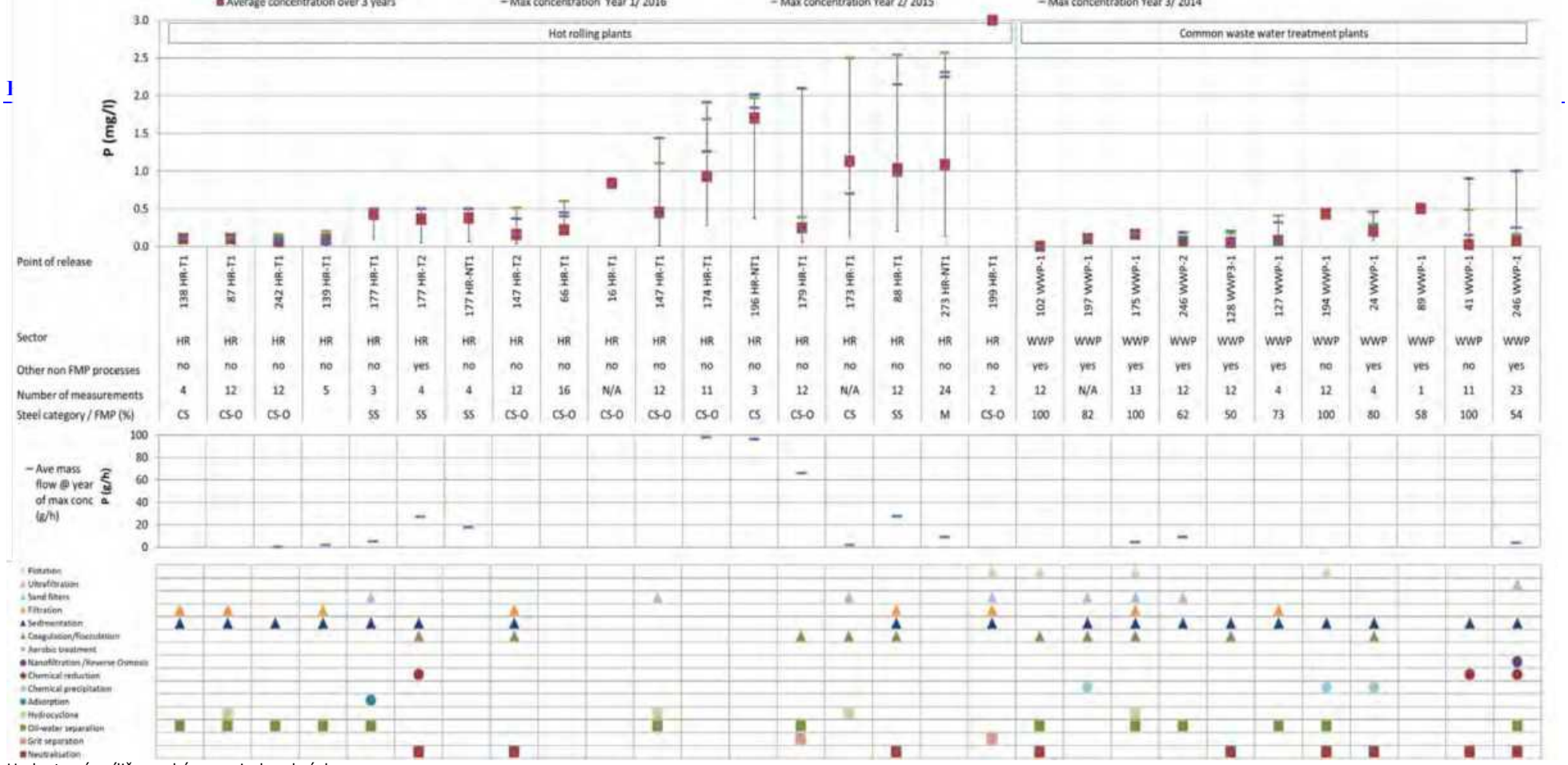
Zdroj: [16. FMP TWG 2018]

Obrázok 7.28: Emisie oleja (mg/l) pri priamom vypúšťaní



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.29: Emisie oleja (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní

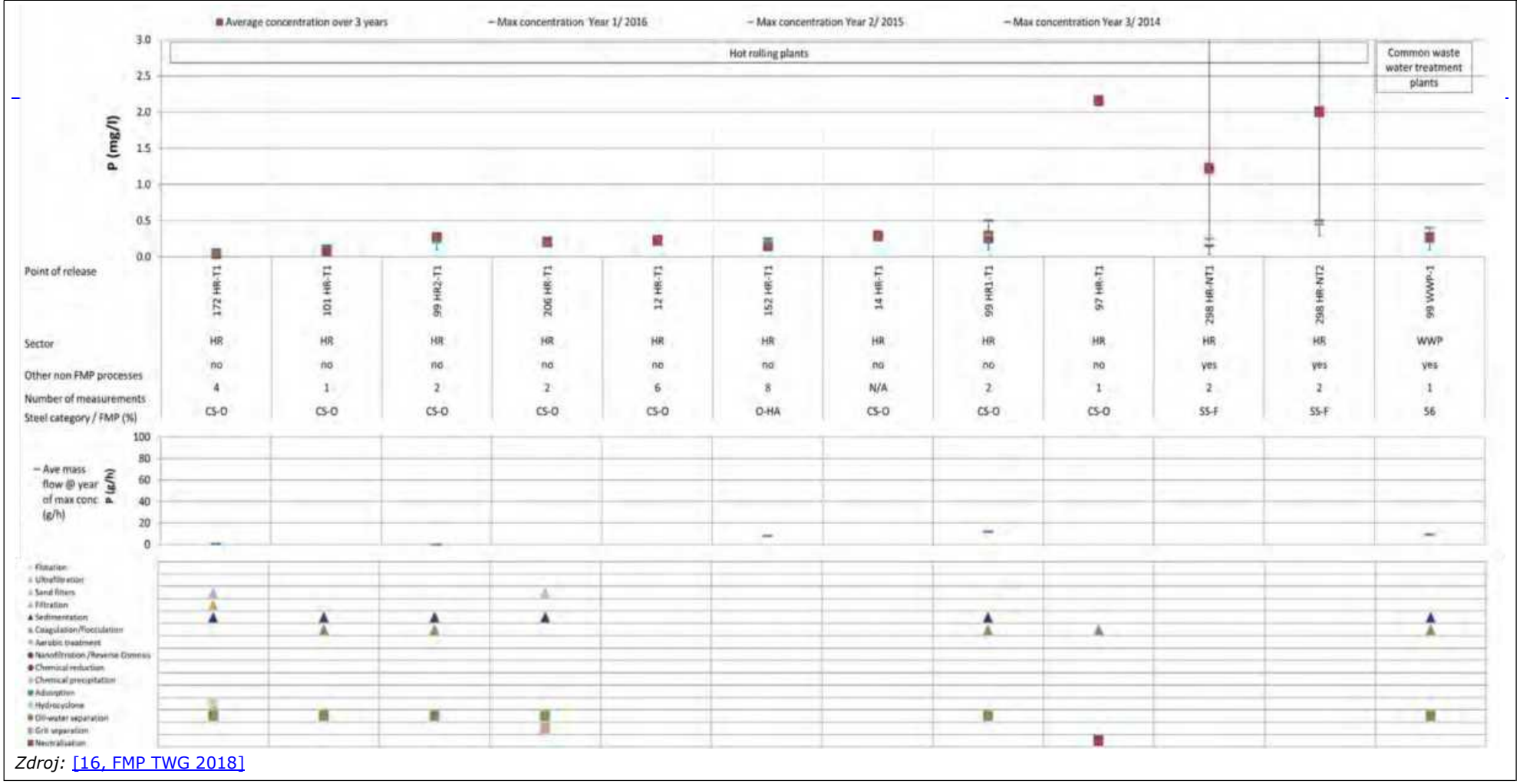


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (g/h)
197 WWP-1					1 502,0

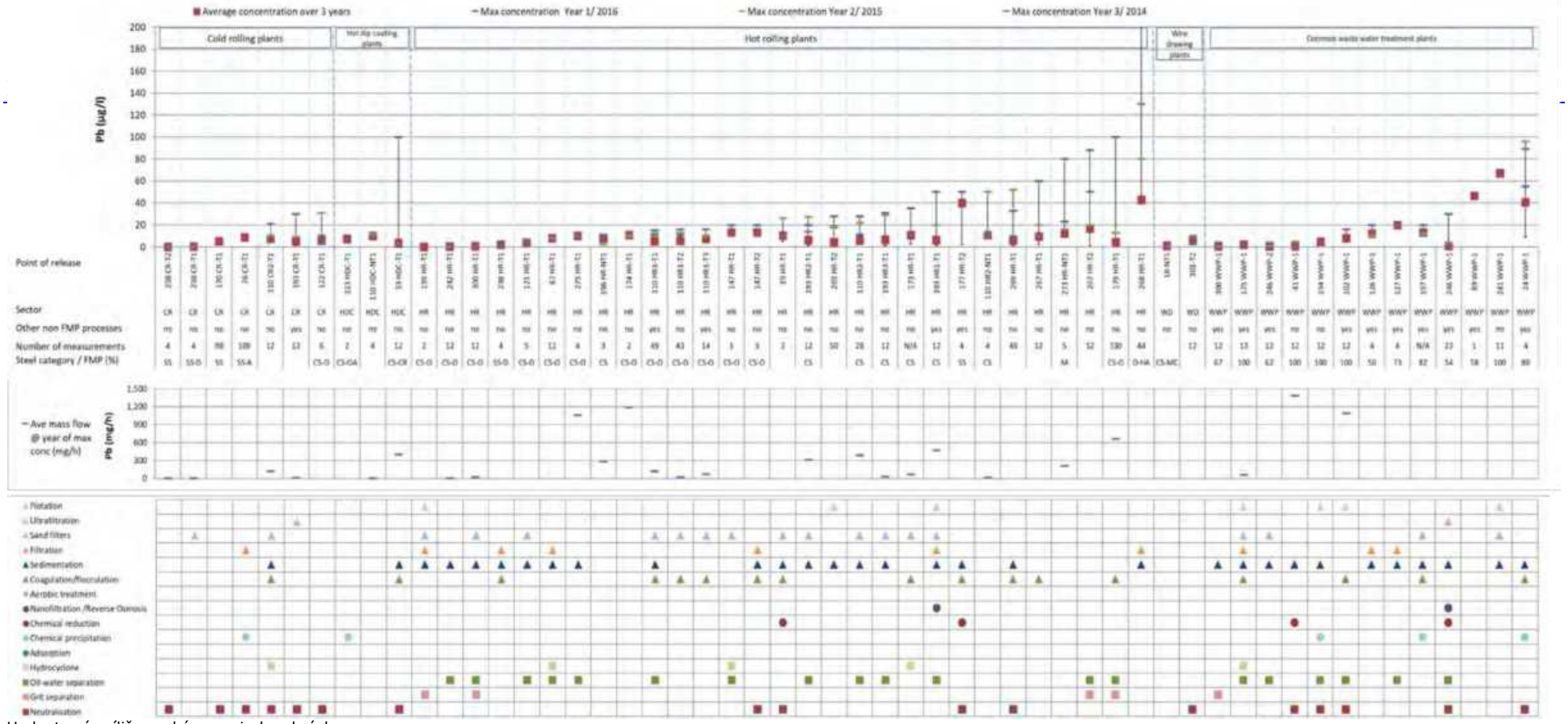
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.30: Emisie fosforu (mg/l) pri priamom vypúšťaní



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.31: Emisie fosforu (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní

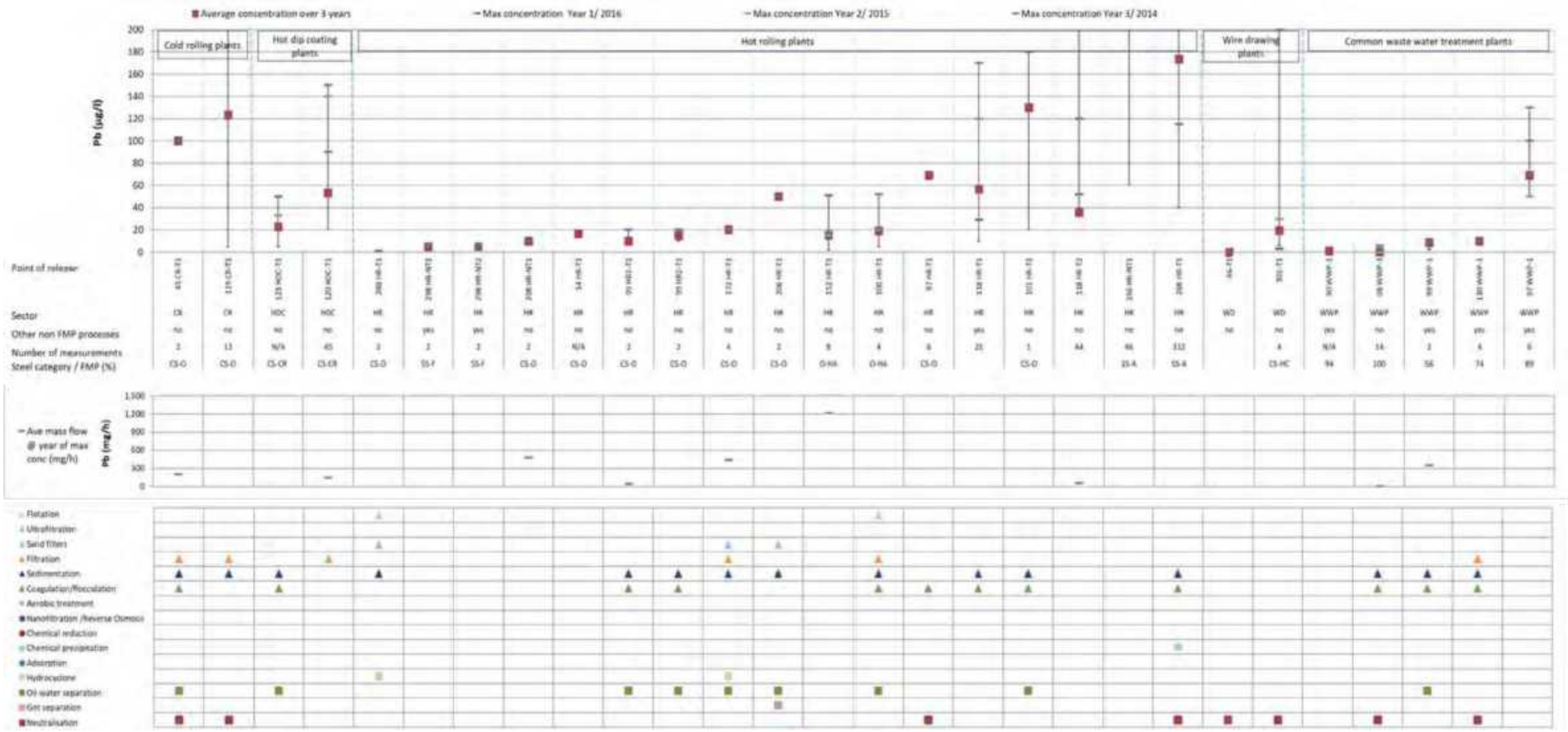


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (µg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (µg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (µg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (µg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (mg/h)
197 WWP-1					300 477
177 HR-T2					29 000
268 HR-T1		590,0			

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.32: Emisie olova (µg/l) pri priamom vypúšťaní

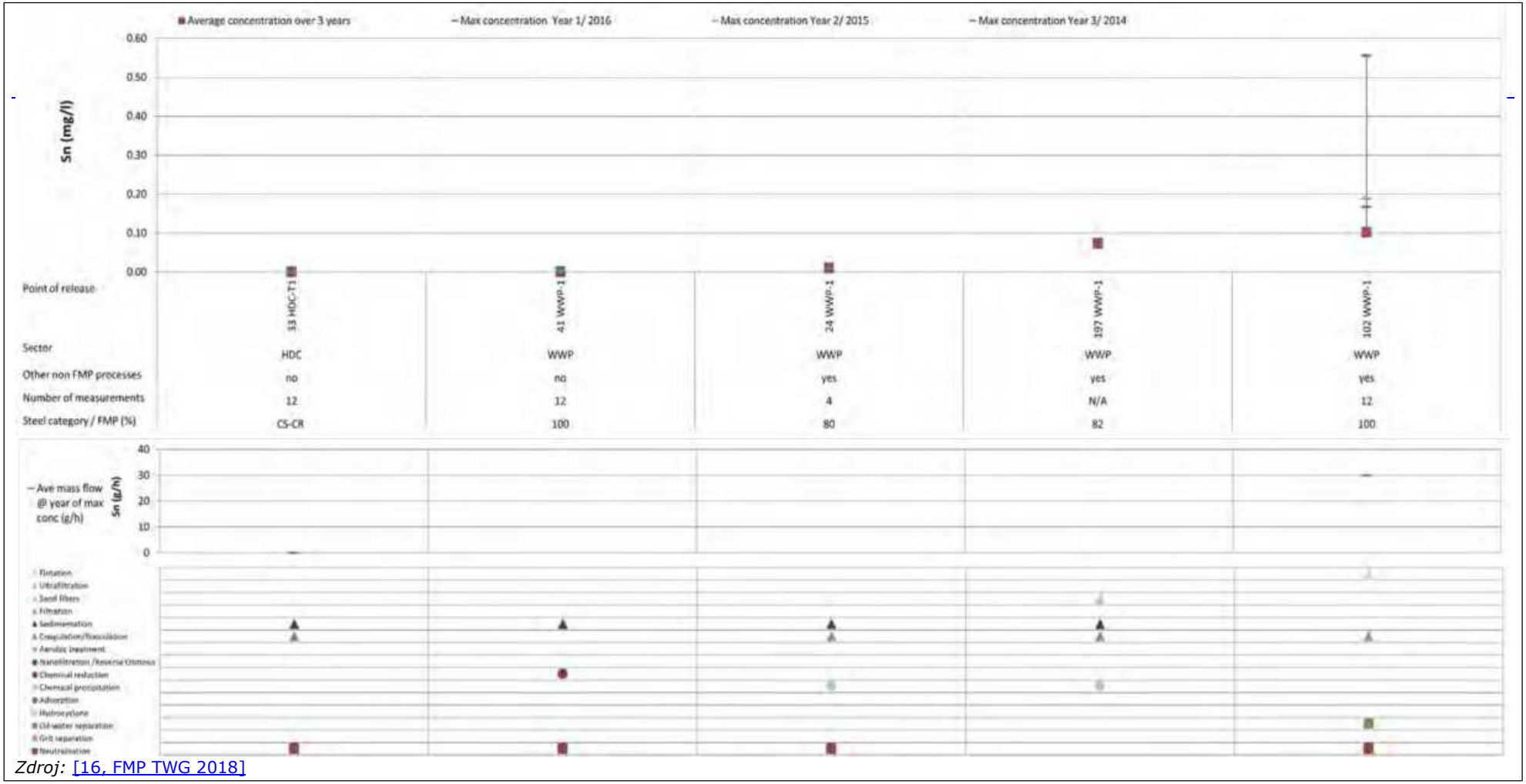


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (µg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (µg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (µg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (µg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (mg/h)
118 HR-T1					5 400
118 HR-T2			374,0		
119 CR-T1		370,0	220,0	640,0	1 560
266 HR-NT1		750,0			
266 HR-T1			529,0	1 188,0	3 457

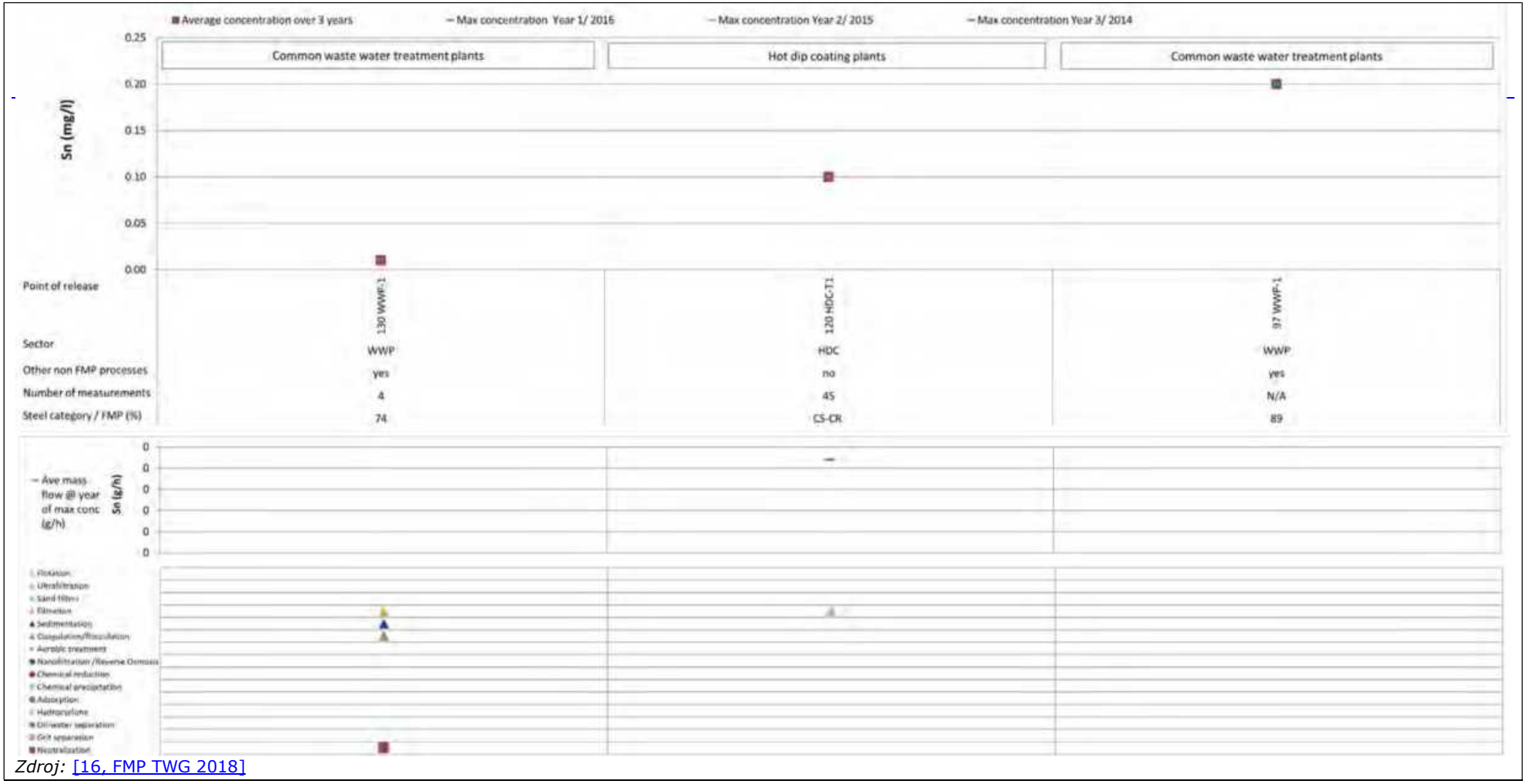
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.33: Emisie olova (µg/l) pri nepriamom vypúšťaní



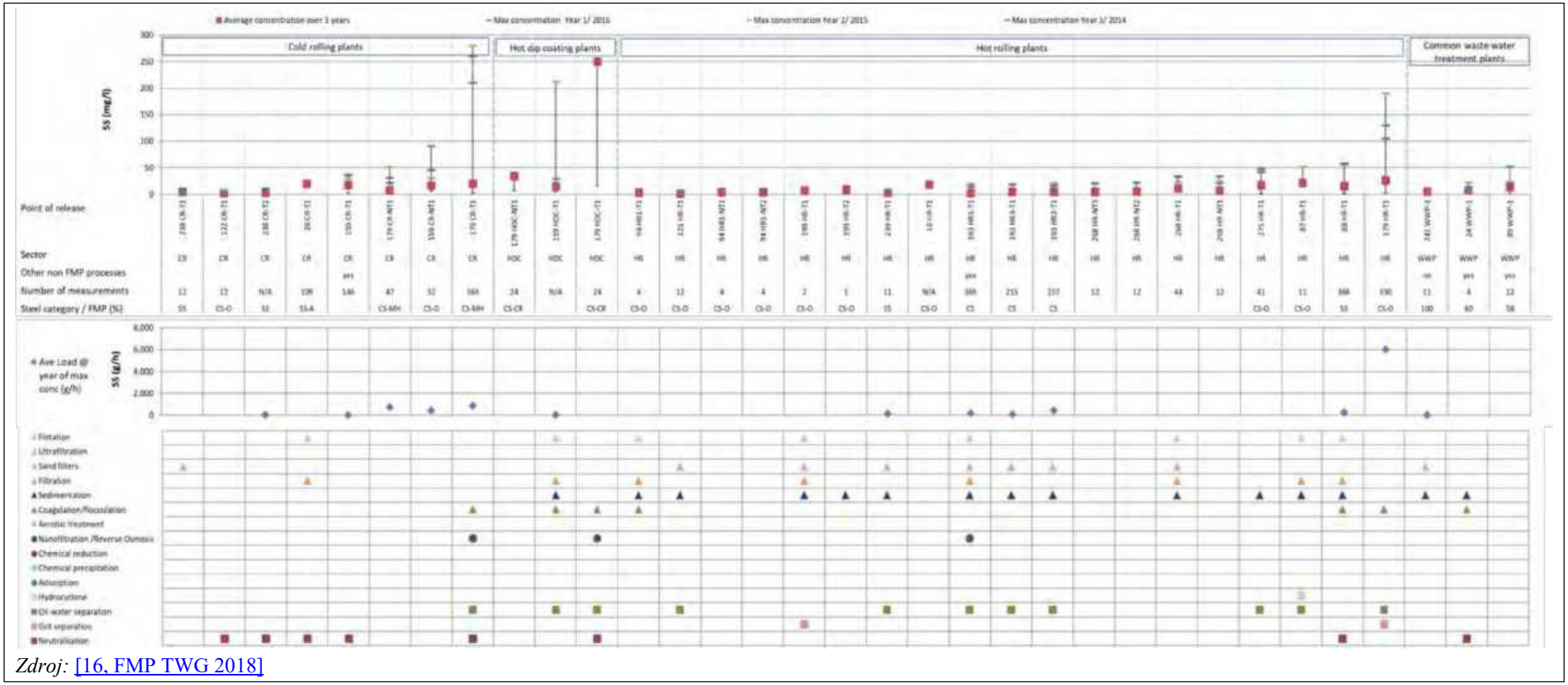
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.34: Emisie cínu (mg/l) pri priamom vypúšťaní



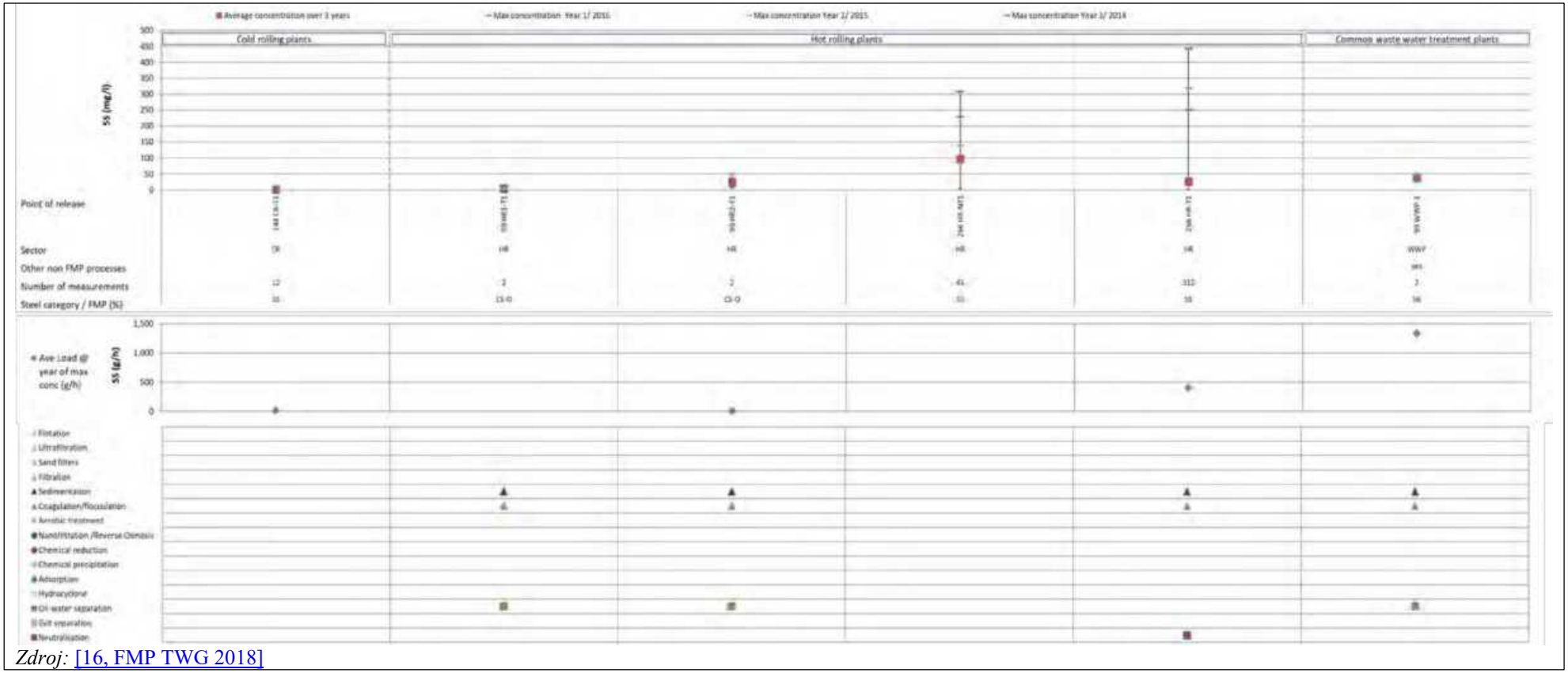
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.35: Emisie cínu (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní



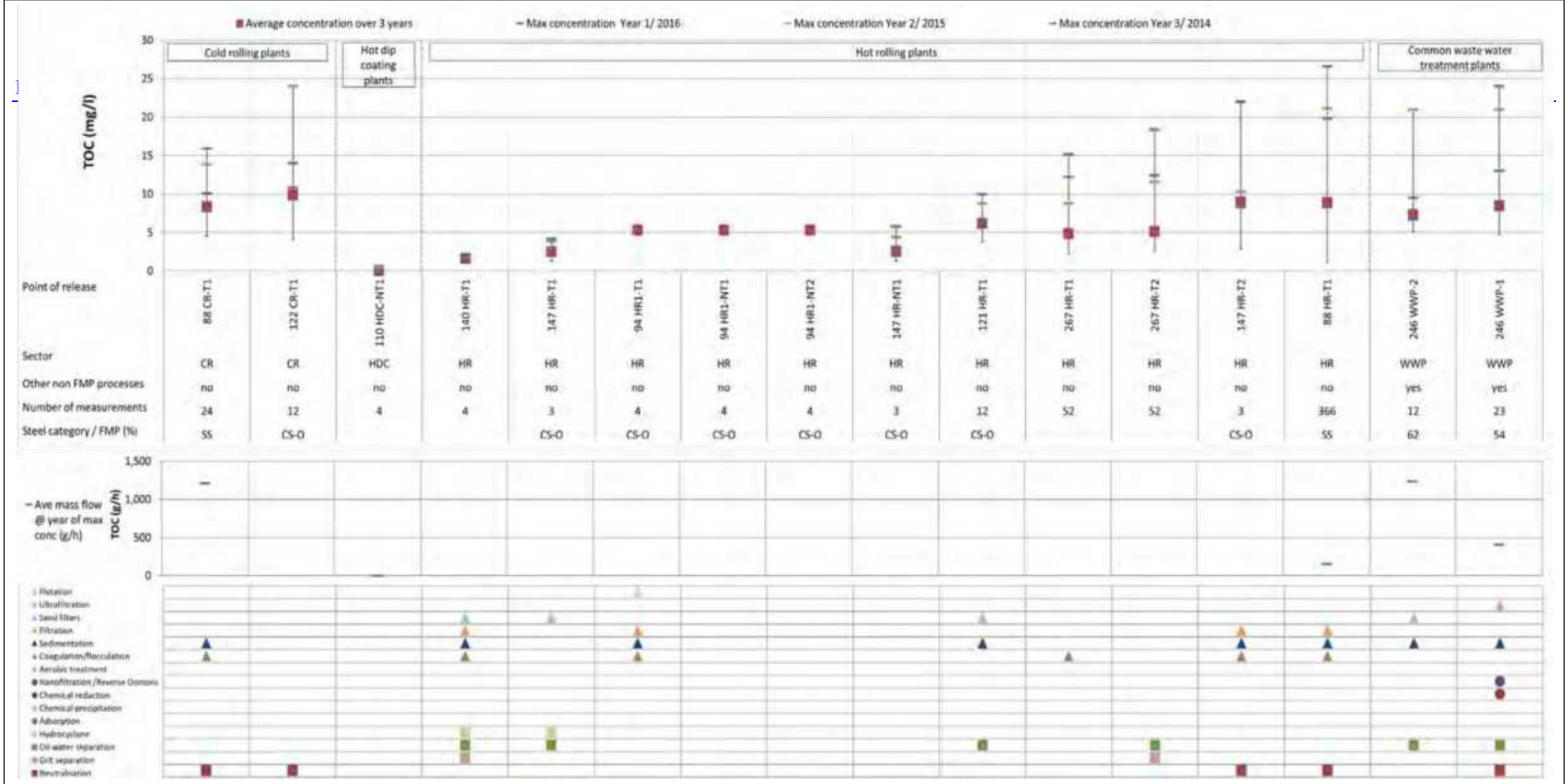
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.36: Emisie nerozpustných tuhých látok (mg/l) pri priamom vypúšťaní



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.37: Emisie nerozpustných tuhých látok (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní



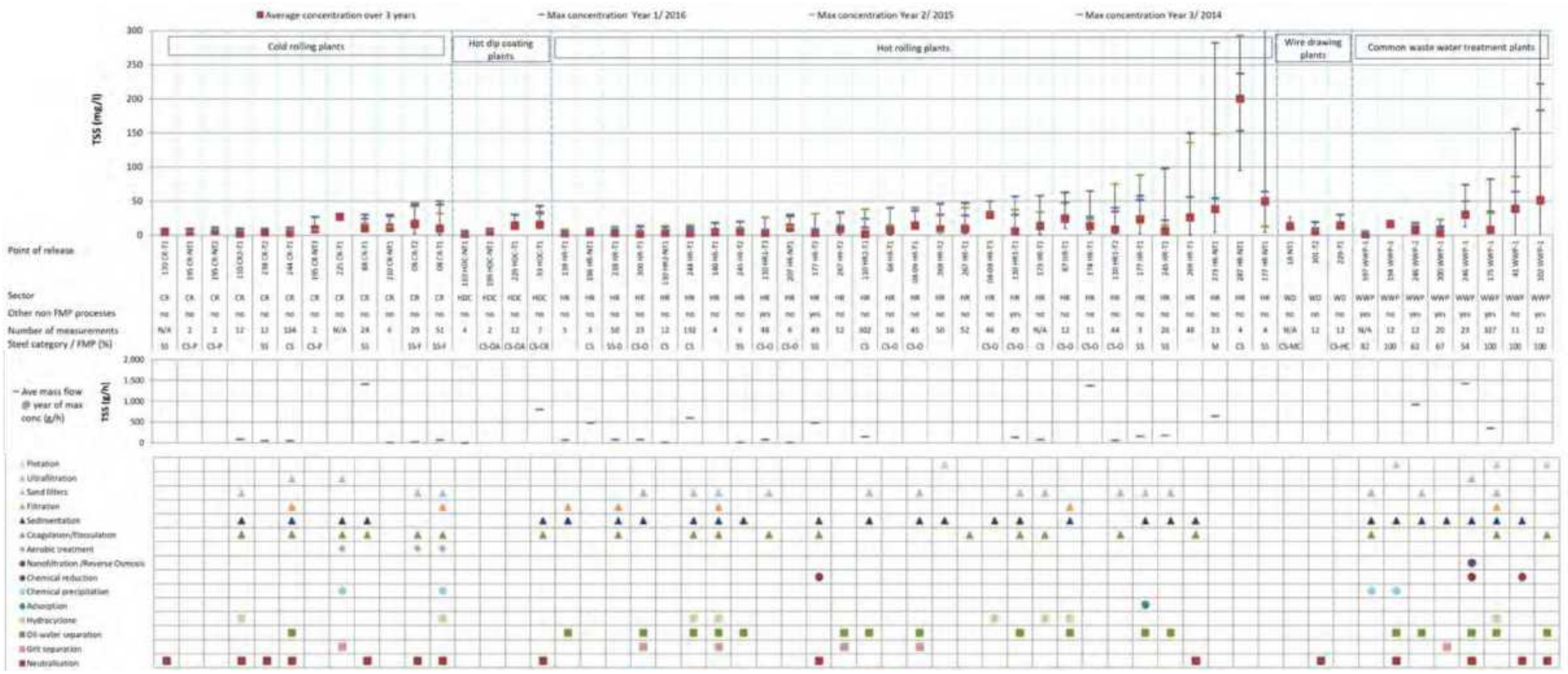
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.38: Emisie TOC (mg/l) pri priamom vypúšťaní



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.39: Emisie TOC (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní

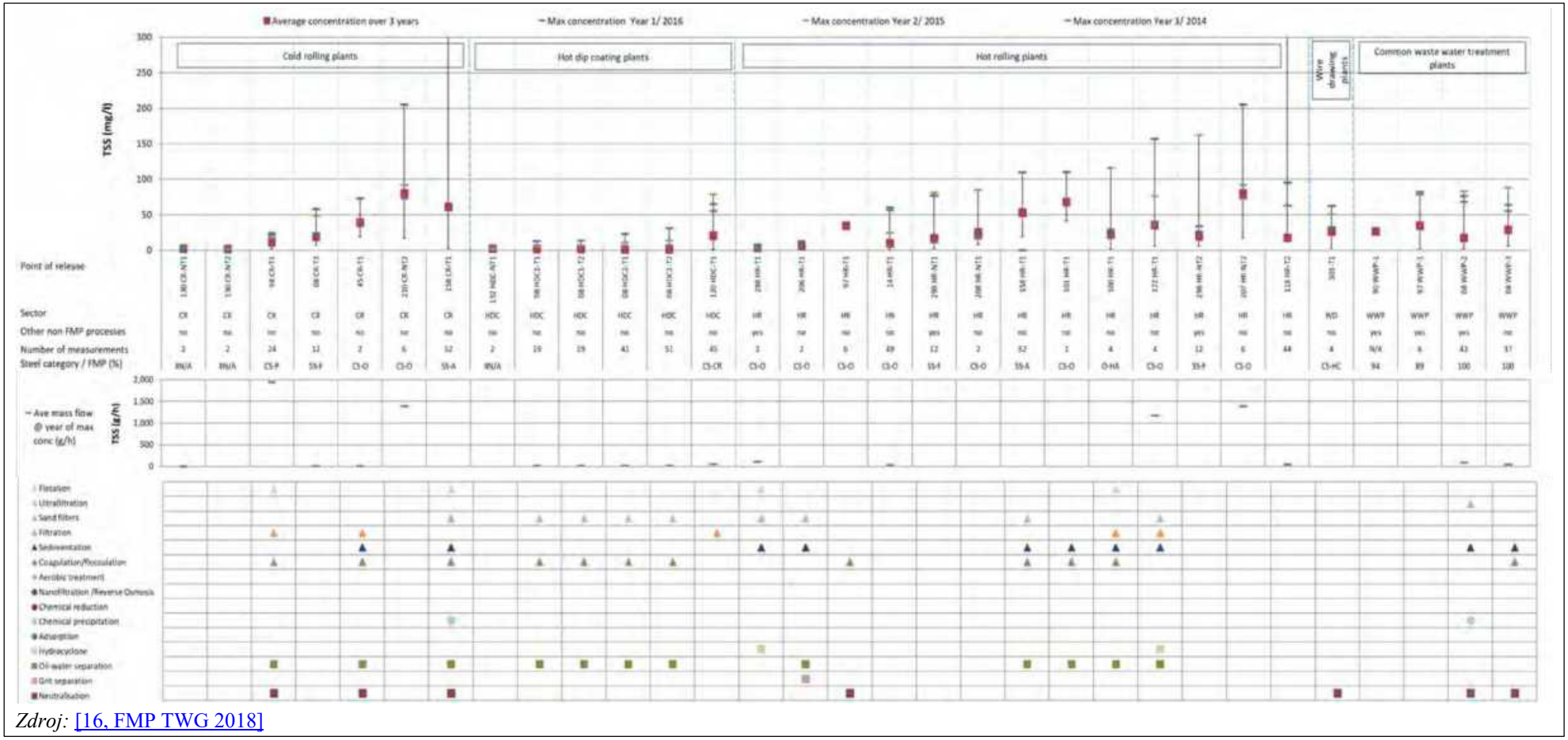


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (g/h)
197 WWP-1					23 888
300 WWP-1					12 530
229 HDC-T1					11 956
229-T1					11 956
08-09 HR-T1					20 715
08-09 HR-T3					34 426
41 WWP-1					62 919
102 WWP-1			326,0		8 985
177 HR-NT1		400,0			5 604

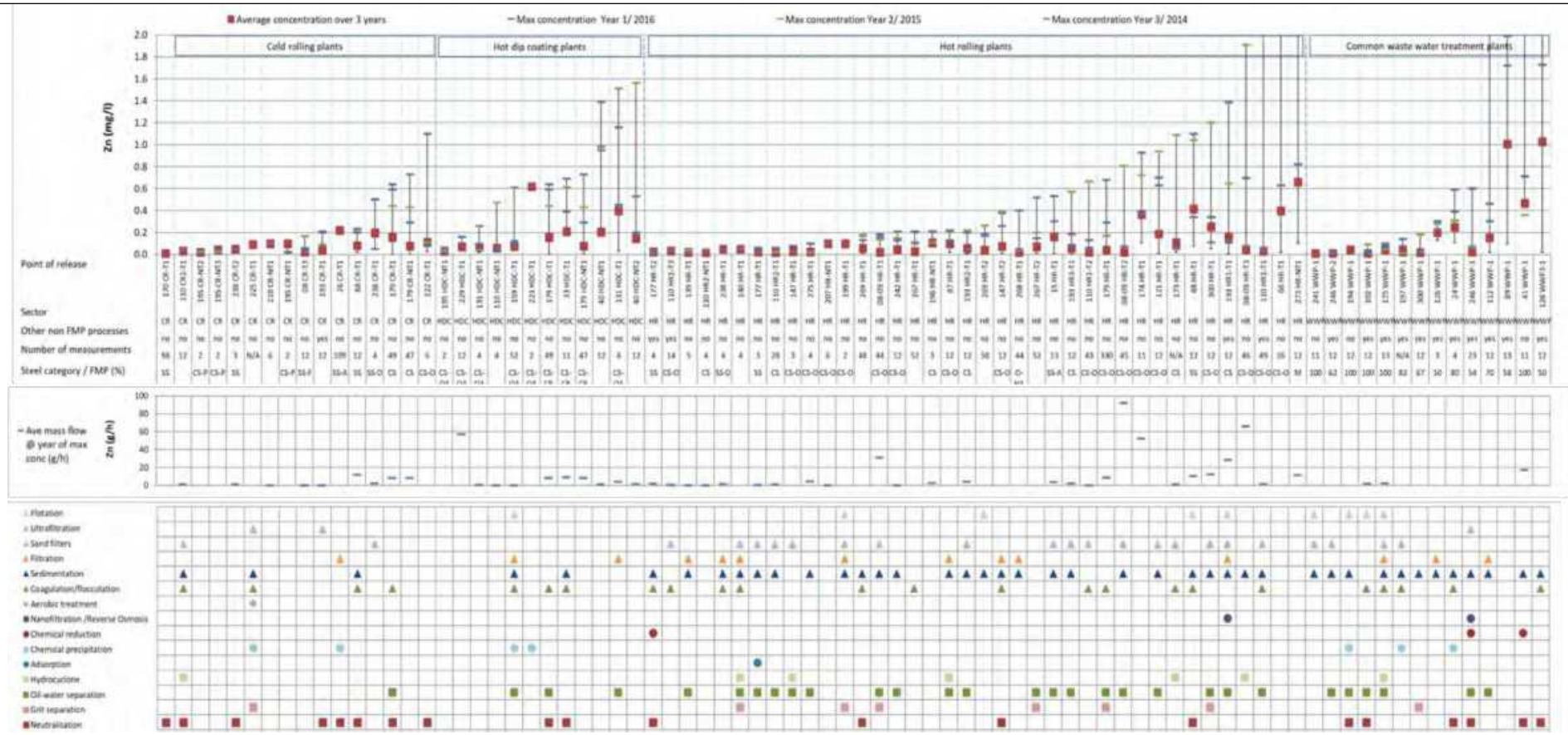
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.40: Celkové emisie nerozpustných tuhých látok (mg/l) pri priamom vypúšťaní



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.41: Celkové emisie nerozpustných tuhých látok (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní

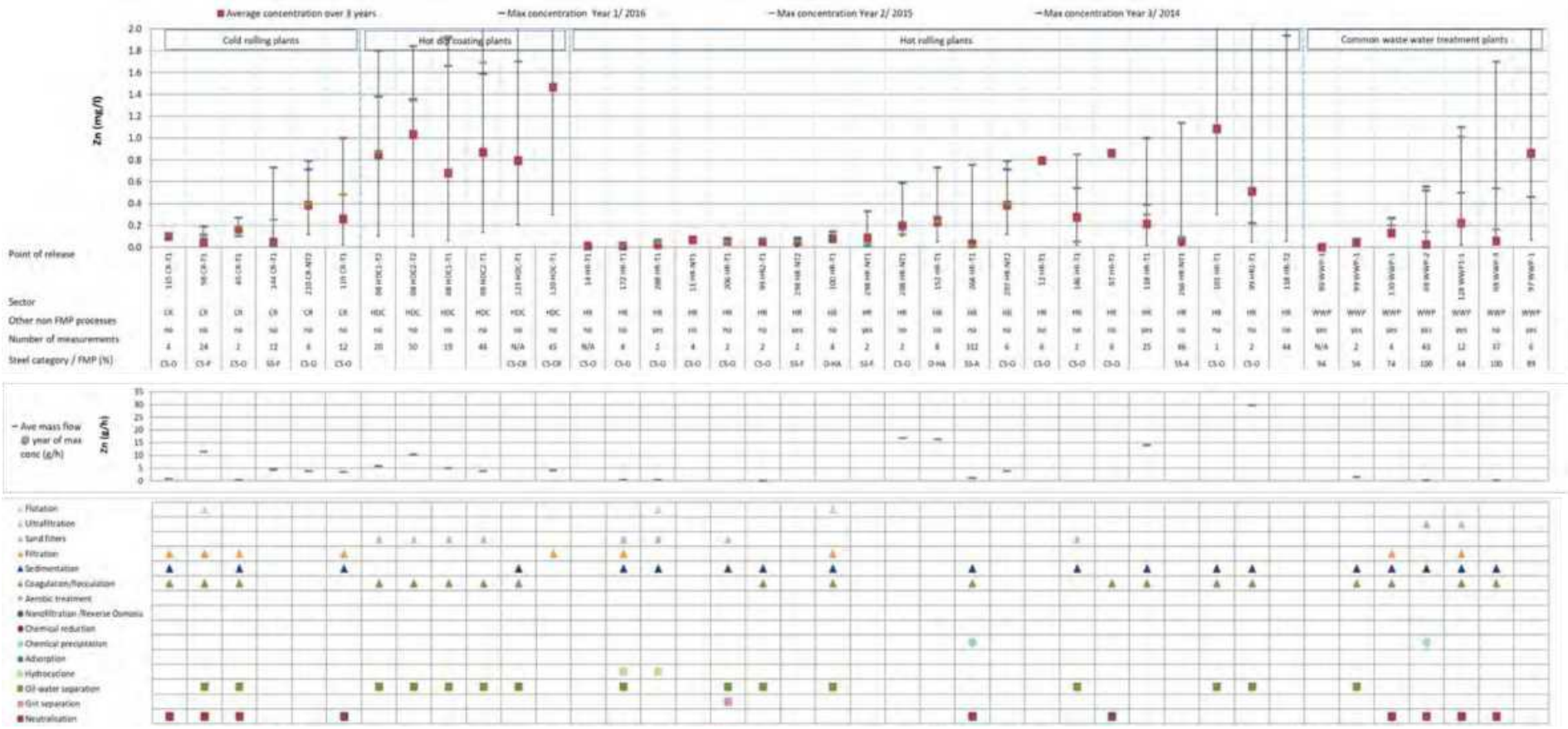


Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (g/h)
197 WWP-1					751,0
110 HR1-T1			2,2		
66 HR-T1		2,3	2,7		
112 WWP-1			2,9		
273 HR-NT1			3,2	3,2	
89 WWP-1			3,8		
41 WWP-1				6,9	
128 WWP3-1		2,5	7,0		

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.42: Emisie zinku (mg/l) pri priamom vypúšťaní



Hodnoty sú príliš vysoké pre mierku obrázka:

Kód prevádzky – emisný bod	Priemerná koncentrácia za tri roky (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 1/2016 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 2/2015 (mg/l)	Max. koncentrácia, rok 3/2014 (mg/l)	Priemerný hmotnostný tok v roku maximálnej koncentrácie (g/h)
08 HDC2-T1				2,1	
101 HR-T1		2,3			
99 HR1-T1				2,5	
123 HDC-T1		2,9	2,3		
97 WWP-1			5,6	7,5	
120 HDC-T1		8,5	9,9	6,9	
118 HR-T2	345,5		17,3	3,2	1 760

Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 7.43: Emisie zinku (mg/l) pri nepriamom vypúšťaní

8 TECHNIKY, KTORÉ TREBA ZOHĽADNIŤ PRI URČOVANÍ BAT VO VIAC AKO JEDNOM ODVETVÍ

S cieľom vyhnúť sa opakovaniu pri opise určitých techník, ktoré treba zohľadniť pri určovaní BAT, obsahuje tento oddiel techniky, ktoré sa používajú vo viacerých odvetviach. V tomto oddiele je uvedený všeobecný opis techník. Odvetvovo špecifické aspekty techník (hlavné dosiahnuté environmentálne prínosy, uplatniteľnosť, dosah na viaceré zložky životného prostredia, referenčné prevádzky, prevádzkové údaje, hospodárske vplyvy, hnacia sila implementácie a odborná literatúra), ak existujú, sa niekedy ďalej rozoberajú v príslušných kapitolách 2 až 6 tohto dokumentu, v ktorých sú v prípade relevantnosti uvedené krížové odkazy na kapitolu 8.

8.1 Techniky environmentálneho manažérstva

8.1.1 Systém environmentálneho manažérstva (EMS)

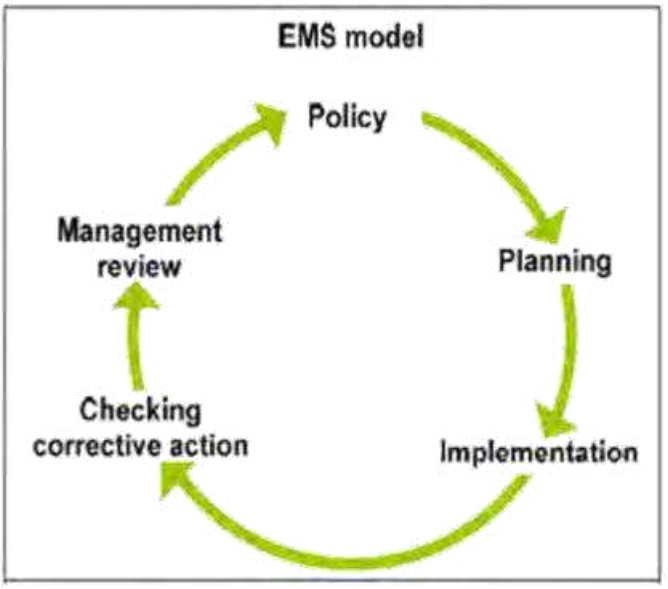
Opis
Formálny systém na preukázanie súladu s environmentálnymi cieľmi.

Technický opis
V smernici o priemyselných emisiách sa vymedzujú „techniky" (v rámci vymedzenia „najlepších dostupných techník") ako „použitá technológia, ako aj spôsob, akým je zariadenie navrhnuté, postavené, udržiavané, prevádzkované a vyradené z prevádzky".

V tomto ohľade je systém environmentálneho manažérstva (EMS) technikou, ktorá umožňuje prevádzkovateľom zariadení systematicky a preukázateľne riešiť environmentálne otázky. EMS sú najúčinnejšie a najefektívnejšie tam, kde tvoria neoddeliteľnú časť celkového manažmentu a prevádzky zariadenia.

EMS sústreďuje pozornosť prevádzkovateľa na environmentálnu výkonnosť zariadenia, najmä prostredníctvom uplatňovania jasných prevádzkových postupov pre bežné aj iné ako bežné prevádzkové podmienky a stanovením súvisiacich hraníc zodpovednosti.

Všetky účinné EMS obsahujú koncepciu kontinuálneho zlepšovania, čo znamená, že environmentálne manažérstvo je kontinuálny proces, a nie projekt, ktorý niekde končí. Existujú rôzne návrhy procesov, ale väčšina EMS je založená na cykle plánuj, urob, skontroluj, vykonaj (ktorý sa široko používa v iných kontextoch riadenia spoločnosti). Cyklus je iteračný dynamický model, v ktorom ukončenie jedného cyklu prechádza do začiatku ďalšieho (pozri obrázok 8.1).



Zdroj: [163, COM 2010]

Obrázok 8.1: Kontinuálne zlepšovanie v modeli EMS

EMS môže mať formu normalizovaného alebo nenormalizovaného („prispôsobeného“) systému. Zavedenie a dodržiavanie medzinárodne uznávaného normalizovaného systému, ako je napríklad norma EN ISO 14001:2015, môže zvýšiť dôveryhodnosť EMS, najmä ak sa podrobí riadne vykonanej externej kontrole. Schéma pre environmentálne manažérstvo a audit Európskej únie (EMAS) podľa nariadenia (ES) č. 1221/2009 poskytuje dôveryhodnosť vďaka interakcii s verejnosťou prostredníctvom environmentálneho vyhlásenia a mechanizmu na zabezpečenie súladu s uplatniteľnými právnymi predpismi v oblasti životného prostredia. Nenormalizované systémy však môžu byť v princípe rovnako účinné za predpokladu, že sú správne navrhnuté a vykonané.

Hoci sa normalizované systémy (EN ISO 14001:2015 alebo EMAS) aj nenormalizované systémy v zásade vzťahujú na organizácie, tento dokument uplatňuje užší prístup, ktorý nezahŕňa všetky činnosti organizácie, napríklad pokiaľ ide o jej produkty a služby, keďže smernicou sa regulujú iba zariadenia.

EMS môže obsahovať tieto funkcie:

i. odhodlanosť, vedúce schopnosti a zodpovednosť manažmentu vrátane vyššieho manažmentu v súvislosti s vykonávaním účinného EMS;
ii. analýza zahŕňajúca určenie kontextu organizácie, zistenie potrieb a očakávaní zainteresovaných strán, určenie charakteristických vlastností zariadenia súvisiacich s možnými rizikami pre životné prostredie (alebo zdravie ľudí), ako aj uplatniteľných právnych požiadaviek súvisiacich so životným prostredím;
iii. skoncipovanie environmentálnej politiky, ktorá zahŕňa kontinuálne zlepšovanie environmentálnej výkonnosti zariadenia;
iv. stanovenie cieľov a ukazovateľov výkonnosti v súvislosti s významnými environmentálnymi aspektmi vrátane záruky dodržiavania uplatniteľných právnych požiadaviek;
v. plánovanie a vykonávanie potrebných postupov a činností (v prípade potreby aj vrátane nápravných a preventívnych opatrení) s cieľom dosiahnuť environmentálne ciele a zabrániť environmentálnym rizikám;
vi. určenie štruktúr, úloh a zodpovednosti pri environmentálnych aspektoch a cieľoch a poskytnutie potrebných finančných a ľudských zdrojov;

vii. zabezpečenie potrebných kompetencií a miery informovanosti zamestnancov, ktorých práca môže mať vplyv na environmentálnu výkonnosť zariadenia (napr. prostredníctvom poskytovania informácií a odbornej prípravy);
viii. vnútorná a vonkajšia komunikácia;
ix. podpora angažovanosti zamestnancov v postupoch dobrého environmentálneho manažérstva;
x. zostavenie a dodržiavanie manuálu pre manažment a písomných postupov na kontrolu činností s výrazným vplyvom na životné prostredie, ako aj relevantných záznamov;
xi. účinné prevádzkové plánovanie a kontrola procesov;
xii. vykonávanie primeraných programov údržby;
xiii. havarijné plány a reakcie na núdzové situácie vrátane prevencie a/alebo zmierňovania nepriaznivých (environmentálnych) vplyvov núdzových situácií;
xiv. pri návrhu nového zariadenia alebo prestavbe zariadenia alebo jeho časti zváženie environmentálnych vplyvov počas jeho životnosti, čo zahŕňa montáž, údržbu, prevádzku a vyradenie z prevádzky;
xv. vykonávanie programu monitorovania a merania; v prípade potreby možno nájsť informácie v referenčnej správe o monitorovaní emisií zo zariadení, na ktoré sa vzťahuje smernica o priemyselných emisiách, do ovzdušia a vody;
xvi. pravidelné vykonávanie referenčného porovnávania na úrovni odvetvia;
xvii. pravidelný nezávislý (v prípade realizovateľnosti) vnútorný audit a pravidelný nezávislý externý audit s cieľom posúdiť environmentálnu výkonnosť a určiť, či sa EMS riadi plánovanými záväzkami a či sa správne zaviedol a udržiava;
xviii. hodnotenie príčin nezrovnalostí, vykonávanie nápravných opatrení v reakcii na ne, preskúmavanie efektívnosti nápravných opatrení a určenie toho, či dochádza alebo prípadne môže dôjsť k podobným nezrovnalostiam;
xix. pravidelné preskúmavanie EMS a jeho pretrvávajúcej vhodnosti, primeranosti a efektívnosti, ktoré vykonáva vyšší manažment;
xx. sledovanie a zohľadňovanie vývoja čistejších techník.

Osobitne v odvetví spracovania železných kovov sú do EMS zakomponovamné aj tieto prvky:

xxi. register chemikálií použitých v procese a tokov odpadových vôd a odpadových plynov (pozri oddiel 8.1.2);
xxii. systém manažérstva chemikálií (pozri oddiel 8.1.3);
xxiii. plán prevencie a kontroly únikov a úkapov (pozri oddiel 8.3.3);
xxiv. plán riadenia OTNOC (pozri oddiel 8.3.5);
xxv. plán energetickej efektívnosti (pozri oddiel 8.5.1);
xxvi. plán hospodárenia s vodami (pozri oddiel 8.7.1);
xxvii. plán riadenia hluku a vibrácií (pozri oddiel 8.10.1).
xxviii. plán nakladania s rezíduami (pozri oddiel 8.11.1);

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
EMS podporuje a podporuje kontinuálne zlepšovanie environmentálnej výkonnosti zariadenia. Ak už má zariadenie celkovo dobrú environmentálnu výkonnosť, EMS pomáha prevádzkovateľovi udržať vysokú úroveň výkonnosti.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadne hlásenie. Systematická analýza počiatočných environmentálnych vplyvov a možností zlepšenia v kontexte EMS vytvára základ pre posúdenie najlepších riešení pre všetky environmentálne médiá.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Miera podrobnosti a formalizácie EMS bude spravidla závisieť od povahy, veľkosti a zložitosti zariadenia, ako aj od rozsahu jeho možných vplyvov na životné prostredie.

Hospodárske vplyvy
Je ťažké presne určiť náklady a ekonomické prínosy zavedenia a udržiavania dobrého EMS. Používanie EMS prináša aj ekonomické prínosy, ktoré sú výsledkom jeho používania a v jednotlivých odvetviach sa značne líšia.

Hnacia sila implementácie
Medzi hnacie sily pre vykonávanie EMS patria:

- zlepšená environmentálna výkonnosť;
- lepší prehľad o environmentálnych aspektoch spoločnosti, ktorý možno 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 rozhodnutie;
- lepšia motivácia zamestnancov (napr. manažéri môžu mať istotu, že vplyvy na environmentálne prostredie sú v kontrole, a zamestnanci môžu mať pocit, že pracujú pre spoločnosť zodpovednú za environmentálne prostredie);
- ďalšie príležitosti na redukciu prevádzkových nákladov a zlepšenie kvality výrobkov;
- zlepšenie imidžu spoločnosti;
- zníženie nákladov na zodpovednosť, poistenie a nedodržiavanie predpisov.

Vzorové prevádzky
EMS sa používajú v množstve zariadení v celej EÚ.

Odborná literatúra
[163, COM 2010], [164, IAF 2010], [165, EU 2009], [166, CEN 2015].

8.1.2 Register chemikálií použitých v procese a tokov odpadových vôd a odpadových plynov

Opis
Zostavenie relevantných základných údajov o použitých procesných chemikáliách a o zložení a množstve tokov odpadových vôd a odpadových plynov – o každom jednotlivo – sa vykonáva v inventári (registri) prúdov. Vypúšťané toky sú uvedené podľa zdroja (t. j. procesu), z ktorého pochádzajú. Toto je kľúčový prvok pri hodnotení stupňa ich kontaminácie a povahy kontaminantov, ako aj možností zníženia priamo pri zdroji.

Technický opis
Inventár (register) tokov rieši nasledujúce aspekty, ak sú relevantné pre konkrétne miestne podmienky:

(i) informácie o výrobných procesoch vrátane:
  (a) zjednodušené procesné schémy, ktoré ukazujú pôvod emisií;
  (b) opisy techník, ktoré sú súčasťou procesu, a spracovania odpadových vôd/plynov pri zdroji vrátane opisov ich výkonnosti;

(ii) informácie o vlastnostiach tokov odpadových vôd, ako napríklad:
  (a) priemerné hodnoty a kolísanie prietoku, pH, teploty a vodivosti;
  (b) priemerné hodnoty koncentrácie a hmotnostného toku príslušných látok a ich kolísanie (napr. celkové nerozpustné látky, ChSK/TOC, index uhľovodíkového oleja, fosfor, kovy, fluoridy);

(iii) informácie o množstve a charakteristikách chemikálií použitých v procese:
  (a) identita a charakteristiky chemikálií v procese vrátane vlastností s nepriaznivými účinkami na životné prostredie a/alebo ľudské zdravie;
  (b) množstvá chemikálií použitých v procese a miesto ich použitia;

(iv) informácie o vlastnostiach tokov odpadových plynov, ako napríklad:
(a) priemerné hodnoty a kolísanie prietoku a teploty;
(b) priemerné hodnoty koncentrácie a hmotnostného toku príslušných látok a ich kolísanie (napr. prach, NO_X, SO_2, CO, kovy, kyseliny),
(c) prítomnosť iných látok, ktoré môžu mať vplyv na systém spracovania odpadových plynov (napr. kyslík, dusík, vodná para) alebo bezpečnosť prevádzky (napr. vodík).

Pokiaľ ide o inventár procesných chemikálií, uprednostňuje sa vypracovanie a vedenie takéhoto inventára v elektronickom formáte.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Dosiahnuté environmentálne prínosy zahŕňajú zníženie emisií do vody a/alebo ovzdušia. Identifikácia relevantných tokov odpadových vôd/odpadových plynov je predpokladom pre efektívne hospodárenie s odpadovými vodami/odpadovými plynmi a pre zníženie emisií prostredníctvom technických a riadiacich opatrení.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Miera podrobnosti registra bude spravidla závisieť od povahy, veľkosti a zložitosti zariadenia, ako aj od rozsahu jej možného vplyvu na životné prostredie.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Inventáre/registre môžu byť použité na posúdenie implementácie BAT a môžu predstavovať základné informácie pre orgány na stanovenie emisných limitných hodnôt.

Vzorové prevádzky
Používanie inventára tokov sa uplatňuje v mnohých zariadeniach v rámci EÚ.

Odborná literatúra
[167, Pinasseau a kol. 2018], [168, COM 2016].

8.1.3 Systém manažérstva chemikálií (CMS)

Opis
Systém manažérstva chemikálií je súčasťou EMS (pozri oddiel 8.1.1) a predstavuje súbor technických a organizačných opatrení na obmedzenie vplyvu používania procesných chemických látok na životné prostredie.

Technický opis
Systém manažérstva chemikálií (CMS) obsahuje tieto prvky:

I. politiku na zníženie spotreby a rizík chemikálií v procese vrátane politiky obstarávania v záujme výberu menej škodlivých chemikálií v procese a ich dodávateľov s cieľom minimalizovať používanie a riziká nebezpečných látok a vyhnúť sa obstarávaniu nadmerného množstva chemikálií v procese. Pri výbere chemikálií použitých v procese možno zvážiť:
a) ich eliminovateľnosť, ich ekotoxicitu a ich potenciál uvoľňovania do životného prostredia s cieľom znížiť emisie do životného prostredia;

b) charakterizáciu rizík spojených s chemikáliami použitými v procese na základe vyhlásenia o nebezpečenstvách chemikálií, ciest cez prevádzku, potenciálneho uvoľnenia a úrovne expozície;
c) pravidelnú (napr. každoročnú) analýzu potenciálu nahradenia s cieľom identifikovať potenciálne nové dostupné a bezpečnejšie alternatívy používania nebezpečných látok (napr. používanie iných chemikálií v procese so žiadnym alebo s nižším vplyvom na životné prostredie, pozri oddiel 8.4.1);
d) predbežné monitorovanie regulačných zmien súvisiacich s nebezpečnými chemikáliami a zabezpečenie súladu s platnými právnymi požiadavkami.

Na podporu výberu chemikálií použitých v procese možno použiť register chemikálií použitých v procese (pozri oddiel 81.2);

II. ciele a akčné plány na zabránenie používaniu a rizikám nebezpečných látok a ich obmedzenie;
III. vývoj a zavedenie postupov na obstarávanie chemikálií v procese, manipuláciu s nimi, ich skladovanie a používanie na zabránenie vzniku alebo obmedzenie emisií do životného prostredia (napr. pozri oddiel 8.3).

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zníženie používania nebezpečných chemikálií.
- Zníženie emisií nebezpečných chemických látok do životného prostredia.
- Zníženie množstva nebezpečných chemikálií v odpade.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Potreba zaviesť systém manažérstva chemikálií v príslušných zariadeniach IED v závislosti od množstva a rozmanitosti používaných chemikálií je podrobnejšie opísaná v záveroch projektu HAZBREF (pracovný balík 3/aktivita 3.2). [169, HAZBREF 2021]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Miera podrobnosti CMS bude vo všeobecnosti súvisieť s povahou, veľkosťou a so zložitosťou prevádzky.

Hospodárske vplyvy

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie

Medzi hnacie sily pre vykonávanie CMS patria:

- zlepšená environmentálna výkonnosť;
- súlad s predpismi;
- optimalizovaná spotreba nebezpečných chemikálií.

Vzorové prevádzky

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Odborná literatúra

[169, HAZBREF 2021]

8.2 Monitorovanie

8.2.1 Prehľad

Vyžadujú sa reálne údaje o presných účinkoch činností priemyselného areálu na životné prostredie. Je teda potrebné vykonávať plánovaný, pravidelný program odberu vzoriek a monitorovania. Monitorované parametre zahŕňajú:

- bodové zdroje usmerňovaných, difúznych a fugitívnych emisií do ovzdušia, vody alebo kanalizácie;
- odpady, najmä nebezpečné;
- kontaminácia pôdy, vody a ovzdušia;
- používanie vody, palív, energie, kyslíka, dusíka a iných plynov (napr. argón);
- vypúšťanie tepelnej energie, hluku, zápachu a prachu;
- účinky na špecifické časti životného prostredia a ekosystémy;
- nehody a odvrátené udalosti na pracovisku;
- zranenia zamestnancov;
- dopravné nehody;
- sťažnosti od obyvateľov komunity.

Monitorovanie sa však neobmedzuje len na analytické meranie. Zahŕňa tiež pravidelnú údržbu a vizuálne a bezpečnostné kontroly. Záznamy monitorovania emisií do ovzdušia a vody sa majú sprístupniť prednostne v elektronickom formáte.

Súbežne s týmto dokumentom existuje referenčná správa o monitorovaní emisií do ovzdušia a vody z prevádzok IED, na ktorú sa čitateľ odkazuje pre ďalšie informácie. [170, Brinkmann a kol. 2018]

8.2.2 Monitorovanie emisií do vody

Opis
Pravidelné monitorovanie emisií do vody.

Technický opis
Monitorovanie príslušných parametrov možno realizovať prostredníctvom online meraní (ktoré umožňujú rýchly zásah a kontrolu čistiarne odpadových vôd – WWTP) alebo analytických výsledkov získaných zo vzoriek odpadových vôd. Parametre, ktoré sa majú monitorovať, a frekvencia monitorovania závisia od činností, ktoré súvisia s WWTP, a od miesta určenia vyčisteného odtoku (priame vypúšťanie alebo nepriame vypúšťanie po ďalšom čistení v inej priemyselnej WWTP alebo komunálnej WWTP). Vypúšťanie môže pochádzať z WWTP, ktorá čistí toky pochádzajúce len z jedného odvetvia (napr. valcovania za tepla) alebo zo spoločnej WWTP, ktorá čistí toky pochádzajúce z viacerých odvetví FMP a môže tiež zahŕňať toky z činností mimo FMP.

Monitorovanie emisií sa vykonáva v súlade s normami EN alebo, ak normy EN nie sú k dispozícii, v súlade s normami ISO, národnými alebo inými medzinárodnými normami, ktoré zabezpečujú poskytovanie údajov rovnocennej vedeckej kvality.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Monitorovanie odpadových vôd prevádzky FMP pomáha udržiavať správnu prevádzku zariadenia a odhaliť náhodné úniky, a tým pomáha predchádzať možným nepriaznivým vplyvom na životné prostredie pri vypúšťaní odpadových vôd.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Bežne monitorované parametre sa nachádzajú v spoločnom oddiele o emisiách do vody (oddiel 7.2.1) a zahŕňajú: TOC, ChSK, HOI, TSS, B, Cd, celkový Cr, Cr(VI), Fe, Ni, Pb, Sn, Zn, Hg, celkový P a F.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Na vykonanie monitorovania sa vyžaduje určité zariadenie, pomocný materiál a energia. Meranie ChSK sa využíva na použitie veľmi toxických zlúčenín (t. j. ortuť a chromany).

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne platí pre všetky čistiarne odpadových vôd, kde dochádza k emisiám do vôd.

Hospodárske vplyvy
Náklady spojené s monitorovaním odpadovej vody z čistiarne odpadových vôd súvisia s personálom a vybavením používaným na odber vzoriek a meranie.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Pozri oddiel 7.2.1.

Odborná literatúra
[170, Brinkmann a kol. 2018]

8.2.3 Monitorovanie emisií organizovane odvádzaných do ovzdušia

Opis
Pravidelné monitorovanie emisií do ovzdušia.

Technický opis
Monitorovanie príslušných parametrov možno realizovať prostredníctvom online meraní (ktoré umožňujú rýchly zásah a kontrolu WWTP) alebo analytických výsledkov získaných zo vzoriek odpadových vôd. Parametre, ktoré sa majú monitorovať, a frekvencia monitorovania závisia okrem iného od činností zodpovedných za vytváranie emisií do ovzdušia.

Monitorovanie emisií sa vykonáva v súlade s normami EN alebo, ak normy EN nie sú k dispozícii, v súlade s normami ISO, národnými alebo inými medzinárodnými normami, ktoré zabezpečujú poskytovanie údajov rovnocennej vedeckej kvality.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Monitorovanie odpadových plynov prevádzky FMP pomáha udržiavať správny chod prevádzky a odhaliť náhodné úniky, a tým pomáha predchádzať možným nepriaznivým vplyvom na životné prostredie pri vypúšťaní odpadových plynov.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Údaje o bežných parametroch monitorovaných v prevádzkach FMP možno nájsť v oddieloch venovaných konkrétnym odvetviam: valcovanie za tepla (oddiel 2.3.5), valcovanie za studena (oddiel 3.3.5), ťahanie drôtu (oddiel 4.3.5), nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu (oddiel 5.3.5) a kusové zinkovanie (oddiel 6.3.5). Niektoré z kľúčových parametrov, ktoré sú určené na monitorovanie, sú: prach, NO_x, HCl, HF, SO_2, CO, Ni a Pb.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Na vykonanie monitorovania sa vyžaduje určité zariadenie, pomocný materiál a energia.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne uplatniteľné na všetky prevádzky FMP, kde existujú emisie organizovane odvádzané do ovzdušia.

Hospodárske vplyvy
Náklady spojené s monitorovaním odpadovej vody z prevádzky FMP súvisia s personálom a vybavením používaným na odber vzoriek a meranie.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Pozri príslušné odvetvovo špecifické oddiely uvedené vyššie.

Odborná literatúra
[170, Brinkmann a kol. 2018]

8.3 Všeobecná environmentálna výkonnosť

Tento oddiel sa týka oblastí, procesov a činností inštalácie FMP, ktoré nie sú uvedené inde, keďže sa týkajú záležitostí, ktoré sú spoločné pre väčšinu odvetví FMP. Konkrétne sa týka prevencie emisií do pôdy, podzemných vôd a povrchových vôd, hoci tieto techniky sú relevantné aj na prevenciu fugitívnych emisií do ovzdušia vyplývajúcich z dodávky/príjmu surovín a iných chemikálií v rámci prevádzky FMP až po ich konečný krok prípravy pred použitím. Pri zvažovaní integrovanej prevádzky a zložitosti inštalácie IED sú však prekrytia a opakovania s inými časťami nevyhnutné: tam, kde boli zistené, sú uvedené krížové odkazy.

Konštrukcia, výstavba a prevádzka, označované aj ako „správna prevádzková prax" alebo „osvedčené postupy", zohrávajú dôležitú úlohu pri znižovaní fugitívnych emisií a v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. Mnoho spoločností účinne uplatňuje jednoduché a cenovo dostupné opatrenia správnej prevádzkovej praxe na minimalizáciu spotreby oleja alebo kyselín, zlepšenie efektívnosti, dosiahnutie čistejšieho pracovného prostredia a zníženie nákladov.

Opatrenia na zabránenie únikom a úkapom sú podrobne opísané inde, napríklad v BREF o EFS. Nasledujúce oddiely sú preto stručným zhrnutím kľúčových otázok pre toto odvetvie spolu s konkrétnejšími informáciami relevantnými pre rozsah a typ prevádzky.

8.3.1 Zostavenie a vykonávanie plánu prevencie a kontroly únikov a úkapov.

Opis
Zostavenie a vykonávanie plánu prevencie a kontroly incidentov/nehôd v podobe únikov a úkapov.

Technický opis
Plán prevencie a kontroly únikov a úkapov je súčasťou EMS (pozri oddiel 8.1.1) a zahŕňa, ale neobmedzuje sa na:

- plán riešenia incidentov v areáli v prípade úkapov malého a veľkého objemu;
- určené úlohy a zodpovednosti dotknutého personálu;
- záruku, že zamestnanci majú vybudované povedomie o životnom prostredí a absolvovali odbornú prípravu o prevencii a riešení incidentov súvisiacich s úkapmi;
- určenie oblastí rizika úkapov a/alebo únikov nebezpečných materiálov a zostavenie rebríčka podľa miery rizika;
- určenie vhodného zariadenia na zachytávanie úkapov a čistenie a pravidelná záruka jeho dostupnosti, dobrej prevádzkyschopnosti a umiestnenia v blízkosti bodov, kde k takýmto incidentom môže dôjsť;
- usmernenia k nakladaniu s odpadom na zaobchádzanie s odpadom vznikajúcim pri kontrole úkapov;
- pravidelné (aspoň raz ročne) inšpekcie skladovacích a manipulačných priestorov, testovanie a kalibrácia zariadenia na zisťovanie únikov z ventilov, tesnenia, prírub atď. a ich rýchla oprava.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zabraňuje kontaminácii povrchových vôd, podzemných vôd a pôd alebo ju minimalizuje a pomáha pri dekontaminácii lokality pri ukončení činností. Taktiež znižuje fugitívne emisie z rozliatych rozpúšťadiel.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Malé úniky sa pravdepodobne budú vyskytovať častejšie a súhrnný efekt týchto únikov, ak nebudú zistené a riešené, je významné zvýšenie fugitívnych emisií do ovzdušia, pôdy a podzemných vôd.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Miera podrobnosti plánu bude vo všeobecnosti závisieť od povahy, veľkosti a zložitosti prevádzky, ako aj typu a množstva používaných kvapalín.

Hospodárske vplyvy
Treba zvážiť nasledujúce náklady:

- čas zamestnancov na školenie a aktualizáciu plánov.
- Materiály na rozliatie a čistenie.

Hnacia sila implementácie
- Znížené riziká zodpovednosti z kontaminácie.
- Znížené riziká súvisiacich nehôd, napr. prevencia klzkých podláh, riziko požiaru.

Vzorové prevádzky
Široko používané vo všetkých odvetviach FMP.

Odborná literatúra
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

8.3.2 Použitie olejotesných záchytných nádrží alebo jám.

Opis
Hydraulické stanice a zariadenia mazané olejom alebo mazivom sú umiestnené v olejotesných vaniach alebo jamách.

Technický opis
Hydraulické stanice a zariadenia mazané olejom alebo mazivom sú umiestnené v olejotesných vaniach alebo pivničných priestoroch, aby sa v prípade úniku zabránilo prenikaniu oleja do pôdy. Náhodným únikom sa predchádza pravidelnými kontrolami a preventívnou údržbou tesnení, tesniacich prvkov, čerpadiel a potrubí. V prípade rozliatia sa oleje odvádzajú do čerpacích nádrží, odkiaľ sú vypúšťané treťou stranou alebo používané ako palivo pri výrobe železa a ocele (napr. vo vysokých peciach alebo koksárenských peciach). [127, Continuous Coating Shadow Group 1999].

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Prevencia kontaminácie vody ropou (uhľovodíkmi).

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Inštalačné náklady a prevádzkové náklady sú obe nízke. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Hnacia sila implementácie
- Znížené riziká zodpovednosti z kontaminácie.
- Ciele bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci vrátane znížených rizík súvisiacich úrazov, napr. zabránenie šmykľavým podlahám, zníženie rizika požiaru.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[127, Continuous Coating Shadow Group 1999].

8.3.3 Predchádzanie úkapom a únikom kyseliny a ich riešenie.

Opis
Skladovacie nádrže na novú aj použitú kyselinu sú vybavené utesnenou druhotnou nádržou, ktorá má ochranný kyselinovzdorný náter a pravidelne sa kontroluje na zistenie potenciálneho poškodenia a prasklín. Priestory na nakladanie a vykladanie kyselín sú navrhnuté tak, aby sa prípadné úkapy a úniky zadržali a poslali na spracovanie v areáli alebo mimo neho.

Technický opis
Všetky skladovacie nádrže na čerstvú aj použitú kyselinu sú vybavené účinným a utesneným sekundárnym zadržiavaním a v prípade potreby aj ochrannými štítmi. Táto sekundárna záchytná nádrž je kompletne chránená kyselinovzdorným náterom, ktorý sa pravidelne kontroluje na potenciálne poškodenie a praskliny. Okrem toho je nakladacia a vykladacia plocha pre kyseliny navrhnutá tak, aby sa akýkoľvek prípadný únik priamo odvádzal do čistiarne odpadových vôd alebo sa mohol zachytiť osobitne na úpravu v areáli alebo mimo neho.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Prevencia kontaminácie vody kyselinou.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
- Znížené riziká zodpovednosti z kontaminácie.
- Ciele bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci vrátane zníženia rizík úrazov z vystavenia pracovníkov vysokokorozívnym kyselinám.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

8.3.4 Techniky skladovania a manipulácie so zvitkami

Opis
Procesne integrované techniky na prevenciu kontaminácie pôdy olejom počas skladovania a manipulácie so zvitkami ako medziprodukty alebo hotové výrobky, na zabránenie poškodeniu zvitkov, dodatočnému spracovaniu (následné spracovanie) a následnému zvýšeniu vznikajúceho odpadu.

Technický opis

Podmienky skladovania zvitkov

V zásade je pri skladovaní oceľových zvitkov potrebné dodržiavať nasledovné:

- vyhnúť sa sa poškodeniu alebo znehodnoteniu materiálu;
- zabrániť zámene materiálov/zabezpečiť vyzdvihnutie uskladnených zvitkov,
- zaistiť bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci/predchádzať úrazom,
- zabrániť vplyvu na životné prostredie v dôsledku úniku antikorózneho oleja.

V sklade sú zvitky ukladané v priestoroch vybavených vhodnými podperami pre zvitky, ktoré umožňujú ukladanie zvitkov bez ich poškodenia. Podpery zvitkov sú vyrobené z plastu, ocele alebo dreva. Oceľové mriežky sú vyložené gumou alebo plastom. Konštrukcia držiaka cievky zodpovedá geometrii cievky tak, aby sa zabránilo deformácii a poškodeniu (pozri obrázok 8.2). Odkvapkávacie misky môžu byť použité na skladovanie naolejovaných cievok (pozri obrázok 8.3).



Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Obrázok 8.2: Podpera zvitkov s gumou zodpovedajúcou geometrii zvitku



Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Obrázok 8.3: Podpera zvitkov s olejovými odkvapkávacími miskami

Manipulácia so zvitkami

Prípustné zdvíhacie zariadenia na manipuláciu so zvitkami sú žeriavy s kliešťami na zvitky (pozri obrázok 8.4), magnety v tvare C (pozri obrázok 8.5) alebo stohovače s tŕňmi (pozri obrázok 8.6). Príslušenstvo na manipuláciu s nákladom je prispôsobené vnútornému priemeru zvitku. Reťaze, laná a pásy sa nepoužívajú ako závesné prostriedky. Stav prídavných zariadení na manipuláciu s nákladom sa pravidelne kontroluje a opotrebované časti sa vymieňajú v závislosti od stavu. Cievky sú kontrolované v mieste výstupu z prevádzky a chránené pred poškodením. Zvitky určené pre „vonkajší skladovací priestor" sú zviazané dvoma oceľovými páskami.



Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Obrázok 8.4: Kliešte na zvitky s chráničom



Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Obrázok 8.5: Magnet v tvare C na zdvíhanie zvitkov



Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Obrázok 8.6: Stohovač s tŕňmi na manipuláciu a prepravu zvitkov

Presun zvitkov (v rámci prevádzky)
Zvitky sa prepravujú s náležitou starostlivosťou, aby sa zabránilo poškodeniu. Vnútropodnikový presun sa vykonáva iba povolenými a určenými dopravnými prostriedkami. Toto sa dá urobiť nasledovne:

- vysokozdvižné vozíky: Stohovače s tŕňmi môžu byť použité na presun zvitkov do vonkajšieho skladovacieho priestoru. Ak sa dopravné prívesy nakladajú a vykladajú pomocou tŕňových stohovačov, venuje sa osobitná pozornosť tomu, aby sa počas ukladania nepoškodili vnútorné a vonkajšie obaly zvitkov. Okrem toho sa medzi zvitkami udržiava primeraná vzdialenosť,
- prepravné prívesy alebo železničné vagóny: Držiaky cievok sú vyrobené z plastu, ocele alebo dreva. Oceľové mriežky sú vyložené gumou alebo plastom. Konštrukcia podpier cievky zodpovedá geometrii cievky. Aby sa zabezpečilo nakladanie a vykladanie bez poškodenia, medzi jednotlivými zvitkami sa udržiava dostatočná vzdialenosť, ktorá umožňuje žeriavovým uchopovacím kliešťam dosiahnuť medzi zvitky alebo stohovaču s tŕňmi naložiť zvitok na príves alebo vyložiť zvitok z prívesu bez kontaktu s ostatnými zvitkami. Dopravné prívesy a železničné vozne majú vhodné kryty na ochranu pred dažďom a snehom.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Prevencia kontaminácie pôdy olejom.
- Úspory energie vďaka vyhnutiu sa ďalšiemu spracovaniu, dokončovaniu alebo prepracovaniu produktu (dodatočné spracovanie).

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Ak sa neprijmú vhodné opatrenia týkajúce sa skladovania a manipulácie s medzi-produktmi a hotovými výrobkami, možno očakávať približne 10 % stratu produktivity v dôsledku zvýšenej produkcie odpadu. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Presný výpočet nákladov počas vykonávania týchto opatrení nie je možný. Odhadované náklady ušetrené optimalizáciou systému skladovania a manipulácie zodpovedajú približne 10 % hodnoty produkcie.

Hnacia sila implementácie
- Úspora materiálu vďaka menšiemu poškodeniu medzivýrobkov.
- Úspora produktu prostredníctvom menšieho poškodenia zvitkov.
- Zvýšená produktivita.
- Zníženie počtu poškrabaných výrobkov.
- Zachovanie kvality produktu.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[31, EUROFER 10-7-18 2018].

8.3.5 Zostavenie a realizáciu plánu riadenia OTNOC na zníženie emisií počas OTNOC

Opis
Plán riadenia OTNOC založený na rizikách zahŕňa všetky nasledujúce prvky:

- identifikáciu potenciálnych OTNOC [napr. zlyhanie vybavenia, ktoré je kritické z hľadiska ochrany životného prostredia (ďalej len „kritické vybavenie")], ako aj ich základných príčin a potenciálnych dôsledkov a pravidelné preskúmavanie a aktualizácia zoznamu identifikovaných OTNOC v nadväznosti na ďalej uvedené pravidelné posúdenie,,
- vhodný návrh kritického vybavenia (napr. kompartmentalizácia textilných filtrov),
- zostavenie a zavedenie plánu kontrol a preventívnej údržby pre kritické vybavenie,
- monitorovanie (t. j. odhadovanie alebo prípadne meranie) a zaznamenávanie emisií počas OTNOC a súvisiacich okolností,
- pravidelné posudzovanie emisií, ku ktorým dochádza počas OTNOC (napr. frekvencia udalostí, trvanie, množstvo uvoľňovaných znečisťujúcich látok), a v prípade potreby vykonanie nápravných opatrení.

Technický opis
Pri uplatňovaní procesov opísaných vyššie v kapitolách 2 až 6 a kapitole 8 môže prevádzka FMP zažívať iné než normálne prevádzkové podmienky (OTNOC). Tieto OTNOC sú veľmi rozmanité a môžu zahŕňať podmienky ako:

- zapnutie,
- vypnutie,
- krátkodobé zastavenia,
- režim udržiavania v ohrievacích peciach,
- úniky (olejov alebo kyselín),
- porucha alebo zlyhanie zariadenia na znižovanie emisií alebo časti zariadenia (napr. textilné filtre alebo ESP),
- porucha prístrojov súvisiacich s riadením procesov alebo používaných na monitorovanie emisií (napríklad drift prístrojového vybavenia),
- testovanie nového zariadenia,
- kalibrácia monitorovacieho systému.

S cieľom znížiť frekvenciu výskytu OTNOC a znížiť emisie počas OTNOC sa zavádza plán riadenia OTNOC založený na rizikách ako súčasť systému environmentálneho manažérstva (pozri oddiel 8.1.1) a môže zahŕňať prvky opísané v časti s opisom vyššie.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Emisie spojené s odstavením a nábehovými operáciami sú čiastočne eliminované. Plánovanie a dosiahnutie zníženého počtu odstávok pravdepodobne zníži ročné úrovne hmotnostných emisií ktorejkoľvek prevádzky.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Poruchy v prevádzke na spracovanie odpadových plynov môžu viesť k významnému zvýšeniu emisií (napr. prachu). Na zabránenie tomu sú zavedené nasledujúce opatrenia:

Preventívna údržba Preventívna
údržba sa používa na:

- zabezpečenie toho, aby sa údržba vyžadujúca vypnutie zariadení/systémov na kontrolu emisií (napr. zadržiavacie systémy, odsávacie systémy, systémy na úpravu výstupných plynov) plánovala na obdobie, keď nedochádza k emisiám (napr. časy odstávok) alebo keď sú úrovne emisií nízke,
- výmenu dielov, ktoré vyžadujú pravidelnú výmenu, a je naplánovaná tak, aby sa uskutočnila skôr, než pravdepodobne dôjde k poruchám,
- zabezpečenie toho, aby boli časti, ktoré sú nevyhnutné na normálnu prevádzku zariadení na kontrolu emisií, udržiavané na sklade, mohli sa rýchlo vymeniť alebo opraviť, s minimálnymi reakčnými časmi,
- vykonávanie rutinnej a nerutinnej údržby vrátane údržby krytov a potrubných spojov pre systémy skladovania a dodávky oleja/kyseliny.

Pravidelné údržbové kontroly
Vedie sa harmonogram údržby a záznam všetkých inšpekcií a údržbových činností, ktorý obsahuje nasledujúce:

- vizuálnu kontrolu tesniacich prvkov, prírub, ventilov, zvarov, nádrží a kadí, či nepretekajú,
- inšpekcie externými odborníkmi v prípade potreby,
- monitorovanie kľúčových zariadení kvôli problémom, ako sú vibrácie, úniky emisií a plánovanie opráv (ako vyššie),
- skúšobné programy, napr. tlakové skúšky potrubí a nádrží, kalibrácia meracích a monitorovacích zariadení,
- kontrola dotiahnutia matíc a skrutiek,
- kontrola opotrebovania strojov, ventilov a ochranných vaní, prehrievanie ložísk atď.,
- rekalibrácia meracích systémov,
- zabezpečenie plnej funkčnosti zariadenia na odsávanie a odstraňovanie.

Neplánovaná údržba
Operátori procesov a údržbársky personál identifikujú a nahlasujú úniky, poškodené zariadenia, prasknuté potrubia atď. na zameranie neplánovanej údržby.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Predchádzanie odstávkam prevádzok môže znížiť náklady v prevádzkach FMP takto:

- umožňuje nepretržitý výkon, a tým vyššie využitie inštalácie,
- zníženie údržby pece v dôsledku nižšieho tepelného zaťaženia procesu.

Hnacia sila implementácie

- Znižuje výpadky.
- Udržiava kvalitu produktu a výkon.

Vzorové prevádzky

Široko používané.

Odborná literatúra

Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

8.4 Nebezpečné látky

8.4.1 Predchádzanie používaniu zlúčenín šesťmocného chrómu pri pasivácii

Pozri oddiely 5.4.1.5.6 a 5.4.1.5.7.

8.5 Energetická efektívnosť

8.5.1 Plán energetickej efektívnosti a energetické audity

Opis
Plán energetickej efektívnosti je súčasťou EMS (pozri oddiel 8.1.1) a obsahuje vymedzenie a výpočet špecifickej spotreby energie na činnosť, každoročné stanovenie kľúčových ukazovateľov výkonnosti (napr. MWh/t produktu) a plánovanie cieľov pravidelného zlepšovania a súvisiacich opatrení. Energetické audity sa vykonávajú minimálne raz ročne, aby sa zabezpečilo plnenie cieľov plánu energetického manažérstva. Plán energetickej efektívnosti a energetické audity možno začleniť do celkového plánu energetickej efektívnosti väčšieho zariadenia (napr. na výrobu železa a ocele).

Technický opis
Rozsiahle informácie o energetickej efektívnosti možno nájsť v BREF o energetickej efektívnosti. [171, COM 2009] Niektoré techniky použiteľné na zvýšenie energetickej efektívnosti prevádzok FMP sú nasledovné:

a. Hodnotenie nákladov a prínosov rôznych energetických možností.
b. Monitorovanie tokov energie (spotreba a výroba podľa zdroja) a zacielenie oblastí na zníženie.
c. Definovanie a výpočet špecifickej spotreby energie činnosti (alebo činností) a stanovenie kľúčových ukazovateľov výkonnosti na ročnej báze (napr. MWh/tonu produktu).
d. Vykonávanie energetického prieskumu na identifikáciu príležitostí pre ďalšie úspory energie.
e. Využívanie techník rekuperácie tepla zo spalín.
f. Uplatňovanie prevádzkových, údržbárskych a hospodárskych opatrení na najrelevantnejšie prevádzky spotreby energie, ako napríklad:
    - klimatizácia, procesné chladenie a chladiace systémy (netesnosti, tesnenia, regulácia teploty, údržba výparníka/kondenzátora),
    - prevádzka motorov a pohonov (napr. vysokoúčinné motory),
    - systémy stlačeného plynu (úniky, postupy používania),
    - systémy distribúcie pary (úniky, odlučovače kondenzátu, izolácia),
    - vykurovacie systémy a systémy prípravy teplej vody,
    - mazanie na zabránenie vysokým stratám trením (napr. olejová hmla),
    - údržba kotla, napr. optimalizácia prebytočného vzduchu,
    - iná údržba súvisiaca s činnosťami v rámci prevádzky,
    - pravidelné preskúmavanie požiadaviek na vybavenie.
g. Používanie techník, ktoré znižujú spotrebu energie, a tým redukujú priame (teplo a emisie z výroby energie na mieste) aj nepriame (emisie zo vzdialenej elektrárne) emisie. Napríklad:
    - izolácia budov,
    - použitie energeticky úsporného osvetlenia areálu,
    - údržba vozidla,
    - efektívne usporiadanie prevádzky na zníženie vzdialeností čerpania,
    - fázová optimalizácia elektronických motorov,
    - rekuperácia tepla,
    - zabezpečenie vypnutia zariadení, ak je to bezpečné, keď sa nepoužívajú,
    - zabezpečenie minimalizácie pohybu vozidiel na mieste a vypínanie motorov, keď nie sú v prevádzke.
h. Uplatňovanie základných, nízkonákladových, fyzických techník na zabránenie hrubej neefektívnosti; vrátane izolácie, metód zadržiavania (napríklad tesnenia a samozatváracie dvere) a vyhýbanie sa zbytočnému vypúšťaniu ohriatej vody alebo vzduchu (napríklad inštaláciou jednoduchých riadiacich systémov).
i. Aplikovanie techník energetickej efektívnosti na technické zariadenia budov.
j. Využívanie skládkového plynu na výrobu elektriny a tepla.
k. Využívanie tepla z pecí a motorov na odparovanie, sušenie a na predohrev.

Ak je prevádzka FMP začlenená do energetickej siete väčšej inštalácie, plán energetickej efektívnosti prevádzky FMP môže byť integrovaný do celkového plánu energetickej efektívnosti väčšej inštalácie (napr. na výrobu železa a ocele).

Energetické audity sa vykonávajú minimálne raz ročne, aby sa zabezpečilo plnenie cieľov plánu energetického manažérstva. Audity sa môžu vykonávať s použitím medzinárodných noriem, ktoré boli vypracované na podporu vykonávania energetických auditov podľa smernice o energetickej efektívnosti (napr. EN 16247-1:2012 a ISO 50002:2014).

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie spotreby energie a emisií súvisiacich s týmto využitím energie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Miera podrobnosti plánu energetickej efektívnosti a energetických auditov bude spravidla závisieť od povahy, veľkosti a zložitosti prevádzky, ako aj druhov zdrojov energie.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Úspory energie.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[171, COM 2009], [172, norma EN 16247-1 2012], [173, norma ISO 50002 2014].

8.5.2 Záznam o energetickej bilancii

Opis
Každoročne sa vypracuje záznam o energetickej bilancii, ktorý obsahuje členenie spotreby a výroby energie (vrátane vývozu energie) podľa druhu zdroja energie (napr. elektrina, zemný plyn, plyny zo spracovania železa a ocele, fosílne palivá, energia z obnoviteľných zdrojov, dovážané teplo a/alebo chladenie).

Technický opis
Technika obsahuje každoročné zostavenie záznamu o energetickej bilancii, ktorý obsahuje členenie spotreby a výroby energie (vrátane vývozu energie) podľa druhu zdroja (napr. elektrina, zemný plyn, plyny zo spracovania železa a ocele, fosílne palivá, energia z obnoviteľných zdrojov, dovážané teplo a/alebo chladenie). To zahŕňa:

(i) vymedzenie energetických hraníc procesov,
(ii) informácie o spotrebe energie, pokiaľ ide o dodanú energiu,
(iii) informácie o energii vyvezenej z prevádzky,
(iv) informácie o toku energie (napr. Sankeyove diagramy alebo energetické bilancie) zobrazujúce, ako sa energia využíva počas procesov.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie spotreby energie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Zníženie emisií z energetického systému možno vyhodnotiť len na základe správneho výpočtu skutočne vyprodukovaných emisií. Rozdelenie medzi výrobou a spotrebou môže pomôcť optimalizovať rovnováhu medzi nimi, a tým optimalizovať využitie energetických zdrojov.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Úroveň podrobnosti záznamu energetickej bilancie bude vo všeobecnosti súvisieť s povahou, rozsahom a zložitosťou prevádzky a typmi zdrojov energie.

Hospodárske vplyvy
Požiadavky sú základné a stoja málo.

Hnacia sila implementácie
Zníženie nákladov na energiu.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[171, COM 2009].

8.5.3 Všeobecné techniky na zvýšenie energetickej efektívnosti ohrevu

8.5.3.1 Optimálna koncepcia pece na ohrev suroviny

Opis
To zahŕňa techniky, ako sú napríklad:

- optimalizácia kľúčových charakteristík pece (napr. počet a typ horákov, vzduchotesnosť a izolácia pece s použitím vhodných žiaruvzdorných materiálov),
- minimalizácia tepelných strát otvormi dvierok pece, napr. použitím niekoľkých zdvíhateľných segmentov namiesto jedného segmentu v kontinuálnych ohrievacích peciach,
- minimalizácia počtu nosných konštrukcií suroviny vo vnútri pece (napr. nosníky, sklznice) a použitie vhodnej izolácie na zníženie tepelných strát vodným chladením nosných konštrukcií v kontinuálnych ohrievacích peciach.

Technický opis
Konštrukcia pece
Konštrukcia pece a stupeň izolácie majú významný vplyv na tepelnú efektívnosť. Pec spolu s počtom a kapacitou horákov sú starostlivo vypočítané na základe niekoľkých realistických výrobných scenárov. Zohľadňujú sa rôzne teploty ohrevu vsádzky, rozdiely vo výrobnom rytme spôsobené zmenami v rozmeroch vsádzky alebo v dôsledku zmien vo výrobnom rytme valcovne za tepla, ako aj obdobia, kedy sa uplatňuje horúce alebo priame vsádzanie. [4, EUROFER 1998]

K dispozícii je vhodné zariadenie na obmedzenie emisií a spotreby energie v prípade náhleho zastavenia linky. To znamená, že teplotu možno jednoducho znížiť alebo horáky v určitých častiach pece vypnúť. V druhom prípade môže byť z bezpečnostných dôvodov potrebné vypláchnutie N_2. [4, EUROFER 1998], [26, Hot Rolling Shadow Group 1999]

Vo všeobecnosti sa zvažujú nasledujúce odporúčania, prednostne v procese návrhu:

- Radiačné horáky v strope pece produkujú nižšie hladiny NO_X vďaka rýchlemu rozptylu energie.
- Izolačné vlastnosti žiaruvzdorného materiálu sú dôležité; preto by sa mali prijať konštrukčné opatrenia na zvýšenie životnosti žiaruvzdorného materiálu, keďže poškodenia žiaruvzdorného materiálu nie je možné okamžite opraviť.
- Použitie žiaruvzdorného materiálu s nízkou tepelnou hmotou môže znížiť straty uloženej energie a znížiť energiu a čas potrebný na rozkúrenie. [37, ETSU 1993]
- Zlepšená vzduchotesnosť pecí a inštalácia špeciálne navrhnutých dverí na zníženie prísunu falošného vzduchu. [37, ETSU 1993]
- Plochy dverí a/alebo medzery dverí na vsádzanie a vysádzanie sú minimalizované a používajú sa izolačné žiaruvzdorné závesy na časy, keď musia byť dvere nevyhnutne otvorené (za predpokladu, že sa dá zabrániť nadmernému mechanickému poškodeniu vsádzky). [37, ETSU 1993]

Ďalšie informácie o minimalizácii tepelných strát z otvorených dverí a o minimalizácii počtu nosných konštrukcií surovín na zníženie tepelných strát možno nájsť v príslušných oddieloch 2.4.2.2 a 2.4.2.13.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Znížená spotreba energie.
- Zníženie emisií NO_X a CO.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Pec sa prevádzkuje s „náležitou odbornou starostlivosťou". Aj sofistikované zariadenia prinášajú slabé výsledky v oblasti emisnej a tepelnej efektívnosti, ak proces nie je správne prevádzkovaný a ak zariadenia nie sú pravidelne udržiavané. Skúsenosti ukázali, že dobré hospodárenie môže viesť k úsporám paliva až do 10 %. [37, ETSU 1993]

Regulácia pece je veľmi dôležitá pre efektívnu prevádzku a rôzne techniky, ako je pulzné spaľovanie, môžu zvýšiť efektívnosť využitia paliva a dobrú reguláciu teploty. [31, EUROFER 10- 7-18 2018]

Turbulencia v plameni horákov je eliminovaná. Vyšetrovania skutočne ukázali výrazný nárast NO_X produkovaného teplotnými fluktuáciami v porovnaní s hodnotami NO_X produkovanými stabilným plameňom pracujúcim pri rovnakej priemernej teplote.

Prebytok vzduchu je tiež dôležitým faktorom pre kontrolu úrovne emisií NO_X, spotrebu energie a tvorbu vodného kameňa. Prebytok vzduchu by mal byť minimalizovaný bez nadmerných emisií CO a bez ohrozenia efektívnej prevádzky pece. Osobitnú pozornosť treba venovať tomu, aby sa zabránilo prítomnosti falošného vzduchu, ktorý zvyšuje spotrebu energie, ako aj emisie NO_X. Hmotnostný spektrometer je užitočný na udržiavanie pomeru vzduchu a plynu na optimálnej úrovni pre palivá s premenlivým alebo neznámym zložením. [4, EUROFER 1998]

Teplo uložené v žiaruvzdorných materiáloch sa dodáva počas obdobia nábehu a prvej výrobnej zmeny. Počas nepretržitej prevádzky sa toto akumulované teplo zvyčajne považuje za zanedbateľné. Keď sa uplatňujú postupy znižovania výkonu (napr. cez víkendy) alebo keď sa pece zámerne ochladzujú z dôvodu údržby, tieto energetické straty sa môžu stať dôležitým faktorom, pretože túto energiu je potrebné dodať počas ohrevu pece pre ďalšie výrobné obdobie. Pre dva prípady boli hlásené straty uskladnenej energie počas víkendového odstavenia závodu: 0,409 GJ/m^2 a 0,243 GJ/m^2. Počas výrobných prestávok a víkendov by mali byť dvere zatvorené a utesnené na udržanie tepla. Použitie žiaruvzdorných materiálov s nízkou tepelnou hmotnosťou môže znížiť čas nábehu, spotrebu energie a prevádzkové náklady. [37, ETSU 1993]

Údržba riadiacich systémov a horákov je veľmi dôležitá. Regulačné ventily, prepojovacie mechanizmy, vnútorné komponenty horáka a chladiace systémy sú udržiavané pomocou noriem dobrej plánovanej údržby,

aby sa zabezpečila spoľahlivá a efektívna prevádzka. Poškodené horáky a regulačné ventily môžu mať za následok zvýšené emisie z pece a neefektívne využívanie paliva.
[31, EUROFER 10-7-18 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
- Znížená spotreba energie.
- Zníženie emisií NO_X a CO.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[4, EUROFER 1998], [26, Hot Rolling Shadow Group 1999], [31, EUROFER 10-7-18 2018], [37, ETSU 1993].

8.5.3.2 Optimalizácia spaľovania

Opis
Opatrenia prijaté na maximalizáciu efektívnosti premeny energie v peci pri minimalizácii emisií (najmä CO). Dosahuje sa to kombináciou techník, ako sú napríklad dobrá konštrukcia pece, optimalizácia teploty (napr. účinné zmiešavanie paliva a spaľovacieho vzduchu) a čas zotrvania v zóne spaľovania, ako aj použitím automatizácie a ovládania pece.

Ďalšie informácie sa nachádzajú v BREF o LCP [23, Lecomte a kol. 2017].

Odborná literatúra
[23, Lecomte a kol. 2017].

8.5.3.3 Automatizácia a ovládanie pece

Opis
Proces ohrevu je optimalizovaný pomocou počítačového systému, ktorý v reálnom čase riadi kľúčové parametre, ako sú teplota pece a suroviny, pomer vzduchu k palivu a tlak v peci.

Technický opis
Automatizácia pece sa nepretržite stará o spaľovanie, spotrebu energie, manipuláciu s materiálom, reguláciu teploty vstupnej suroviny a bezpečnosť procesu. Okrem toho umožňuje nastavenie pomeru vzduchu k palivu pre optimálne spaľovanie, čo následne minimalizuje emisie NOx. [25, EUROFER 2018]

S pomocou procesného počítača je možné optimalizovať proces ohrevu (napr. žiadne zbytočné prehrievanie suroviny počas prerušení, presnejšie riadenie teploty) v súlade s kvalitou materiálu a rozmermi. [4, EUROFER 1998]

Regulácia tlaku v peci: Ak je tlak v peci nižší ako atmosférický tlak, studený vzduch bude nasávaný do komory cez dvere a otvory. Naopak, ak je tlak vyšší ako atmosférický, horúce plyny budú vytláčané von cez tie isté otvory. Z dôvodov energetickej efektívnosti, konzistentnosti prevádzky a kvality produktu sa pece zvyčajne prevádzkujú pri miernom pretlaku v porovnaní s vonkajším vzduchom. [37, ETSU 1993]
Ďalším dôvodom na udržiavanie mierne pozitívneho tlaku v peci je bezpečnosť, aby sa zabránilo vniknutiu vzduchu, ktorý by mohol vytvoriť výbušnú zmes, ak by sa palivo/plyn zapálili, najmä pri spúšťaní. [26, Hot Rolling Shadow Group 1999]

Regulácia pomeru vzduchu k palivu: Regulácia pomeru vzduchu k palivu je nevyhnutná na riadenie kvality spaľovania, pretože zabezpečuje stabilitu plameňa a úplné spaľovanie. Nastavenie pomeru vzduchu k palivu čo najbližšie k stechiometrickým podmienkam vedie k vyššej efektívnosti paliva a zníženým stratám energie odpadových plynov. Merania koncentrácie kyslíka v produktoch spaľovania v peci možno použiť na poskytnutie signálu pre systémy riadenia pomeru vzduchu k palivu (***regulácia prebytku kyslíka***). [37, ETSU 1993]

Regulácia teploty materiálu: Použitím riadiaceho počítačového systému na výpočet teploty suroviny (bramy, bloky, sochory atď.) sa zabraňuje prehriatiu nad cieľovú teplotu. Systém riadenia optimalizácie pece (FOCS) určuje zadané hodnoty teploty v rôznych zónach pece a riadi prietok pece na základe vypočítaných teplôt obrobkov a aktuálneho stavu výroby s cieľom vyrábať optimálne ohriate materiály. [25, EUROFER 2018]

Regulácia času opakovaného ohrevu: Čas opakovaného ohrevu v peci je kľúčovým parametrom. Závisí to od cieľovej teploty na výstupe, veľkosti a triedy ocele výrobku, charakteristík pece, cielenej úrovne produkcie prevádzky a úzkeho miesta závodu (či už na úrovni valcovne alebo na úrovni pece). Počítačový systém dokáže predpovedať optimalizovaný čas opakovaného ohrevu. V prípade problémov na úrovni valcovne počítačový systém zohľadňuje akúkoľvek zmenu z hľadiska času ohrevu v rámci každej zóny pece. [3, EUROFER 2020]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Znížená spotreba energie.
- Redukcia NO_X.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Príklad: Regulácia prebytku kyslíka
V spoločnosti Rotherham Engineering Steels bol nainštalovaný systém využívajúci kyslíkové meracie články na báze zirkónia na peci s pohyblivými nosníkmi, ktorá sa používa na opakovaný ohrev štvorcových sochorov zo studeného stavu na 1 200 °C. Pec s kapacitou 110 t/h prevádzkuje šesť nezávisle riadených teplotných zón. Zvyčajne je ohrievaný zemným plynom alebo ťažkým vykurovacím olejom ako alternatívou počas prerušení dodávky plynu. Regulácia prívodu kyslíka viedla k nižšej priemernej koncentrácii kyslíka v peci v porovnaní s konvenčnou reguláciou pomeru vzduchu k palivu. Dosiahli sa úspory energie približne 2 %: hoci zníženie obsahu kyslíka naznačuje, že by sa realisticky mohli dosiahnuť úspory okolo 4,7 %, tento potenciál bol znížený zvýšením teploty v ohrievacích zónach. Ďalšie výhody zahŕňali zlepšenú kvalitu produktu a znížené náklady na údržbu. [11, ETSU – b 1993], [174, ETSU 1995]

Valcovňa plechov Raahe používa nepretržité riadenie kyslíka vo všetkých spodných a horných zónach. Nastavená hodnota kyslíka je nízka pre väčšinu brám a vyššia nastavená hodnota kyslíka sa používa len pre špeciálne bramy. [25, EUROFER 2018]

Príklad: Počítačom riadený systém pece
Počítačom riadený systém pece nainštalovaný na dvoch narážacích peciach a používaných na opakovaný ohrev studených vsádzaných brám v British Steel, Teeside, viedol k úsporám energie vo výške 15 % pre obe pece. Predtým manuálne nastavované teplotné zóny prešli na počítačom riadené (pomocou online matematických modelov), aby sa zabezpečili optimálne ohrievacie profily.

Zavedenie počítačom riadeného ovládania pece v nemeckom závode na výrobu rúr viedlo k úspore energie o 5 % a k zníženiu tvorby okovín počas opakovaného ohrevu až o 30 %. [63, Grobe a kol. 1996]

Príklad: Valčekové kruhové pece
Vo valčekových kruhových peciach sa môžu použitím počítačového riadenia pece vybraté zóny pece prepnúť do pohotovostného režimu, keď sa vnútri pece nenachádza žiadna brama. Okrem toho sa v závislosti od skutočnej teploty bloku upravuje teplota zón a čas ohrevu bloku. [25, EUROFER 2018]

Tabuľka 8.1: Typicky dosiahnuteľné zníženia a údaje o nákladoch pre automatizáciu pecí

Automatizácia pece[2]	Zníženie [%]	
	NO_x	Energia [1]
	10	10

Poznámka: *Zdroj*: [4, EUROFER, 2018]. Základom je pec s ročnou kapacitou 1,5 Mt, ohrievaná zemným plynom, so štandardnými horákmi a bez predohrevu vzduchu. Investičné náklady môžu byť špecifické pre danú lokalitu (dostupný priestor, usporiadanie existujúcej pece, počet bočných a spodných horákov)
[1] V percentuálnom vyjadrení sa zníženie energie zhoduje so znížením emisií SO_2, CO a CO_2
[2] Pod automatizáciou pece sa rozumejú všetky opatrenia, ktoré umožňujú rýchle prispôsobenie parametrov pece zmenám vo výrobe a prísnu kontrolu prebytku vzduchu

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Nie sú známe žiadne negatívne vplyvy na iné zložky.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
- Znížená spotreba energie – úspory energie.
- Zlepšená kvalita produktov a znížené náklady na údržbu.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[4, EUROFER, 2018], [11, ETSU – b 1993], [25, EUROFER 2018], [37, ETSU 1993], [63, Grobe a kol. 1996] [174, ETSU 1995].

8.5.3.4 Systém riadenia plynu zo spracovania

Opis
Systém, ktorý umožňuje nasmerovanie plynov zo spracovania železa a ocele do pecí na opakovaný ohrev a/alebo ohrev suroviny v závislosti od ich dostupnosti. Používa sa výhrevnosť plynov zo spracovania železa a ocele a/alebo plynu bohatého na CO z výroby ferochrómu.

Viac informácií týkajúcich sa príslušných plynov zo spracovania železa a ocele nájdete v BREF o LCP.

Ďalšie informácie o plyne bohatom na CO z výroby ferochrómu nájdete v BREF o NFM. [34, COM 2017]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Použiteľné len v prípade, keď sú k dispozícii plyny zo spracovania železa a ocele a/alebo plyn bohatý na CO z výroby ferochrómu.

Odborná literatúra
[23, Lecomte a kol. 2017], [34, COM 2017].

8.5.3.5 Poklopové žíhanie so 100 % vodíkom

Opis
Poklopové žíhanie sa vykonáva v peciach s použitím 100 % vodíka ako ochranného plynu so zvýšenou tepelnou vodivosťou.

Technický opis
Konvenčné poklopové žíhanie v žíhacích peciach sa vykonáva v atmosfére vodíka/dusíka (napr. HN) pozostávajúcej z približne 5 % H_2 a 95 % N_2. V niektorých prípadoch sa môže použiť až 7 % H_2. Vysokovýkonné vodíkové (napr. HPH) žíhanie oceľových zvitkov spočíva v používaní 100 % vodíka a výsledkom je lepšia produktivita, zlepšené mechanické vlastnosti, kvalita povrchu a produktu. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Prechod na atmosféru so 100 % H_2 má nasledujúce účinky na proces ohrevu a chladenia:

1) Prenos tepla konvekciou medzi plynom a oceľovým povrchom sa zvýši v dôsledku relatívne vyššej tepelnej vodivosti vodíkového plynu. Efekt predstavuje približne o 60 % vyššiu mieru konvekčného prenosu tepla.
2) Menšia veľkosť molekúl H_2 v porovnaní s N_2 umožňuje ľahší prienik plynu do malej medzery medzi vrstvami zvinutého pásu. Keďže H_2 má tiež vyššiu schopnosť absorbovať teplo, zvýši axiálnu tepelnú vodivosť vo zvitku približne sedemnásobne.
3) Nižšia špecifická hmotnosť H_2 takisto umožňuje vyššiu cirkuláciu plynu na prenos tepla.

Zvonové pece na čistý vodík môžu byť vybavené horákmi na plynné palivo, čo umožňuje prebytok/zvyšky redukčných plynov (hlavne H_2, ale aj zvyšky z oleja, CH_4, C_nH_m, CO a H_2O) spaľovať spolu s hlavným palivom s cieľom maximalizovať využitie vodíka. Metóda využitia výstupných plynov v horákoch na ohrev procesu umožňuje spracovať a odstrániť olej a iné organické materiály z produktu.

Výhody vyššieho prenosu tepla do zvitky a v jej vnútri umožňujú zvýšenú mieru výroby s kratším časom ohrevu a chladenia, ako aj nižšou špecifickou spotrebou energie. Rýchlejšia miera ohrevu znamená nižšiu špecifickú spotrebu plynov a elektrickej energie.

H_2 reaguje veľmi rýchlo a intenzívne so vzduchom. Pri použití 100 % vodíkovej atmosféry sa zavádzajú bezpečnostné opatrenia na zabránenie reakciám so vzduchom vrátane nepretržitého dohľadu nad procesom žíhania.

Vyššie množstvo H_2 poskytuje možnosť lepšie preniknúť medzi vrstvy zvitku, čím uľahčuje oduhličovacie reakcie medzi vodíkom a produktmi kontaminácie olejom na zvitku. Dekarbonizačná sila čistého vodíka je výrazne vyššia ako tá, ktorá sa dosahuje v ochrannej atmosfére zloženej z dusíka/5 % vodíka. [175, Scheuermann a kol. 1995]

To vedie k čistiacemu účinku, keď prebiehajú nasledujúce reakcie: C_nH_m +

$xH_2 \rightarrow CH_4$, C_2H_6 …
$C_{amorph} + 2H_2 \rightarrow CH_4$

Okrem toho vyšší pomer H_2 : H_2O pomáha zachovať štruktúru povrchu ocele tým, že do určitej miery zabraňuje nasledujúcim reakciám:

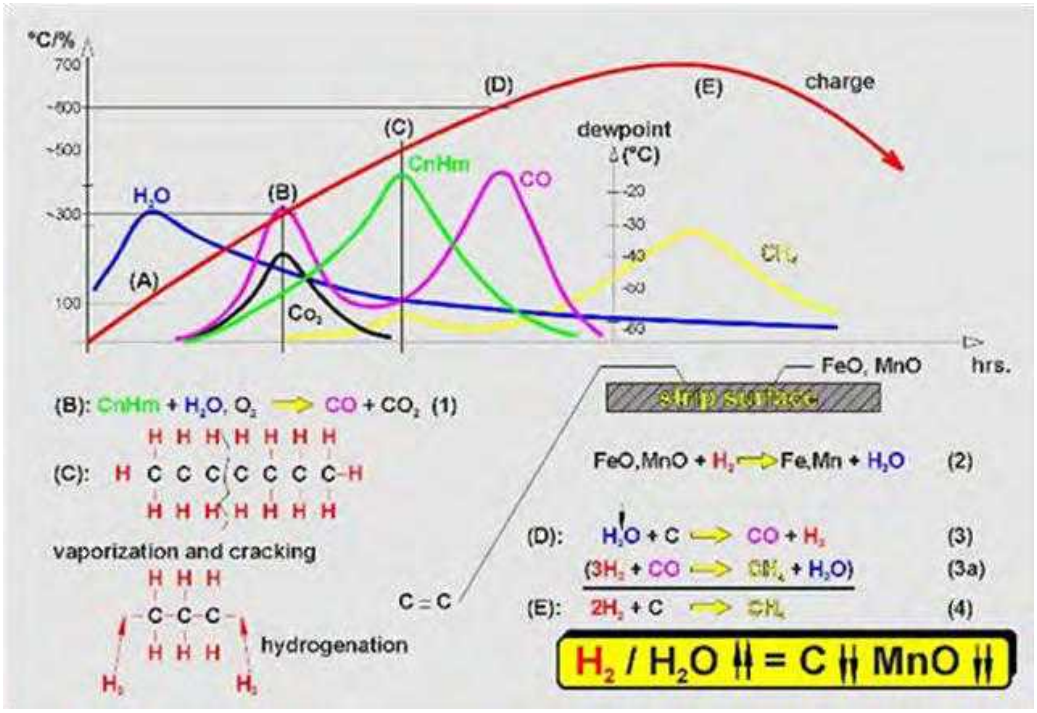
$[C] + H_2O \rightarrow CO + H_2$
$Me + H_2O \rightarrow MeO + H_2$

kde:
Me = akýkoľvek druh kovu;
MeO = akýkoľvek druh oxidu kovu.

Na obrázku 8.7 sú zobrazené chemické reakcie prebiehajúce počas ohrevu vsádzky v 100 % vodíkovej zvonovej žíhacej peci. Reakcia A (modrá čiara) je redukcia akéhokoľvek voľného kyslíka:

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$.

Od krokov B po E sú podrobne opísané po sebe nasledujúce chemické reakcie prebiehajúce počas procesu žíhania. Celkovo vysoká koncentrácia H_2 napomáha redukcii akýchkoľvek oxidov a hydrogenácii ťažkých uhľovodíkov; tieto reakcie sú obmedzené len pri použití konvenčnej HN žíhacej pece.



Zdroj: [40, EUROFER 31-3-17 2017]

Obrázok 8.7: Chemické reakcie v rámci 100 % poklopového žíhania vo vodíku

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Znížená spotreba energie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

V závode SSAB Borlänge sa nachádza päť zvonových pecí HPH prevádzkovaných so 100 % vodíkom a štyri elektricky vyhrievané pece HN. Prevádzkové údaje za tieto pece sú uvedené v tabuľke 8.2. Tieto údaje sú agregované za trojročné obdobie skutočnej výroby prevádzky. V tomto cvičení sa nebrala do úvahy skutočnosť, že v rôznych peciach sa mohli použiť rôzne žíhacie cykly. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Pokiaľ ide o vykázané údaje, je potrebné poznamenať, že údaje o úsporách energie súvisia s časom procesu. Neboli k dispozícii žiadne údaje o úspore energie zo základných ventilátorov a elektrického vykurovacieho komponentu samostatne. Taktiež sa nebrala do úvahy trieda produktu (a teda ani žíhacie cykly), ako aj vsádzka (tony/dávka), hrúbka pásu, ktoré môžu mať vplyv na údaje ako čas žíhania a energetická efektívnosť (na tonu). [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Tabuľka 8.2: Údaje o miere výroby, spotrebe energie a plynu a emisiách NO_x v žíhacích peciach (HN a HPH) v SSAB Borlänge

	Elektrická pec HN	Pec HPH (100 % H_2)	Rozdiel
Produktivita (tona/h)	0,5	2,0	200 %
Energia [kWh/tona] (elektrina a LPG)	427	253	–41 %
Plyn N_2 [m^3/tona]	83	8,7	–90 %
Plyn H_2 [m^3/tona]	2,9	6	107 %
NO_x [kg/tona]	NI	0,21	NI

Pozn.: NI = Neboli poskytnuté žiadne informácie.
Zdroj: [31, EUROFER 10-7-18 2018]

V SSAB emitujú NO_X iba zvonové pece H_2, pretože ostatné pece HN sú elektricky ohrievané.

Celkovo 10 prevádzok zo zberu údajov pomocou tejto techniky uviedlo hodnoty spotreby energie v rozsahu 580 MJ/t až 800 MJ/t. [16, FMP TWG 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
V porovnaní s elektricky ohrievanými pecami môže použitie pecí HPH viesť k vyšším emisiám do ovzdušia. Na plné využitie H_2 možno dosiahnuť zvýšenie efektívnosti použitím spaľovacej technológie na vykurovanie zvonu, kde sa prebytok H_2 môže spaľovať spolu so zemným plynom alebo iným palivom.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
- Produktivita, kvalita povrchu, úspory nákladov v závislosti od cien paliva.
- Možno splniť prísne normy kvality.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 08 CR, 37 CR, 45 CR, 110 CR1, 110 CR2, 112 CR, 115 CR, 116 CR, 128 CR, 144 CR, 193 CR, 194 CR.

Odborná literatúra
[31, EUROFER 10-7-18 2018], [175, Scheuermann a kol. 1995], [176, Wendt a kol. 2015].

8.5.3.6 Optimálna koncepcia galvanizačnej vane

Opis
Patria sem napríklad tieto techniky:

- rovnomerný ohrev stien galvanizačnej vane (napr. použitím vysokorýchlostných horákov alebo sálavej koncepcie),
- minimalizácia tepelných strát z pece pomocou izolovaných vonkajších/vnútorných stien (napr. keramické obloženie).

Technický opis
Efektívnosť ohrievania pece by sa mala posudzovať v dvoch častiach: po prvé efektívnosť, s akou sa teplo prenáša z primárneho zdroja tepla do zinkovacieho kúpeľa, a po druhé efektívnosť, s akou sa prenesené teplo využíva na udržiavanie teploty zinku.

Efektívnosť prenosu tepla do vane sa riadi základnými princípmi prenosu tepla a technikou spaľovania. Spaľovanie plynov a olejov vedie k prúdeniu spalín, ktoré odnášajú citeľné a latentné teplo. To zvyčajne predstavuje 45 – 55 % hrubého tepelného príkonu pri maximálnom príkone. Malé množstvo elektrickej energie sa používa na pohon ventilátora spaľovacieho vzduchu a čerpadla alebo kompresora používaného pri olejovom vykurovaní. Používanie elektriny na ohrievanie zahŕňa energetické straty v dôsledku reaktančných účinkov a často aj v dôsledku chladenia teplotne citlivých častí vykurovacieho systému. Straty môžu byť okolo 15 % nameraného výkonu. Pri všetkých zdrojoch energie dochádza k dodatočným tepelným stratám z plášťa pece, hoci pri dobre izolovanej peci sú tieto straty malé, zvyčajne 2 % z dodanej energie. Všetky straty v tejto kategórii sa zvyšujú so zvyšujúcim sa prívodom tepla.

Straty zo systému sú spôsobené aj radiáciou a konvekciou z povrchu roztaveného kovu a z exponovaných častí hornej časti kúpeľa, ako je horná príruba na oceľovej vani. Rozsah týchto strát závisí od povrchových plôch, podmienok a teplôt, ale typicky predstavuje 15 až 25 % tepla pôvodne preneseného do kúpeľa.

Tepelné straty spalín možno znížiť optimalizáciou spaľovacieho procesu, optimalizáciou prebytku vzduchu na spaľovanie a znížením prístupu vzduchu do plášťa pece. Zinkovanie pri nízkej teplote znamená, že existujú obmedzené možnosti úspory energie znižovaním strát. Systém horáka musí byť schopný pracovať s regulačným rozsahom približne 15 : 1.

V niektorých prípadoch sa minimalizácia tepelných strát z pece dosahuje použitím izolovaných vonkajších/vnútorných stien (napr. keramická výmurovka).

Efektívnosť pece je tiež ovplyvnená systémom riadenia. Vyššia efektívnosť sa dosahuje pomocou riadiacich systémov, ktoré čo najpresnejšie prispôsobujú prívod tepla spotrebe tepla. Stanovenie tepelného príkonu je založené na teplote roztaveného zinku, meranej termočlánkami buď ponorenými do zinku, alebo – v prípade oceľových vaní – prípadne kontaktom s vonkajšou stenou vane. V závislosti od flexibility vykurovacieho systému regulátor často používa PID (proporcionálnu, integrálnu, derivačnú) alebo inú riadiacu logiku na udržanie čo najkonštantnejšej teploty zinku. V niektorých prípadoch je možné nainštalovať dvojzónovú reguláciu teploty, kde možno vykurovací systém rozdeliť na dve zóny, hornú a dolnú zónu. To môže tiež pomôcť kontrolovať a minimalizovať tvorbu vrchnej trosky.

Spaľovacie systémy zahŕňajú režimy High/Low (určitý čas sa dodáva buď maximálny, alebo minimálny tepelný výkon), modulačný (tepelný príkon sa neustále mení v rozsahu medzi maximom a minimom) alebo pulzný režim (dodáva sa nepretržitý sled maximálnych a minimálnych tepelných príkonov, čo zodpovedá čistému strednému tepelnému príkonu).

V prípade plynových horákov sa používajú vysokorýchlostné horáky na zabezpečenie optimálneho prenosu tepla do galvanizačnej vane. V prípade indukčného ohrevu sa na rovnomerné ohriatie stien vane používajú ohrievacie panely so sálavým dizajnom.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížená spotreba energie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Straty zo systému sú spôsobené aj radiáciou a konvekciou z povrchu roztaveného kovu a z exponovaných častí hornej časti kúpeľa, ako je horná príruba na oceľovej vani. Rozsah týchto strát závisí od povrchových plôch, podmienok a teplôt, ale typicky predstavuje 15 % až 25 % tepla pôvodne preneseného do kúpeľa.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížená spotreba energie – úspory energie.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

8.5.3.7 Optimálna prevádzka galvanizačnej vane

Opis
Zahŕňa techniky ako minimalizácia tepelných strát z galvanizačnej vane pri nanášaní povlakov ponorom drôtov do roztaveného kovu alebo pri kusovom zinkovaní, napr. používaním izolovaných krytov počas nečinnosti.

Technický opis
Pri nanášaní povlakov ponorom do roztaveného kovu drôtov alebo pri kusovom pozinkovaní možno povrchové straty počas práce znížiť (za predpokladu primeraného vetrania) použitím krytu nad kúpeľom alebo obmedzením otvorenej časti povrchu na tú, ktorá je potrebná pre daný typ prebiehajúceho pozinkovania. Keď je vaňa v horúcom pohotovostnom režime (počas obdobia nečinnosti), zníženie tepelných strát možno dosiahnuť použitím izolovaných krytov, ktoré sa rozprestierajú cez vrch pece. Znižovanie teploty kúpeľa počas období horúcej pohotovosti zriedka ušetrí významné množstvo energie a pri oceľových vaniach cyklické zmeny teploty kúpeľa nepriaznivo ovplyvňujú ochrannú zliatinu zinku a železa, čím sa znižuje pracovná životnosť vane.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížená spotreba energie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížená spotreba energie – úspory energie.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

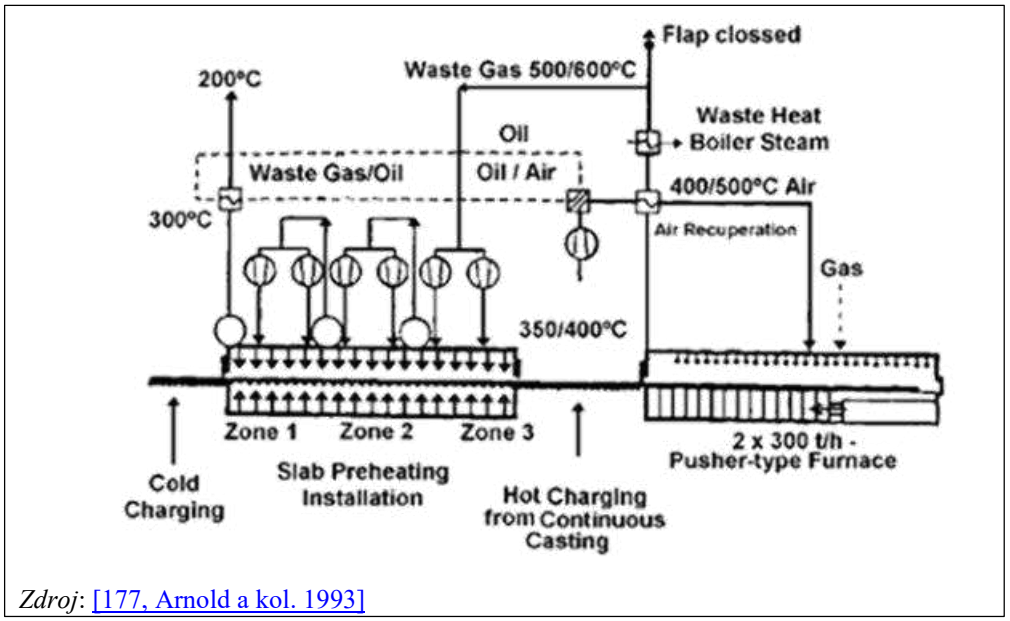
Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

8.5.4 Všeobecné techniky rekuperácie tepla zo spalín

8.5.4.1 Predohrev suroviny

Opis
Surovina sa predhrieva fúkaním horúcich spalín priamo na ňu.

Technický opis
Teplo v odpadových plynoch z vykurovacích pecí možno využiť na predohrev suroviny fúkaním horúcich odpadových plynov zhora a zdola na bramu pri valcovaní za tepla. Aj po regeneračných horákoch a kotla na odpadové teplo môže mať odpadový plyn dostatok energie na ohrev brám až na 400 °C. Na obrázku 8.8 je znázornený príklad predhrievača brám inštalovaného pred narážacou ohrievacou pecou.



Zdroj: [177, Arnold a kol. 1993]

Obrázok 8.8: Princíp predohrevu brám pomocou odpadových plynov

Ako alternatívu k predhrievačom je možné teplo spalín využiť aj vo veľmi dlhých peciach s pohyblivým nosníkom v neohrievanej dlhej zóne predohrevu. [177, Arnold a kol. 1993]

Pri valcovaní za studena (napr. kontinuálne žíhanie) sa surovina predhrieva buď priamym kontaktom medzi pásom a spalinami, alebo sa teplo môže prenášať na pás prostredníctvom ochranného plynu, ktorý je ohriaty odpadovým plynom pomocou výmenníkov tepla. Priamy kontakt je možný len v kontrolovaných podmienkach (v závislosti od teploty plynu a pásu, oxidačného potenciálu plynu, vlhkosti, kontaminácie plynu časticami). Výsledkom je zníženie spotreby energie.

Regeneračné a rekuperačné horáky sú väčšie ako konvenčné horáky. Avšak podľa zberu údajov veľký počet závodov uviedol používanie predohrevu vzduchu pomocou regeneračných alebo rekuperačných horákov. Vo väčšine prípadov boli tieto horáky dodatočne namontované do existujúcich inštalácií.

Aj keď musia byť zavedené nové modely pecí na reguláciu tlaku v peci pri použití regeneračných horákov, je to technicky uskutočniteľné.

Výsledky zo zberu údajov ukazujú, že niekoľko prevádzok vybavených regeneračnými horákmi používa plyny zo spracovania vrátane COG (napr. prevádzky 126 a 08-09-HR), v niektorých prípadoch až 100 % COG.

Kompaktné regeneračné horáky sú komerčne dostupné tam, kde rekuperácia tepla prebieha priamo v horáku, čo znamená, že zatiaľ čo sa vzduch predhrieva, spaliny sa ochladzujú priamo vnútri horáka, ktorý dokáže lokálne odsávať svoje vlastné produkty spaľovania. Pri použití tohto typu regeneračného horáka už nie je potrebný centralizovaný systém odvodu horúcich spalín, kde sa energia rekuperuje pomocou centrálneho rekuperátora tepla pri komíne.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížená spotreba energie v ohrievacej peci (20 %).

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Valcovanie za tepla:
Predhrievač znázornený na obrázku 8.8 je nainštalovaný pred dvoma narážacími pecami. Pece majú kapacitu 300 t/h a sú vyhrievané regeneračnými horákmi. Teplo z odpadového plynu pece sa najprv využíva na rekuperáciu tepla v kotli na odpadové teplo. Potom má stále teplotu 500 – 600 °C a ďalej sa používa v predhrievači na ohrev brám pri teplotách do 400 °C. Odpadový plyn opúšťajúci predhrievač má stále teplotu 300 °C a používa sa na predohrev spaľovacieho vzduchu pre regeneračné horáky vykurovacej pece na približne 150 °C (pomocou olejového výmenníka tepla). Odpadový plyn sa vypúšťa pri teplote 200 °C. [177, Arnold a kol. 1993]

Kontinuálne žíhanie
Jedna prevádzka zo zberu údajov, ktorá používa túto techniku, uvádza spotrebu energie 945 MJ/t.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Nie sú známe žiadne negatívne vplyvy na iné zložky.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Uplatňuje sa len na kontinuálne ohrievacie pece.
- Neuplatňuje sa na pece vybavené horákmi so sálavými rúrkami.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zvýšená energetická efektívnosť.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov:
Valcovanie za tepla: 94 HR1, 99 H1, 99 HR2, 101 HR, 147 HR, 208 HR, 222 HR, 288 HR.
Valcovanie za studena: Iba jedna prevádzka na kontinuálne žíhanie zo zberu údajov (CBI).

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [177, Arnold a kol. 1993], [206, BE 2021].

8.5.4.2 Sušenie obrobkov

Opis
Pri kusovom zinkovaní sa teplo zo spalín využíva na sušenie obrobkov.

Technický opis
Galvanizačné vane môžu byť ohrievané buď plynnými, alebo kvapalnými palivami. Najčastejšie používanou metódou rekuperácie tepla zo spalín je prenos do vzduchu alebo vody. Na rekuperáciu tepla zo spalín do vzduchu sa používajú výmenníky tepla zvyčajne vyrobené zo zväzkov rúr z nehrdzavejúcej ocele. Spaliny sú zvyčajne na strane rúrok. Spaliny môžu byť privádzané pri teplote 500 – 700 °C, keď pec pracuje pri plnej miere výroby. Výmenník tepla môže byť umiestnený priamo v dymovode pece, ale pri absencii núteného odsávania spalín je možné tolerovať iba malý pokles tlaku spalín. Tým sa obmedzuje rýchlosť prenosu tepla.

Rúrkové výmenníky tepla môžu byť použité na prenos tepla zo spalín do vody alebo pary, pričom spaliny sú na plášťovej strane. Ďalším bežným typom výmenníka je zväzok rebrovaných rúrok umiestnených v dymovode. V tomto prípade je voda na strane rúrok.

Plyny môžu byť ťahané cez tepelný výmenník pomocou ventilátora umiestneného za výmenníkom, aby sa zvýšil celkový koeficient. Toto je bežné usporiadanie na výmenu tepla z plynu na vodu. Výmenník tepla aj ventilátor sú umiestnené vo vetve paralelnej s hlavným dymovodom, čím sa predchádza akémukoľvek účinku spätného tlaku na pec. Ventilátor spotrebúva malé množstvo energie.

V niekoľkých prípadoch sú spaliny v priamom kontakte s vonkajším povrchom nádrže na predúpravu, pričom prenášajú teplo sálaním a prúdením.

Výmenníky tepla pre olejové palivá a pre povrchovo vyhrievané kúpele vyžadujú špeciálnu konštrukciu kvôli prítomnosti SO_2 a popola v spalinách. [146, EGGA 2000]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížená spotreba energie.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Úspory energie v rozsahu 15 – 45 kWh/t ocele.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.
- V zásade sa táto technika môže použiť na akúkoľvek inštaláciu, ktorá podlieha ekonomickej analýze a ktorá závisí od ceny paliva, tepelného výkonu pece a dopytu po odpadovom teple.
- Pri systémoch s dvoma horákmi (malé vane) to zvyčajne nemá zmysel, pretože nie je dostatok tepla, ktoré by sa dalo užitočne využiť. Systémy rekuperácie tepla sa veľmi často inštalujú v systémoch so štyrmi a šiestimi horákmi.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Náklady na palivo.

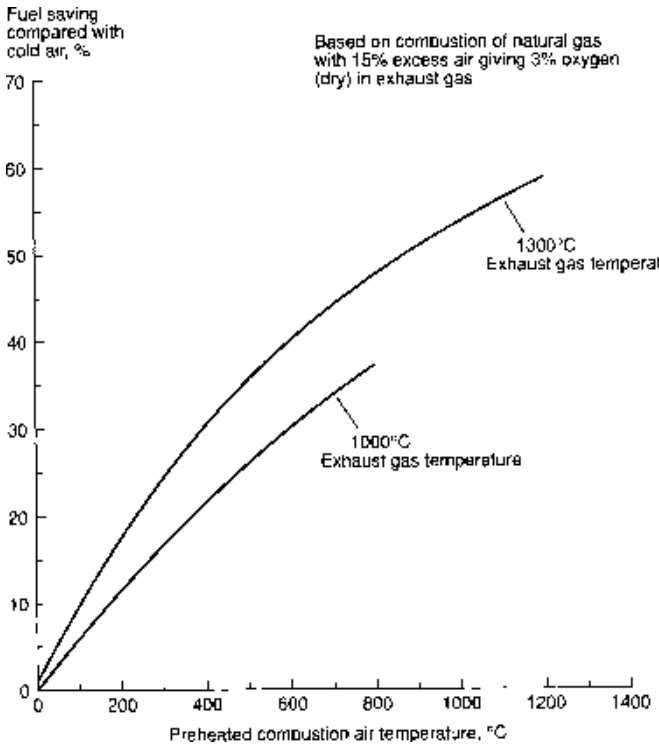
Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 71, 75, 186, 192.

Odborná literatúra
[146, EGGA 2000]

8.5.4.3 Predohrev spaľovacieho vzduchu

Opis
opakované použitie časti rekuperovaného tepla zo spalín pochádzajúcich zo spaľovania na predohrev vzduchu používaného pri spaľovaní. To sa dá dosiahnuť napríklad použitím regeneračných alebo rekuperačných horákov. Je potrebné dosiahnuť rovnováhu medzi maximalizáciou rekuperácie tepla zo spalín a minimalizáciou emisií NO_X.

Technický opis
Na zlepšenie tepelnej efektívnosti pecí sa môžu spaliny z pece použiť na predohrev spaľovacieho vzduchu. Tepelná efektívnosť sa zvyšuje s rastúcou teplotou predhriateho vzduchu a klesajúcou teplotou odpadových plynov. Diagram na obrázku 8.9 zobrazuje potenciálne úspory paliva dosiahnuté predohrevom spaľovacieho vzduchu. Skutočné hodnoty sa môžu líšiť od týchto teoretických údajov, pretože podliehajú viacerým ďalším vplyvom.



Zdroj: [37, ETSU 1993]

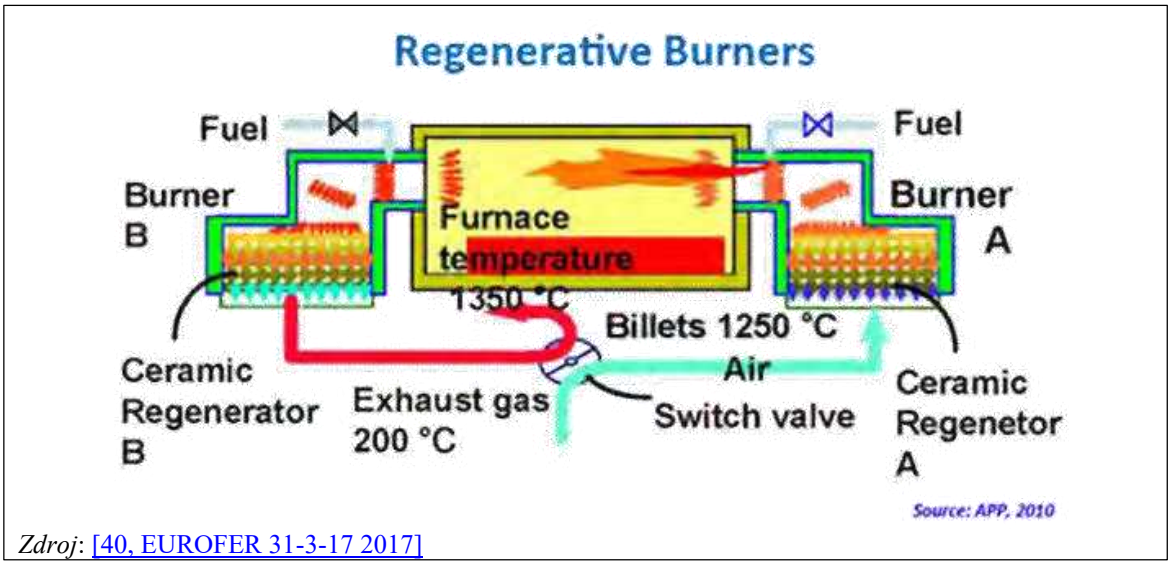
Obrázok 8.9: Potenciálne úspory paliva pri predohreve spaľovacieho vzduchu

Na predohrev spaľovacieho vzduchu existujú dva systémy: regeneračné a rekuperačné horáky.

Regeneračné horáky

Regeneračné systémy používajú dve súpravy výmenníkov tepla, ktoré obsahujú napríklad tehlovú mriežkovú výplň alebo keramické guľky. Na obrázku 8.10 je znázornený príklad takéhoto regeneračného horáka, ktorý možno nájsť v kontinuálnych ohrievacích peciach alebo žíhacích peciach. Keď je zapálený jeden horák, spaliny z pece sú vedené cez druhý horák. Odpadové plyny prechádzajú cez regenerátor, ktorý obsahuje lôžko zo žiaruvzdorných alebo keramických materiálov. Žiaruvzdorné materiály sú ohrievané odpadovými plynmi a ukladajú energiu, ktorá sa potom používa na predohrev spaľovacieho vzduchu. Keď sú žiaruvzdorné materiály úplne ohriate, spaľovací horák sa vypne a regeneračný horák sa uvedie do prevádzky. Typické časy reverzácie sú v rozsahu od 20 s do 100 s.

Boli vyvinuté nové regeneračné horáky s nízkymi emisiami NO_X, ktoré kombinujú regeneráciu so spriahnutým postupným spaľovaním plynu a vzduchu, vnútornými produktmi spaľovania, recirkuláciou a bezplameňovými technológiami. [31, EUROFER 10-7-18 2018]



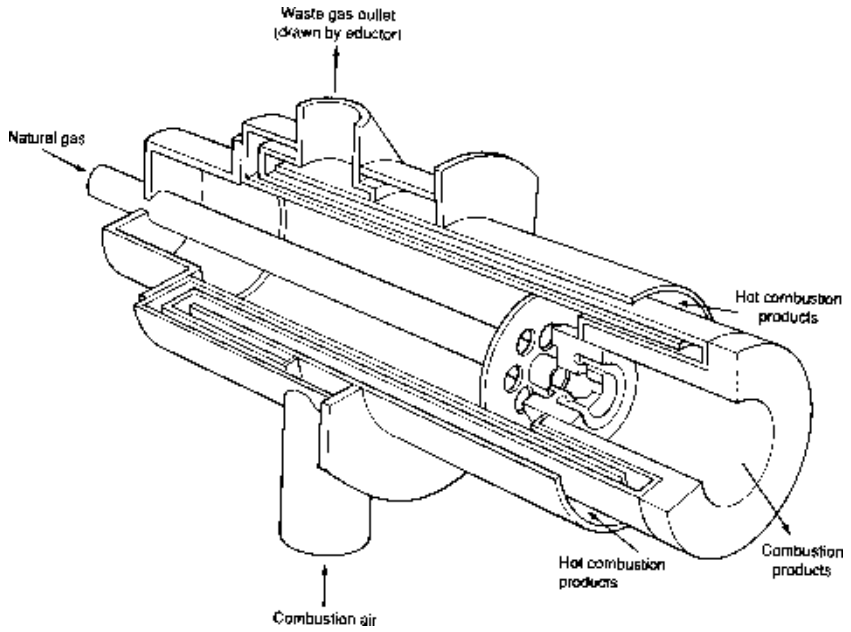
Zdroj: [40, EUROFER 31-3-17 2017]

Obrázok 8.10: Schéma systému regeneračného horáka

Špeciálnym typom regeneračného horáka je horák s integrovaným lôžkom, ktorý má kompaktnejšiu konštrukciu, keďže regeneračné lôžko je zabudované v tele horáka. Tieto typy horákov sú obzvlášť vhodné na dodatočnú montáž do pecí, kde priestorové obmedzenia môžu byť problémom, a pre malé pece.

Rekuperačné horáky

Rekuperátor je výmenník tepla umiestnený vo výstupe odpadových plynov, ktorý umožňuje kontinuálny prenos tepla cez teplovýmenné plochy do privádzaného spaľovacieho vzduchu. K dispozícii sú rôzne konštrukcie zariadení. Samorekuperatívne horáky majú integrované výmenníky tepla na predohrev spaľovacieho vzduchu. Na obrázku 8.11 je znázornená schéma samorekuperatívneho horáka, kde horúce spaliny predhrievajú spaľovací vzduch.

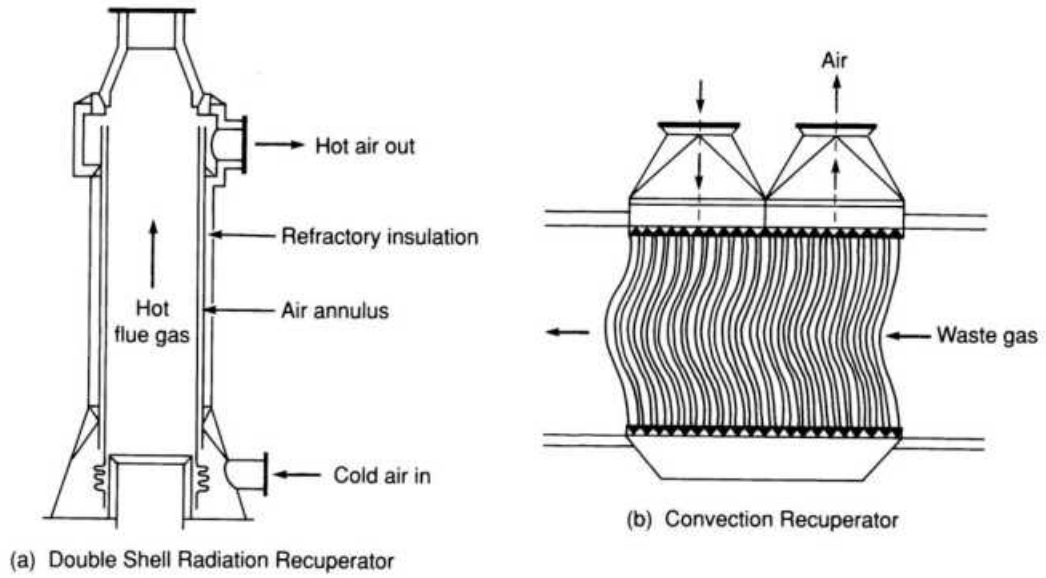


Zdroj: [37, ETSU 1993]

Obrázok 8.11: Schéma samorekuperatívneho horáka

Existuje niekoľko druhov rekuperátorov:

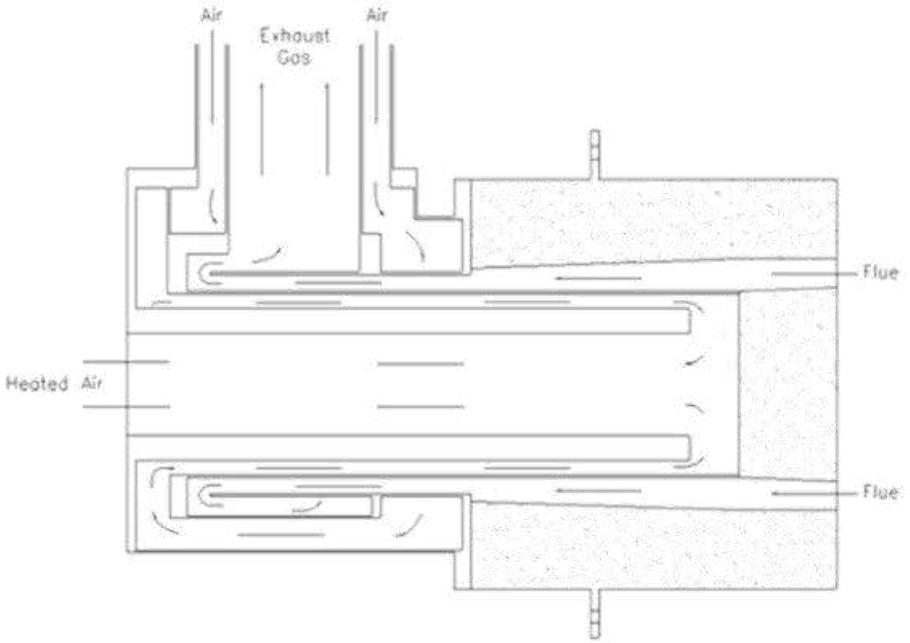
- Radiačný rekuperátor obsahuje valcový zväzok rúr z legovanej ocele zavesený vo vonkajšom plášti vyloženom žiaruvzdorným materiálom (pozri obrázok 8.12). Tieto rekuperátory sa osvedčili ako spoľahlivé v nepriaznivých podmienkach korózie a zanášania. [31, EUROFER 10-7-18 2018]
- Konvekčný rekuperátor sa skladá z rúrovitých zväzkov privarených k rúrkovniciam na zabezpečenie plynotesnosti (pozri obrázok 8.12). Usporiadanie rúrok, materiál rúrok a prietokový model sú založené na špecifikách každej individuálnej aplikácie vrátane teplôt, zložení, limitov tlakového spádu a priestorovej dostupnosti. V bežnej konštrukcii prúdi horúci odpadový plyn z pece horizontálne cez rekuperátor, pričom prechádza okolo vertikálnych rúrok. Spaľovací vzduch prúdiaci do horákov vykonáva dva alebo viac prechodov vnútri rúrok v protiprúdovom krížovom usporiadaní. [31, EUROFER 10-7-18 2018]



Zdroj: [37, ETSU 1993]

Obrázok 8.12: Typické rekuperátory odpadových plynov

Zložitejšie konštrukcie rekuperátora môžu zväčšiť plochu výmeny tepla vytvorením kompaktnejšej geometrie teplovýmennej plochy. Na obrázku 8.13 je znázornená schéma typického kompaktného rekuperátora. [31, EUROFER 10-7-18 2018]



Zdroj: [40, EUROFER 31-3-17 2017]

Obrázok 8.13: Typický kompaktný rekuperátor

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Znížená spotreba energie.

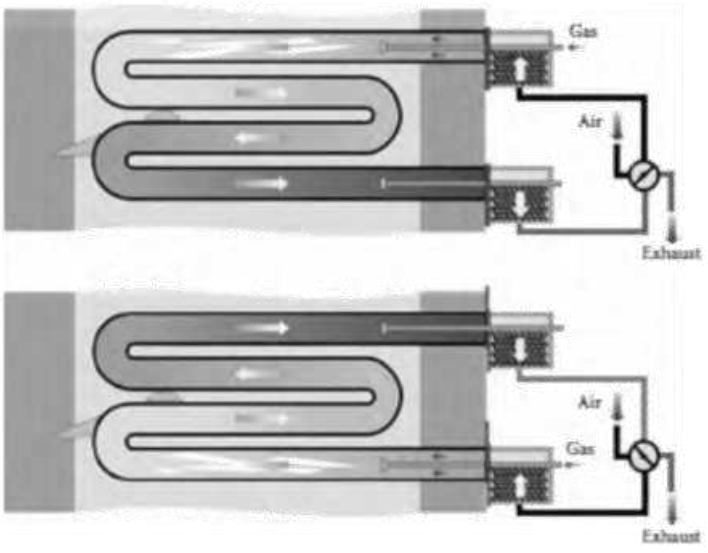
Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje Regeneračné horáky

Regeneračné horáky môžu dosiahnuť teploty predohrevu vzduchu až do 1 100 °C, ale skutočné teploty závisia od vstupnej teploty odpadových plynov. Na základe teplôt predohrevu vzduchu môžu emisie NO_x dosiahnuť až 3 000 mg/m^3. [18, CITEPA 1994]

Regeneračné systémy sú uprednostňované pri vysokých teplotách odpadových plynov na dosiahnutie teplôt predohrevu vzduchu nad 600 °C. Teplota predohrevu vzduchu je obmedzená procesnou teplotou a je vo všeobecnosti 150 – 200 °C pod procesnou teplotou. Možno dosiahnuť tepelnú efektívnosť pece 80 % a úsporu paliva až do 60 %. [4, EUROFER 1998], [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Regeneračný systém je obzvlášť atraktívny pre kusové procesy, pretože vo všeobecnosti neobsahujú zónu predhrievania. V kontinuálnych peciach vybavených centrálnym systémom rekuperácie sa podobná tepelná efektívnosť dosahuje pomocou dlhej nevyhrievanej (predhrievacej) zóny, kde sa teplo spalín prenáša konvekciou na studenú vsádzku. [4, EUROFER 1998]

Bola vyvinutá špecifická konštrukcia kompaktných regeneračných horákov pre sálavé trubice (obrázok 8.14), so špecifickou aplikáciou pre kontinuálne žíhacie linky alebo vykurovacie zóny zinkovacích liniek. [31, EUROFER 10-7-18 2018]



Zdroj: [40, EUROFER 31-3-17 2017]

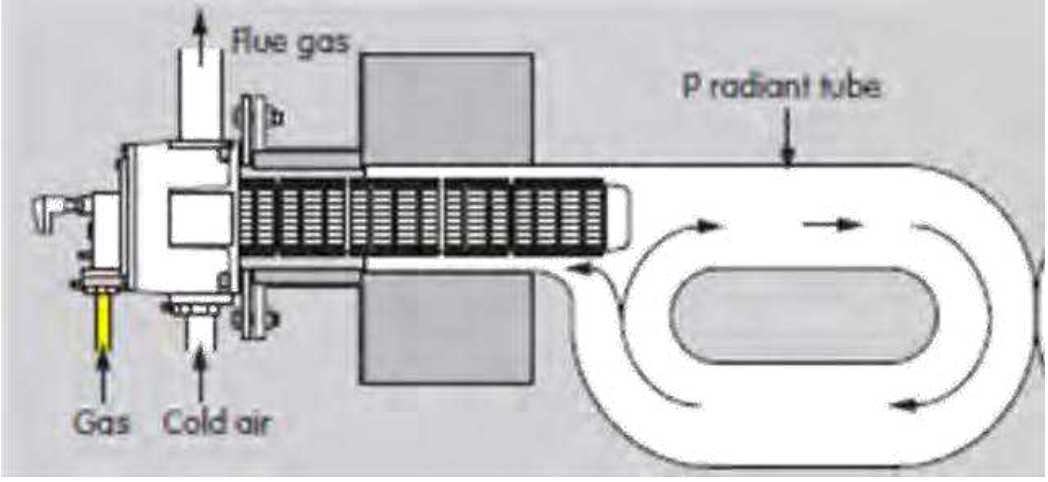
Obrázok 8.14: Schéma systému regeneračného horáka v sálavých trubiciach

Rekuperačné horáky

Rekuperácia tepla zo spalín umožňuje predohrev vzduchu až na 550 °C alebo 620 °C v závislosti od procesnej teploty. Vyššie teploty predohrevu vzduchu sú technicky možné, ale vyžadujú dodatočné náklady kvôli žiaruvzdorným konštrukčným materiálom, ktoré by boli potrebné. Možno dosiahnuť tepelnú efektívnosť približne 65 %. [4, EUROFER 1998]
Rekuperačné horáky možno použiť vo vysokoteplotných procesoch (700 – 1 300 °C). [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Rekuperácia v kombinácii s ďalšími technikami vedie k pokročilým konštrukciám horákov s vplyvom na emisie. Rekuperačný horák so sálavými rúrkami používaný na nepriamy ohrev vsádzky je znázornený na obrázku 8.15. Vysoká rýchlosť spalín vytvára tlak na

výstup horákovej trubice z keramiky, čo má za následok recirkuláciu spalín. To vedie k zníženiu emisií NO_X a rovnomernej teplote sálavej rúry. Maximálna teplota predohrevu vzduchu je približne 700 °C. Rekuperačný horák využívajúci viacstupňové spaľovanie môže viesť k nízkym emisiám NO_X. [31, EUROFER 10-7-18 2018]



Zdroj: [40, EUROFER 31-3-17 2017]

Obrázok 8.15: Typický rekuperačný horák v sálavých trubiciach

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Tvorbu termického NO_X možno zvýšiť.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru na inštaláciu regeneračných horákov.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zvýšená energetická efektívnosť.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[4, EUROFER 1998], [18, CITEPA 1994], [31, EUROFER 10-7-18 2018].

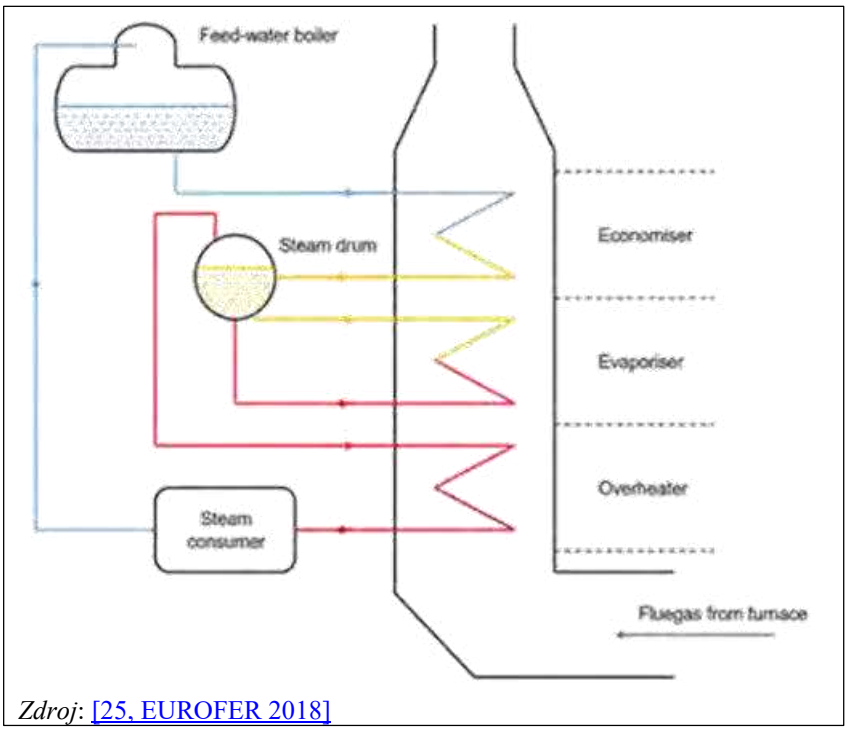
8.5.4.4 Kotol na rekuperáciu odpadového tepla

Opis
Teplo z horúcich spalín sa využíva na vytvorenie pary alebo horúcej vody, ktorá sa používa v iných procesoch (napr. na ohrev moriacich a tavidlových kúpeľov), na diaľkové vykurovanie alebo na výrobu elektriny.

Technický opis
Kotol na rekuperáciu odpadového tepla môže byť nainštalovaný priamo za výstupom z pece alebo za rekuperačnou jednotkou. Pri tejto technike sa tepelný obsah horúcich výfukových plynov využíva na výrobu pary (obrázok 8.16). Horúce spaliny prechádzajú cez niekoľko jednotiek výmenníka tepla a teplo sa prenáša do vodného/parného cyklu. Ekonomizér a odparovač sa používajú na ohrev kondenzátu a výrobu pary. Na generovanie môžu byť nainštalované dodatočné jednotky prehrievača

na tvorbu prehriatej pary. V závislosti od prevádzkových podmienok môžu byť spaliny ochladené na približne 200 °C, ale nižšie teploty by viedli ku kondenzácii v komíne, a preto sa im treba vyhnúť. [25, EUROFER 2018]

Výroba pary touto metódou v tomto bode šetrí výrobu tejto energie inde (napr. v elektrárni alebo teplárni). V dôsledku toho možno dosiahnuť značné úspory energie a zníženie emisií za predpokladu, že existuje potreba vyrobeného množstva pary a počas časového obdobia, keď sa vyrába. [25, EUROFER 2018]



Zdroj: [25, EUROFER 2018]

Obrázok 8.16: Základná schéma kotla na rekuperáciu odpadového tepla

Vytvorenú paru je možné využiť v rámci valcovne na ohrievacie systémy alebo mimo valcovne na výrobu elektrickej energie v elektrárňach alebo pre mestské systémy diaľkového vykurovania. [4, EUROFER 1998]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Generovaním pary je možné využiť tepelný potenciál prúdu odpadového tepla na zásobovanie iných procesov v prevádzke, čím sa zníži celková spotreba primárneho paliva. [25, EUROFER 2018]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Tabuľka 8.3: Prevádzkové údaje kotla na rekuperáciu odpadového tepla v referenčnej prevádzke Voestalpine Stahl GmbH (valcovňa pásov za tepla)

Umiestnenie	Parný generátor produkujúci prehriatu paru využívajúci spaliny z dvoch narážacích pecí
Tlak pary	18 barov
Teplota pary	320 °C
Kapacita	65 t/h
Investičné náklady:	4,5 milióna EUR
Energetické zhodnocovanie	(8 % spotreby paliva)
Použitie pary	Parná sieť
Zdroj: [25, EUROFER 2018]	

Proces generovania pary sa aplikuje medzi bodmi s vysokým termodynamickým potenciálom. V procese valcovania za tepla poskytujú dostatočný teplotný gradient na prevádzku praktického kotla na rekuperáciu odpadového tepla iba pece na ohrev. [25, EUROFER 2018]

Efektívnosť kotla na odpadové teplo a rekuperátora klesá, keď sú inštalované pre ten istý prúd odpadových plynov. [25, EUROFER 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru a/alebo vhodnou potrebou pary alebo horúcej vody.

Hospodárske vplyvy
Pri systémoch rekuperácie tepla je možné nahradiť palivá, čo vedie k finančnej výhode.
Inštalácia kotla na rekuperáciu odpadového tepla je praktická len vtedy, keď existuje významný a nepretržitý dopyt po pare. V integrovanej oceliarni je väčšinou prebytok tepla a rýchla amortizácia investície sa nedá očakávať.
Investičné náklady závisia od tepelnej kapacity, umiestnenia a prístupnosti pecí, typu požiadaviek na paru a existujúcej parnej siete. Veľké vzdialenosti k odberateľovi alebo k parnej sieti výrazne zvyšujú investičné a údržbové náklady na dopravu.
Je potrebné zohľadniť dodatočné náklady na údržbu, kontrolu procesov a prevádzkové náklady. Možné ďalšie náklady môžu byť potrebné na prepravu pary k používateľom (ak nie je už dostupná). [25, EUROFER 2018]

Hnacia sila implementácie
Úspory energie.

Vzorové prevádzky
Valcovňa pásov za tepla spoločnosti Voestalpine Stahl GmbH.

Odborná literatúra
[4, EUROFER 1998], [25, EUROFER 2018].

8.6 Materiálová efektívnosť

8.6.1 Techniky na zvýšenie materiálovej efektívnosti pri odmasťovaní

8.6.1.1 Použitie vstupnej suroviny s nízkou kontamináciou olejom a mazivom

Opis
Použitie suroviny s nízkou kontamináciou olejom a mazivom predlžuje životnosť odmasťovacieho roztoku.

Technický opis
Zákazníci prevádzok na zinkovanie sú informovaní, aby svoje výrobky olejovali a mastili čo najmenej. Zníženie vstupu oleja/tuku je lacná, jednoduchá a účinná technika na predĺženie životnosti odmasťovacích kúpeľov, a tým na zníženie množstva vznikajúceho odpadu (použitý kúpeľ a olejový kal).

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zvýšená materiálová efektívnosť.
- Znížené množstvo odpadovej vody a kalu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľnosť môže byť obmedzená, ak kvalitu suroviny nemožno ovplyvniť.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

8.6.1.2 Všeobecné techniky na zvýšenie efektívnosti odmastenia

Opis
Patria sem napríklad tieto techniky:

- monitorovanie a optimalizácia teploty a koncentrácie odmasťovacích prostriedkov v odmasťovacom roztoku,
- zvýšenie účinku odmasťovacieho roztoku na surovinu (napr. pohybom suroviny, miešaním odmasťovacieho roztoku alebo použitím ultrazvuku na vytvorenie kavitácie roztoku na povrchu, ktorý sa má odmastiť).

Technický opis
Monitorovanie parametrov kúpeľa, ako je teplota a koncentrácia odmasťovacieho prostriedku, možno využiť na optimalizáciu odmasťovacích činností, a tým zabezpečiť efektívne využitie odmasťovacieho kúpeľa. Okrem toho možno efektívnosť odmasťovania zlepšiť zvýšením kontaktu medzi

kvapalinou a surovinou: napr. pohybom suroviny, pohybom kúpeľa (miešaním) alebo pomocou ultrazvuku.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zvýšená materiálová efektívnosť.
- Znížené množstvo odpadovej vody a kalu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Prevádzky 166, 167 a 168 hlásia, že analyzujú parametre odmasťovacieho kúpeľa každý mesiac. [16, FMP TWG 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Zvýšená spotreba energie pohybom suroviny, miešaním roztoku alebo ultrazvukovým čistením.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 166, 167 a 168.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018].

8.6.1.3 Minimalizácia vynášania odmasťovacieho roztoku

Opis
Patria sem napríklad tieto techniky:

- použitie žmýkacích valcov, napr. v prípade kontinuálneho odmasťovania pásu (pozri oddiel 5.4.1.1.4),
- umožnenie dostatočného času odkvapkávania, napr. pomalým zdvíhaním obrobkov (pozri oddiel 6.4.1.1).

8.6.1.4 Spätné kaskádové odmastenie

Opis
Odmasťovanie sa vykonáva v dvoch alebo viacerých kúpeľoch za sebou, pri ktorých sa surovina presúva z najviac znečisteného odmasťovacieho kúpeľa do najčistejšieho.

Ďalšie informácie o technike
Pozri oddiely 3.4.3.1 a 5.4.1.1.1.

8.6.1.5 Čistenie a opakované použitie odmasťovacieho roztoku

Opis
Na čistenie odmasťovacieho roztoku na opakované použitie sa používa magnetické odlučovanie, odlučovanie oleja (napr. zberačmi, výpustnými žľabmi, prepadmi), mikro alebo ultrafiltrácia, prípadne biologická úprava.

Technický opis
Vysoký obsah oleja spôsobuje, že odmasťovacie roztoky sú nepoužiteľné a na predĺženie životnosti kúpeľa sa používajú čistiace opatrenia s využitím rôznych typov čistiacich okruhov využívajúcich mechanické čistenie, magnetické odlučovače/filtre, adsorpciu povrchovo aktívnych látok a olejov, membránovú filtráciu.

Mechanické čistenie
Emulzie odmasťovacích prostriedkov a oleja/maziva z povrchu kovu sú zvyčajne nestabilné a po určitom čase vyplávajú na povrch kúpeľa v pokojných zónach. Pokojné zóny je možné dosiahnuť špeciálnymi konštrukčnými prvkami odmasťovacej nádrže alebo ak to nie je možné, napr. keď sa odmasťovací roztok rozprašuje, zavedením špeciálnej pokojnej nádrže, kde sa roztok môže usadiť. Plávajúci olej a tuky sa dajú odstrániť **zberačmi, výpustnými žľabmi, prepadmi** atď.

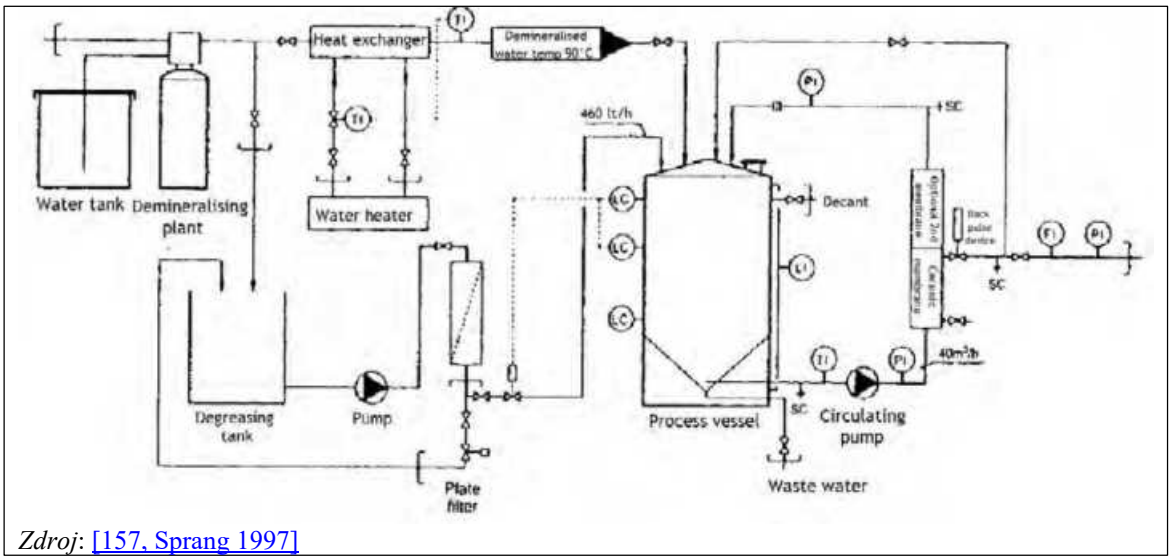
Pomocou týchto opatrení, jednoducho využitím prirodzenej gravitácie (čas odlučovania: približne dve hodiny), možno predĺžiť životnosť odmasťovacích kúpeľov dvoj- až štvornásobne. Odobraný kal obsahuje oleje, tuky, odmasťovacie prostriedky, vodný kameň, hrdzu, prach atď. a zvyčajne sa zneškodňuje. [71, Fichtner 1994], [144, ABAG 1993]

Odlučovanie je účinnejšie pri použití **odstredivých odlučovačov** alebo hydrocyklónov, ktoré rozdelia fázu oleja a vody v priebehu niekoľkých sekúnd. Veľmi malé kvapôčky oleja a mastnoty sa oddeľujú ľahšie; časť bohatá na olej obsahuje iba 5 – 10 % vody a zabraňuje sa nežiaducemu prenosu odmasťovacích chemikálií. Životnosť kúpeľov možno predĺžiť až 16-násobne. [144, ABAG 1993]

Magnetické odlučovače/filtre
Magnetické odlučovače sa môžu použiť na odstránenie zmesi jemných železných častíc a oleja z odmasťovacích kúpeľov.

Membránová filtrácia
Pri **mikro- a ultrafiltrácii** (pozri aj obrázok 8.53) sa odmasťovací kúpeľ prečerpáva cez membrány (pri tlaku 3 – 8 barov), v ktorých sa olej, mastnota a použité povrchovo aktívne látky zadržiavajú kvôli veľkosti molekúl. Na ochranu membrán sa odmasťovacia kvapalina zvyčajne najprv čistí od častíc v usadzovacej nádrži alebo inými prostriedkami. Mikro- a ultrafiltrácia zvyšujú životnosť kúpeľa 10 až 20-násobne. [144, ABAG 1993]

Na obrázku 8.17 je znázornená technologická schéma takejto filtračnej prevádzky. Pri bežnej výrobe sa odmasťovacia kvapalina prečerpáva z kúpeľa do štandardného doskového filtra, kde sa odstránia všetky tuhé častice. Filtrát potom pokračuje do zásobnej nádoby, známej aj ako cirkulačná nádoba. Nádoba obsahuje koncentrovaný odmasťovací roztok. [157, Sprang 1997]



Zdroj: [157, Sprang 1997]

Obrázok 8.17: Príklad znázornenia keramickej filtrácie odmasťovacieho roztoku

Druhé čerpadlo pretláča odmastňovací roztok cez membránovú časť vysokou rýchlosťou a tlakom (približne 2,5 baru). Voľný olej a olej rozpustený povrchovo aktívnou látkou sú odfiltrované membránou, zatiaľ čo číra kvapalina a voľné povrchovo aktívne látky ňou pretekajú a vracajú sa späť do odmasťovacieho kúpeľa. Takto sa akýkoľvek olej, ktorý sa vytvorí, odstráni počas bežnej výroby. Kvapalina cirkuluje cez zásobnú nádobu a časom sa koncentruje. Keď je koncentrácia oleja dostatočne vysoká, jednotka sa vypne a kvapalina (olej a voda) v zásobnej nádobe sa nechá usadiť. Po určitom časovom období prebieha dvojstupňový proces: olej sa oddelí od vodnej fázy a na recykláciu aktívnych povrchovo aktívnych látok sa v druhom stupni použije tepelné spracovanie. Táto tepelná úprava spôsobuje, že povrchovo aktívna látka uvoľní olej, ktorý v sebe viaže, a dôjde k rozdeleniu na dve fázy. Oddelenie je vysokoúčinná a získava sa vysokokvalitný olej. [157, Sprang 1997]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zvýšená materiálová efektívnosť.
- Znížené množstvo odpadovej vody a kalu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

V tabuľke 8.4 sa uvádzajú vstupné/výstupné údaje a údaje o odpadových vodách pre cyklus odmasťovacieho roztoku kontinuálnej žíhacej linky, ktorý sa udržiava čistením pomocou **ultrafiltrácie**.

Tabuľka 8.4: Prevádzkové údaje a údaje o výstupných tokoch pre čistenie odmasťovacieho kúpeľa ultrafiltráciou

Vstup/úroveň spotreby				
Odmasťovací roztok			50 – 60	kg/t
Demineralizovaná voda			0,3 – 0,4	kg/t
Odmasťovač			0,04 – 0,05	kg/t
Koncentrát popúšťacej kvapaliny			0,15 – 0,2	kg/t
Elektrická energia			4 – 5	MJ/t
Výstup/úroveň emisií				
Vyčistený odmasťovací roztok			40 – 50	kg/t
Kal			0,4 – 0,5	kg/t
	Koncentrácia [mg/l]	**Špecifické emisie [g/t produktu]**	**Miera redukcie[1] [%]**	**Metóda analýzy**
Nerozpustné tuhé látky (filtrovateľné)	20 – 40	2,35 – 4,7 E –4	> 90	DIN 38409-H2
Σ Uhľovodíky (olej, mazivo)	5 – 8	5,9 – 9,4 E –5	> 90	DIN 38409-H18
Fe celkové	1 – 2	1,2 – 2,4 E –5	> 90	DIN 38406
Teplota	30 °C	NI	NI	Teplomer
pH	6,5 – 9,5	NI	NI	NI

[1] Na základe hmotnostného toku zložky.
Pozn.: NI = Neboli poskytnuté žiadne informácie.
Zdroj: [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]. Údaje založené na týždennom, objemovo proporcionálnom 24-hodinovom odbere vzoriek.

Všetky vyššie opísané techniky na predĺženie životnosti odmasťovacích kúpeľov sa môžu použiť v prípade alkalických alebo kyslých odmasťovacích kúpeľov, ale efektívnosť v kyslých odmasťovacích kúpeľoch je znížená v dôsledku stabilnejších emulzií, ktoré sa vytvárajú. [144, ABAG 1993]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Zvýšenie spotreby energie pri použití odstrediviek, mikro- alebo ultrafiltrácie.
Olej a mastnota vznikajú ako odpad pri čistení odmasťovacích roztokov. Tento odpad sa môže využiť na energetické zhodnotenie alebo sa musí zlikvidovať spaľovaním.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Membrány (veľkosť pórov) musia byť prispôsobené charakteristike odmasťovacieho kúpeľa a musia zodpovedať požiadavkám na čistenie pre každý jednotlivý kúpeľ. Pri neustále sa meniacich podmienkach, ktoré sa zvyčajne vyskytujú pri zákazkovom zinkovaní (t. j. zmeny v obsahu, povrchovo aktívnych látkach, olejoch, tukoch atď.), dochádza k prevádzkovým problémom, ako je upchávanie, zanášanie a poškodenie membrány. [144, ABAG 1993] Vhodné membrány a špecifické chemické zloženie kúpeľa ešte musia byť vyvinuté, aby sa umožnilo použitie pri kusovom zinkovaní ponorom. [80, DE, člen TWG 2000]

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [71, Fichtner 1994], [80, DE, člen TWG 2000], [144, ABAG 1993], [157, Sprang 1997].

8.6.2 Techniky na zvýšenie materiálovej efektívnosti pri morení

8.6.2.1 Ohrev kyseliny pomocou výmenníkov tepla alebo ponorným spaľovaním

Opis
Ohrev kyseliny sa vykonáva pomocou výmenníkov tepla alebo ponorným spaľovaním:

- výmenníky tepla odolné voči korózii sú ponorené do moriacej kyseliny na nepriamy ohrev,
  napr. pomocou pary,
- spaľovacie plyny prechádzajú cez moriacu kyselinu a uvoľňujú energiu priamym prenosom tepla.

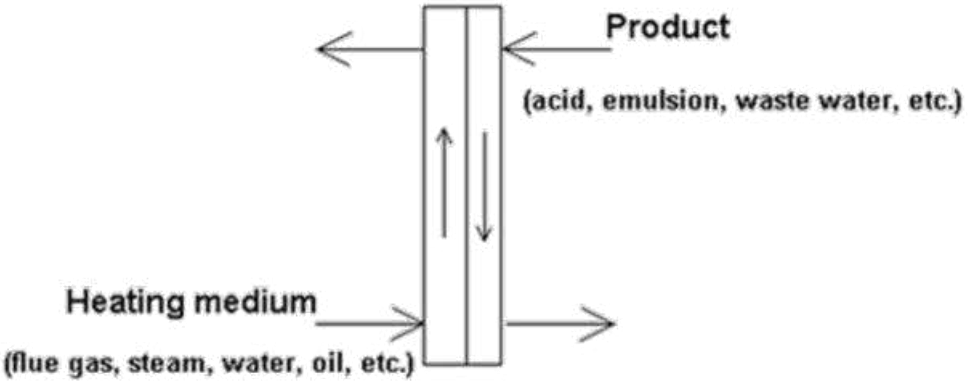
Technický opis
V zásade sú k dispozícii dve techniky: **výmenníky tepla** a **ponorné spaľovanie** (ponorný plynový horák) na ohrev kyslých kúpeľov. Predtým používaná technika vstrekovaním pary (napr. na ohrev kyslých kúpeľov) sa tu nezvažuje, pretože vedie k zbytočnému riedeniu procesných kúpeľov. Princípy výmenníka tepla aj ponorného spaľovania sú znázornené na obrázku 8.18 a obrázku 8.19.

V tepelných výmenníkoch sú vykurovacie médium a kvapalina, ktorá sa má ohriať, oddelené priečkou a nedochádza k žiadnemu miešaniu (alebo kontaminácii). Pri ponorných plynových horákoch sa horúce spaliny vháňajú priamo do ohrievanej kvapaliny a obe sa miešajú. Obe vykurovacie techniky majú výhody a nevýhody a ich použitie závisí do istej miery od individuálnej situácie prevádzky.

Tam, kde je odpadové teplo k dispozícii vo forme pary alebo vo forme iného vykurovacieho média s nižšou teplotou, sa bežne používajú výmenníky tepla. Existuje niekoľko konštrukcií výmenníkov tepla, rúrkové alebo doskové, a v závislosti od chemických vlastností produktu, ktorý má byť ohrievaný a/alebo ohrievacieho média, sa musí použiť vysokokvalitný materiál. Výmenníky tepla potrebujú veľké povrchy na dosiahnutie prenosu tepla.

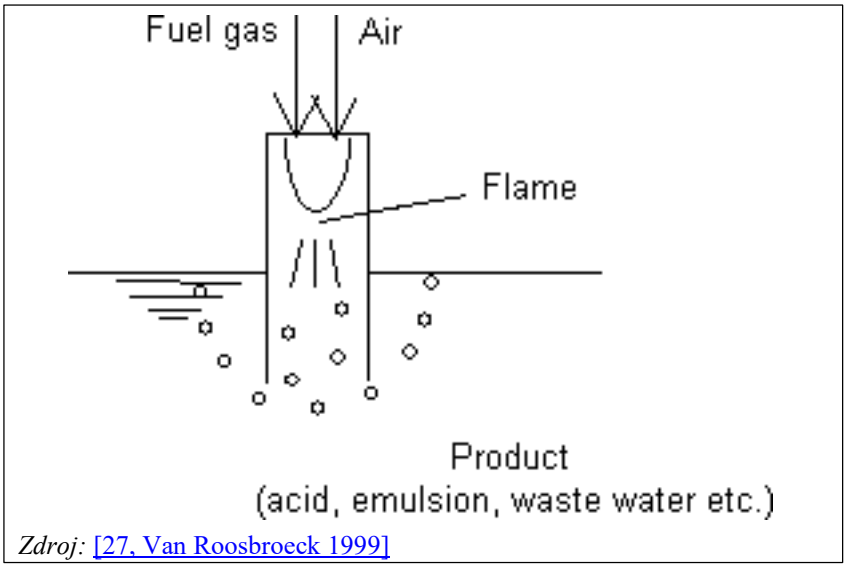
Ak je palivový plyn ľahko dostupný alebo sa musí najprv vyprodukovať para, môže byť rozumné použiť horák na priame ohriatie kvapaliny a tým zvýšiť tepelnú efektívnosť. Nevýhody sú, že produkt môže byť kontaminovaný CO_2, SO_2, NO_x atď., čo by mohlo spôsobiť problémy, a

že časti produktu (napr. kyslé pary, kvapôčky) môžu byť unášané spolu so spalinami, čo vyžaduje spracovanie odpadových plynov. [27, Van Roosbroeck 1999]



Zdroj: [27, Van Roosbroeck 1999]

Obrázok 8.18: Princíp výmenníkov tepla



Zdroj: [27, Van Roosbroeck 1999]

Obrázok 8.19: Princíp ponorného spaľovania

Boli uvedené niektoré výhody ponorného spaľovania, okrem finančných úspor bola zaznamenaná aj znížená spotreba energie a spotreba kyseliny.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Eliminuje sa priame vstrekovanie pary na ohrev moriacej kyseliny.
- Zvýšená materiálová efektívnosť.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
- Úspory v spotrebe kyseliny.
- Zvýšená efektívnosť moriacich operácií.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[27, Van Roosbroeck 1999].

8.6.2.2 Minimalizácia korózie ocele

Opis
Patria sem napríklad tieto techniky:

- čo najrýchlejšie chladenie ocele valcovanej za tepla v závislosti od špecifikácií produktu,
- skladovanie suroviny v zastrešených priestoroch,
- obmedzenie obdobia skladovania suroviny.

Technický opis
Používajú sa všeobecné techniky na minimalizáciu korózie ocele výrobku valcovaného za tepla a na zníženie alebo elimináciu potreby morenia. Spotreba kyseliny počas morenia je skutočne úmerná množstvu oxidu železa odstráneného z povrchu ocele. Medzi tieto techniky patria:

- zníženie tvorby oxidu železa počas valcovania za tepla a manipulácie s oceľou (napr. vysokotlakovým odstraňovaním okovín, rýchlym chladením),
- krátky čas skladovania suroviny v skladovacích priestoroch odolných voči korózii,
- spotreba kyseliny počas morenia je úmerná množstvu oxidu železa odstráneného z povrchu ocele. Hoci je potenciál na zníženie tvorby oxidov obmedzený, riadenie rýchlosti chladenia môže modifikovať štruktúru okovín. To môže ovplyvniť rýchlosť morenia, a tým sa znížiť spotreba energie pre tento proces. Rýchle chladenie pásu valcovaného za tepla však môže byť obmedzené z kvalitatívnych dôvodov.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie tvorby použitej moriacej kyseliny.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

8.6.2.3 Mechanické predbežné odstraňovanie okovín

Opis
Patria sem napríklad tieto techniky:

- brokovanie,
- ohýbanie,
- pieskovanie,
- kefovanie,
- naťahovanie a vyrovnávanie.

Technický opis
Mechanické techniky predbežného odstraňovania okovín ako brokovanie, ohýbanie, pieskovanie, kefovanie, naťahovanie a vyrovnávanie, popúšťacia valcovňa a rovnač sa používajú na rozlámanie a odstránenie hlavnej časti okovín z valcovania za tepla. Keďže sa znižuje množstvo oxidu železa, ktoré sa musí odstrániť z povrchu ocele v časti chemického morenia, znižuje sa spotreba kyseliny. Zariadenia na mechanické predbežné odstraňovanie okovín sú vybavené odsávacími systémami a zariadeniami na znižovanie (zvyčajne textilnými filtrami) na kontrolu uvoľňovania časticových materiálov.

Používanie ohýbania pri ťahaní drôtu pozri v oddiele 4.4.1.1.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie spotreby kyseliny.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Tabuľka 8.5: Úrovne emisií prachu dosahované na brokovacích zariadeniach s použitím textilných filtrov (mechanické predbežné odstraňovanie okovín pred morením)

Látka	Koncentrácie uvedené za trojročné obdobie (mg/Nm³)					Počet prevádzok/počet meraní
	Priemer	Medián	90. percentil	Min.	Max.	
Uhlíková oceľ						
Prach	1,9	0,9	4,9	0,05	5.0	8/27
Nehrdzavejúca oceľ						
Prach	2,6	2,8	3,6	1,2	7,3	5/11
Pb	0,0016	0,0016	0,002	0,0003	0,003	2/10
Ni	0,05	0,02	0,08	0,001	0,016	4/14

- Vďaka zvýšenej efektívnosti moriacich činností je možné znížiť teploty moriacich kúpeľov, čo vedie k nižším stratám spôsobeným odparovaním. Zníženie zaťaženia kyslého morenia, a tým aj spotreby kyselín, znižuje tvorbu kyslých odpadov.
- Mechanické predbežné odstraňovanie okovín pri druhoch nehrdzavejúcej ocele je možné aplikovať len pred počiatočným krokom morenia. V neskorších krokoch morenia by to ovplyvnilo kvalitu povrchu hotového výrobku.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
- Zvýšená spotreba energie.
- Tvorba emisií tuhých častíc, ktoré je potrebné zachytiť/znížiť.
- Tvorba odpadu (filtračný prach).

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.
- Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v dôsledku špecifikácií produktu.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
- Úspory v spotrebe kyseliny.
- Zvýšená efektívnosť moriacich operácií.

Vzorové prevádzky
Outokumpu Nirosta GmbH, prevádzka 144 CR (horizontálne brokovanie pre horúce a studené pásy, textilný filter). [178, Anstots a kol. 1994]
Ďalšie vzorové prevádzky zo zberu údajov používajúce textilné filtre zahŕňajú: 88 CR, 110 CR, 158 CR, 238 CR.

Odborná literatúra
[18, CITEPA 1994], [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998], [178, Anstots a kol. 1994], [179, Fínsko, člen TWG 1998].

8.6.2.4 Elektrolytické morenie vysokolegovanej ocele

Opis
Použitie vodného roztoku síranu sodného (Na_2SO_4) na predúpravu vysokolegovanej ocele pred morením nitračnou zmesou s cieľom urýchliť a zlepšiť odstraňovanie povrchových oxidov. Odpadová voda obsahujúca šesťmocný chróm sa upravuje chemickou redukciou (pozri BAT 31 písm. f) súvisiace s oddielom 8.9.4 a/alebo oddielom 3.4.1.14).

Technický opis
Pri výrobe nehrdzavejúcej ocele sa elektrolytické predmorenie s neutrálnym elektrolytickým roztokom síranu sodného (Na_2SO_4) používa ako technika predspracovania pri maximálnej teplote spracovania 80 °C pred morením v nitračnej zmesi (HF/HNO_3) na urýchlenie odstránenia povrchovej vrstvy oxidov, ktorá vzniká počas žíhania. Tento proces zabezpečuje rýchle morenie a znižuje nadmerné morenie. [180, Ipek a kol. 2005]

Medzi ďalšie novinky patrí alkalické elektrolytické predmorenie v kombinácii s neutrálnym predmorením a kyslým morením/kyslou elektrolýzou.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zníženie zaťaženia linky na morenie v nitračnej zmesi, a tým zníženie emisií NO_X a dusičnanov.
- Na zníženie emisií do ovzdušia zo zariadení na predmorenie sa vo všeobecnosti používajú techniky mokrého čistenia pomocou kolón s náplňou.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Zariadenia na elektrolytické predmorenie sú úplne uzavreté; výpary sa odsávajú a vedú do zariadenia na vypieranie plynov pred ich uvoľnením.
Počas procesu morenia sa tvoria nerozpustné soli a kovové látky, ktoré musia byť odstránené z elektrolytického roztoku síranu sodného, aby sa zabezpečila správna prevádzka. V súlade s tým sa čistí malý bočný prúd elektrolytu. Tuhé častice v roztoku sa odstraňujú v lamelových

čiričoch pomocou gravitácie. Vyčistený roztok sa vracia do elektrolytickej nádrže, zatiaľ čo prúd kalu sa posiela do zariadenia na redukciu chrómu.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Emisie do ovzdušia a do vody.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Uplatniteľné len na valcovanie za studena.
- Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Skrátenie času morenia na linke na morenie v nitračnej zmesi.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 26 CR, 88 CR, 144 CR, 232 CR.

Odborná literatúra
[180, Ipek a kol. 2005].

8.6.2.5 Oplachovanie po alkalickom odmastení

Opis
Prenos alkalického odmasťovacieho roztoku do moriaceho kúpeľa sa zníži oplachom suroviny po odmastení.

Technický opis
Množstvo roztoku vyneseného z odmasťovacích kúpeľov do nasledujúceho procesu morenia možno minimalizovať poskytnutím dostatočného času na odkvapkanie roztoku, ale najmä zavedením kroku oplachovania.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie tvorby použitej moriacej kyseliny.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Tvorba odpadových vôd.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.
Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

8.6.2.6 Všeobecné techniky na zvýšenie efektívnosti morenia

Opis
Patria sem napríklad tieto techniky:

- optimalizácia teploty morenia na maximalizáciu rýchlosti morenia pri minimalizácii emisií kyselín,
- optimalizácia zloženia moriaceho kúpeľa (napr. koncentrácie kyseliny a železa),
- optimalizácia času morenia, aby sa zabránilo nadmernému moreniu,
- vyhýbanie sa drastickým zmenám v zložení moriaceho kúpeľa jeho častým dopĺňaním čerstvou kyselinou.

Technický opis
Koncentráciu kyseliny je možné znížiť použitím vysokých teplôt morenia. Optimum je funkciou strát kyseliny, efektívnosti morenia a spotreby energie. Zvýšenie teploty morenia vedie k nárastu tvorby NO_x pri morení nehrdzavejúcej ocele, a preto je potrebné zvážiť predchádzanie nadmernej tvorbe NO_x v celkovej bilancii.

efektívnosť morenia, a tým aj potrebný čas morenia, sa počas životnosti kúpeľa mení. Ako kúpeľ starne, koncentrácia železa výrazne stúpa a na zachovanie rovnakej rýchlosti morenia ako na začiatku je potrebné menej voľnej kyseliny. Drastické zmeny v moriacom kúpeli, napr. výmenou veľkých objemov kúpeľa, môže viesť k neznámym podmienkam moridla, čo môže mať za následok nadmerné morenie. Vypúšťanie použitého moriacieho kúpeľa a pridávanie čerstvej kyseliny v častejších, ale malých dávkach zabraňuje drastickým zmenám charakteristík kúpeľa a umožňuje plynulú prevádzku.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zníženie tvorby použitej moriacej kyseliny.
- Menej nadmerného morenia (spojené s menším objemom odpadu).

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Dôsledné monitorovanie parametrov kúpeľa (koncentrácia kyseliny, obsah železa atď.) môže pomôcť pri optimalizácii prevádzky, napr. skrátením času morenia, aby sa zabránilo nadmernému moreniu.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

8.6.2.7 Čistenie moriaceho kúpeľa a opakované použitie voľnej kyseliny

Opis
Čistiaci okruh, napr. s filtráciou, sa používa na odstránenie častíc z moriaceho roztoku, po ktorom nasleduje regenerácia voľnej kyseliny prostredníctvom iónovej výmeny, napr. pomocou živíc.

Technický opis
Na čistenie a predĺženie životnosti moriaceho kúpeľa možno použiť mechanickú obtokovú filtráciu, zhodnotenie kyseliny a vnútornú recykláciu. Kvapalina sa filtruje, napr. v hĺbkových náplňových filtroch, čím sa odstraňujú častice. Ochladenie kyseliny pomocou výmenníkov tepla môže byť potrebné pred adsorpčnou jednotkou, v ktorej fyzikálno-chemický adsorbent (ako je živica) odstraňuje voľnú kyselinu z odpadového prúdu. Po nasýtení zariadenia sa voľná kyselina desorbuje prúdom čerstvej vody a recykluje sa späť do moriaceho procesu.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížená spotreba kyseliny (objem odpadových vôd a kalu).

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Táto technika umožňuje ľahko udržiavať konštantné zloženie moriacich kyselín. [25, EUROFER 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Zvýšená spotreba energie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Neplatí, ak sa používa kaskádové morenie (alebo podobné), pretože to vedie k veľmi nízkym hladinám voľnej kyseliny.

Hospodárske vplyvy
Úspory sa dosahujú vďaka zníženej spotrebe kyselín. [25, EUROFER 2018]

Hnacia sila implementácie
Znížená spotreba moriacej kyseliny.

Vzorové prevádzky
Outokumpu Germany Krefeld – prevádzka 144 CR [25, EUROFER 2018]
Ďalšie vzorové prevádzky zo zbierky údajov zahŕňajú 37 CR, 88 CR, 105 CR, 158 CR, 170 CR, 180 CR, 193 CR.

Odborná literatúra
[181, Brown C. 1999].

8.6.2.8 Spätné kaskádové morenie

Opis
Morenie sa vykonáva v dvoch alebo viacerých kúpeľoch za sebou, pri ktorých sa surovina presúva z kúpeľa s najnižšou koncentráciou kyseliny do kúpeľa s najvyššou koncentráciou.

Technický opis
Kaskádové morenie sa vykonáva v dvoch alebo viacerých kúpeľoch za sebou. Kyselina prúdi (nepretržite alebo prerušovane) protiprúdom z jedného kúpeľa do nasledujúceho. To umožňuje veľmi efektívne využitie kyseliny pri súčasnom dosiahnutí dobrej kvality morenia. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Znížená spotreba čerstvej kyseliny.
- Redukovaná použitá kyselina (odpad).

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.

Hospodárske vplyvy
Náklady zahŕňajú:

- väčšiu budovu vrátane väčšej kyselinovzdornej podlahovej plochy a väčšieho sekundárneho záchytného priestoru,
- prídavnú nádrž, obehové čerpadlo a prípadne prídavné odsávanie,
- komplexnejší softvér na riadenie procesov na sledovanie zloženia a hladiny moriaceho kúpeľa,
- rôzne typy drôtov často vyžadujú rôzne kontaktné časy; ak je to tak, je potrebný aj špecifický softvér na riadenie procesov na plánovanie a sledovanie pohybov rôznych valcov.

Odhad: 0,2 – 0,4 milióna EUR v závislosti od kapacity.

Hnacia sila implementácie
Znížená spotreba moriacej kyseliny.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[118, B. Gielen, Bekaert 1998]

8.6.2.9 Minimalizácia vynášania moriacej kyseliny

Opis
Patria sem napríklad tieto techniky:

- použitie žmýkacích valcov, napr. v prípade kontinuálneho morenia pásu,
- umožnenie dostatočného času odkvapkávania, napr. pomalým zdvíhaním obrobkov,
- použitie vibrujúcich zvitkov drôtov.

Technický opis
Minimalizácia prenosu si vyžaduje dostatok času na odkvapkanie kyseliny zo zvitkov drôtu. To sa dá dosiahnuť pomalým zdvíhaním zvitku drôtu z posledného kyselinového kúpeľa kaskády a následným ponechaním niekoľkých sekúnd na odkvapkanie nad kyselinovým kúpeľom pred presunutím zvitku drôtu do prvého kúpeľa preplachovacej kaskády. Odkvapkávanie sa dá zlepšiť napríklad vibráciou zvitku drôtu.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Znížená spotreba čerstvej kyseliny.
- Redukovaná použitá kyselina (odpad).
- Nižšie straty pri morení.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Energia potrebná na žmýkacie valce a vibrovanie zväzkov drôtov.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížená spotreba moriacej kyseliny.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

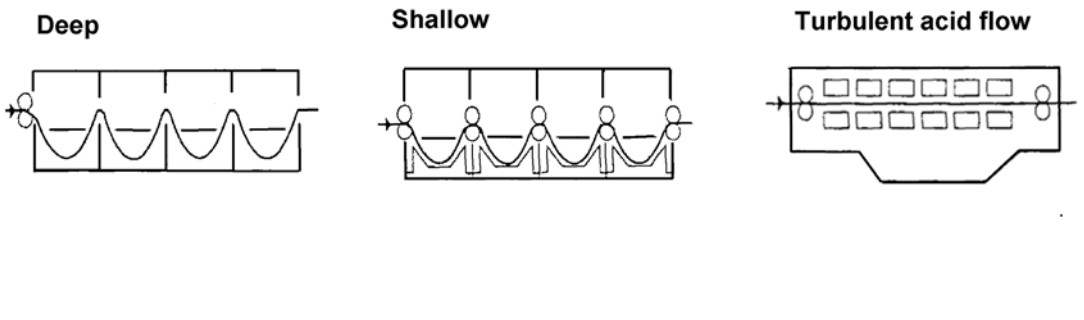
8.6.2.10 Turbulentné morenie

Opis
Patria sem napríklad tieto techniky:

- vstrekovanie moriacej kyseliny pri vysokom tlaku cez dýzy,
- miešanie moriacej kyseliny pomocou ponorenej turbíny.

Technický opis
Na obrázku 8.20 je znázornený vývoj od hlbokých moriacich nádrží cez plytké nádrže až po turbulentné morenie, kde sa kyselina rozprašuje na pás v úzkej medzere medzi moriacimi nádržami. Turbulentné morenie spočíva vo vysokotlakovom vstrekovaní zahriatej kyseliny pomocou série dýz do moriaceho kanála, ktorým prechádza pás. Výsledkom je vysoká úroveň turbulencie, ktorá vedie k maximálnemu kontaktu medzi povrchom pásu a moriacou kyselinou. Pri turbulentnom morení je kyselina nepretržite vtláčaná do trhlín vo vrstve okovín, čo uľahčuje proces morenia. Výsledkom je efektívnejší proces a možnosť použitia nižších teplôt pre kyselinový kúpeľ, čo vedie k zníženiu spotreby kyseliny. [182, Pempera a kol. 1994]

Spotreba novej kyseliny a/alebo regeneračné kapacity pre použitú kyselinu sú znížené. [182, Pempera a kol. 1994]



Zdroj: [182, Pempera a kol. 1994]

Obrázok 8.20: Rôzne druhy moriacich nádrží

Turbulentné morenie sa môže dosiahnuť aj pomocou ponorenej turbíny, ktorá rozmiešava moriaci roztok kyseliny tak, aby sa dosiahol turbulentný režim prúdenia s vysokým Reynoldsovým číslom. [148, IT 18-4-17 2017]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zníženie spotreby kyseliny.
- Zvýšená materiálová efektívnosť.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Vstrekovanie moriacej kyseliny pri vysokom tlaku cez dýzy

Keďže turbulentné morenie je jednoduchšie kontrolovať (a môže byť vybavené dodatočnými procesnými modelmi), je možná efektívnejšia kontrola moriaceho účinku, čo vedie k menšiemu premoreniu a tým k zníženiu strát pri morení (20 – 30 % alebo 0,8 – 1,2 kg/t). [182, Pempera a kol. 1994]

Miešanie moriacej kyseliny pomocou ponorenej turbíny

V jednom konkrétnom prípade bola ponorená turbína s výkonom motora 7,5 kW schopná cirkulovať viac ako 5 000 m^3/h kyseliny s veľmi nízkou spotrebou energie. Systém miešania a recirkulácie vyžaduje použitie kúpeľa rozdeleného na dva vzájomne prepojené kanály. Normálna moriaca nádrž je rozdelená na dve komory, jednu, kde sa obrobky skutočne moria, a druhú, kde je nainštalovaná turbína. V závislosti od komôr a objemu obrobkov je rýchlosť moriaceho roztoku v blízkosti povrchu obrobkov vyššia ako
0,5 m/s. Geometrická zložitosť ponorených obrobkov takisto pomáha zvýšiť rýchlosť moriacej kyseliny. Úplná homogenita prúdenia moriacej kyseliny je zaručená v oboch smeroch obojsmerným pôsobením turbíny. [148, IT 18-4-17 2017]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Zvýšená spotreba energie pre vysokotlakové vstrekovanie a pre prevádzku turbíny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.

Hospodárske vplyvy

Nízke investičné a prevádzkové náklady.

Hnacia sila implementácie

- Zlepšenie efektívnosti procesu morenia.
- Zlepšená kvalita produktu.
- Úspory v spotrebe kyseliny.

Vzorové prevádzky

Prevádzky zo zberu údajov: 37 CR, 88 CR, 122 CR, 144 CR, 158 CR, 159 CR, 195 CR, 197 CR.

Odborná literatúra

[182, Pempera a kol. 1994]

8.6.2.11 Použitie inhibítorov morenia

Opis

Inhibítory morenia sa pridávajú do moriacej kyseliny na ochranu čistých kovových častí suroviny pred nadmerným morením.

Technický opis

Na ochranu častí obrobkov pred nadmerným morením sa do moriaceho roztoku pridávajú inhibítory morenia.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížená spotreba kyseliny.
- Menej odpadovej kyseliny.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Inhibítory morenia môžu znížiť stratu materiálu obrobkov až o 98 % a môžu znížiť spotrebu kyseliny o 10 – 20 %. [183, EGGA – b 1999]

Avšak tieto organické inhibítory by mohli mať negatívny vplyv na následné recyklovanie kyseliny. Inhibítory môžu mať tiež škodlivý vplyv na kvalitu povrchu (v dôsledku tvorby hrdze). [144, ABAG 1993]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Niektoré inhibítory morenia môžu znížiť možnosti recyklácie odpadovej kyseliny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Neuplatňuje sa na vysokolegovanú oceľ.
- Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v dôsledku špecifikácií produktu.

Hospodárske vplyvy
Úspory nákladov. [184, EGGA – a 1999]

Hnacia sila implementácie
- Zvýšená kvalita produktu.
- Znížené prevádzkové náklady.

Vzorové prevádzky
Veľká väčšina (> 90 %) všetkých prevádzok na kusové zinkovanie používa inhibítory morenia. [183, EGGA – b 1999]

Odborná literatúra
[144, ABAG 1993], [183, EGGA – b 1999], [184, EGGA – a 1999].

8.6.2.12 Aktivované morenie pri morení v kyseline chlorovodíkovej

Opis
Morenie sa vykonáva s nízkou koncentráciou kyseliny chlorovodíkovej (t. j. približne 4 – 6 hmot. %) a vysokou koncentráciou železa (t. j. približne 120 – 180 g/l), pri teplotách 20 – 25 °C.

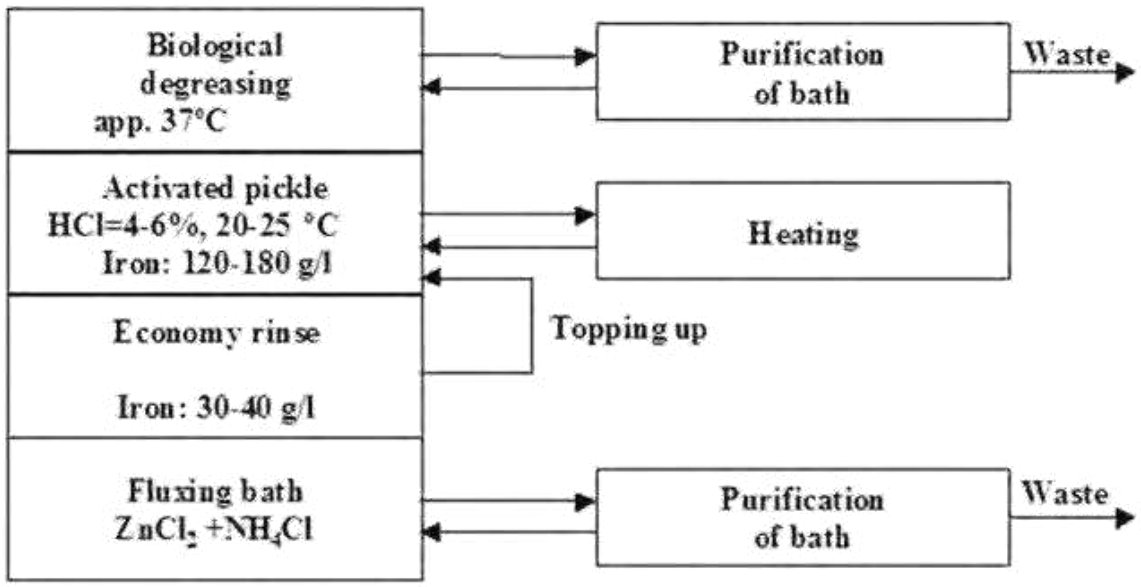
Technický opis
Morenie v kyseline chlorovodíkovej s nízkym percentom kyseliny a vysokým obsahom železa sa označuje ako aktivované morenie. Pri morení ocele kyselinou chlorovodíkovou je obsah kyseliny normálne 10 – 12 %, aby sa dosiahlo primerane rýchle morenie. Avšak pri tomto percente kyseliny je tvorba chlorovodíka pomerne vysoká. Pri použití aktivovaného morenia môže byť percentuálny obsah kyseliny znížený na polovicu bez negatívneho ovplyvnenia rýchlosti morenia, za predpokladu, že koncentrácia železa je udržiavaná v rozmedzí 120 – 180 g/l. Teplota moriaceho kúpeľa sa musí udržiavať na úrovni 20 – 25 °C.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížená spotreba kyseliny.
- Predĺžená životnosť moriacich kúpeľov a znížená tvorba použitých moriacich kúpeľov (kvapalný odpad).
- Zníženie emisií HCl do ovzdušia.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Príklad Ferritslev Jernvarefabrik (FJ)

Tento systém sa používa vo Ferritslev Jernvarefabrik (FJ), kde sa moriaci kúpeľ udržiava takmer bez zinku. Vyčerpané kúpele môžu byť využité ako zrážadlo v komunálnej čistiarni odpadových vôd. FJ Varmforzinkning musí uhradiť iba náklady na dopravu. [150, dánska EPA 1993]



Zdroj: [150, dánska EPA 1993]

Obrázok 8.21: Zobrazenie aktivovaného morenia

Po biologickom odmastení sa predmety ponoria priamo do aktivovaného moriaceho kúpeľa so 4 – 6 % kyselinou chlorovodíkovou a obsahom železa 120 – 180 g/l. Predmety sú zavesené na čiernych oceľových drôtoch, ktoré sa používajú len raz. Týmto spôsobom sa zabráni vniknutiu pozinkovaných závesných zariadení do moriaceho kúpeľa. Okrem toho sa v špeciálnej odstraňovacej kyseline (4 – 7 % kyselina chlorovodíková) odstraňuje zinok z predmetov, ktoré majú byť znovu pozinkované. Takto sa koncentrácia zinku v moriacom kúpeli udržiava na veľmi nízkej úrovni. [150, dánska EPA 1993]

Nachádzajú sa tam štyri moriace nádrže, každá s objemom 100 m^3. Z každej nádrže sa pomocou čerpadla cirkuluje 10 m^3/h. Cirkulujúce objemy vody sa miešajú a prechádzajú cez výmenník tepla a potom sa voda vráti do jednotlivých nádrží prostredníctvom distribučného systému. Týmto spôsobom sa starajú o ohrievanie aj cirkuláciu v moriaceho kúpeľoch. [150, dánska EPA 1993]

Je dôležité neoplachovať materiál medzi biologickým odmasťovačom a moriacim kúpeľom, pretože chemikálie prenesené z odmasťovača pôsobia v moriacom kúpeli ako inhibítor, čím zabraňujú napadnutiu základného materiálu kyselinou. [150, dánska EPA 1993]

Po moriacom kúpeli sa vykonáva oplachovanie v takzvanom úspornom oplachu, ktorý sa používa na riedenie moriaceho kúpeľa, keď sa má časť z neho vyhodiť. Úsporný oplach má zvyčajne obsah železa 30 – 40 g/l, a preto výrazne znižuje prenášanie železa do tavidlového kúpeľa. [150, dánska EPA 1993]

Odpadová odstraňovacia kyselina sa dodáva do Kommunekemi obvyklým spôsobom. Odpadová moriaca kyselina sa dodáva firme, ktorá ju využíva ako zrážacie činidlo v komunálnych čistiarňach odpadových vôd. Pri výmene kúpeľa zvyčajne vypustia 20 m^3 kúpeľa, ktorý je nahradený 10 m^3 kyseliny chlorovodíkovej a 10 m^3 vody z úsporného oplachu. [150, dánska EPA 1993
]

Produkcia chlorovodíka v kyselinovej hale je taká nízka, že aj bez odsávania je obsah chlorovodíka 11 – 20-krát pod prahovou hodnotou pre bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci. Merania pracovného prostredia v kyselinovej hale ukazujú koncentrácie chlorovodíka vo vzduchu 0,32 – 0,65 mg/m^3. To predstavuje iba 5 – 9 % prahovej hodnoty pre chlorovodík podľa Dánskej služby pracovného prostredia, ktorá je 7 mg/m^3.

Keďže sa aktivované morenie zavádza súčasne s biologickým odmasťovaním a zhodnotením tavidlového kúpeľa, je ťažké kvantifikovať finančné výhody. V zásade sa dá upustiť od extrakcie v kyselinovej hale. Ak by bolo nainštalované odsávanie, mohlo by byť potrebné čistenie vzduchu. Ich riešenie znamená, že sa môžu zaobísť bez takéhoto vybavenia.

Životnosť moriacich kúpeľov sa pri použití aktivovaného morenia zvyšuje približne o 50 %, pretože kúpeľ sa nevyleje, kým nedosiahne obsah železa 180 g/l v porovnaní s obvyklými 120 g/l. Je lacné zbaviť sa použitého moriaceho kúpeľa, keď neobsahuje značné množstvá zinku. Prevádzka musí zaplatiť len za prepravu do spoločnosti Kemira MiIjø v Esbjergu, kde sa použitý kúpeľ prepracúva na zrážacie činidlo. [150, dánska EPA 1993]

Ohrievací systém pre moriace kúpele je potrebný pri použití aktivovaného morenia, čo znamená dodatočné náklady v porovnaní s konvenčnými moriacimi kúpeľmi.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Zvýšená spotreba energie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zvýšená životnosť moriacich kúpeľov.

Vzorové prevádzky
Široko používané pri kusovom zinkovaní.

Odborná literatúra
[150, dánska EPA 1993].

8.6.3 Techniky na zvýšenie materiálovej efektívnosti pri tavidlovaní

8.6.3.1 Oplachovanie obrobkov po morení

Opis
Pri kusovom zinkovaní sa prenos železa do taviaceho roztoku znižuje oplachovaním obrobkov po morení.

Technický opis
Nadmerná koncentrácia železa v tavidlovom kúpeli spôsobuje vnášanie železa do zinkového kúpeľa. Každý kg Fe vstupujúci do zinkového kúpeľa spôsobuje stratu 25 – 30 kg Zn tvorbou trosky. Preto by sa mal obsah železa udržiavať na nízkej úrovni. [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

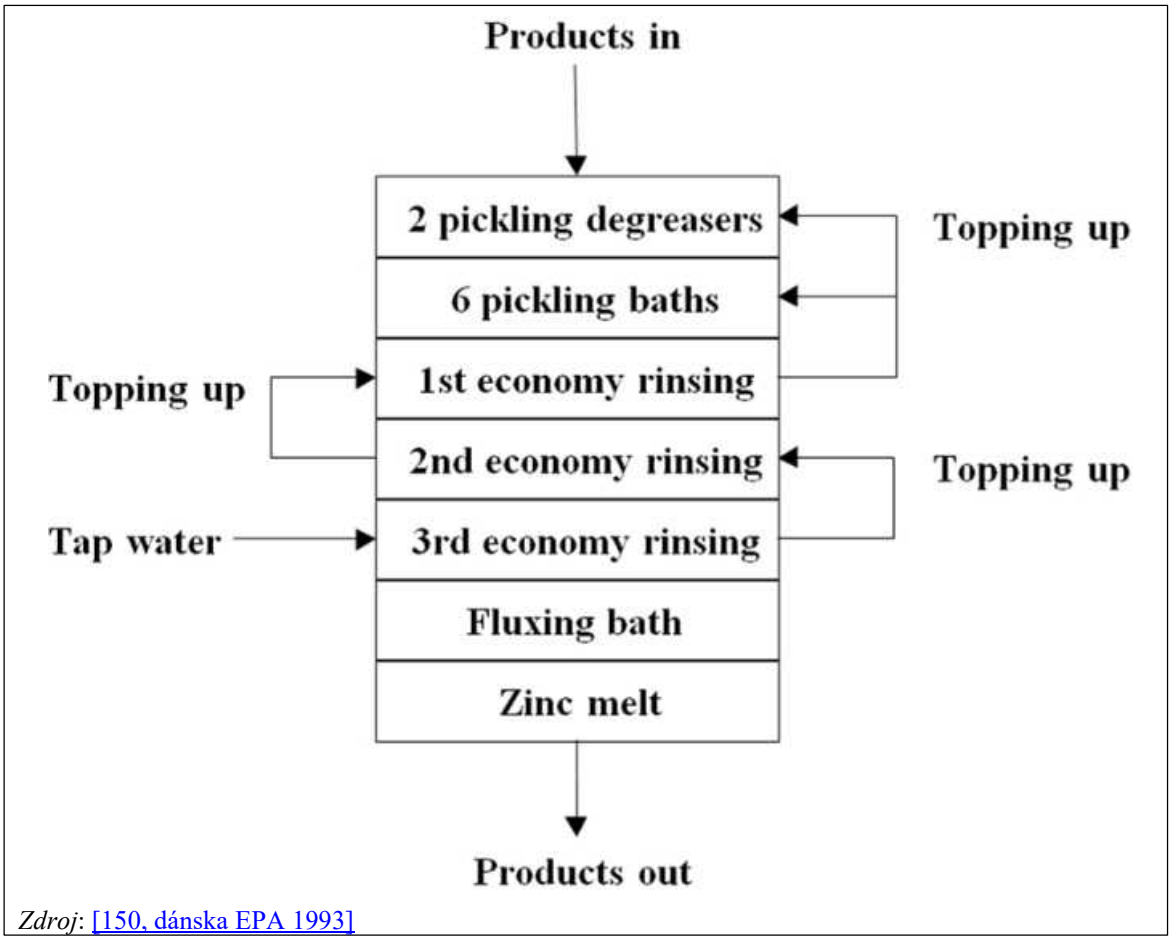
Po morení a zabezpečení minimalizácie vynášania moriaceho roztoku (pozri oddiel 8.6.2.9) sa surovina opláchne vo vode pomocou statickej oplachovacej nádrže alebo spätného kaskádového preplachovania.

Dosiahnutý prínos pre životné prostredie

- Zníženie tvorby použitého taviaceho roztoku.
- Znížený odpad (troska) a emisie v následnom kroku zinkovania.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Prevádzka Herning Varmforzinkning používa napríklad po procese morenia tri oplachovacie nádrže bez výpustu (pozri obrázok 8.22). Tu sa znečistenie tavidlového kúpeľa znižuje o 85 – 90 %, čo má za následok dlhšiu životnosť tavidlového kúpeľa a menej tavidlového odpadu. Oplachová voda prúdi v protismere k vstupnej surovine a nakoniec sa používa ako doplnková voda v moriaceho kúpeľoch. [150, dánska EPA 1993]



Zdroj: [150, dánska EPA 1993]

Obrázok 8.22: Spätné kaskádové preplachy v prevádzke na kusové zinkovanie

V moriacich kúpeľoch, oplachovacích nádržiach a tavidlových kúpeľoch boli namerané tieto priemerné hodnoty železa: [150, dánska EPA 1993]

- Moriaci kúpeľ: železo = 75 – 85 g/l
- 1. úsporný oplach: železo = 40 – 50 g/l
- 2. úsporný oplach: železo = 25 – 35 g/l
- 3. úsporný oplach: železo = približne 10 g/l
- Tavidlový kúpeľ: železo = cca 5 g/l

Keď koncentrácia železa v tavidlovom kúpeli dosiahne 10 g/l, kúpeľ sa vypustí do cestnej cisterny a odvezie sa do továrne vo Vildbjergu, ktorá je vybavená systémom na čistenie a zhodnotenie tavidlových kúpeľov. [150, dánska EPA 1993]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Oplachovacia voda sa môže čiastočne alebo úplne použiť ako doplnková voda pre moriaci kúpeľ. V prípade čiastočného použitia vzniká odpadová voda.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.

Hospodárske vplyvy
Je ťažké kvantifikovať dosiahnuté úspory. [150, dánska EPA 1993]

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Herning Varmforzinkning A/S, Dánsko [150, dánska EPA 1993]

Odborná literatúra
[118, B. Gielen, Bekaert 1998], [150, dánska EPA 1993].

8.6.3.2 Optimalizované tavidlovanie

Opis
Chemické zloženie taviaceho roztoku sa často monitoruje a upravuje. Množstvo použitého tavidla je znížené na minimálnu úroveň potrebnú na dosiahnutie špecifikácií produktu.

Technický opis
Na kompenzáciu strát vynášaním a udržanie konštantnej koncentrácie tavidlových kúpeľov sa pravidelne pridávajú tavidlá a voda. Koncentrácia železa/chloridu železitého sa dôsledne monitoruje. Táto technika sa nepoužíva pri pokovovaní plechov ponorom za tepla, kde sa tavidlovanie nevykonáva.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie odpadu a zabránenie predčasnému vyliatiu tavidlových kúpeľov.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Aby sa zabránilo prenosu chloridu železitého z moriacich kúpeľov, morené obrobky by sa mali pred tavidlovaním dôkladne opláchnuť. Napriek tomu sa nedá úplne zabrániť hromadeniu chloridu železitého, takže tavidlový roztok sa musí pravidelne vymieňať alebo zhodnocovať.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.
Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zvýšená životnosť moriacich tavidlových kúpeľov.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

8.6.3.3 Odstránenie železa a opakované použitie taviaceho roztoku

Opis
Železo sa z taviaceho roztoku odstraňuje jednou z týchto techník:

- elektrolytická oxidácia,
- oxidácia vzduchom alebo H_2O_2,
- iónová výmena.

Po odstránení železa sa taviaci roztok opakovane použije.

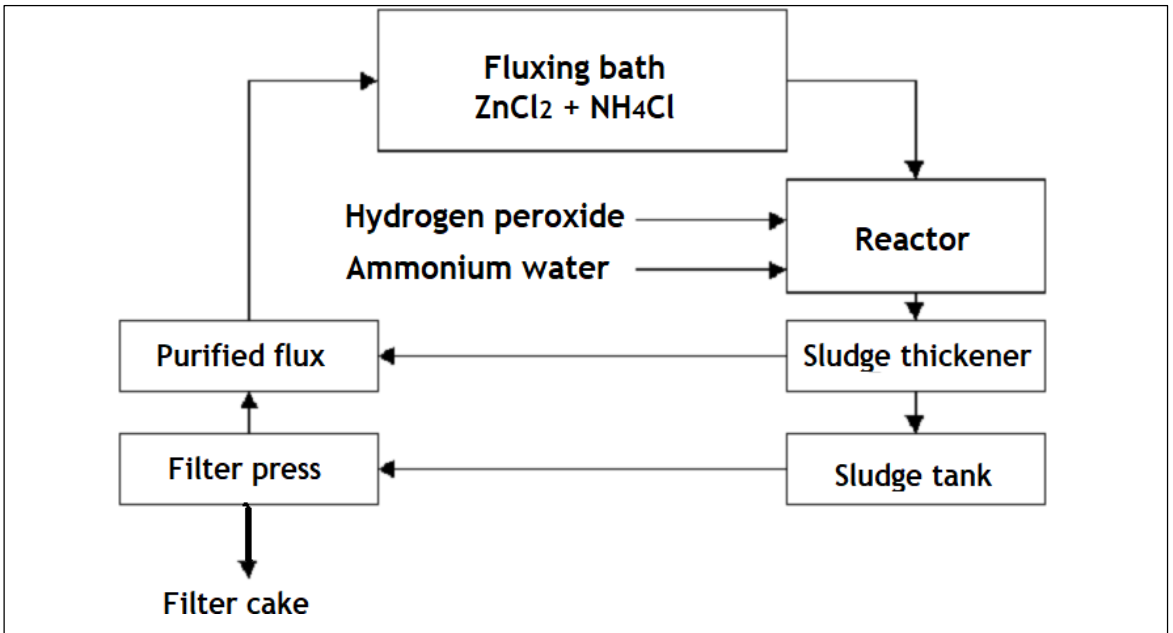
Technický opis
Počas prevádzky sa koncentrácia železa v taviacom roztoku zvyšuje. Na určitej úrovni sa taviaci roztok stáva nepoužiteľným. Aby bolo možné roztok recirkulovať, je potrebné odstrániť obsah železa. Toto sa môže vykonávať nepretržite alebo v dávkovej prevádzke. Táto technika sa nepoužíva pri pokovovaní plechov ponorom za tepla, kde sa tavidlovanie nevykonáva.

Odstraňovanie železa z tavidlového kúpeľa prevzdušňovaním a vyzrážaním železa
Roztok tavidla sa prevzdušňuje na podporu vyzrážania železa a potom sa roztok dekantuje, aby sa zo dna nádrže odstránil výsledný kal. Táto operácia má výhodu v znižovaní hladín železa, aj keď nie na veľmi nízke úrovne. [149, Wedge Group 2000]

Odstraňovanie železa oxidáciou pomocou amoniaku a H_2O_2
Pridaním amoniaku (na úpravu pH) a H_2O_2 (oxidačné činidlo) sa železo vyzráža ako $Fe(OH)_3$ a vzniká NH_4Cl podľa reakcií:

$HCI + NH_4OH \square NH_4Cl + H_2O$
$2FeCl_2 + H_2O_2 + 4NH_4OH \square 2Fe(OH)_3 + 4NH_4Cl$

Vyzrážaný kal hydroxidu železitého sa odoberá a likviduje.



Zdroj: [150, dánska EPA 1993]

Obrázok 8.23: Zobrazenie zhodnotenia tavidla

Zinok, ktorý je spočiatku prítomný v roztoku alebo je zanesený obrobkami napustenými roztokom z oplachovacích alebo moriacich kúpeľov, zostáva ako $ZnCl_2$.
Bežne je pomer $NH_4Cl/ZnCl_2$ vyšší ako pomer požadovaný väčšinou galvanizérov a množstvo produkovanej soli nie je dostatočné na kompenzáciu spotreby

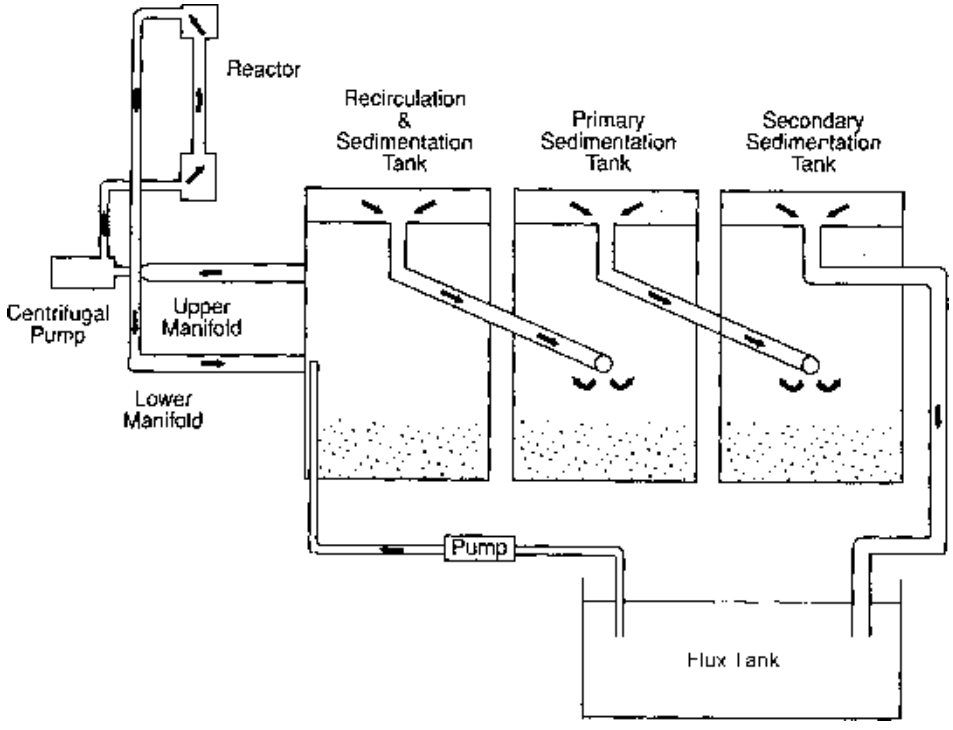
tavidla. Toto možno napraviť pridaním vyčerpaného moriaceho roztoku alebo roztoku na odstraňovanie zinku, čím sa zvyšuje tvorba tavidlových solí. Ďalšou možnosťou ovplyvnenia pomeru $NH_4Cl/ZnCl_2$ produkovaných solí je predreagovať vyčerpaný moriaci roztok alebo roztok na odzinkovanie s troskou alebo popolom, čím sa vytvorí $ZnCl_2$ namiesto NH_4Cl:

$2HCl + Zn$ (troska) ☐ $ZnCl_2 + H_2$ ☐
$2HCl + ZnO$ (popol) ☐ $ZnCl_2 + H_2O$ ☐

Automatizované kontroly pH a redoxného potenciálu umožňujú selektívne vyzrážanie železa (približne 50 % železa v pevných látkach) a nízky oxidačný potenciál, čím sa zabraňuje deštrukcii akýchkoľvek organických prísad v tavidle. Na dosiahnutie maximálneho zahustenia a filtračnej efektívnosti sa do suspenzie vo flokulátore pridáva selektívny flokulant, čo vedie k vysokej rýchlosti usadzovania tuhých látok, vynikajúcej čistote vyčírenej kvapaliny a zlepšeným filtračným vlastnostiam zahusteného kalu. Obsah sušiny vo filtračnom koláči okolo 50 % je dosiahnuteľný.

Je možné vyrobiť taviaci roztok so zložením, ktoré vyžaduje galvanizér. Na optimálne zloženie tavidla môže byť potrebné pridať chlorid zinočnatý alebo chlorid amónny. [150, dánska EPA 1993]

Odstraňovanie železa pomocou elektrolytickej oxidácie
Proces elektrolytickej oxidácie pozostáva z reaktorového modulu alebo série reaktorových modulov na elektrolytickú oxidáciu rozpusteného železa a súboru sedimentačných nádrží na odstraňovanie zrazeniny z procesného prúdu. Schematický vývojový diagram je znázornený na obrázku 8.24.



Zdroj: [185, Choice a kol. 1998]

Obrázok 8.24: Schéma procesu elektrolytickej oxidácie

Keď taviaci roztok prechádza reaktorom, dvojmocné železo sa oxiduje na trojmocné železo. Trojmocné železo sa vyzráža ako hydroxid. To je sprevádzané tvorbou kyseliny. Výsledkom je, že koncentrácie rozpusteného železa a kapacita kyseliny v prúde opúšťajúcom reaktor sú nižšie ako vo vstupujúcom prúde. Z tohto dôvodu a tiež preto, že počas práce

neustále dochádza k vnášaniu oplachovej vody alebo moriaceho roztoku do hlavnej nádrže tavidla, sú hodnoty železa a kapacita kyseliny v recirkulačnej nádrži nižšie než v hlavnej nádrži tavidla. Vzťah medzi koncentráciami železa v týchto dvoch nádržiach závisí od viacerých faktorov, ale v praxi sa koncentrácia v recirkulačnej nádrži môže znížiť takmer na nulu gramov na liter a v hlavnej nádrži možno ľahko dosiahnuť ustálenú koncentráciu nižšiu ako 2 gramy na liter, pričom pri náležitej odbornej starostlivosti je možné dosiahnuť hodnoty 1 gram na liter alebo menej. [185, Choice a kol. 1998]

Stručne povedané, hlavné výhody tejto techniky sú:

- Systém je založený na bilancii chloridov, pričom všetky chloridy prenesené z oplachovacej nádrže do nádrže tavidla sa využijú na tvorbu doplňovacieho chloridu zinočnato-amónneho.
- Železo sa odstráni.
- Čistenie odpadových vôd nie je potrebné.
- Presun oplachovacej vody do kyselinových nádrží umožňuje významné úspory nákladov na kyseliny.
- Vstup vody a náklady sú minimalizované. [185, Choice a kol. 1998]

Ako potenciálny problém sa uvádzalo zabezpečenie náhradných dielov pre zariadenie, keďže dodávateľ sídli v Austrálii. [146, EGGA 2000]

Odstraňovanie železa pomocou ionexových kolón
Pri procese iónovej výmeny sa používa na absorpciu železa živica. Keďže tento proces je citlivý na tuhé častice, taviaci roztok sa najprv prefiltruje. Toto sa dá urobiť so štandardným doskovým filtrom. Pridaním koncentrovaného NaOH sa pH nastaví na požadovanú hodnotu pH. Neutralizačná jednotka sa nepretržite mieša, aby sa vytvoril homogénny roztok. Roztok sa potom prečerpáva cez ionexovú kolónu, kde železo absorbuje živica. Po opustení kolóny sa kvapalina vracia do oplachovacieho/tavidlového kúpeľa. Keď je živica nasýtená železom, musí sa odstrániť a zhodnotiť. Roztok na odstraňovanie/zhodnocovanie sa čerpá zo zásobnej nádoby cez kolónu do inej nádoby. V kolóne dochádza k výmene železa a kyseliny. Železo sa rozpúšťa v HCl, zatiaľ čo kyselinu absorbuje živica. [157, Sprang 1997]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie odpadu (použitého tavidla).

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Odstraňovanie železa oxidáciou pomocou amoniaku a H_2O_2 **Príklad CM Jernvarer AIS**
CM Jernvarer AIS zaviedla regeneračný systém pre svoj tavidlový kúpeľ, ktorý jej umožňuje nepretržite odstraňovať železo z kúpeľa. V procese čistenia sa kyselina chlorovodíková neutralizuje, čím vzniká chlorid amónny, ktorý je jednou z dvoch zložiek kúpeľa. Optimálne zloženie tavidlového kúpeľa sa udržiava dávkovaním extra chloridu zinočnatého a chloridu amónneho vypočítaného na základe rutinných chemických analýz. [150, dánska EPA 1993]

Systém bol navrhnutý na kontinuálne čistenie tavidlového kúpeľa a denne sa prečistí približne 5 000 litrov. S touto kapacitou je systém skutočne schopný čistiť tavidlový kúpeľ kontaminovaný železom, čo zodpovedá výrobe minimálne 10 000 ton výrobkov ročne. Kúpeľ sa čerpá cez reaktor, do ktorého sa pomocou redoxu a pH regulátora dávkuje peroxid vodíka a amoniaková voda. Železo oxiduje a vyzráža sa ako kal hydroxidu železitého. Kal sa zhromažďuje v zahusťovači kalu a separuje sa. Kal sa následne odvodňuje vo filtračnom lise, pričom filtrát a dekantovaná voda zo zahusťovača sa zhromažďujú v skladovacej nádrži, odkiaľ sa opakovane používajú v tavidlovom kúpeli. Aj vyčerpaný tavidlový kúpeľ s vysokým obsahom železa sa môže čistiť týmto systémom. Buď sa privádza pomaly spolu s ľahko znečistenou tavidlovou kvapalinou z tavidlovej nádrže, alebo sa môže čistiť samostatne pomocou

niekoľkých po sebe nasledujúcich úprav. Upravovať sa môže aj vyčerpaná odstraňovacia kyselina. V tomto prípade je potrebná znížená dávka, aby sa zabránilo príliš vysokým koncentráciám kalu v kvapaline. Moriaca kyselina obsahuje veľké objemy chloridu zinočnatého, ktoré sa v tomto procese primiešavajú do tavidlového kúpeľa. Avšak, keďže v tavidle sa musí udržiavať určitý pomer medzi chloridom amónnym a chloridom zinočnatým, existuje horná hranica objemu odstraňovacej kyseliny, ktorá môže byť prijatá do systému, ak sa má koncentrácia chloridu zinočnatého udržať na optimálnej hodnote. [150, dánska EPA 1993]

Pri čistení starých tavidlových kúpeľov sa nedávkovala amoniaková voda, pretože hodnota pH zostávala na požadovanej úrovni 4,5. Za normálnych podmienok je spotreba amoniaku 2,4 g 25 % amoniakovej vody na g dvojmocného železa (rozpusteného železa). To zodpovedá očakávanej spotrebe 1 800 kg amoniakovej vody na zhodnotenie tavidlových kúpeľov s objemom 50 m^3. Počas obdobia zábehu sa nevyskytli žiadne väčšie problémy a po niekoľkých drobných úpravách systém dnes funguje podľa plánu s minimálnym časom vynakladaným na prevádzku a údržbu. Po vyčistení starých tavidlových kúpeľov je systém dnes prepojený s tavidlovým kúpeľom používaným vo výrobe, takže sa priebežne udržiava koncentráciu železa na čo najnižšej úrovni. Ešte nezačala v systéme spracúvať odpadovú odstraňovaciu kyselinu. [150, dánska EPA 1993]

Príklad Galva 45
Výsledky (január – apríl 1993) procesu zhodnotenia tavidla v prevádzke Galva 45, Francúzsko, sú uvedené nižšie v tabuľke 8.6:

Tabuľka 8.6: Prevádzkové údaje o procese zhodnotenia tavidla v prevádzke Galva 45 (Francúzsko)

		Prvá linka (7 m kúpeľ)	**Nová automatizovaná linka (3,5 m kúpeľ)**
Celkový obsah soli	(g/l)	461	450
$ZnCl_2$% – NH_4Cl%		55 – 45	57 – 43
Teplota	(°C)	46	50
Fe	(g/l)	0,9	0,38
Pridanie $ZnCl_2$ alebo NH_4Cl		0	NI
Pozn.: NI = Neboli poskytnuté žiadne informácie.			

Výhody pri čistení tavidlových kúpeľov

- Zlepšenie kvality: udržiavaním kyseliny a železa v tavidle na veľmi nízkych úrovniach (pod 1 g/l) sa pozoruje výrazné zníženie tvorby trosky a následne menej chýb povlaku spôsobených vtrúseninami trosky v zinku. Zinková vrstva by mala rovnomernejšiu hrúbku, a teda lesklý vzhľad. Zníženie počtu obrobkov s povrchovými chybami by viedlo k zníženiu množstva obrobkov, ktoré musia byť recyklované.
- Zníženie spotreby zinku: došlo by k zníženiu zachytávania zinku a tvorby popola a trosky, čo by viedlo k cenným úsporám v celkovej spotrebe zinku.
- Zvýšená interná ziskovosť vďaka produkcii tavidla a zníženiu množstva odpadových roztokov, čím sa kompenzovali náklady na reagenty a náklady na likvidáciu tuhých rezíduí železa.
- Ekologický proces: došlo k výraznému zníženiu produkcie rezíduí, keďže tonáž odpadových roztokov použitých na výrobu tavidla bola vyššia ako produkcia nových tuhých rezíduí železa.

Odstraňovanie železa pomocou elektrolytickej oxidácie

Príklad Industrial Galvanizers Corporation
Prevádzka na zinkovanie spracúva 10 000 – 12 000 ton všeobecných obrobkov ročne, čo zahŕňa primeraný podiel rúr a vyrobených produktov. Priemerná hrúbka oceľového profilu spracúvaného touto prevádzkou je približne 3 mm.

Tri identifikovateľné prevádzkové náklady prevádzky spojené s kontamináciou tavidla železom sú: náklady na likvidáciu odpadových vôd, náklady na spotrebu zinku a náklady na spotrebu chemikálií. Náklady sa budú medzi jednotlivými prevádzkami

v rámci prevádzky líšiť v závislosti od metódy použitej na kontrolu zloženia taviaceho roztoku. V študovanom prípade bol použitý oplachovací systém na zabránenie prenosu kyseliny a železa do taviaceho roztoku.

Preskúmanie prevádzkových nákladov prevádzky pred a po zavedení zhodnocovania ukázalo nasledujúce úspory nákladov:

- likvidácia odpadových vôd 20,2 %,
- tvorba trosky 27,6 %,
- chemikálie 10,5 %,
- produkcia popola 39,0 %,
- zinok 10,4 %.

Výhody

- Eliminuje sa potreba prepadu oplachovacej vody alebo úpravy oplachovacej vody.
- Minimalizácia kalu na zneškodnenie z konvenčnej úpravy tavidla.

Nevýhody

Systém vyžaduje značný vstup operátora a boli hlásené problémy so zabezpečovaním náhradných dielov (z Austrálie). [146, EGGA 2000]

Odstraňovanie železa pomocou ionexových kolón Príklad holandskej prevádzky

Výhody

- Zníženie nánosu zinku z 9,5 % na < 7 %.
- Vyššia miera produkcie – nárast o viac ako 10 %.
- Nižšia produkcia zinkového popola.
- Nižšia produkcia dymu.
- Nižšia produkcia trosky z 8 t každé 2 týždne na 2 t každých 6 týždňov.
- Produkt vyššej kvality. [157, Sprang 1997]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Vznik kalu hydroxidu železitého (60 % vody, 6,5 % zinku, 20 % železa) vyžadujúceho zneškodnenie v prípade odstraňovania železa pomocou amoniaku a oxidácie H_2O_2.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky na kusové zinkovanie môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.

Hospodárske vplyvy

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie

Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky

CM Jernvarer A/S.

Odborná literatúra

[146, EGGA 2000], [149, Wedge Group 2000], [150, dánska EPA 1993], [185, Choice a kol. 1998].

8.6.3.4 Získavanie solí z použitého taviaceho roztoku na výrobu tavidiel

Opis
Použitý taviaci roztok sa používa na získanie solí v ňom obsiahnutých na výrobu taviacich prostriedkov. Môže sa to uskutočniť v areáli alebo mimo neho.

Technický opis
Soli v použitom taviacom roztoku sa môžu znovu použiť na výrobu tavidla. Výrobcovia tavidiel to môžu uskutočniť v areáli alebo mimo neho. Táto technika sa nepoužíva pri pokovovaní plechov ponorom za tepla, kde sa tavidlovanie nevykonáva.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížené množstvo odpadu odoslaného na likvidáciu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v závislosti od dostupnosti na trhu.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Th. Goldschmidt, Nemecko.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

8.6.3.5 Minimalizácia vynášania taviaceho roztoku

Opis
Vynášanie taviaceho roztoku sa minimalizuje tak, že sa poskytne dostatok času na jeho odkvapkanie.

Technický opis
Vynášanie taviaceho roztoku sa minimalizuje tak, že sa poskytne dostatok času na jeho odkvapkanie. Táto technika sa nepoužíva pri pokovovaní plechov ponorom za tepla, kde sa tavidlovanie nevykonáva.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zvýšená materiálová efektívnosť.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

8.6.4 Techniky na zvýšenie materiálovej efektívnosti pri ponáraní do roztaveného kovu

8.6.4.1 Zníženie tvorby spodnej trosky

Opis
Zníži sa tvorba spodnej trosky, napr. dostatočným opláchnutím po morení, odstránením železa z taviaceho roztoku (pozri oddiel 8.6.3.3), použitím tavidiel s miernym moriacim účinkom a zabránením lokálnemu prehriatiu v galvanizačnej vani.

Technický opis
Nasledujúce techniky znižujú tvorbu spodnej trosky:

- Dostatočné opláchnutie po morení.
- Nepretržité zhodnocovanie tavidlového kúpeľa.
- Použitie tavidiel s nízkym obsahom chloridu amónneho, ktoré majú nízky moriaci účinok (odstraňovanie železa).
- Zabránenie lokálnemu prehriatiu v externe ohrievaných galvanizačných vaniach (reakcia so stenami kotla). [82, DE, člen TWG 1999], [146, EGGA 2000]

Táto technika sa nepoužíva pri pokovovaní plechov ponorom za tepla, kde sa tavidlovanie nevykonáva.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Menej odpadu, efektívnejšie využitie surovín (nie je potrebné recyklovať spodné trosky).

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Oplachovanie vytvára odpadovú vodu.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[82, DE, člen TWG 1999], [146, EGGA 2000].

8.6.4.2 Prevencia, zachytávanie a opakované použitie rozstreku zinkom pri kusovom zinkovaní

Opis
Vytváranie rozstrekov zinku z galvanizačnej vane sa znižuje minimalizáciou prenosu taviaceho roztoku. Rozstreky zinkom z vane sa zachytávajú a opakovane používajú. Okolie vane sa udržiava čisté, aby sa znížila kontaminácia rozstrekov.

Technický opis
Nasledujúce techniky znižujú tvorbu rozstrekov:

- Dostatočné sušenie po tavidlovom kúpeli.
- Priestor okolo galvanizačnej vane sa udržiava čistý, aby sa získal zhodnotiteľný zinok s minimálnym množstvom nečistôt. [82, DE, člen TWG 1999]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Menej odpadu, efektívnejšie využitie surovín (nie je potrebné recyklovať rozstreky na zhodnotenie zinku).

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Energia potrebná na sušenie obrobkov.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[82, DE, člen TWG 1999].

8.6.4.3 Zníženie tvorby zinkového popola

Opis
Tvorba zinkového popola, t. j. oxidácia zinku na povrchu kúpeľa, sa znižuje napríklad:

- dostatočným vysušením obrobkov/drôtov pred ponorením,
- vyhýbaním sa zbytočným poruchám kúpeľa počas výroby vrátane zberania,
- pri kontinuálnom ponore drôtov do roztaveného kovu, čím sa znižuje veľkosť povrchu kúpeľa, ktorá je v kontakte so vzduchom, pomocou plávajúceho žiaruvzdorného krytu, najmä počas pohotovostného režimu.

Technický opis
Zinkový popol je zmes obsahujúca kovový zinok, oxid zinočnatý a chlorid zinočnatý, ktorý sa tvorí na povrchu kúpeľa roztaveného zinku. Na minimalizovanie množstva zinkového popola tvoriaceho sa na povrchu kúpeľa je možné zaviesť niekoľko jednoduchých opatrení, ako napríklad dôkladné sušenie

obrobkov a/alebo drôtov pred ponorom do roztaveného kovu, udržiavanie stabilnej prevádzky kúpeľa (aj počas zberania) a používanie plávajúcich žiaruvzdorných krytov pri kontinuálnom pokovovaní drôtu ponorom do roztaveného kovu na minimalizáciu oxidácie zinku s okolitým vzduchom.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zvýšená materiálová efektívnosť.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté
žiadne informácie.
Dosah na viaceré zložky životného prostredia Žiadne
hlásenie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

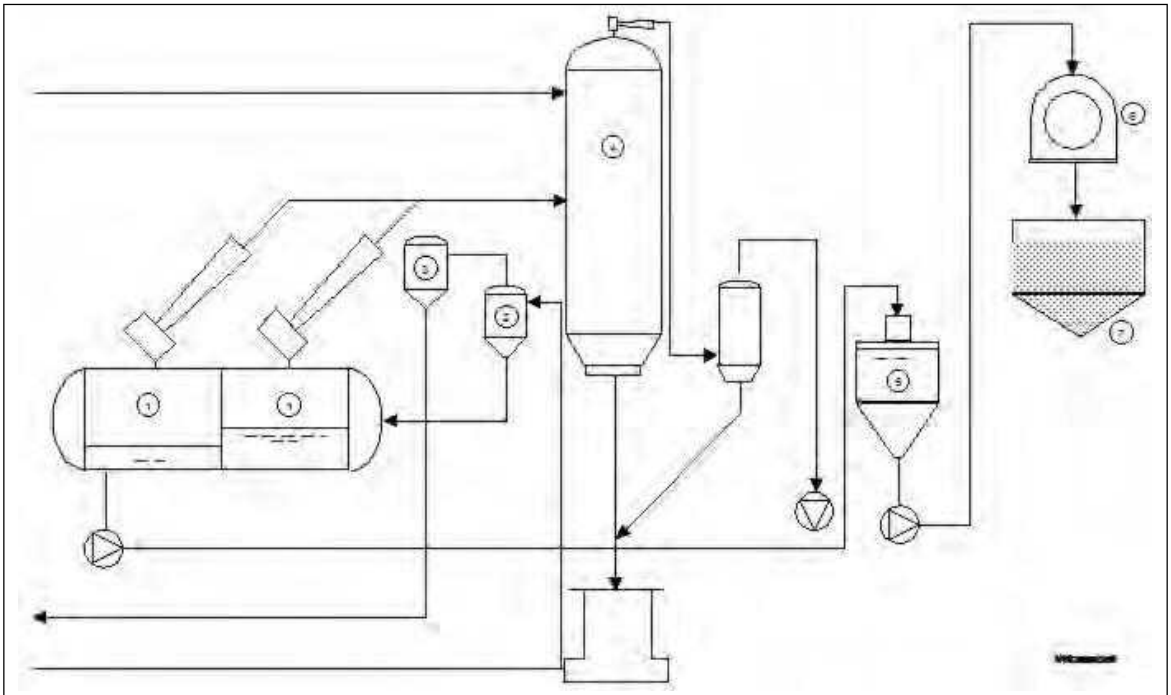
8.6.5 Techniky na zhodnotenie použitej moriacej kyseliny

Opis
Medzi techniky na zhodnotenie použitej moriacej kyseliny v areáli alebo mimo neho patrí:

- praženie alebo použitie reaktorov s fluidným lôžkom v prípade zhodnotenia kyseliny chlorovodíkovej;
- kryštalizácia síranu železitého v prípade zhodnotenia kyseliny sírovej;
- regenerácia roztoku pražením, odparovanie, iónová výmena alebo difúzna dialýza v prípade zhodnotenia nitračnej zmesi;
- použitie použitej moriacej kyseliny ako druhotnej suroviny (napr. na výrobu chloridu železa alebo pigmentov).

Technický opis

Kryštalizácia (H_2SO_4)
Zhodnocovanie kyseliny sírovej kryštalizáciou je založené na klesajúcej rozpustnosti síranu železnatého
s klesajúcimi teplotami. Ochladením použitej moriacej kyseliny (napr. na teploty 6 – 10 °C) sa heptahydrát síranu železnatého ($FeSO_4 \cdot 7\ H_2O$) vykryštalizuje a odstráni sa z kyseliny sedimentáciou s následným odstredením. Zhodnotená kyselina sírová sa recykluje späť do moriacej nádrže, zatiaľ čo síran železnatý možno predať. [148, IT 18-4-17 2017], [160, BG Q 198 2018]
Pokiaľ ide o druh chladenia, na regeneráciu sú k dispozícii nasledujúce procesy kryštalizácie heptahydrátu: kryštalizácia s nepriamym chladením, cyklónová kryštalizácia a vákuový chladiaci kryštalizačný proces. Spracovanie použitého moriaceho roztoku kryštalizáciou vylučuje potrebu neutralizovať voľnú kyselinu; okrem toho sa železo vyzráža ako heptahydrát a tiež nemusí byť neutralizované. Pomocou kryštalizačných procesov je možné dosiahnuť významné zvýšenie vypúšťania odpadových vôd a zníženie zaťaženia soľami. Na obrázku 8.25 sa zobrazuje príklad vákuového chladiaceho kryštalizačného procesu.



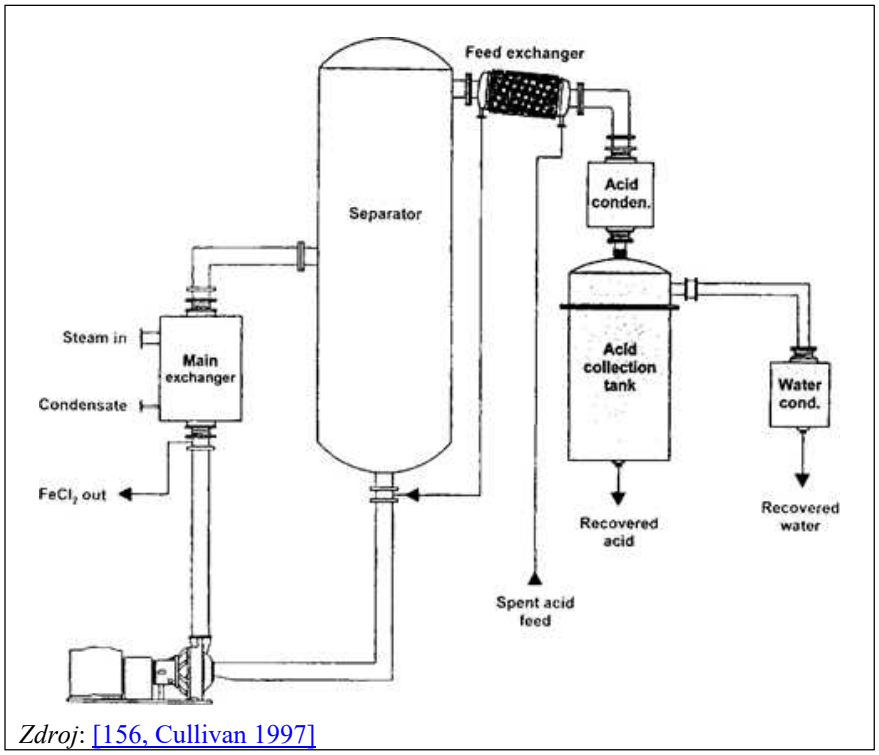
1. Kryštalizátor
2. Predchladič
3. Spoločný kondenzátor kyslých pár
4. Spoločný kondenzátor
5. Zahusťovač
6. Rotačné sito
7. Skladovanie

Obrázok 8.25: Vákuový chladiaci kryštalizačný proces pre H_2SO_4

Odparovacia regenerácia (HCl)

Odparovací systém na regeneráciu kyseliny chlorovodíkovej predstavuje expanznú odparku s núteným obehom a riadenou dvojstupňovou kondenzáciou/odlučovaním. Použitý kyslý roztok sa intenzívne zahrieva, aby sa z použitej moriacej kyseliny extrahovala kyselina a voda. Zostáva iba koncentrovaný roztok chloridu železnatého.
Použitý kyslý roztok je vedený do regeneračnej jednotky cez filter a predohrievací výmenník, pričom využíva zostatkové teplo kyseliny a vodné pary vytvorených v odparovacom procese (pozri obrázok 8.26). Predhriaty roztok použitej kyseliny potom vstupuje do odparovacej sekcie, kde rýchlo cirkuluje cez hlavný výmenník tepla a do separačnej nádoby, kde sa voda a kyselina odparujú. Kyselina a vodná para sa nepretržite odvádzajú z odpadového roztoku, až kým teplota roztoku nedosiahne približne 110 °C. Pri tejto teplote roztok dosiahne nasýtenie a je pripravený na odstránenie z odparovača. PLC (programovateľný logický automat) automaticky upravuje rýchlosť prívodu použitej kyseliny do procesu a objem koncentrátu chloridu železnatého odoberaného z okruhu a skladovaného v záchytnej nádrži. [156, Cullivan 1997]

Pary kyseliny a vody, poháňané expandujúcimi parami v odlučovači, sú vedené cez napájací výmenník do kondenzátora kyseliny. Kondenzujúce kyslé pary sa spájajú s časťou kondenzujúcich vodných pár pri zostupe cez kyslý kondenzátor. Koncentrácia kyseliny sa v tomto kroku reguluje, aby sa do moriaceho procesu vrátila správna kvalita. Zostávajúca vodná para je vedená do vodného kondenzátora, kde je ochladená a zbavená akýchkoľvek zvyškov kyslých výparov. Zo systému neunikajú žiadne pary, pretože proces ochladzuje všetky zostávajúce pary na kondenzát. Výsledný kondenzát možno opakovane použiť, napr. ako oplachovaciu vodu v procese morenia.
Voliteľný ohrievací okruh pridaný do časti kondenzácie kyseliny môže zabezpečiť presnú koncentráciu moriacej kyseliny. Keďže koncentrácia regenerovanej kyseliny sa zvyčajne pohybuje v rozmedzí od 5 % do 15 %, tieto dodatočné náklady zvyčajne nie sú opodstatnené. Regenerovaná kyselina je dostatočne silná na morenie a kombinuje sa s koncentrovanejšou zmesou HCl pri pridávaní čerstvej doplňujúcej kyseliny. [156, Cullivan 1997]



Zdroj: [156, Cullivan 1997]

Obrázok 8.26: Regenerácia kyseliny odparovaním

Proces je jednoduchý na obsluhu. Keďže má len niekoľko pohyblivých častí a kyslé výpary v podstate čistia systém počas jeho prevádzky, odstávky na údržbu výmenníkov tepla a reaktorov sa ukázali byť minimálne. Bežná údržba zahŕňa výmenu filtrov, starostlivosť o čerpadlá a kontrolu okruhov kotla a chladiacej veže na zabezpečenie optimálneho výkonu. [156, Cullivan 1997]

Retardácia kyseliny (HCl, H_2SO_4, HF/HNO_3)

Princíp retardačného procesu je založený na adsorpcii voľnej, nedisociovanej kyseliny na iónomeničové živice, keď rozpustené kovy prechádzajú cez živicové lôžko. Pri spätnom preplachovaní vodou sa adsorbovaná kyselina opäť uvoľňuje v dôsledku rozdielu osmotického tlaku. Miery regenerácie voľnej kyseliny sú približne 80 – 90 % v prípade kyseliny chlorovodíkovej a kyseliny sírovej. Výhody tohto procesu sú, že vyžaduje málo prístrojov a priestoru. Energetická požiadavka na regeneračný proces sa obmedzuje na elektrickú energiu. Spotreba elektrickej energie sa pohybuje približne od 0,25 kWh/kg do 0,40 kWh/kg železa v závislosti od výkonu. Požiadavka na demineralizovanú vodu je približne 1 m^3/m^3 regenerovaného moriaceho roztoku. [71, Fichtner 1994], [82, DE, člen TWG 1999]

Použitie retardačného procesu je realizovateľné, keď je spotreba kyseliny aspoň približne 40 l/h. Priemerný obsah kovov v moriacom roztoku by nemal prekročiť 50 – 60 g/l. Výsledný odpad pozostáva z roztoku kovových solí, ktorý sa môže využiť v závislosti od zloženia. [71, Fichtner 1994], [82, DE, člen TWG 1999]

Difúzna dialýza (HCl, H_2SO_4, HF/HNO_3)

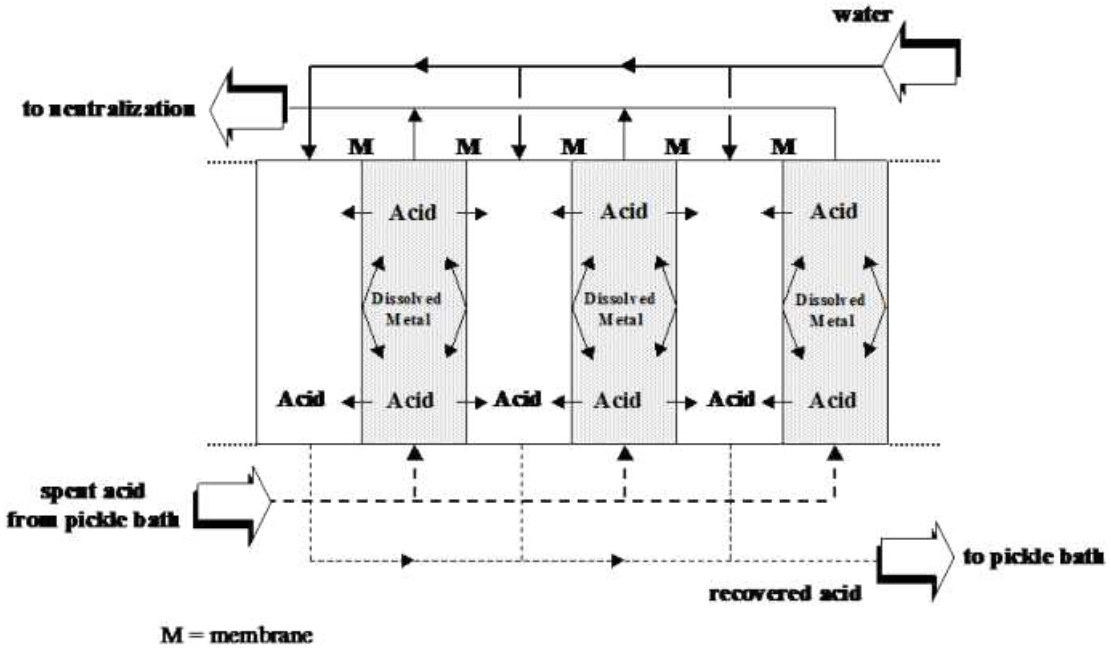
Difúzna dialýza je membránový proces separácie, pri ktorom je aniónmeničová membrána umiestnená medzi prúdom oplachovacej vody (vodná strana) a prúdiacim použitým moriacim kúpeľom obsahujúcim rozpustené kovy v roztoku (vstupná strana). Aniónmeničová membrána vykazuje na svojom povrchu kladný náboj, ktorý priťahuje záporne nabité anióny v roztoku. Preto chloridové (alebo síranové/dusičnanové/fluoridové) ióny, ktoré sú záporne nabité, prúdia zo vstupnej strany na vodnú stranu (pozri obrázok 8.27). Rozpustené kovy s kladným nábojom (napr. Fe^{2+}) prítomné na vstupnej strane nebudú schopné prejsť cez kladne nabitú membránu a zostanú na vstupnej strane. Avšak ióny H^+ napriek tomu, že sú kladne nabité, budú prúdiť

cez membránu spolu s chloridovými iónmi kvôli svojej menšej veľkosti a vyššej mobilite, čo umožňuje elektrickú neutralitu na vodnej strane. [102, Luo a kol. 2011]

Membrány sú zostavené v membránovom zväzku podobnom filtračnému lisu s obvyklou špecifickou kapacitou 0,5 – 2 l/hm^2. Demineralizovaná voda a použitá kyselina sú vedené v protiprúde cez články v striedavom usporiadaní. Demineralizovaná voda absorbuje voľnú kyselinu a výsledný difuzát sa recykluje späť do procesu morovania. Druhý čiastočný prúd – dialyzát – je väčšinou vedený k neutralizácii. V určitých prípadoch sa môže tento prúd častíc tiež recyklovať alebo znovu spracovať. [100, Deutschle 1993]

Proces difúznej dialýzy bol úspešne použitý na regeneráciu H_2SO_4, HCl, HNO_3 a HF. Je možné extrahovať 80 – 85 % voľných kyselín z použitých moriacich roztokov a recyklovať ich vo vyčistenej forme s približne 5 % znečistením kovmi. [100, Deutschle 1993]

Životnosť membrány je zvyčajne tri až päť rokov, ale môže byť znížená oxidujúcimi látkami, ako je peroxid vodíka, kyselina chrómová, kyselina dusičná s koncentráciami nad 20 %, ako aj teplotami nad 45 °C a organickými látkami, ako sú tenzidy, oleje, tuky, rozpúšťadlá alebo čistiace prostriedky. Vo väčšine prípadov, keď organické látky spôsobujú zanášanie membrán, pomáha predúprava suroviny aktívnym uhlím. [100, Deutschle 1993]



Zdroj: [71, Fichtner 1994]

Obrázok 8.27: Princíp difúznej dialýzy

Výhody tohto procesu sú, že vyžaduje málo prístrojov a priestoru a nízke prevádzkové náklady. Energetická požiadavka pre difúznu dialýzu sa obmedzuje na elektrickú energiu na pohon čerpadiel. Spotreba elektrickej energie na kg odstráneného železa sa pohybuje od 0,1 kWh do 0,23 kWh. Požiadavka na demineralizovanú oplachovaciu vodu je približne 1 m^3/m^3 regenerovaného moriaceho roztoku. Difúzna dialýza sa môže použiť, keď je spotreba kyseliny aspoň približne 60 l/h. Priemerný obsah kovov v moriacom roztoku by nemal prekročiť 50 – 60 g/l. [71, Fichtner 1994], [82, DE, člen TWG 1999]

Ďalšie uvádzané výhody procesu:

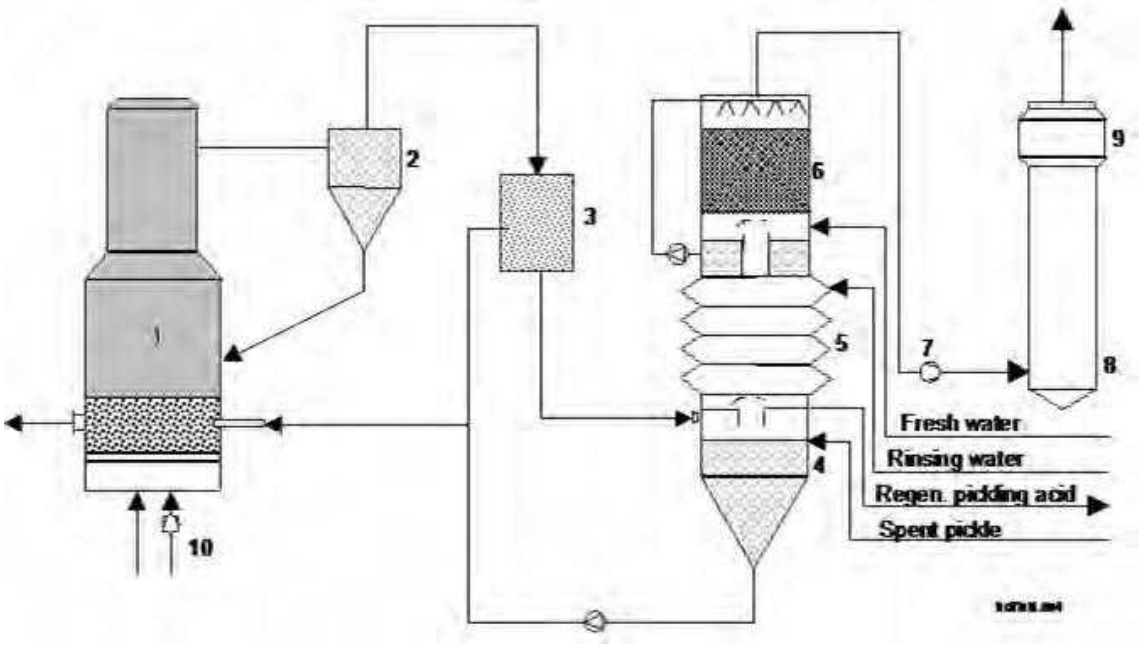
- Malá energetická náročnosť.
- Značné zníženie spotreby čerstvej kyseliny, nákladov na neutralizáciu a zneškodňovanie.
- Veľmi nízke náklady na údržbu.
- Dlhá životnosť membrány.
- Krátka amortizácia. [100, Deutschle 1993]

Pyrohydrolýza: proces fluidného lôžka (HCl)

Základom procesu je tepelný rozklad použitého moriaceho kúpeľa, ktorý sa pri vysokej teplote v prítomnosti vodnej pary a kyslíka premieňa na kyselinu chlorovodíkovú a oxid železa:

$$4\ FeCl_2 + 4\ H_2O + O_2 \rightarrow 8\ HCl\ \square + 2\ Fe_2O_3 \quad (1)$$

Na obrázku 8.28 sú znázornené hlavné čiastkové procesy regenerácie kyseliny vo fluidnom lôžku. Použitý moriaci kúpeľ sa prečerpáva do separačnej nádoby a potom sa koncentruje vo Venturiho slučke pomocou horúcich plynov z reaktora. Časť koncentrovaného roztoku z tohto okruhu sa nepretržite privádza do fluidného lôžka reaktora. Vo fluidnom lôžku, ktoré pozostáva z granulátu oxidu železa, sa kyselina a voda odparujú pri teplote približne 850 °C a chlorid železitý sa premieňa na oxid železa a plynný chlorovodík podľa rovnice (1).



1. Reaktor s fluidným lôžkom
2. Cyklón
3. Venturiho práčka
4. Separačná nádoba
6. Mokrá práčka
7. Ventilátor výstupných plynov
8. Komín

Zdroj: [10, Rentz a kol. 1998]

Obrázok 8.28: Postup regenerácie kyseliny HCl vo fluidnom lôžku

Rast a tvorba nových zŕn oxidu železa vo fluidnom lôžku sú riadené tak, aby sa získal bezprašný granulovaný produkt s veľkosťou zŕn 1 – 2 mm a objemovou hmotnosťou približne 3,5 t/m^3. Granulovaný produkt sa kontinuálne vypúšťa zo spodnej časti reaktora a prepravuje sa vibračným chladiacim žľabom a vibračným špirálovým dopravníkom do zásobníka oxidu.

Horúci výstupný plyn z reaktora obsahuje plynný chlorovodík, prehriatu paru, produkty spaľovania a malé množstvá prachu oxidu železa, ktorý sa oddeľuje od plynu v cyklóne a recykluje sa späť do fluidného lôžka. Výstupný plyn sa potom ochladí na teplotu približne 100 °C vo Venturiho práčke. Tepelná energia horúcich výstupných plynov sa používa na zahustenie použitého moriaceho kúpeľa odparovaním pred ich privedením do reaktora. Veľmi jemné prachové častice v prúde plynu sa odstraňujú vypieraním.
Z Venturiho práčky prúd ochladeného plynu prechádza do absorbéra, kde sa chlorovodík absorbuje adiabaticky s oplachovou kvapalinou z moriacej linky a čerstvou vodou. Takto vyrobená kyselina chlorovodíková má koncentráciu približne 18 hmot. %. Recykluje sa späť do

prevádzky na morenie alebo sa uchováva v skladovacej nádrži. Po prechode cez stupeň čistenia a odlučovač hmly je výstupný plyn prakticky bez kyseliny chlorovodíkovej a vypúšťa sa do atmosféry.

Granulovaný produkt oxidu železa sa môže použiť ako surovina v rôznych priemyselných odvetviach. Najdôležitejšími možnosťami sú výroba magnetických materiálov (napr. tvrdé a mäkké ferity), železný prášok na výrobu spekaných dielov a zváracích elektród a ako prísada na výrobu magnetických pások, brúsnych materiálov, dlaždíc, skla, kozmetiky a pigmentov.

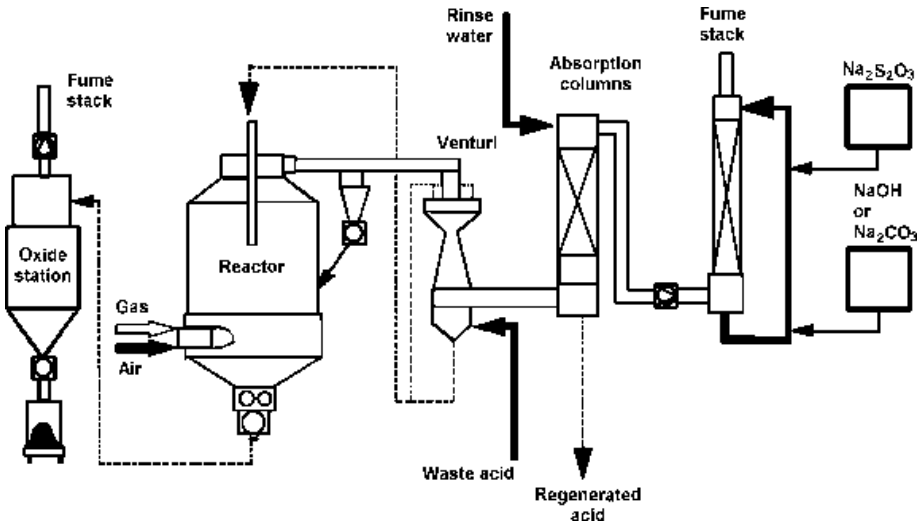
Opísaná regenerácia kyseliny chlorovodíkovej vo fluidnom lôžku dokáže spracovať použitý moriaci kúpeľ s akoukoľvek koncentráciou železa. Ani pri vysokej koncentrácii železa v predkoncentrovanom moriacom kúpeli, až do 250 g/l, sa potrubia neupchávajú. Okrem toho je možné bez ťažkostí využívať použitý moriaci kúpeľ s vysokým obsahom kalu (napr. z morenia ocele s vysokým obsahom kremíka) vďaka špeciálnej konštrukcii vstrekovacieho zariadenia.
Keďže regenerovaná kyselina je takmer bez Fe^{++}, efektívnosť zhodnocovania je značne vyššia než 99 %, na rozdiel od iných regeneračných procesov, kde možno očakávať až 10 g/l Fe^{++}. [97, Rituper 1995]

Pyrohydrolýza: rozprašovacie praženie (HCl, HF/HNO_3)

Regeneráciu moriacich roztokov kyseliny chlorovodíkovej je možné vykonať pomocou procesu rozprašovacieho praženia. Príklad je uvedený na obrázku 8.29. Pyrohydrolytická separácia chloridu železitého a vody sa vykonáva pri teplote približne 450 °C alebo vyššej (napr. teplota reakcie v ArcelorMittal Ghent: 600 °C) v reaktore na rozprašovacie praženie. Použitá kyselina sa privádza do Venturiho rekuperátora, kde sa horúce plyny prichádzajúce z reaktora ochladzujú a kyselina sa predkoncentruje. Koncentrát sa potom rozprašuje do priamo ohrievaného reaktora zhora. Horúce spaliny spôsobujú odparovanie jemných kvapiek počas ich poklesu. Chlorid železnatý sa rozkladá na plynný chlorovodík a oxid železa pomocou vodnej pary a kyslíka zo vzduchu podľa nasledujúcej reakcie:

$$4\ FeCl_2 + 4\ H_2O + O_2 \rightarrow 8\ HCl\ \square + 2\ Fe_2O_3 \quad (1)$$

Takto vytvorený oxid železa sa zhromažďuje na dne reaktora a pneumaticky sa dopravuje do zásobníka oxidu. Sypná hmotnosť prášku je približne 0,3 – 0,4 t/m³ alebo vyššia (napr. 0,48 – 0,6 t/m³ v ArcelorMittal Ghent). Tento oxid je cennou surovinou na výrobu magnetických materiálov, t. j. tvrdých a mäkkých feritov. Vyrobený oxid železa možno použiť na rôzne účely v závislosti od jeho kvality.



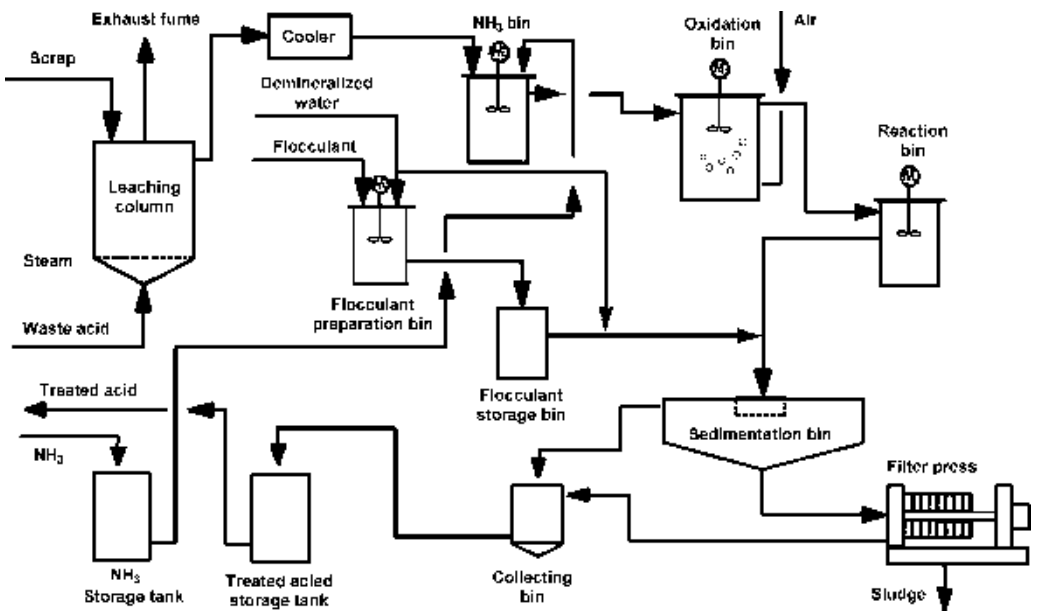
Zdroj: [186, Karner a kol. 1996]

Obrázok 8.29: Postup regenerácie kyseliny HCl rozprašovacím pražením

Plynný chlorovodík, para a odpadové plyny sa vedú cez predodparovač do absorbéra. Výsledný výstupný plyn je následne čistený alkalickým premývaním a je vypúšťaný cez komín do atmosféry.

Plyny obsahujúce Hcl sa absorbujú v adiabatickej kolóne, kde sa ako absorpčná voda môže používať oplachová voda z moriacej linky. Vzniknutá kyselina chlorovodíková (približne 18 %) sa môže vrátiť do procesu morenia. Výstupný plyn z absorpčnej jednotky sa následne čistí v alkalickej práčke s prídavkom tiosíranu sodného, čo vedie ku koncentráciám znečisťujúcich látok nižším ako 2 mg/m^3 HCl a voľného Cl_2.
Z dôvodu používania vedľajšieho produktu oxidu železa vo feritovom priemysle vznikli v posledných rokoch vyššie kvalitatívne požiadavky na oxid. Okrem fyzikálnych parametrov, ako je špecifický povrch, veľkosť primárnych častíc a sypná hustota, ktoré sú dôležité pre reakcie oxidu železa s oxidom mangánu, niklu a zinku v pevnom stave, je kritická úroveň nečistôt oxidu. Preto bol vyvinutý proces predspracovania na výrobu ultračistého oxidu železa s obzvlášť nízkym obsahom kremíka, fosforu a ťažkých kovov, ako sú chróm, nikel alebo meď. Procesná schéma je zobrazená na obrázku 8.30, ktorý obsahuje tieto kroky procesu:

- Redukcia voľnej kyseliny a cementácia ťažkých kovov pomocou šrotu.
- Zvýšenie pH pridaním amoniaku.
- Čiastočná oxidácia Fe^{2+} na Fe^{3+} vedúca k špecifickej adsorpcii Si a P na hydroxidy železa a hliníka.
- Filtrácia na odstránenie hydroxidového kalu.



Zdroj: [186, Karner a kol. 1996]

Obrázok 8.30: Zobrazenie postupu výroby vysokočistých oxidov

Proces rozprašovacieho praženia na regeneráciu **nitračnej zmesi** z morenia nehrdzavejúcej ocele je dosť podobný procesu pre kyselinu chlorovodíkovú, ale zahŕňa aj izotermický absorpčný stupeň a systém čistenia odpadových plynov pomocou katalyzátora pre NO_X. Použitý moriaci kúpeľ obsahujúci fluoridové komplexy zlúčeniny železa, chrómu, niklu a stopových kovov, ako aj voľnú kyselinu fluorovodíkovú a dusičnú, sa najprv vedie do predodparovača, kde sa čiastočne odparuje

kontaktom s horúcimi plynmi z reaktora. Predkoncentrovaný moriaci kúpeľ sa privádza do reaktora cez dýzy. Vo vnútri reaktora prebiehajú tieto rozkladné reakcie:

$2\ FeF_3 + 3\ H_2O \square Fe_2O_3 + 6\ HF$
$2\ CrF_3 + 3\ H_2O \square Cr_2O_3 + 6\ HF$
$NiF_2 + H_2O \square NiO + 2\ HF$

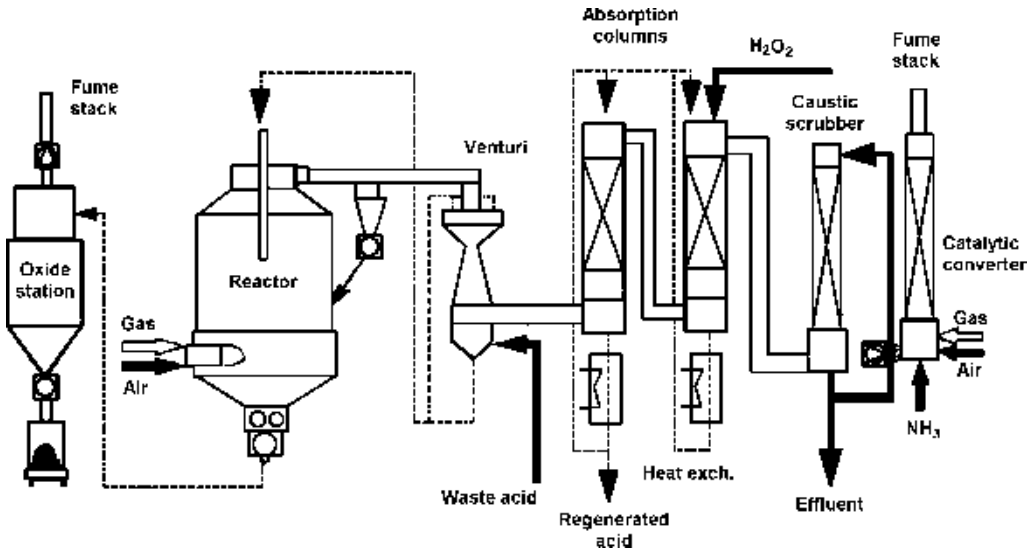
Okrem toho sa kyselina dusičná čiastočne rozkladá na oxidy dusíka:

$2\ HNO_3 \square NO + NO_2 + H_2O + O_2$

Reaktor je priamo ohrievaný horákmi používajúcimi zemný alebo iné plyny. Zmiešaný oxid kovu sa zbiera na dne reaktora. Oxid sa udržiava pri teplote 500 °C až 600 °C na plochom dne reaktora, aby sa obsah fluoridu znížil pod 1,5 %. Tento oxid sa zvyčajne peletizuje a môže byť recyklovaný v elektrickej oblúkovej peci. [98, Karner 1999], [186, Karner a kol. 1996]

Výstupné plyny z reaktora, ktoré obsahujú vodnú paru, odpadové plyny, HF, HNO_3 a NO_X, sú vedené do dvojstupňovej absorpčnej jednotky, kde sa na absorpciu používa ochladená recirkulovaná kyselina. Peroxid vodíka sa pridáva do druhej kolóny, aby oxidoval NO na NO_2, ktorý sa môže ľahšie absorbovať. V protiklade k regenerácii kyseliny chlorovodíkovej sa absorpcia vykonáva izotermicky, t. j. kvapalina v oboch kolónach je recirkulovaná a chladená vo vonkajších výmenníkoch tepla. V kolónach sa produkuje regenerovaná kyselina, ktorá obsahuje voľnú a viazanú kyselinu fluorovodíkovú a až 85 % kyseliny dusičnej. Regenerovaná kyselina sa znovu používa v procese morenia. [98, Karner 1999], [186, Karner a kol. 1996]

Výstupný plyn po absorpčných kolónach sa najprv čistí v (alkalickej) mokrej práčke na odstránenie stôp HF a zostatkové plyny, ktoré obsahujú NO_X z kyseliny dusičnej, sa čistia selektívnou katalytickou redukciou použitím NH_3 alebo močoviny alebo amónnych zlúčenín ako redukčného činidla. NO_X sa tak premieňa na neškodný dusík a vodu. Na obrázku 8.31 je znázornená schéma procesu rozprašovacieho praženia pre nitračnú zmes (proces Pyromars). [98, Karner 1999], [186, Karner a kol. 1996]



Zdroj: [186, Karner a kol. 1996]

Obrázok 8.31: Postup regenerácie kyseliny miešanie rozprašovacím pražením

Elektrolytická regenerácia (HCl, H_2SO_4)

Elektrolytická regenerácia kyseliny je založená na vyzrážaní železa na katóde elektrolytickej cely a štiepení vody a opakovanej tvorbe kyseliny na anóde.

Pri HCl je možná regenerácia voľnej kyseliny a kyseliny viazanej na železo, ale súčasne s rozkladom vody na anóde sa tvorí plynný chlór. To si vyžaduje jednotku na odsávanie a čistenie odpadových plynov.

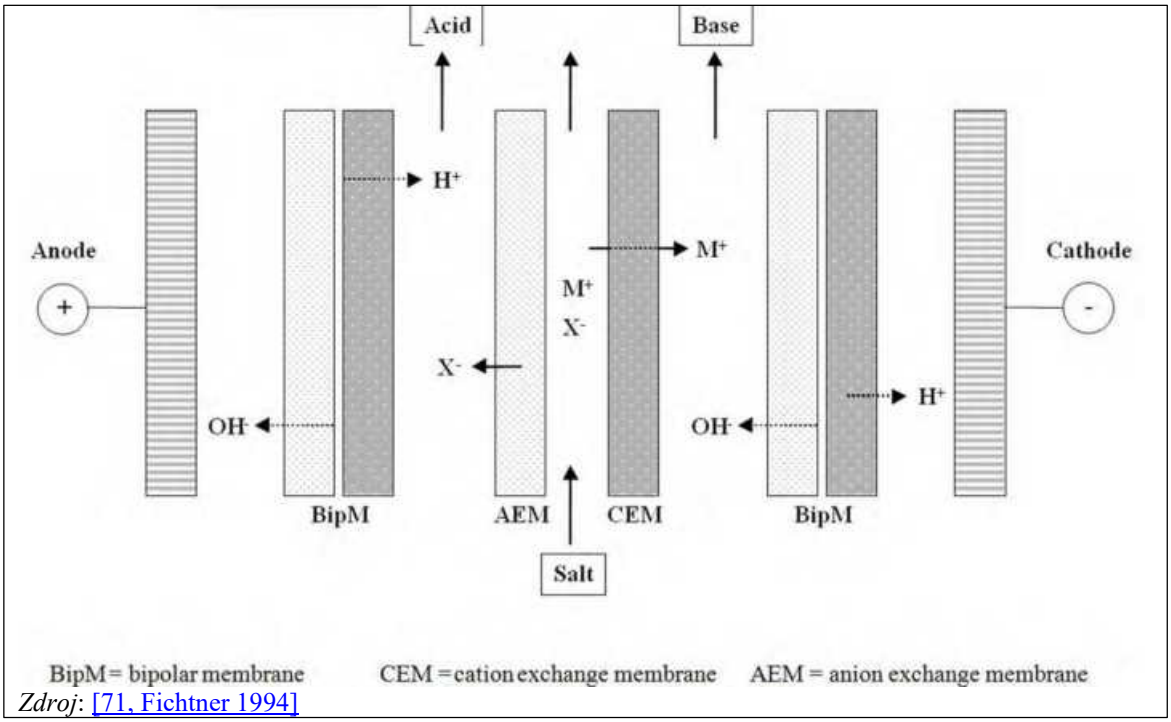
Pri regenerácii H_2SO_4 sa používa dodatočný elektrolyt (síran amónny) a katóda a anóda sú oddelené iónomeničovou membránou. Železo sa vyzráža na katódových platniach z nehrdzavejúcej ocele, zatiaľ čo síranové ióny v anódovej časti regenerujú H_2SO_4, ktorá môže byť recyklovaná späť do moriacej prevádzky.

Bipolárna membrána (HF/HNO_3)

Regenerácia kyseliny pomocou bipolárnych membrán zahŕňa kombináciu procesných krokov. Najprv sa získa voľná kyselina, napr. difúznou dialýzou. Potom sa zvyšný roztok použitej kyseliny neutralizuje hydroxidom draselným (KOH), čím vznikajú hydroxidy kovov a soli ako chlorid draselný (KCl) alebo – pri nitračnej zmesi – fluorid draselný (KF). Hydroxidy kovov sa vyzrážajú ako kal a ďalej sa spracúvajú, napr. odvodňujú. Dôkladným premývaním kalu hydroxidu kovu sa prakticky všetok chlorid a fluorid prenesie do roztoku. Soľný roztok obsahujúci KCl/KF sa potom ďalej koncentruje elektrodialýzou. Vytvorená voda sa môže použiť na premývanie hydroxidového kalu kovov. [71, Fichtner 1994]

Proces bipolárnej membrány je elektricky poháňaný membránový proces podobný elektrodialýze v tom, že využíva iónomeničové membrány na selektívnu separáciu nabitých iónov v roztoku, ale odlišuje sa charakteristikami štiepenia vody bipolárnej membrány. [81, Haskoning 1993]

Membrány sú zložené z dvoch odlišných vrstiev opačne nabitých iónomeničových materiálov. Pri pôsobení elektrického prúdu prechádzajú katióny v soľnom roztoku (draslík) cez katiónovú výmennú membránu do paralelného prúdu vody (pozri obrázok 8.32); anióny (chlorid, fluorid) prechádzajú cez aniónovú výmennú membránu do iného paralelného prúdu vody. Vďaka bipolárnej membráne sa voda kontinuálne disociuje (štiepi) na H^+ a OH^-. S aniónmi a katiónmi soľného roztoku sa generuje kyselina a zásada, v tomto prípade KOH. Kyselina sa recykluje späť do moriaceho procesu; KOH sa recykluje do neutralizačného kroku. [71, Fichtner 1994]



Zdroj: [71, Fichtner 1994]

Obrázok 8.32: Princíp štiepenia solí bipolárnymi membránami

Proces odparovania (HF/HNO_3)

Použitá moriaca kyselina sa privádza do vákuového výparníka spolu s cirkulujúcou kyselinou sírovou. Vo vákuovom odparovači sa zmiešaná kyselina zahrieva na približne 90 °C. Doplnková kyselina sírová sa pridáva v takom množstve, aby sa dosiahla koncentrácia aspoň 60 %. Táto koncentrácia zabezpečuje vysokú výťažnosť regenerovaných moriacich kyselín. Fluoridy a dusičnany kovov tvoria sírany kovov, pričom sa uvoľňuje kyselina. Tieto reakčné produkty sa tvoria podľa nasledujúcich reakcií:

$$HF\,(aq) \xrightarrow{H_2SO_4} HF\,(g)$$

$$H^+ + NO_3^- \xrightarrow{H_2SO_4} HNO_3\,(g)$$

$$2\,FeF_2^+ + 2\,NO_3^- + 3\,H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3\,(s) + 4\,HF\,(g) + 2\,HNO_3\,(g)$$

$$2\,CrF_2^+ + 2\,NO_3^- + 3\,H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3\,(s) + 4\,HF\,(g) + 2\,HNO_3\,(g)$$

$$NiNO_3^+ + NO_3^- + H_2SO_4 \rightarrow NiSO_4\,(s) + 2\,HNO_3\,(g)$$

V procese odparovania prebiehajú nasledujúce kroky. Najprv sa spaliny vytvorené vo vákuovom odparovači vedú dolu pod hladinu kyslého roztoku cez ponornú rúrku. V tomto bode sa pri teplote 150 °C dosahuje koncentrácia kyseliny sírovej 80 %. Spodný tok z odparovača s ponorným spaľovaním je vedený do kryštalizačnej nádrže. Spaliny sa premývajú v dvoch krokoch na získanie kyselín HF a HNO_3 z plynu. Najprv sa plyn premýva pomocou Venturiho práčky. Okrem toho je do regeneračného procesu zahrnutá aj všeobecná plynová práčka. Plyny z Venturiho práčky, z kryštalizácie a z ďalších procesných krokov sa spracúvajú spoločne. Kyslý roztok vypratý z plynov sa kombinuje s produktovou kyselinou z odparovacej a kondenzačnej časti procesu. [25, EUROFER 2018]

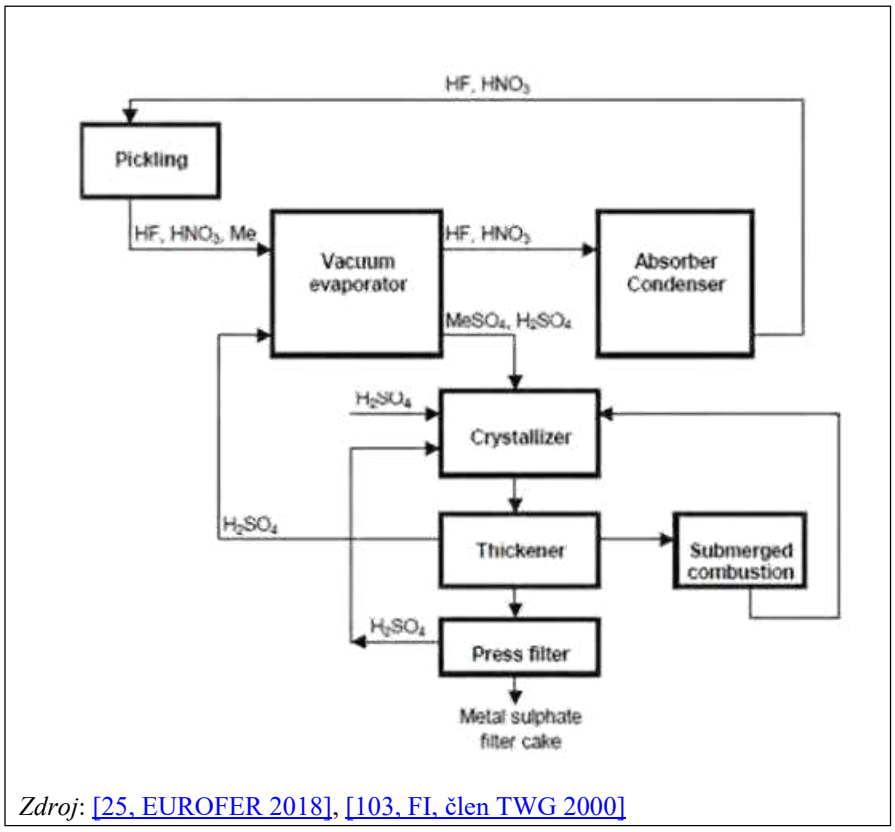
Dostatočne dlhý čas zotrvania v odparovacom-kryštalizačnom okruhu zlepšuje filtračné vlastnosti vytvorenej síranovej soli. Síranová suspenzia z kryštalizačnej nádrže sa čerpá do kónického zahusťovača. Spodný tok zo zahusťovača je vedený na filtračný lis na oddelenie síranov kovov od kyslého roztoku. Filtrát sa vracia do kryštalizátora. Koláč síranov kovov

z filtračného lisu sa neutralizuje v samostatnom procese, čím sa vytvoria hydroxidy kovov. [25, EUROFER 2018]

V procese odparovania sa ako konštrukčné materiály pre procesné zariadenia vo veľkej miere používajú vysokokvalitné materiály vrátane špeciálnych koróziivzdorných ocelí a fluórouhlíkových polymérov. [25, EUROFER 2018]

Proces odparovania je použiteľný aj na trojkyselinové morenie (HF, HNO_3 a H_2SO_4) – (pozri oddiel 3.4.1.13). [25, EUROFER 2018]

Zobrazenie procesu odparovania na regeneráciu nitračnej zmesi je zobrazený na obrázku 8.33.



Zdroj: [25, EUROFER 2018], [103, FI, člen TWG 2000]

Obrázok 8.33: Postup odparovania na regeneráciu nitračnej zmesi

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zvýšená materiálová efektívnosť.
- Zníženie množstva moriacej kyseliny odosielanej na likvidáciu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

V tabuľke 8.7 sa uvádza prehľad dostupných techník regenerácie kyselín a rekultivácie kyselín.

Tabuľka 8.7: Prehľad procesov regenerácie a rekultivácie

Procesy zhodnocovania a regenerácie použitých kyselín z prevádzok na morenie v HCl							
	Pyrohydrolýza	**Spomaľovanie**	**Dialýza**	**Elektrolytická oxidácia**	**Elektrolytické vyzrážanie Fe**	**Chemická oxidácia**	**Iónová výmena**
1. Princíp procesu.	Regenerácia	Zhodnocovanie voľnej HCl	Zhodnocovanie voľnej HCl	Transformácia $FeCl_2$ na $FeCl_3$	Regenerácia HCl Elektrolýza	Transformácia $FeCl_2$ na $FeCl_3$	Zhodnocovanie voľnej HCl
2. Ďalšie produkty	Oxidy železa	–	–	$FeCl_3$	Oceľové broky	$FeCl_3$	$FeCl_3$
2.1 Odpad na zneškodnenie	–	Kyslý roztok $FeCl_2$	Kyslý roztok $FeCl_2$	–	–	–	
3. Miera regenerácie celkovej kyseliny	> 99 %	Na neutralizáciu	Na neutralizáciu	> 95 %	> 95 %	> 95 %	
3.1 Voľná kyselina		75 – 90 %	75 – 90 %				50 – 70 %
4. Surovina na regeneráciu	– Elektrická energia – Zemný plyn – Čistá a odpadová voda	– Elektrická energia – VE voda	– Elektrická energia – VE voda	– Elektrická energia – Technická kyselina soľná	– Elektrická energia	– Elektrická energia – HCl + vzduch alebo Cl_2 alebo HCl + H_2O_2	– Elektrická energia – VE voda – Oxidačné činidlá ako pri chemickej oxidácii
5. Oblasť použitia l/h	> 300	> 40	> 60	> 20	> 20	> 20	> 40
6. Zložitosť inštalácie	Vysoká	Nízka	Stredná	Nízka	Stredná	Stredná	Vysoká
7. Požadovaný priestor	Veľký	Malý	Stredný	Malý	Malý	Stredný	Stredný
8. Pomer prínosov a nákladov	Vysoký	Stredný	Stredný	Stredný	Stredný	Nízky	Nízky
9. Počet prevádzok[1]	pribl. 250	pribl. 15	pribl. 5	2	???	???	1
Procesy zhodnocovania a regenerácie použitých kyselín z prevádzok na morenie v H_2SO_4							
	Kryštalizácia (nepriame cyklónové alebo vákuové chladenie)	**Spomaľovanie**	**Dialýza**	**Elektrolytická oxidácia**	**Proces s HCI a pyrolýzou**	**Kryštalizácia a praženie**	**Vyzrážanie pomocou rozpúšťadiel**
1. Princíp procesu	Zhodnocovanie voľnej H_2SO_4	Zhodnocovanie voľnej H_2SO_4	Zhodnocovanie voľnej H_2SO_4	Regenerácia	Regenerácia	Regenerácia	Zhodnocovanie voľnej H_2SO_4
2. Ďalšie produkty	$FeSO_4$; $7H_2O$	–	–	Oceľové broky	Oxidy železa	Oxidy železa	Oxidy železa
2.1 Odpad na zneškodnenie	(Ak sú prítomné Cr, Ni, Zn)	Kyslý $FeSO_4$ na neutralizáciu	Kyslý $FeSO_4$ na neutralizáciu	–	–	–	(Ak sú prítomné Cr, Ni, Zn)
3. Miera regenerácie celkovej kyseliny				> 99 %	> 95 %	> 95 %	
3.1 Voľná kyselina	> 99 %	80 – 90 %	75 – 85 %				> 99 %
4. Surovina na regeneráciu	– Elektrická energia – Para – Chladiaca voda	– Elektrická energia – VE voda	– Elektrická energia – VE voda	– Elektrická energia – Dodatočný elektrolyt v okruhu	– Elektrická energia – Zemný plyn – Chladiaca voda – Obsah HCl v okruhu udržiavaný dopĺňaním čerstvej kyseliny a oplachovej vody	– Elektrická energia – Para – Zemný plyn – Chladiaca voda – Čistá a odpadová voda	– Elektrická energia – Para - Chladiaca voda - Rozpúšťadlo v okruhoch
5. Oblasť použitia l/h	> 200	> 40	> 60	> 20	> 500	> 500	> 200
6. Zložitosť inštalácie	Stredná/vysoká	Nízka	Stredná	Stredná	Vysoká	Vysoká	Vysoká
7. Požadovaný priestor	Stredný/veľký	Malý	Stredný	Stredný	Veľký	Veľký	Stredný
8. Pomer prínosov a nákladov	Stredný	Stredný	Stredný	Stredný	Nízky	Nízky	Nízky
9. Počet prevádzok[1]	pribl. 80	pribl. 30	pribl. 5	2	1	1	n.a.

Procesy zhodnocovania a regenerácie použitých kyselín z prevádzok na morenie v HNO_3/HF

	Extrakcia rozpúšťadlom	Spomaľovanie	Dialýza	Kryštalizácia	Pyrohydrolýza	Bipolárne membrány	Proces Outokumpu[2]	Proces Kawasaki
1. Princíp procesu	Úplná regenerácia	Regenerácia voľných kyselín	Regenerácia voľných kyselín	Regenerácia voľných kyselín	Úplná regenerácia	Úplná regenerácia	Úplná regenerácia	Úplná regenerácia
2. Regenerovaná/reg. kyselina	Celkovo HNO_3 a HF	Voľná HNO_3 a HF	Voľná HNO_3 a HF	Voľná HNO_3 a HF	Celkovo HNO_3 a HF	Celkovo HNO_3 a HF	Celkovo HNO_3 a HF	Celkovo HNO_3 a HF
3. Ostatné produkty	–			Fluoridy kovov	Oxid kovu	Hydroxidy kovov	Ni(OH) $_2$	Oxid železa
3.1 Odpad na zneškodnenie	Roztok kovových solí	Roztok kovových solí	Roztok kovových solí				Hydroxidy kovov	Roztok kovových solí
4. Miera regenerácie celkovej kyseliny	HNO_3 80 – 95 % HF 50 – 65 %				HNO_3 80 – 90 % HF 90 – 99 %	HNO_3 90 – 95 % HF 90 – 97 %	HNO_3 > 97 % HF 99 %	HNO_3 75 – 90 % HF 85 – 95 %
4.1 Voľné kyseliny		HNO_3 80 – 95 % HF 80 – 90 %	HNO_3 85 – 95 % HF 80 – 90 %	HNO_3 80 – 95 % HF 50 – 55 %				
5. Surovina na regeneráciu	– Elektrická energia – H_2SO_4 - Chladiaca voda - TBP v obehu – Aktívne uhlie	– Elektrická energia – VE voda	– Elektrická energia – VE voda	– Elektrická energia – Chladiaca voda	- Elektrická energia - Zemný plyn - Chladiaca voda – Čistá a odpadová voda - H_2O_2 alebo podobné	– Elektrická energia - Roztok hydroxidu draselného v obehu - Kremelina	- Elektrická energia - H_2SO_4 v obehu – Propán – Vápenec – Para – Chladiaca voda	- Elektrická energia - Extrakčné činidlá TBP a D2EHPA v obehu - NH_4HF_2 v okruhu - Zemný plyn - Čerstvá voda
6. Oblasť použitia l/h	>300	>40	>60	>300	>500	>100	4 500	>1 000
7. Zložitosť inštalácie	Stredná	Nízka	Stredná	Stredná	Vysoká	Vysoká	Stredná	Veľmi vysoká
8. Požadovaný priestor	Stredný	Malý	Stredný	Stredný	Veľký	Stredný	Stredný	Veľmi veľký
9. Pomer prínosov a nákladov	Stredný	Stredný	Stredný	Nízky	Stredný	Stredný	Stredný	Stredný
10. Počet prevádzok[1]	2	pribl. 30	pribl. 5	1	2	2	2	1

Zdroj údajov v tabuľke: [10, Rentz a kol. 1998]

[1] Celosvetovo, k roku 1990, výrobné a pilotné prevádzky

[2] Zdroj údajov [103, FI, člen TWG 2000]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Ak je pri kusovom zinkovaní použitie použitej moriacej kyseliny ako druhotnej suroviny obmedzené nedostupnosťou na trhu, môže výnimočne dôjsť k neutralizácii použitej moriacej kyseliny.

Procesy praženia vo fluidnom lôžku a rozprašovacieho praženia na regeneráciu HCl sú užitočné iba pre roztoky, ktoré obsahujú železo, ale nie zinok. Ak sa zinok dostane do vstupnej suroviny, existuje vysoká pravdepodobnosť narušenia procesu.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Odborná literatúra
[10, Rentz a kol. 1998], [25, EUROFER 2018], [71, Fichtner 1994], [81, Haskoning 1993] [97, Rituper 1995], [98, Karner 1999], [100, Deutschle 1993], [102, Luo a kol. 2011], [148, IT 18-4-17 2017], [156, Cullivan 1997], [160, BG Q 198 2018] [186, Karner a kol. 1996].

Ďalšie informácie o technikách
Ďalšie informácie o technikách uvedených vyššie, konkrétne o environmentálnej výkonnosti a prevádzkových údajoch, dosahu na viaceré zložky životného prostredia, hospodárskych vplyvoch a vzorových prevádzkach, sú k dispozícii v oddieloch venovaných jednotlivým odvetviam 3.4.1.3, 3.4.1.4, 3.4.1.6 až 3.4.1.10, a 6.4.2.2.

8.7 Využívanie vody a produkcia odpadových vôd

8.7.1 Plán hospodárenia s vodami a audity vodného hospodárstva

Opis
Plán hospodárenia s vodami a audity vodného hospodárstva sú súčasťou systému environmentálneho manažérstva (EMS) a zahŕňajú:

- schémy tokov a materiálovú bilanciu vody prevádzky,
- stanovenie cieľov efektívneho hospodárenia s vodou,
- vykonávanie techník na optimalizáciu hospodárenia s vodou (napr. kontrola používania vody, recyklácia, zisťovanie a oprava únikov).

Audity vodného hospodárenia sa vykonávajú minimálne raz ročne, aby sa zabezpečilo plnenie cieľov plánu hospodárenia s vodami. Plán hospodárenia s vodami a audity vodného hospodárstva možno začleniť do celkového plánu hospodárenia s vodami väčšieho zariadenia (napr. na výrobu železa a ocele).

Technický opis
Niektoré techniky optimalizácie vody, ktoré je potrebné zvážiť, sú:

a) **Kontrola spotreby vody**
Predpokladom akéhokoľvek programu na predchádzanie zbytočnému používaniu vody je najprv zhromaždiť informácie o zariadení a objemoch spotrebovaných v rôznych procesoch, ako súčasť zhromažďovania informácií o typoch, množstvách, zložení a zdrojoch všetkých prúdov odpadu.
Rovnako ako pri spotrebe vody, údaje na úrovni prevádzky už predstavujú dobrý referenčný bod pri určovaní, či je spotreba vody nadmerná, a slúžia ako dobrá východisková hodnota, voči ktorej možno merať zlepšenia. S cieľom umožniť analýzu špecifickú pre daný proces sa spotreba vody monitoruje a zaznamenáva na úrovni stroja/procesu a vodomery sú pravidelne udržiavané a kalibrované.

b) **Znižovanie spotreby vody**

Zlepšenými pracovnými postupmi
Výrobné postupy sú stanovené a personál je vyškolený, aby sa predišlo nevhodným pracovným postupom a absencii automatizovaných kontrolných systémov, ktoré môžu viesť k významnému plytvaniu vodou, napr. z preplnenia, ku ktorému môže dôjsť počas plnenia a oplachovania.

Technickými úpravami
- Inštalácia magnetických čerpadiel sa používa namiesto mechanických čerpadiel na zníženie spotreby vody a zabránenie únikom kvapalín (pozri oddiel 3.4.1.11).
- Inštalácia systémov spätných kaskádových preplachov (pozri oddiel 8.7.5).

Optimalizáciou systému zásobovania vodou a jej úpravy
Polouzavreté a uzavreté vodné okruhy sú inštalované na opakované použitie procesnej a chladiacej vody po úprave a na minimalizovanie spotreby vody (pozri oddiely 2.2.17 a 2.4.11.1)

Zlepšením úpravy vody pred opakovaným použitím
Odpadová voda s obsahom oleja a okovín sa upravuje samostatne pomocou postupnosti čistiacich krokov (napr. jamy na okoviny, usadzovacie nádrže, cyklóny, filtrácia) na oddelenie oleja a okovín pred opakovaným použitím (napr. pozri oddiel 2.4.11.2)

opakovaným používaním a/alebo recykláciou vody

- Vodné toky (napr. technologická voda, výtoky z mokrého čistenia alebo kaliacich kúpeľov) sa opakovane používajú a/alebo recyklujú v uzavretých alebo polouzavretých okruhoch (pozri oddiely 2.2.17 a 2.4.11.1), ak je to potrebné po úprave (pozri oddiel 8.9).
- Voda z oplachovania po morení alebo odmasťovaní sa recykluje do predchádzajúcich procesných kúpeľov ako doplnková voda (pozri oddiel 8.7.6).

Prevádzkou vodných chladiacich systémov v uzavretých okruhoch
Chladiaca voda sa opakovane chladí v chladiacich vežiach, výmenníkoch tepla alebo hybridných chladiacich vežiach (pozri oddiel 8.7.7).

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie spotreby vody a vypúšťaných odpadových vôd.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Miera podrobnosti plánu hospodárenia s vodami a auditov vodného hospodárstva bude vo všeobecnosti súvisieť s povahou, veľkosťou a so zložitosťou prevádzky.

Hospodárske vplyvy

- Čas zamestnancov.
- Náklady na akékoľvek dodatočné meranie, ktoré je potrebné.

Hnacia sila implementácie
Zníženie nákladov v závislosti od ceny vody a jej dostupnosti.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

8.7.2 Oddeľovanie tokov vody

Opis
Každý tok odpadovej vody (napr. povrchový odtok vody, technologická voda, alkalická alebo kyslá odpadová voda, použitý odmasťovací roztok) sa zachytáva samostatne podľa obsahu znečisťujúcich látok a požadovaných techník úpravy. Toky odpadových vôd, ktoré možno recyklovať bez úpravy, sú oddelené od tokov odpadových vôd, ktoré si vyžadujú úpravu.

Technický opis
Podrobný technický opis systému zberu a oddeľovania odpadových vôd možno nájsť v BREF o CWW. [168, COM 2016]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie spotreby vody a vypúšťaných odpadových vôd.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Odporúča sa samostatné vypúšťanie, aby sa zabránilo efektu zriedenia vyčistenej odpadovej vody. Čím sú výtoky, ktoré vznikajú pri separácii, koncentrovanejšie, tým je ich následné spracovanie vo všeobecnosti účinnejšie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená štruktúrou systému zberu odpadových vôd.

Hospodárske vplyvy
Náklady na dodatočnú montáž spojené so separáciou/segregáciou odpadových vôd môžu byť v existujúcich prevádzkach značné. Systémy na separáciu/segregáciu odpadových vôd môžu byť efektívne inštalované v nových prevádzkach. Úspory môžu vzniknúť zo zníženia potrebnej kapacity zadržiavania vody na danom mieste.

Hnacia sila implementácie
Zníženie nákladov v závislosti od ceny vody a jej dostupnosti.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[168, COM 2016].

8.7.3 Minimalizácia kontaminácie technologickej vody uhľovodíkmi

Opis
Kontaminácia technologickej vody stratami oleja a maziva sa minimalizuje použitím techník, ako sú:

- olejotesné ložiská a ložiskové tesnenia pre pracovné valce,
- ukazovatele úniku,
- pravidelné kontroly a preventívna údržba tesnení čerpadiel, potrubí a pracovných valcov.

Technický opis
Zníženie strát oleja a mazív je preventívnym opatrením proti kontaminácii procesných vôd a v nich obsiahnutých okovín. Používanie moderných konštrukčných ložísk a tesnení ložísk pre pracovné a oporné valce a inštalácia ukazovateľov úniku v mazacích potrubiach (zariadenia na monitorovanie tlaku, napr. pri hydrostatických ložiskách) môže znížiť obsah uhľovodíkov (oleja) v okovinách a odpadovej vode a znižuje spotrebu oleja o 50 – 70 %. [4, EUROFER 1998]. Okrem toho pravidelné preventívne kontroly a údržba tesnení, tesniacich prvkov, čerpadiel a potrubí znižujú pravdepodobnosť zlyhania zariadení a úniku oleja.

Kontaminovaná drenážna voda od rôznych spotrebičov (hydraulických agregátov) sa zhromažďuje a prečerpáva do medziskladovacích nádrží. Odpadový olej po oddelení od vody môže byť použitý ako redukčné činidlo vo vysokej peci alebo môže byť recyklovaný mimo areálu. Oddelená voda môže byť ďalej upravená buď v čističke odpadových vôd alebo v úpravárenských prevádzkach s ultrafiltráciou alebo vákuovým odparovačom. [14, Hot Rolling Shadow Group 2000]

Úplné zabránenie kontaminácii vody a okovín uhľovodíkmi (olejmi a mazivami) je, aj pri uplatnení preventívnych opatrení, takmer nemožné.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Prevencia kontaminácie vody olejom (uhľovodíkmi) a okovinami.
- Znížené množstvo olejových okovín.
- Zníženie spotreby vody.
- Zníženie objemu produkovaných odpadových vôd.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Optimalizácia spotreby vody.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[4, EUROFER 1998], [14, Hot Rolling Shadow Group 2000].

8.7.4 opakované použitie a/alebo recyklovanie vody

Opis
Vodné toky (napr. technologická voda, výtoky z mokrého čistenia alebo kaliacich kúpeľov) sa opakovane používajú a/alebo recyklujú v uzavretých alebo polouzavretých okruhoch, ak je to potrebné po úprave (pozri oddiel 8.9).

Technický opis
V záujme zníženia nákladov sa prevádzky budú snažiť čo najviac opakovane používať a/alebo recyklovať vodu. Vodné toky (napr. technologická voda, výtoky z mokrého čistenia alebo kaliacich kúpeľov) sa teda opakovane používajú a/alebo recyklujú v uzavretých alebo polouzavretých okruhoch (pozri oddiely 2.2.17 a 2.4.11.1), ak je to potrebné po úprave (pozri oddiel 8.9). Avšak recyklácia určitých vodných tokov môže byť možná len čiastočne. Napríklad, aby sa znížila produkcia odpadových vôd, kaliaca voda sa často používa na prípravu a osvieženie moriacej kyseliny. To by však mohlo pridať veľké množstvá zinku do kyseliny, čo by bránilo jej regenerácii. [144, ABAG 1993]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zníženie spotreby vody.
- Zníženie objemu produkovaných odpadových vôd.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Miera opakovaného použitia a/alebo recyklovania vody je obmedzená vodnou bilanciou prevádzky, obsahom nečistôt a/alebo vlastnosťami tokov vody.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady v dôsledku zníženej spotreby vody a zníženej tvorby odpadových vôd.

Vzorové prevádzky
Používanie uzavretých a polouzavretých okruhov procesnej vody sa uvádzalo v rôznych prevádzkach valcovania za tepla, valcovania za studena, ťahania drôtu a povrchovej úpravy ponorom do roztaveného kovu. [16, FMP TWG 2018]

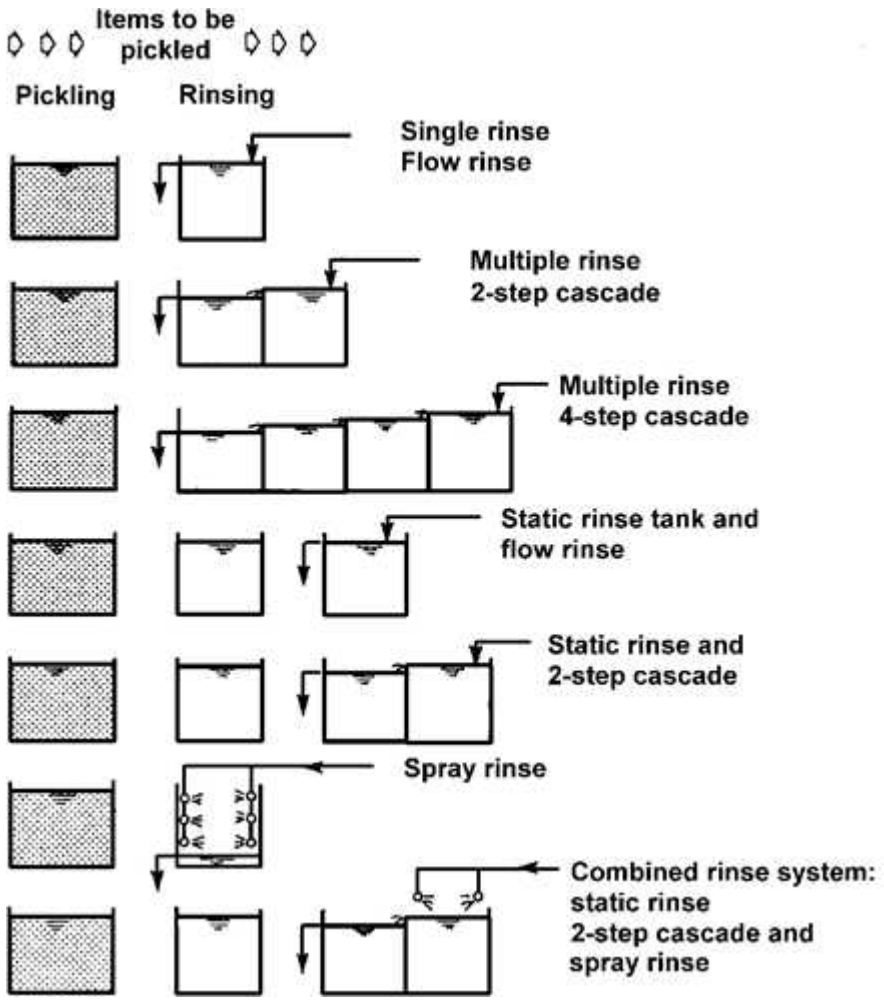
Odborná literatúra
[144, ABAG 1993].

8.7.5 Spätné kaskádové preplachy

Opis
Oplachovanie sa vykonáva v dvoch alebo viacerých kúpeľoch za sebou, pri ktorých sa surovina presúva z najviac znečisteného oplachovacieho kúpeľa do najčistejšieho.

Technický opis
Typický systém spätných kaskádových preplachov využíva tri až šesť komôr s odtlačnými valcami na zníženie prenosu kúpeľa medzi komorami. Čerstvá alebo kondenzátová voda, ktorá sa má pridať do poslednej komory, môže pretekať protiprúdovo cez prepad do predchádzajúcej komory. Prebytok (napr. vynášanie) preteká z prvej komory do zásobnej nádrže, odkiaľ sa zvyčajne privádza do regeneračnej jednotky. Časti z medzinádrží sa odoberajú na absorpciu kyslých výparov v absorpčných kolónach regeneračnej prevádzky alebo na riedenie čerstvej kyseliny v moriacich nádržiach.

Na obrázku 8.34 sú znázornené rôzne techniky oplachovania, ktoré sú k dispozícii; od najjednoduchšej metódy jednoduchého prietokového oplachovania až po sofistikovanejšie kombinované oplachovacie systémy. Viacnásobné (kaskádové) použitie oplachovacej vody a statických oplachovacích nádrží vedie k dostatočne vysokým koncentráciám v oplachovej vode, čo umožňuje jej opakované použitie v predchádzajúcich procesných kúpeľoch alebo umožňuje, aby sa regeneračné alebo reklamačné opatrenia aplikované na procesné kúpele aplikovali aj na oplachovaciu vodu.



Zdroj: [187, Rituper 1993]

Obrázok 8.34: Oplachovacie systémy

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zníženie spotreby vody.
- Zníženie objemu produkovaných odpadových vôd.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Úrovne spotreby vody spojené s rôznymi oplachovacími systémami sú uvedené v tabuľke 8.8. Oplachovacie systémy s jedným krokom prietokového oplachovania (t. j. „prietokové oplachovanie" a „statické a prietokové oplachovanie") vykazujú zďaleka najvyššiu úroveň spotreby vody.

Tabuľka 8.8: Porovnanie úrovní spotreby vody pre rôzne oplachovacie systémy

Koncentrácia v moriacom kúpeli [g/l]		100				200				600			
Zvyšková koncentrácia v poslednom oplachovacom kúpeli [mg/l]		5	10	20	50	5	10	20	50	5	10	20	50
Kritériá oplachovania		2 10^4	10^4	5 10^3	2 10^3	4 10^4	2 10^4	10^4	4 10^3	1,2 10^5	6 10^4	3 10^4	1,2 10^4
Oplachovací systém	**Počet kúpeľov**	Spotreba oplachovacej vody [m^3/h]				Spotreba oplachovacej vody [m^3/h]				Spotreba oplachovacej vody [m^3/h]			
Prietokové oplachovanie	1	2 000	1 000	500	200	4 000	2 000	1 000	400	12 000	6 000	3 000	1 200
Dvojstupňová kaskáda	2	14,1	10	7,1	4,5	20	14,1	10	6,3	34,6	24,5	17,3	11
Trojstupňová kaskáda	3	2,7	2,1	1,7	1,3	3,4	2,7	2,1	1,6	5,0	4,0	3,1	2,3
Štvorstupňová kaskáda	4	1,2	1,0	0,9	0,7	l,4	1,2	1,0	0,8	1,9	1,6	1,3	1,0
Statické a prietokové oplachovanie	2	400	200	100	40	800	400	200	80	2 400	1 200	600	240
Statické oplachovanie Dvojstupňová kaskáda	3	6,3	4,5	3,2	2,0	9,0	6,3	4,5	2,9	15,5	11,0	7,7	4,9
Statické oplachovanie Trojstupňová kaskáda	4	1,6	1,3	1,0	0,7	2,0	1,6	1,3	0,9	2,9	2,3	1,8	1,3
Efektívnosť oplachovania rozprašovaním 100 %	1	9,9	9,2	8,5	7,6	10,6	9,9	9,2	8,3	11,7	11,0	10,3	9,4
efektívnosť oplachovania rozprašovaním 30 %	1	3,3	3,1	2,9	2,6	3,6	3,3	3,1	2,8	4,0	3,7	3,5	3,2

Pozn.: prenos 100 l/h.

Zdroj: [187, Rituper 1993]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady v dôsledku zníženej spotreby vody a zníženej tvorby odpadových vôd.

Vzorové prevádzky
Spätné kaskádové preplachy sú široko používané. Vzorové prevádzky zahŕňajú Jenn Ann, Taiwan a Herning Varmforzinkning A/S, Dánsko (pozri oddiel 8.6.3.1).

Odborná literatúra
[187, Rituper 1993].

8.7.6 Recyklácia alebo opakované použitie oplachovej vody

Opis
Voda z oplachovania po morení alebo odmasťovaní sa recykluje/opakovane používa, v prípade potreby po úprave, do predchádzajúcich procesných kúpeľov ako doplnková voda, oplachovacia voda alebo, ak je koncentrácia kyseliny dostatočne vysoká, na regeneráciu kyseliny.

Technický opis
Keď sa voda v oplachovacích nádržiach príliš znečistí na to, aby zabezpečila účinné oplachovanie, voda sa recykluje do predchádzajúceho procesného kúpeľa ako doplnková voda na kompenzáciu strát odparovaním a vynesením alebo sa znovu použije ako oplachovacia voda.

Na úpravu oplachovacej vody na úroveň, kde sa dá znovu použiť v oplachovacích nádržiach, sa môže použiť fyzikálno-chemická úprava. To vedie k ďalšiemu zníženiu spotreby vody v prevádzkach. Táto úprava môže viesť aj k nižšej kontaminácii v oplachovacej vode (napr. Fe), čo by maximalizovalo účinky techniky 8.6.3.1 (t. j. minimalizovalo by sa prenášanie železa do taviaceho roztoku). [32, Komentáre pred FD 2021]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zníženie spotreby vody.
- Zníženie objemu produkovaných odpadových vôd.
- Fyzikálno-chemické spracovanie pred opakovaným použitím môže znížiť prenos železa do taviaceho roztoku, a tým znížiť tvorbu použitého taviaceho roztoku. [32, Komentáre pred FD 2021]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Pri správnej koncepčnej a prevádzkovej praxi je možné všetku oplachovaciu vodu recyklovať alebo opakovane použiť v prevádzkach na kusové zinkovanie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Spotreba chemikálií a energie pri úprave na opakované použitie. [32, Komentáre pred FD 2021] [32, Komentáre pred FD 2021]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.
Hnacia sila implementácie
Znížené náklady v dôsledku zníženej spotreby vody a zníženej tvorby odpadových vôd.

Vzorové prevádzky
V podstate všetky zinkovne recyklujú oplachovaciu vodu. Príklad je uvedený v oddiele 8.6.3.1. opakované použitie sa uplatňuje len zriedkavo. [32, Komentáre pred FD 2021]

Odborná literatúra
[32, Komentáre pred FD 2021].

8.7.7 Chladiace vodné systémy

Opis
Používajú sa oddelené a uzavreté chladiace vodné systémy s recirkulačným chladením vody pomocou veží s odparovaním alebo doskových výmenníkov tepla (chladiacim médiom môže byť aj morská voda alebo iné dostupné médiá). Na prevádzku uzavretých chladiacich vodných okruhov je potrebné chladiacu vodu opakovane chladiť a upravovať v závislosti od typu chladiaceho systému. Chladiaca voda sa môže recirkulovať na minimalizáciu spotreby odvádzaním tepla prostredníctvom chladiacich veží s odparovaním alebo sekundárnych chladiacich okruhov. [25, EUROFER 2018]

Technický opis
Aby mohla chladiaca voda cirkulovať v uzavretých okruhoch a znížiť tak spotrebu vody, chladiaca voda sa musí dochladzovať a upravovať.

Chladenie sa vykonáva buď odparovaním v chladiacich vežiach, výmenníkoch tepla využívajúcich sekundárny chladiaci systém alebo hybridných chladiacich vežiach. V tlakovo chladených protiprúdových **chladiacich vežiach** sa voda, ktorá má byť ochladená, rozstrekuje na mriežky v bunkách chladiacej veže a steká cez bloky do vane chladiacej veže. Ventilátory umiestnené naboku alebo navrchu nasávajú okolitý vzduch, ktorý prechádza vodou v protiprúde. Takto sa chladenie dosahuje odparovaním vody. efektívnosť chladenia sa reguluje prostredníctvom objemu vzduchu. Odsoľovanie sa reguluje prostredníctvom merania elektrickej vodivosti. V prípade potreby sa pridáva potrebné množstvo dispergátorov, chlórnanu sodného a biocídu (prevencia rastu baktérií a húb) a kyseliny alebo zásady (hodnota pH). [4, EUROFER 1998], [25, EUROFER 2018]

V **doskových výmenníkoch tepla** sú dosky s prietokovými kanálmi naskladané na seba. Medzi doskami sa striedavo prečerpáva ohrievaná voda a sekundárna chladiaca voda, čo umožňuje výmenu tepla medzi dvoma kvapalinami cez steny dosiek. Zdrojmi sekundárnej chladiacej vody sú väčšinou otvorené vodné zdroje ako rieky, jazerá alebo more a táto voda môže byť predupravená, aby sa zmiernilo zanášanie systému. [4, EUROFER 1998], [25, EUROFER 2018]

V **hybridných chladiacich vežiach** je doskový výmenník tepla nainštalovaný v hornej časti veže. V spodnej časti sa voda ochladzuje odparovaním. V dôsledku výmenníka tepla sa vzduch so 100 % vlhkosťou ohrieva a o niečo neskôr kondenzuje ako hmla s menšou intenzitou.

Pri plánovaní a inštalácii okruhových úpravní vody s chladiacimi vežami sa musí brať do úvahy geografická poloha príslušnej valcovne. V dôsledku odparovania vody v procese recirkulačného chladenia môžu byť miestne klimatické podmienky ovplyvnené neustálym vytváraním hmly a takzvaným priemyselným snehom, najmä v strednej Európe. [4, EUROFER 1998]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížená spotreba vody, keďže vodu je možné v procese opakovane použiť.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Valcovanie za studena (príklad tandemovej valcovne)

Tabuľka 8.9: Úrovne spotreby a emisií pre chladiaci vodný systém tandemovej valcovne

Vstup/úroveň spotreby				
Chladiaca voda (recirkulačná)	8 400	m^3/t		
Riečna voda	7 000	m^3/t		
Mäkká voda [1]	2,5 E –4	m^3/t		
NaOH	1,25 E –8	m^3/t		
Inhibítor	2,5 E –7	m^3/t		
Energia: Elektrický tepelný výkon[2]	 0,004 0,282	 GJ/t GJ/t		
Výstup/úroveň emisií				
	Špecifická emisia		**Koncentrácia**	
Chladiaca voda (recirkulačná)	8 400	m^3/t		
Odpadová voda (systémová výpusť)	2,5 E –4	m^3/t		
Usaditeľné tuhé látky (objem)	2 – 5	ml/l		
Uhľovodíky (olej, mazivo)	2 – 5	mg/l	0,5 – 1,25	mg/t
Chloridy	50	mg/l	12,5	mg/t
Fe celkové	2	mg/l	0,5	mg/t
Teplota	35	°C		
pH	6,5 – 9,5			
Elektrická vodivosť	1,1	mS/cm		

[1] iba v prípade drenážneho systému
[2] energia odvádzaná z tandemovej valcovne chladiacou vodou
Zdroj: [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]
Údaje založené na týždennom, objemovo proporcionálnom 24-hodinovom odbere vzoriek.

Príklad žíhacích pecí
Žíhacie pece (napr. poklopové žíhanie v riadenej atmosfére 75 % H_2, 25 % N_2 (alebo niekedy 100 % H_2) sú vybavené chladiacim vodným systémom, aby sa udržali konzoly motorov ventilátorov umiestnené na spodnej časti pecí aj zvon pece pri nízkej teplote. Chladiaci okruh má nádrž na vodu, ktorá sa dopĺňa vždy, keď sa dosiahne minimálna hladina. Frekvencia opakovanej integrácie vodnej nádrže závisí od výroby. Voda je chladená odparovacími vežami a potom opakovane používaná. [70, EUROFER 31-5-17 2017]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Pridávanie dispergátorov a biocídov na úpravu chladiacej vody. [26, Hot Rolling Shadow Group 1999]
- Zvýšená spotreba energie v dôsledku požiadaviek na recirkulačné čerpanie. [14, Hot Rolling Shadow Group 2000]
- V dôsledku odparovania vody v procese recirkulačného chladenia môžu byť miestne klimatické podmienky ovplyvnené neustálym vytváraním hmly a takzvaným priemyselným snehom, najmä v strednej Európe. [25, EUROFER 2018]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

- Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru. [25, EUROFER 2018]
- V závislosti od miestnych podmienok sa v niektorých prevádzkach používajú prietokové systémy chladenia vodou (pozri oddiel 2.2.17 a závery o BAT v referenčnom dokumente BREF o IS [22, COM 2013] a referenčnom dokumente BREF o ICS). [25, EUROFER 2018]
- Prietokové systémy sa bežne používajú vo veľkokapacitných zariadeniach, napr. v integrovaných železiarňach a oceliarňach v lokalitách, kde je dostatok chladiacej vody a povrchového

recipientu. Používanie prietokového systému má výhodu v tom, že sa vyhýba tvorbe priemyselného snehu a ľadu počas zimného obdobia v chladných klimatických európskych regiónoch, ktoré vznikajú v dôsledku kondenzácie parných emisií z chladiacich veží. Ak nie je k dispozícii spoľahlivý zdroj vody, používajú sa recirkulačné systémy (chladiace veže) (pozri BREF o IS a BREF o ICS). [25, EUROFER 2018]

Hospodárske vplyvy
Okrem nákladov na inštaláciu a prevádzku chladiaceho systému je potrebné zvážiť aj výdavky na údržbu. Mikrobiologické a makrobiologické zanášanie vo výmenníkoch tepla a potrubí chladiacej vody zvyšuje tlakovú stratu a znižuje prestup tepla, čo spôsobuje vyššiu spotrebu energie na recirkuláciu. Pravidelná údržba je potrebná na zachovanie efektívnosti systému. [25, EUROFER 2018]

Hnacia sila implementácie
Znížená spotreba vody.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[14, Hot Rolling Shadow Group 2000], [22, COM 2013], [25, EUROFER 2018], [26, Hot Rolling Shadow Group 1999], [188, COM 2001].

8.8 Všeobecné techniky na zníženie emisií do ovzdušia

8.8.1 Techniky na konci potrubia

8.8.1.1 Odlučovač kvapiek

Opis
Odlučovače kvapiek, nazývané aj separátory kvapôčok alebo strhávaných častíc, prípadne eliminátory hmly, sú filtračné zariadenia, ktoré odstraňujú strhávané kvapôčky kvapaliny z toku plynu. Skladajú sa z kovovej, plastovej alebo vláknitej štruktúry s vysokým merným povrchom. Vďaka svojej dynamike drobné kvapôčky prítomné v prúde plynu narážajú do štruktúry filtra a spájajú sa do väčších kvapiek. Hlavnými druhmi odlučovačov sú drôtené sieťové odlučovače, vláknité odlučovače a lamelové odlučovače, ktoré sa môžu používať buď ako samostatné zariadenia, alebo ako súčasť iného zariadenia, napr. mokrej práčky (pozri oddiel 8.8.4.3).

Odborná literatúra
[167, Pinasseau a kol. 2018], [168, COM 2016].

8.8.1.2 Elektrostatický odlučovač (ESP)

Opis
Elektrostatické odlučovače (ESP) fungujú tak, že častice sa nabijú a oddeľujú pod vplyvom elektrického poľa. Elektrostatické odlučovače sú schopné fungovať v širokej škále podmienok. efektívnosť znižovania emisií môže závisieť od počtu polí, času zotrvania (veľkosti) a od zariadení na odstránenie častíc v predchádzajúcom prúde. Vo všeobecnosti obsahujú dve až päť polí. V závislosti od techniky používanej na odber prachu z elektród môže ísť o suché alebo mokré elektrostatické odlučovače. Mokré ESP sa zvyčajne používajú v štádiu záverečného dočisťovania na odstránenie zvyškového prachu a kvapôčok po mokrom čistení plynov.

Odborná literatúra
[167, Pinasseau a kol. 2018], [168, COM 2016].

8.8.1.3 Textilný filter

Opis
Textilné filtre, často označované ako vrecové filtre, sú zhotovené z pórovitej tkaniny alebo plsti, cez ktorú pretekajú plyny s cieľom odstrániť častice. Použitie textilného filtra si vyžaduje výber textílie, ktorá je primeraná vlastnostiam odpadových plynov a maximálnej prevádzkovej teplote.

Odborná literatúra
[167, Pinasseau a kol. 2018], [168, COM 2016].

8.8.1.4 Selektívna katalytická redukcia (SCR)

Opis
Technika SCR je založená na redukcii NO_X na dusík v katalytickom lôžku reakciou s močovinou alebo amoniakom pri optimálnej prevádzkovej teplote približne 300 – 450 °C. Je možné naniesť niekoľko vrstiev katalyzátora. Vyššia redukcia NO_X sa dosiahne použitím niekoľkých vrstiev katalyzátora.

Technický opis
Proces SCR je najrozvinutejšou a najširšie používanou metódou na odstraňovanie NO_X z odpadových plynov. Proces zahŕňa redukciu NO a NO_2 na N_2 amoniaku cez katalytické lôžko. Celkové reakcie sú:

$4\ NO + 4\ NH_3 + O_2 \rightarrow 4\ N_2 + 6\ H_2O$
$6\ NO_2 + 8\ NH_3 \rightarrow 7\ N_2 + 12\ H_2O.$

Optimálne teplotné rozpätie pre tieto reakcie je 300 – 400 °C. Obvykle sa amoniak pridáva mierne podstechiometricky (0,9 – 1,0 mólu na mól NO_X), aby sa potlačil prenos kúpeľa. [9, ETSU – c 1993], [51, Davies a kol. 1995]

Najúčinnejším a najrozšírenejším katalyzátorom je oxid vanadičný (V_2O_5) nanesený na TiO_2. Ďalšími látkami vykazujúcimi katalytickú aktivitu sú Fe_2O_3 a CuO, vzácne kovy (Pt, Pd, Ru, Rh), oxidy kovov W, Mo, Cr, Co a Ni alebo určité zeolity a aktívne uhlie. Katalyzátor možno použiť v rôznych štruktúrach a konfiguráciách na zmiernenie problému upchávaniu časticami v závislosti od závažnosti problému. Katalyzátor v tvare včelieho plástu je vhodný v konfigurácii s pevným lôžkom, pretože umožňuje časticiam prechádzať bez upchávania. Konfigurácia s pohyblivým lôžkom umožňuje neustálu regeneráciu deaktivovaného alebo upchatého katalyzátora. Vhodné je aj usporiadanie s paralelným tokom. [51, Davies a kol. 1995]

Deaktivácia v dôsledku otrávenia (Na, K, As), erózie alebo kontaminácie tuhými časticami môže obmedziť životnosť katalyzátora. [4, EUROFER 1998]

efektívnosť redukcie NO_X pomocou SCR závisí od použitého katalyzátora a počiatočnej koncentrácie NO_X. Uvádzali sa hodnoty až do 95 %, pričom typický rozsah je 70 – 90 %. [48, ETSU 1996], [51, Davies a kol. 1995].

Podrobnejšie informácie týkajúce sa tejto techniky v prevádzkach valcovania za tepla a za studena možno nájsť v oddieloch 2.4.2.9 a 3.4.3.5.

V prílohe 11.9 je uvedená tabuľka s porovnaním výhod a nevýhod tejto techniky s inými technikami znižovania emisií NO_X.

Odborná literatúra
[4, EUROFER 1998], [9, ETSU – c 1993], [48, ETSU 1996], [51, Davies a kol. 1995].

8.8.1.5 Selektívna nekatalytická redukcia (SNCR)

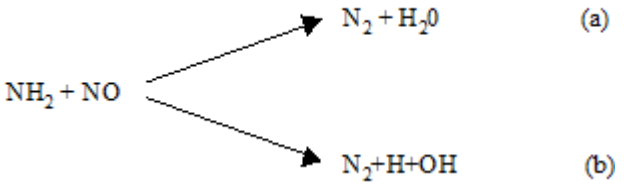
Opis
Technika SNCR je založená na redukcii NO_X na dusík reakciou s amoniakom alebo močovinou pri vysokej teplote. Rozpätie prevádzkovej teploty sa udržiava medzi 800 °C a 1 000 °C, aby sa zabezpečila optimálna reakcia.

Technický opis
V tomto procese, známom aj ako termický De-NO_X proces, sa amoniak alebo močovina vstrekuje priamo do spalín pri vyšších teplotách ako pri SCR, aby sa NO redukoval na N_2, bez pomoci katalyzátora. Na zabezpečenie maximálnej možnej redukcie NO_X je potrebné vstrekovať amoniak alebo močovinu v bode procesu, kde je teplota výfukových plynov v optimálnom rozsahu. Pre amoniak je rozsah medzi 850 °C a 1 000 °C a pre močovinu je rozsah od 950 °C do 1 100 °C. Celková reakcia je:

$4\ NH_3 + 4\ NO + O_2 \rightarrow 4\ N_2 + 6\ H_2O$

Prítomnosť nadbytku O_2 v odpadových plynoch je teda nevyhnutná, ako aj čas zotrvania 0,1 až 0,4 sekundy. Charakteristickou črtou tohto procesu je, že je účinný len v úzkom teplotnom rozmedzí. [51, Davies a kol. 1995]

Reakčný mechanizmus je homogénny v plynnej fáze, pričom kľúčovým krokom je:



Na udržanie reakcie je kľúčový kanál vetvenia reťazca (b), ktorý produkuje radikály; bez neho by sa reakcia rýchlo ukončila. Táto reakcia je v konkurencii s reakciami NH_2 s oxidačnými radikálmi (O, OH), ktoré vedú k tvorbe NO. Touto konkurenciou sa vysvetľuje existencia teplotného rozpätia. Pri teplotách pod dolnou teplotnou hranicou je redukcia NO limitovaná krokmi terminácie radikálového reťazca v mechanizme, ktoré účinne konkurujú krokom vetvenia reťazca; pri teplotách nad hornou teplotnou hranicou dominuje oxidácia NH_3 nad redukciou NO, čo vedie k čistej tvorbe NO. Aditíva ovplyvňujú toto rozpätie tým, že menia rovnováhu medzi týmito procesmi. [51, Davies a kol. 1995]

Amoniak je potenciálne výbušný a jeho bezpečné skladovanie by bolo významným faktorom s vplyvom na náklady. [51, Davies a kol. 1995]

Podrobnejšie informácie týkajúce sa tejto techniky v prevádzkach valcovania za tepla možno nájsť v oddiele 2.4.2.10.

V prílohe 11.9 je uvedená tabuľka s porovnaním výhod a nevýhod tejto techniky s inými technikami znižovania emisií NO_X.

Odborná literatúra
[51, Davies a kol. 1995].

8.8.1.6 Optimalizácia koncepcie a prevádzkovania SNCR/SCR

Opis
Optimalizácia pomeru činidla k NO_X v priereze pece alebo potrubia, veľkosti kvapiek činidla a teplotného rozpätia, v ktorom sa činidlo vstrekuje.

Technický opis
Možnou nevýhodou techník SCR/SNCR je únik amoniaku, čo je emisia nezreagovaného amoniaku do životného prostredia.

K tomu dochádza v prípade neúplnej reakcie NH_3 s NO_X, keď malé množstvá NH_3 opúšťajú reaktor/spaľovaciu komoru so spalinami, a môže to byť spôsobené katastrofickým zlyhaním celého SCR systému alebo zvýšením pomeru NH_3 k NO_X pri snahe zvýšiť efektívnosť SCR/SNCR systému. Tento efekt je známy ako únik amoniaku. Vysoký únik amoniaku (prenik NH_3) môže viesť k:

- nežiaducim emisiám amoniaku do životného prostredia,
- tvorbe síranových solí amónnych, ktoré vytvárajú usadeniny na následných systémoch, ako je katalyzátor a ohrievač vzduchu, a na povrchoch s teplotou pod 235 °C, alebo môžu viesť k zvýšeným emisiám prachu. Usadeniny možno minimalizovať udržiavaním nízkeho úniku amoniaku

a monitorovaním teploty spalín na výstupe. Usadeniny je možné čistiť počas prevádzky premývaním vodou alebo zvýšením teploty kovu nad kondenzačnú teplotu, aby sa usadeniny sublimovali pri vhodne navrhnutých materiáloch.

Regulácia úniku amoniaku v SCR/SNCR sa dá vykonať niekoľkými spôsobmi, ktoré sú zhrnuté nižšie:

- Únik amoniaku pri zariadeniach SCR a SNCR sa zvyšuje so zvyšujúcim sa pomerom NH_3 k NO_X, ale tiež, pri SCR, s klesajúcou aktivitou katalyzátora.
- Systém SCR vyžaduje pravidelnú plánovanú údržbu alebo kontrolu, napr. ročne, aby sa zabránilo úniku amoniaku. Napríklad pri vysokom úniku amoniaku môžu na vnútorných povrchoch komponentov umiestnených za reaktorom vznikať škodlivé usadeniny solí.
- Obmedzenie úniku amoniaku pri SCR systémoch možno vyriešiť použitím väčšieho objemu katalyzátora a/alebo zlepšením miešania NH_3 a NO_X v spalinách.
- V prípade SNCR sa únik amoniaku zvyšuje pri zlých podmienkach miešania NH_3 a spalín, v dôsledku nedostatočného času zotrvania v rámci teplotného okna reakcie a so zvyšujúcim sa pomerom NH_3 k NO_X. Aby sa pri technike SNCR zabránilo úniku amoniaku, môže byť v oblasti ekonomizéra kotla nainštalovaná vrstva SCR katalyzátora. Keďže tento katalyzátor znižuje únik amoniaku, znižuje aj zodpovedajúce množstvo NO_X.

Techniky SCR aj SNCR vyžadujú použitie amoniaku alebo močoviny ako redukčného činidla. Existuje množstvo zdravotných a bezpečnostných rizík súvisiacich s používaním čistého skvapalneného amoniaku (napr. pri manipulácii a skladovaní čistého skvapalneného amoniaku môžu byť tlakové nádrže dvojstenné a umiestnené pod zemou). Skladovanie tuhej močoviny nemá žiadny vplyv na zdravie. Z bezpečnostného hľadiska je používanie roztoku amoniaku vo vode menej rizikové než skladovanie čistého skvapalneného amoniaku a manipulácia s ním.

Najbežnejšou formou amoniaku používanou pre SCR a SNCR je vodný amoniak, bežne dostupný v koncentrácii 24,5 % alebo nižšej. Vodný amoniak je nehorľavá kvapalina a je klasifikovaný ako dráždivá látka. Vodný amoniak možno skladovať pri atmosférických podmienkach. Čistý bezvodý amoniak je klasifikovaný ako horľavý, toxický a žieravý plyn a je horľavý v koncentráciách vo vzduchu medzi 15 % a 28 % a musí byť skladovaný pod tlakom (tlak pár 7,6 bar pri 20 °C).

Kvôli vysokému riziku amoniaku pre ľudské zdravie sa preprava, manipulácia a skladovanie amoniaku musia vykonávať veľmi opatrne, aby sa zabránilo akémukoľvek úniku.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Minimalizácia emisií amoniaku zo SCR/SNCR.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

V prevádzke SSAB Borlänge na valcovanie za studena (Švédsko) sa v reaktore SCR vstrekuje do odpadových plynov roztok obsahujúci 25 % NH_3. Pracovná teplota katalyzátora je medzi 160°C a 400°C a vstreknutie roztoku NH_3 sa uskutoční len vtedy, keď je teplota odpadového plynu v tomto rozsahu. Namerané emisie NH_3 počas prvých rokov prevádzky v SSAB ukázali, že koncentrácie emisií sa pohybovali v rozsahu z 2 – 3 ppm NH_3.

S cieľom vyhnúť sa problémom so zápachom spalín v okolitých oblastiach sa koncentrácia amoniaku spojená s používaním SCR alebo SNCR zvyčajne udržiava pod 10 mg/Nm^3.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Neúplná reakcia NH_3 s NO_X môže viesť k tvorbe síranov amónnych, ktoré sa usadzujú v následných systémoch, ako je katalyzátor a predhrievač vzduchu. Táto neúplná reakcia nastáva len vo veľmi nepravdepodobnom prípade katastrofických porúch celého systému SCR.

Používanie plynného amoniaku, jeho preprava a skladovanie môžu byť nebezpečné a podliehajú prísnym bezpečnostným predpisom.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľné len v prípade, že sa na znižovanie emisií NO_X používa SNCR/SCR.
Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie konkrétne súvisiace s odvetvím FMP.

Všeobecné informácie o nákladoch realizáciu SCR/SNCR možno nájsť v BREF o LCP (oddiely 3.2.2.3.11 a 3.2.2.3.12). [23, Lecomte a kol. 2017]

Hnacia sila implementácie
Zníženie emisií NO_X.

Vzorové prevádzky
SSAB Borlange (110HR – Tata Steel Ijmuiden)

Odborná literatúra
[23, Lecomte a kol. 2017].

8.8.1.7 Mokré čistenie

Opis
Odstránenie plynných alebo tuhých znečisťujúcich látok z toku plynu prostredníctvom vedenia do kvapalného rozpúšťadla, často vody alebo vodného roztoku. Môže dôjsť k chemickej reakcii (napr. v kyselinovej alebo alkalickej práčke plynu). V niektorých prípadoch sa zlúčeniny môžu z rozpúšťadla regenerovať.

Odborná literatúra
[167, Pinasseau a kol. 2018].

8.8.2 Emisie do ovzdušia z ohrevu

8.8.2.1 Využitie elektriny vyrobenej z bezfosílnych zdrojov energie na ohrev

Opis
Používanie elektrických pecí v procesoch ohrevu pri valcovaní za tepla, valcovaní za studena, úprave ponorom do roztaveného kovu, ťahaní drôtu a kusovom zinkovaní (napr. žíhaní, tepelnej úprave pred ponorom do roztaveného kovu, ohreve galvanizačných vaní) na zabránenie emisiám prachu, SO_2 a NO_X alebo na ich zníženie (pri obmedzení emisií CO).

Použitá elektrina sa vyrába z bezfosílnych zdrojov energie (napr. vodná, solárna, veterná, jadrová).

Technický opis

Hlavné procesy ohrevu používané v odvetví FMP sú zhrnuté nižšie:

- pri HR: opakovaný ohrev, medziohrev a dohrev (napr. popúšťanie, kalenie, normalizačné žíhanie),
- pri CR: kontinuálne/poklopové žíhanie, tepelná úprava (napr. vyrovnávacie pece, pece na prestarnutie),
- pri WD: kontinuálne/poklopové žíhanie,
- pri HDC: tepelná úprava pred ponáraním do roztaveného kovu, galvanickým žíhaním;
- pri BG: ohrev galvanizačnej vane.

Táto technika spočíva v prevádzkovaní vyššie uvedených ohrievacích procesov FMP pomocou elektriny. S cieľom zabezpečiť, aby zníženie emisií v areáli FMP nebolo vyvážené emisiami a inými potenciálnymi negatívnymi environmentálnymi vplyvmi z výroby elektrickej energie, sa používa elektrina vyrobená z bezfosílnych energetických zdrojov. Certifikáty zelenej energie a/alebo záruka pôvodu špecifikovaná v smernici 2018/2001 o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov môžu prevádzkovateľovi poskytnúť informácie o zdroji dodávky elektrickej energie.

V čase zostavovania tohto dokumentu (2022) nie sú elektrické pece komerčne dostupné v procese valcovania za tepla (HR) na opakovaný ohrev a medziohrev. Na dohrev sa však v niektorých procesoch môžu používať elektrické pece a boli uvedené v zbere údajov o FMP. V ostatných odvetviach FMP (t. j. CR, WD, HDC a BG) sú elektrické pece komerčne dostupné; ich používanie však nie je rozšírené z technických a/alebo ekonomických dôvodov. Toto potvrdil zber údajov o FMP, v ktorom len relatívne malý počet prevádzok uviedol používanie elektrických pecí (pozri oddiel s príkladmi prevádzok nižšie).

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Eliminácia emisií CO, SO_2 a NO_x a zníženie emisií prachu z procesov ohrevu FMP v areáli.
- Zníženie a/alebo prevencia emisií CO, SO_2, NO_x a prachu z výroby elektrickej energie.
- Zlepšená energetická efektívnosť ohrievacieho procesu.
- Prevencia alebo obmedzenie negatívnych vplyvov na životné prostredie ako celok, napr. emisie do ovzdušia, vody a pôdy, ako aj využívanie zdrojov a tvorba odpadu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Použitie tejto techniky môže viesť k podstatnému zníženiu emisií CO, prachu, SO_2 a NO_X v prevádzke FMP.

Celková tepelná efektívnosť plynových pecí sa vo všeobecnosti pohybuje v rozmedzí od 50 % do 70 % v závislosti od druhu pece a s prihliadnutím na predohrev spaľovacieho vzduchu. V prípade elektrických pecí sa všetko vyrobené teplo prenáša priamo do komory pece, čo vedie k oveľa vyššej tepelnej efektívnosti dosahujúcej takmer 90 %. Preto použitie elektrických pecí vedie k výraznému zníženiu celkovej spotreby energie

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- V prípade plynových poklopových žíhacích pecí sa inertné plyny zvyčajne odvádzajú a spaľujú v špeciálnom horáku. V prípade elektrického ohrievania sa môže stratiť energetický obsah odvádzaných plynov (t. j. 3 – 5 % z celkového energetického obsahu).
- Výroba energie z bezfosílnych energetických zdrojov môže mať iné vplyvy na životné prostredie (napr. tvorba prachu pri výrobe elektriny spaľovaním biomasy, vznik jadrových odpadových materiálov v jadrových elektrárňach, hlukové emisie z veterných turbín).

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Pri výbere druhu pece (elektrickej alebo na palivo) môže byť potrebné zvážiť tieto faktory:

- *Dostupnosť elektrického výkonu*: Použitie elektriny v tepelných procesoch závisí od dostupného elektrického výkonu (vyjadreného v MW), ktorý môže byť dodaný z blízkej elektrickej siete. V niektorých prípadoch môže byť dostupný výkon elektrickej siete (MW) nedostatočný na pokrytie vysokého príkonu požadovaného elektrickými pecami.
- *Dostupnosť elektrickej energie z bezfosílnych zdrojov energie*: Súčasná energetická politika Európskej únie podporuje dekarbonizáciu výroby elektriny. Preto sa očakáva, že podiel

bezfosílnej elektriny v európskom energetickom mixe v krátkodobom až strednodobom horizonte drasticky vzrastie. Medzi členskými štátmi však stále existujú významné rozdiely, pokiaľ ide o zdroje výroby elektriny. V roku 2022 napríklad vo Francúzsku podiel výroby elektriny z bezfosílnych zdrojov energie (vietor, slnko, jadro, biomasa, vodná energia – približne 87 %) výrazne prevyšuje podiel výroby elektriny zo zemného plynu alebo uhlia (približne 13 %). V Poľsku je však podiel výroby elektriny z uhlia a zemného plynu veľmi významný (približne 71 %).

- *Využívanie plynov zo spracovania železa a ocele*: Existuje potreba maximalizovať využitie cenných plynov zo spracovania v prípade integrovaných oceliarní (napr. koksárenský plyn, vysokopecný plyn a konvertorový plyn). Bez zhodnotenia ich energetického obsahu môže byť potrebné tieto plyny spaľovať na flére.
- *Dostupnosť priestorov (konverzia existujúcich prevádzok)*: Pri hodnotení realizovateľnosti prechodu na elektrické vykurovanie sú dôležitými faktormi požiadavky na výkon alebo tepelné zaťaženie existujúcej pece a vhodná infraštruktúra elektrického napájania. Vo všeobecnosti konvenčné horáky na fosílne palivá dosahujú vyššiu hustotu výkonu (kW/m^3) v peci v porovnaní s elektrickým vykurovaním. Preto môžu elektrické vykurovacie telesá vyžadovať viac priestoru v porovnaní s konvenčnými horákmi. V niektorých prípadoch môže byť potrebné predĺžiť dĺžku pece alebo postaviť novú (ak je k dispozícii priestor), aby sa udržalo dostatočné výkonové zaťaženie a/alebo výrobná kapacita.
- *Vysokoteplotné procesy*: Elektrické pece nemusia byť najvhodnejšie pre procesy zahŕňajúce veľmi vysoké teploty (> 1 000 °C), napr. opakovaný ohrev pri valcovaní za tepla. V tomto prípade môžu byť uprednostňované horáky na konvenčné palivá, pretože poskytujú vyššiu hustotu výkonu.
- *Záložný zdroj napájania*: Na zabezpečenie nepretržitej prevádzky môže byť potrebné dostatočné záložné napájanie (napr. dieselové generátory), najmä pre taviace pece v HDC a BG.

Hospodárske vplyvy

Voľba medzi plynovými pecami a elektrickými bude založená na dostupnosti technických možností a ich príslušných nákladoch.

Náklady na prestavbu plynovej pece na elektrickú pec môžu byť blízke nákladom na výmenu celej pece. Okrem konverzie pece je potrebné zvážiť aj náklady súvisiace s elektrickou infraštruktúrou (transformátory/rozvodne, modernizácia napájacích káblov, rozvádzač a pripojenie k peciam).

Náklady na elektrinu bez fosílnych palív v porovnaní s fosílnymi palivami alebo plynmi sú kľúčovým ekonomickým faktorom, pričom v rámci EÚ existujú značné rozdiely.

Niektoré francúzske prevádzky zaznamenali zvýšenie životnosti výmurovky svojich pecí o 40 % až 50 % pri používaní elektrických pecí, pretože sa nevyskytujú žiadne horúce miesta spôsobené palivovými horákmi. To vedie k úsporám nákladov.

Hnacia sila implementácie

- Zvýšená energetická efektívnosť.
- Eliminácia emisií z tepelných procesov v areáli (v prevádzke FMP) a z výroby elektrickej energie.
- Dekarbonizácia a integrovaná prevencia znečistenia prevádzky FMP.
- Zlepšená kontrola procesov/teploty.
- Zlepšené pracovné podmienky v okolí pece.

Vzorové prevádzky

Niekoľko prevádzok na valcovanie za tepla vo Švédsku a Fínsku (patriacich spoločnosti Ovako) prerobilo existujúce plynové pece na ohrev (dohrievacie pece) na elektrické pece.

Niekoľko prevádzok zo zberu údajov o FMP uviedlo používanie elektrických pecí; avšak zdroj elektriny nebol v zbere údajov o FMP pre tieto prevádzky uvedený. Sú zhrnuté nižšie a tam, kde je dostupná, je uvedená aj cieľová teplota.

V prípade týchto prevádzok je dôležité poznamenať, že elektrina predstavuje len malú časť celkovej energie používanej v prevádzke, s výnimkou prevádzok na kusové zinkovanie, kde elektrická energia potrebná na ohrev vane predstavuje hlavné využitie elektrickej energie v prevádzke.

Valcovanie za tepla:
Žíhacie pece: 239 HR – cieľová teplota 800 °C, 248 HR1, 248 HR2. Popúšťacie pece: 243 HR.

Valcovanie za studena:
Žíhacie pece: 98 CR.
Vyrovnávacie pece: 37 HR – cieľová teplota 660 °C až 825 °C, 94 CR, 194 CR – cieľová teplota 730 °C.
Pece na prestarnutie: 37 CR, 94 CR, 98 CR, 179 CR, 194 CR – cieľová teplota 400 °C, 244°CR – cieľová teplota 200 °C.

Ťahanie drôtu:
Kontinuálne žíhanie: 245 WD – cieľová teplota 1 050 °C.

Nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu:
Pece na ohrev pred ponorom do roztaveného kovu: 159 HDC: vyrovnávacia pec/rozsah cieľových teplôt 740 °C až 840 °C.
Galvanické žíhanie (indukčný ohrev): 159 HDC, 249 HDC – cieľová teplota 560 °C.

Kusové zinkovanie:
Ohrev galvanizačnej vane: 103, 166, 169, 233, 234, 235, 236.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [209, FMP TWG 2022].

8.8.2.2 Používanie palív s nízkym obsahom prachu alebo popola

Opis
Palivá s nízkym obsahom prachu a popola zahŕňajú napríklad zemný plyn, skvapalnený ropný plyn, vysokopecný plyn zbavený prachu a konvertorový plyn zbavený prachu.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne uplatniteľné.

Ďalšie informácie o príslušných plynoch zo spracovania železa a ocele
Pozri oddiel 2.4.2.1.

8.8.2.3 Obmedzenie unášania prachu

Opis
Unášanie prachu je obmedzené napríklad:

- pokiaľ je to prakticky možné, použitím čistej suroviny alebo jej očistenie od voľných okovín a prachu pred jej vložením do pece,
- minimalizáciou tvorby prachu z poškodení žiaruvzdorného obloženia, napr. zamedzením priameho kontaktu plameňov so žiaruvzdorným obložením použitím keramických povlakov na žiaruvzdornom obložení,
- vyhýbaním sa priamemu kontaktu plameňov so surovinou.

Technický opis
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie emisií prachu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vyhýbanie sa priamemu kontaktu plameňov so surovinou nie je uplatniteľné v prípade pecí s priamym plameňom.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zníženie emisií prachu.

Vzorové prevádzky
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Odborná literatúra
[210, UNEP 2014].

8.8.2.4 Použitie paliva alebo kombinácie palív s nízkym obsahom síry

Opis
Palivá s nízkym obsahom síry zahŕňajú napríklad zemný plyn, skvapalnený ropný plyn, vysokopecný plyn, konvertorový plyn a plyn bohatý na CO z výroby ferochrómu.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne uplatniteľné.

Ďalšie informácie o príslušných plynoch zo spracovania železa a ocele
Pozri oddiel 2.4.2.1.

8.8.2.5 Použitie paliva alebo kombinácie palív s nízkym potenciálom tvorby NO_X

Opis
Palivá s nízkym potenciálom tvorby NO_X, napríklad zemný plyn, skvapalnený ropný plyn, vysokopecný plyn a konvertorový plyn.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne uplatniteľné.

Ďalšie informácie o technike
Pozri oddiel 2.4.2.1.

8.8.2.6 Automatizácia a ovládanie pece

Pozri oddiel 8.5.3.3.

8.8.2.7 Optimalizácia spaľovania

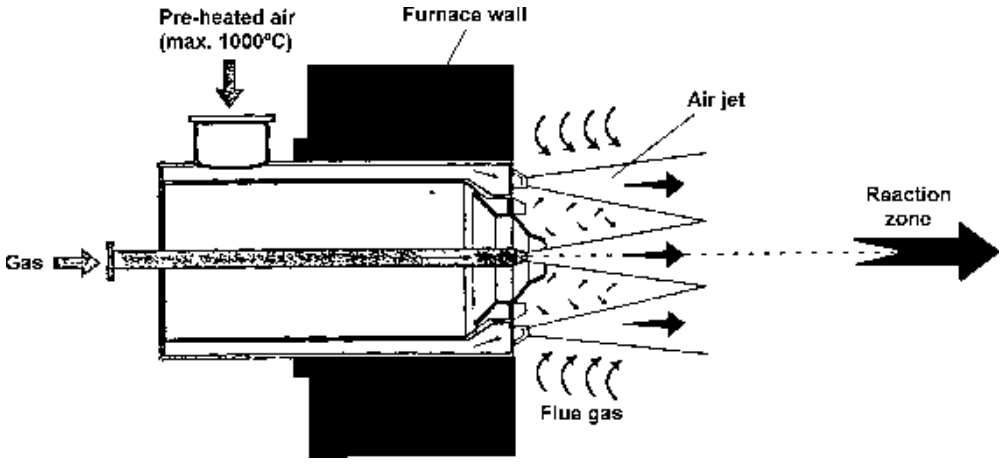
Pozri oddiel 8.5.3.2.

8.8.2.8 Horák s nízkou tvorbou NO_X

Opis
Technika (vrátane horákov s ultranízkou tvorbou NO_X) je založená na princípoch znižovania špičkových teplôt plameňa. Zmiešavaním vzduchu/paliva sa znižuje dostupnosť kyslíka a špičková teplota plameňa, čím sa spomaľuje premena dusíka viazaného na palivo na NO_X a tvorba termického NO_X pri zachovaní vysokej efektívnosti spaľovania.

Technický opis
Horák s nízkymi emisiami NO_X je všeobecný termín pre sériu horákov, ktoré kombinujú niekoľko konštrukčných prvkov na zníženie úrovne emisií NO_X. Hlavnými princípmi týchto horákov sú zníženie maximálnej teploty plameňa, zníženie času zotrvania vo vysokoteplotnej zóne a zníženie dostupnosti kyslíka v zóne horenia. To sa vo všeobecnosti dosahuje stupňovaním vzduchu, stupňovaním paliva a/alebo vnútornou recirkuláciou spalín. [51, Davies a kol. 1995] Keďže existuje množstvo rôznych konštrukcií horákov, ktoré sa líšia aj v závislosti od dodávateľa, na obrázkoch 8.35 a 8.36 sa zobrazuje len výber z rôznych dostupných horákov s nízkymi emisiami NO_X.

Recirkuláciu spalín z pece do plameňa možno podporiť konštrukciou horáka, ako je znázornené na obrázku 8.35. Tým sa znižuje koncentrácia O_2 v zmesi vzduchu a paliva a vytvára tichý plameň s nižšou teplotou. Recirkulácia tiež dosahuje chemickú redukciu NO_X v spalinách pomocou uhľovodíkov v palive. [4, EUROFER 1998]



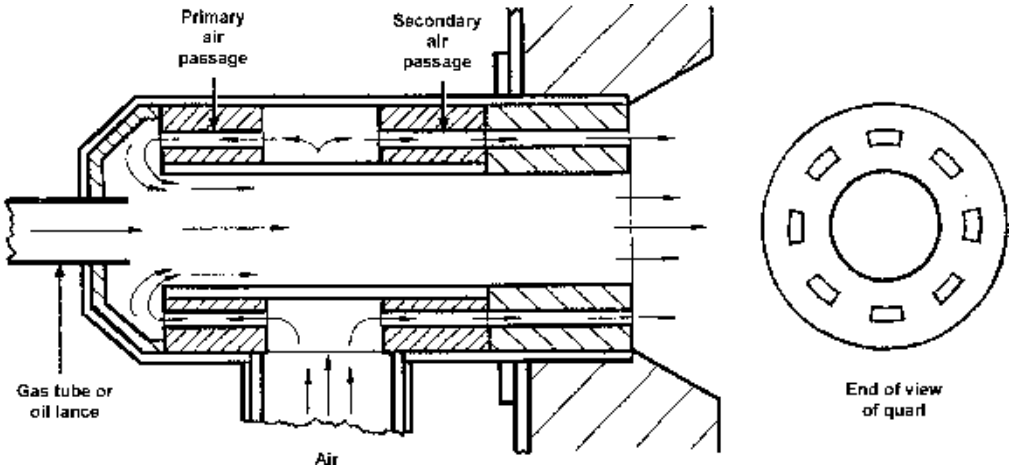
Zdroj: [9, ETSU – c 1993]

Obrázok 8.35: Schéma horáka s nízkymi emisiami NO_X s internou recirkuláciou spalín

Ďalšie zníženie hladiny NO_X a závislosti hladiny NO_X od teploty predohrevu vzduchu je možné dosiahnuť horákmi so zvýšeným prúdovým tokom, kde plameň v niektorých prípadoch nie je ukotvený k dlaždici horáka alebo kde sú vstupy plynu a spaľovacieho vzduchu oddelené. [4, EUROFER 1998]

Bežným režimom prevádzky horákov s nízkymi emisiami NO_X je vytvorenie zóny bohatej na palivo v rámci plameňa. Tým sa podporuje konverzia viazaného dusíka, chemicky viazaného palivového dusíka, na N_2. Má aj účinok zníženia maximálnej teploty plameňa. Mechanizmy tvorby palivového aj termického NO_X sú spomalené a tvorba NO_X sa znižuje. Existujú dva hlavné druhy horákov s nízkymi emisiami NO_X, pričom pri oboch sa využíva viacstupňové spaľovanie na dosiahnutie požadovaného efektu. Toto sú horáky so stupňovitým prívodom vzduchu a stupňovitým prívodom paliva.

V **horákoch so stupňovitým prívodom vzduchu** prebieha prvá fáza spaľovania v zóne mierne bohatej na palivo pri optimálnom pomere paliva k vzduchu (1,1 – 1,3) na konverziu palivového dusíka na N_2. Druhý stupeň spaľovania sa vykonáva s nedostatkom paliva pridaním sekundárneho vzduchu takým spôsobom, aby sa dokončilo vyhorenie paliva, s dôkladnou kontrolou teploty na minimalizovanie tvorby termického NO v tejto zóne.



Zdroj: [51, Davies a kol. 1995]

Obrázok 8.36: Schematický príklad horáka s nízkymi emisiami NOx so stupňovitým prívodom vzduchu

Existujú rôzne konštrukcie horákov so stupňovitým prívodom vzduchu, ktoré sa líšia spôsobom vytvorenia dvoch zón spaľovania. V aerodynamicky stupňovaných horákoch prúdi všetok spaľovací vzduch cez ten istý otvor horáka takým spôsobom, že sa na vytvorenie prvej zóny bohatej na palivo využíva aerodynamika. Horáky s externým stupňovaním vzduchu používajú samostatný prúd vzduchu na dokončenie vyhorenia. V horákoch so stupňovitým prívodom vzduchu a spaľovacou predkomorou sa zóna bohatá na palivo vytvára v samostatnej časti predkomory. Kľúčové konštrukčné faktory ovplyvňujúce efektívnosť horákov so stupňovitým prívodom vzduchu sú teplota a čas zotrvania v každom stupni. [51, Davies a kol. 1995]

V **horákoch so stupňovitým prívodom paliva** sa NO môže tvoriť v primárnej spaľovacej zóne, ale palivo sa vstrekuje po prúde, aby sa vytvorila sekundárna zóna bohatá na palivo alebo zóna „opakovaného spaľovania", kde sa NO redukuje na N_2. Ďalší vzduch sa pridáva po prúde na dokončenie spaľovania prebytočného paliva v terciárnej spaľovacej zóne, opäť s dôkladnou kontrolou teploty na minimalizáciu tvorby termického NO. Palivom na spätné spaľovanie môže byť zemný plyn alebo uhlie.

Kľúčové reakcie zodpovedné za konverziu NO na N_2 v zónach bohatých na palivo oboch druhov horákov s nízkymi NO_X sú reakcie medzi NO a malými radikálmi obsahujúcimi uhľovodíky a dusík (ako sú CH, CH_2, NH, NH_2, NCO), ktoré sú prítomné za týchto podmienok. Mechanizmy chemických reakcií NO_X sú komplexné a efektívnosť metód opísaných v tomto dokumente na zníženie tvorby NO_X závisí od množstva faktorov vrátane konštrukcie horáka, prevádzky, kvality paliva (najmä obsahu prchavých látok a dusíka v palive), veľkosti častíc (obzvlášť pri kvapalných a tuhých palivách) a rozsahu prevádzky.

Stupňovité horáky s nízkym obsahom NO_X sú najvhodnejšou technikou kontroly pre priemyselné pece a nepredstavujú veľké ťažkosti pri inštalácii. Niektoré, ale nie všetky, konštrukcie stupňových spaľovacích komôr majú za následok nižšie výstupné rýchlosti z horáka a toto zníženie hybnosti môže spôsobiť zmeny v aerodynamike pece, a tým problémy s rozdelením prenosu tepla. Podobne sa plamene budú mať tendenciu predlžovať, čo môže vyžadovať zvýšenie úrovne prebytku vzduchu, aby sa zabránilo priamemu kontaktu plameňa s ohrievaným materiálom. [51, Davies a kol. 1995]

Horáky s nízkymi emisiami NO_X môžu byť zložitejšie a/alebo objemnejšie ako konvenčné horáky a môžu spôsobovať problémy pri konštrukcii pecí alebo pri dodatočnej montáži do existujúcich pecí. Investičné náklady na dodatočnú montáž závisia od typu a veľkosti pece a od toho, do akej miery sú nové horáky kompatibilné s existujúcim spaľovacím zariadením. S nízkoemisnými horákmi NO_X nie je spojené žiadne zvýšenie prevádzkových nákladov. [9, ETSU – c 1993]

V prípade horákov s ultranízkou hodnotou NO_X je potrebný vysoký prietok plynu. Úplné zmiešanie paliva a spaľovacieho vzduchu (a spalín) prebieha v spaľovacej komore, čo má za následok, že nedochádza k ukotveniu plameňa na horáku. V dôsledku toho sa tento druh horákov môže používať iba pri teplotách pece, ktoré presahujú teplotu spontánneho vznietenia zmesi paliva a vzduchu.
[189, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Vstrekovaním paliva mimo bezprostrednej blízkosti spaľovacieho vzduchu sa zlepšuje miešanie medzi reaktantmi a produktmi spaľovania. V dôsledku toho sa maximálna teplota plameňa zníži, čím sa redukuje tvorba termických NO_X. V prípade vysokého hybného momentu vstrekovania (napr. vysokých rýchlostí) sa zvyšuje strhávanie spalín, čo vedie k miernemu alebo bezplameňovému spaľovaniu. Dosiahnutý teplotný profil je oveľa plynulejší, s veľmi nízkymi emisiami NO_X. Aby sa dosiahlo spaľovanie za takýchto podmienok, teplota pece musí byť vyššia ako teplota samovznietenia. Externá recirkulácia spalín sa môže použiť aj na zníženie emisií NO_X, pričom cieľom je zníženie maximálnej teploty plameňa zriedením spalinami. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Optimalizácia spaľovania je kľúčová metóda na zníženie emisií NO_X prostredníctvom zníženia prebytočného vzduchu. Riadením hladiny kyslíka v atmosfére pece (dymovody) sa zvyšuje efektívnosť a znižujú sa emisie NO_X (menej kyslíka dostupného na reakciu s dusíkom). Je potrebné zabrániť aj vnikaniu vzduchu (napr. regulácia tlaku v peci počas otvárania dverí). Navyše, regulácia prebytku vzduchu poskytuje ďalšie výhody, keďže sa zvyšuje výťažnosť procesu (menšia oxidácia ocele). [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Prechod na iné palivo je ďalším účinným spôsobom zníženia emisií NO_X. Používanie zemného plynu vedie k nižším hladinám NO_X. Iné palivá, ako sú plyny zo spracovania železa a ocele, obsahujú dusík a môžu preto prispievať k tvorbe palivových NO_X (napr. NH_3 v koksárenskom plyne). Okrem štandardnej praxe nahrádzania palív obsahujúcich dusík (uhlie alebo vykurovací olej) plynnými palivami sa použitím vysokopecného plynu znižuje tvorba NO_X, a to vzhľadom na jeho nižšiu maximálnu teplotu plameňa. Takisto je dôležitá úprava paliva (napr. odstránenie NH_3 z koksárenského plynu, ktoré je opísané v BREF o IS. [22, COM 2013], [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Úrovne teplôt potrebné pri ohreve galvanizačných vaní v BG sa líšia od tých, ktoré sú potrebné v iných odvetviach FMP (napr. ohrievacie pece v HR). V BG je stena vane súčasťou spaľovacej komory a teplota sa musí udržiavať v úzkom rozsahu z prevádzkových dôvodov; dostatočne vysoká, aby umožnila optimálne vlastnosti povlaku roztaveného zinku, ale nie príliš vysoká, aby neviedla k nadmernej reakcii roztaveného zinku a železa (v stene vane), čo by viedlo k zvýšenej tvorbe tvrdého zinku a, čo je ešte kritickejšie, mohlo by to zničiť samotnú vaňu. Zinkový kúpeľ sa musí udržiavať v úzkom teplotnom rozsahu, aby sa kompenzovali tepelné straty a/alebo pridala energia potrebná na ohrev suroviny vstupujúcej do zinkových kúpeľov; to vedie k premenlivosti režimu spaľovania.

Realizácia výmeny horákov si nie vždy vyžaduje zmeny v usporiadaní existujúcich prevádzok. Uznáva sa, že v niektorých prípadoch môžu existovať technické obmedzenia.

V prílohe 11.9 je uvedená tabuľka s porovnaním výhod a nevýhod tejto techniky s inými technikami znižovania emisií NO_X.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížené emisie NO_X.
- Zvýšená energetická efektívnosť. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľnosť môže byť v existujúcich prevádzkach obmedzená ich konštrukciou a/alebo prevádzkovými obmedzeniami.
Napríklad horáky s ultranízkou produkciou NO_x nemožno použiť na rekryštalizáciu v poklopových žíhacích peciach, pretože si vyžadujú teploty pece vyššie, ako je teplota samovznietenia zmesi paliva a vzduchu.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
- Zníženie emisií NO_X. [31, EUROFER 10-7-18 2018]
- Zvýšená energetická efektívnosť. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Vzorové prevádzky
Prevádzky na valcovanie za studena oznamujúce používanie horákov s nízkymi emisiami NO_X
Prevádzky na poklopové žíhanie: 08 CR4, 08 CR5, 115CR1, 193 CR1, 193 CR2.
Prevádzky na kontinuálne žíhanie: 08 CR3, 37 CR5, 94 CR1, 98 CR1, 130 CR1, 130 CR2.

Prevádzky na valcovanie za tepla oznamujúce používanie horákov s nízkymi emisiami NO_X:
08-09 HR, 12 HR, 37 HR, 66 HR, 88 HR, 99 HR1, 99 HR2, 106 HR, 110 HR2, 112 HR, 121 HR, 126 HR, 146 HR, 155 HR, 157 HR1, 158 HR, 172 HR, 174 HR, 178 HR, 179 HR, 205 HR, 218 HR, 219 HR, 222 HR, 230 HR, 231 HR, 242 HR, 244 HR, 246 HR2, 267 HR, 270 HR, 288 HR, 300 HR.

Odborná literatúra
[4, EUROFER 1998], [9, ETSU – c 1993], [23, Lecomte a kol. 2017], [31, EUROFER 10-7-18 2018], [51, Davies a kol. 1995], [189, EUROFER, TG Cold Rolling 1998] [206, BE 2021].

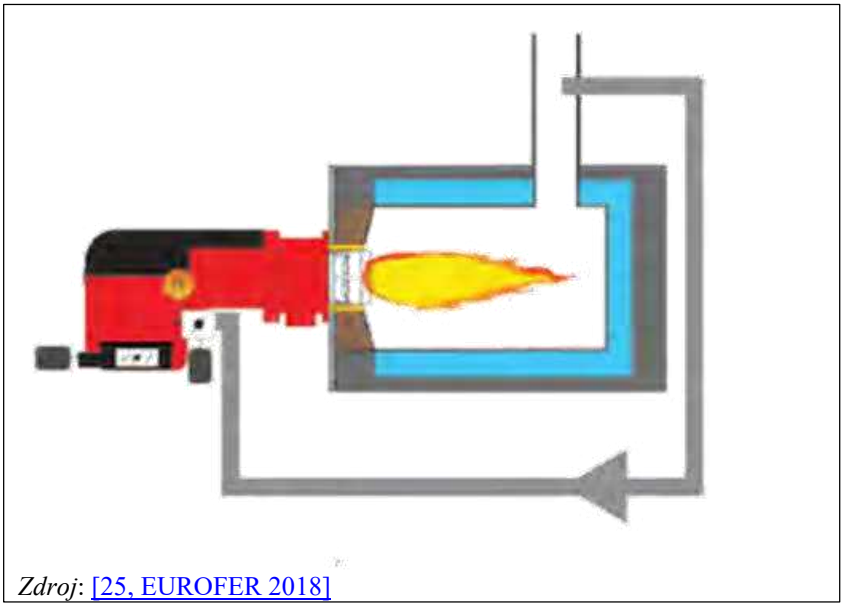
8.8.2.9 Recirkulácia spalín

Opis
Recirkulácia (externá) časti spalín do spaľovacej komory s cieľom nahradiť časť čerstvého spaľovacieho vzduchu s dvojitým účinkom ochladzovania teploty a obmedzenia obsahu O_2 na oxidáciu dusíka, čím sa obmedzuje tvorba NO_X. Predpokladá prívod spalín z pece do plameňa s cieľom znížiť obsah kyslíka, a tým aj teplotu plameňa.

Technický opis
Recirkulácia spalín (FGR) je technika na obmedzenie maximálnych teplôt plameňa. Recirkuláciou spalín do spaľovacieho vzduchu sa zníži obsah kyslíka na 17 – 19 % a zníži teplota plameňa,

čím sa obmedzuje tvorba termického NO_X. [51, Davies a kol. 1995], [189, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

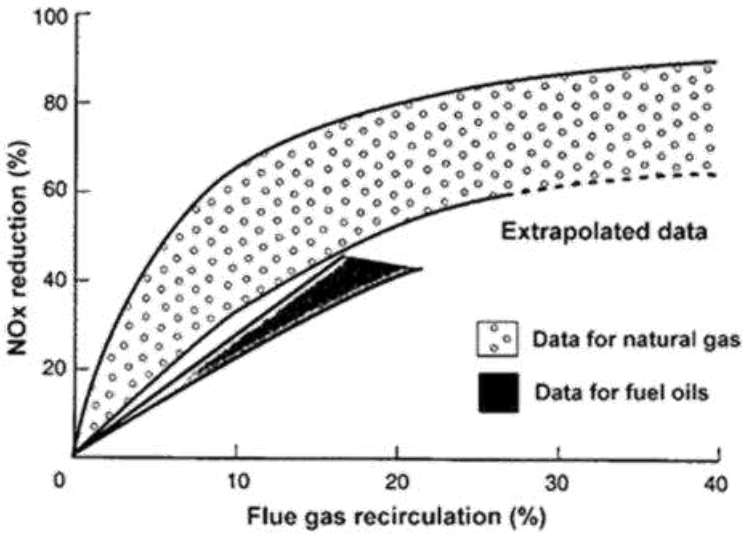
Na obrázku 8.37 je znázornená schéma princípu FGR. Najjednoduchšia metóda spočíva v recirkulácii spalín ich vyťahovaním z odpadového potrubia pomocou ventilátora horáka a ich zmiešaním so spaľovacím vzduchom. Prietok recirkulácie možno nastavovať pomocou servopohonom ovládanej škrtiacej klapky, ktorú riadi elektronická jednotka horáka. Zníženie emisií NO_X dosiahnuté touto metódou pri použití zemného plynu ako paliva je významné a závisí od percentuálneho podielu recirkulovaných spalín a druhu použitého horáka. [25, EUROFER 2018]



Zdroj: [25, EUROFER 2018]

Obrázok 8.37: Schéma horáka vybaveného FGR

Napríklad zníženie emisií NO_X dosiahnuté pomocou FGR je znázornené na obrázku 8.38. Diagram je založený na rozsahu testovacích údajov.



Zdroj: [9, ETSU – c 1993]

Obrázok 8.38: Vplyv recirkulácie spalín na emisie NO_X

Údaje získané s niekoľkými rôznymi testovacími zariadeniami ukázali, že FGR môže dosiahnuť zníženie NO_X blížiace sa k 70 – 80 % v závislosti od podielu spalín, ktoré sú recirkulované (FGR 20 – 30 %), teploty recirkulovaných plynov a toho, či sa FGR aplikuje alebo neaplikuje na systém horákov s nízkymi emisiami NO_X. Frakčné zníženia v priamom porovnaní s horákom s viacstupňovým spaľovaním by mali byť o niečo menšie, ale celkové zníženia vzhľadom na východiskovú hodnotu by mali byť stále väčšie, hoci neexistujú dostatočné experimentálne výsledky na kvantifikáciu tohto javu pre vysokoteplotné priemyselné horáky. [51, Davies a kol. 1995]

V prílohe 11.9 je uvedená tabuľka s porovnaním výhod a nevýhod tejto techniky s inými technikami znižovania emisií NO_X.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížené emisie NO_X.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Recirkuláciou spalín (externou) sa môže znížiť energetická efektívnosť.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru. Napríklad táto technika vyžaduje rozsiahle potrubie na umožnenie recirkulácie spalín, ktoré môže byť ťažké nainštalovať v závislosti od konfigurácie niektorých existujúcich prevádzok.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 203 HR, 267 HR.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018], [51, Davies a kol. 1995], [189, EUROFER, TG Cold Rolling 1998], [206, BE 2021].

8.8.2.10 Obmedzenie teploty predohrevu vzduchu

Opis
Obmedzenie teploty predohrevu vzduchu vedie k zníženiu koncentrácie emisií NO_X. Je potrebné dosiahnuť rovnováhu medzi maximalizáciou rekuperácie tepla zo spalín a minimalizáciou emisií NO_X.

Technický opis
Emisné úrovne NO_X sa zvyšujú so zvyšujúcimi sa teplotami predohrevu spaľovacieho vzduchu, ako je znázornené na obrázku 8.39 a 8.40. Obmedzenie predohrevu vzduchu môže byť opatrením na obmedzenie emisií NOx.

Na druhej strane sa predohrev spaľovacieho vzduchu bežne používa na zvýšenie energetickej efektívnosti pecí a na zníženie spotreby paliva. Obmedzenie predohrevu vzduchu znamená, že nevyužitý energetický obsah v spalinách sa premrhá a musí sa kompenzovať vyššou spotrebou paliva. Očakávaný nárast spotreby paliva v dôsledku zníženia teplôt predohrevu vzduchu je možné vidieť v tabuľke 8.14.

Tabuľka 8.10: Vypočítané percentuálne zvýšenie spotreby paliva v dôsledku zníženého predohrevu vzduchu

Initial air pe-heat [°C]	Final air pre-heat [°C]								
	1000	900	800	700	600	500	400	300	200
1000	0.0	6.0	12.6	19.9	28.3	37.7	48.6	60.4	74.5
900		0.0	6.3	13.1	21.1	30.0	40.3	51.4	64.7
800			0.0	6.4	13.9	22.2	31.9	42.3	54.9
700				0.0	7.0	14.9	24.0	33.8	45.6
600					0.0	7.4	15.9	25.0	36.0
500						0.0	7.9	16.4	26.7
400							0.0	8.4	17.4
300								0.0	8.8
200									0.0

Zdroj: [9, ETSU – c 1993]

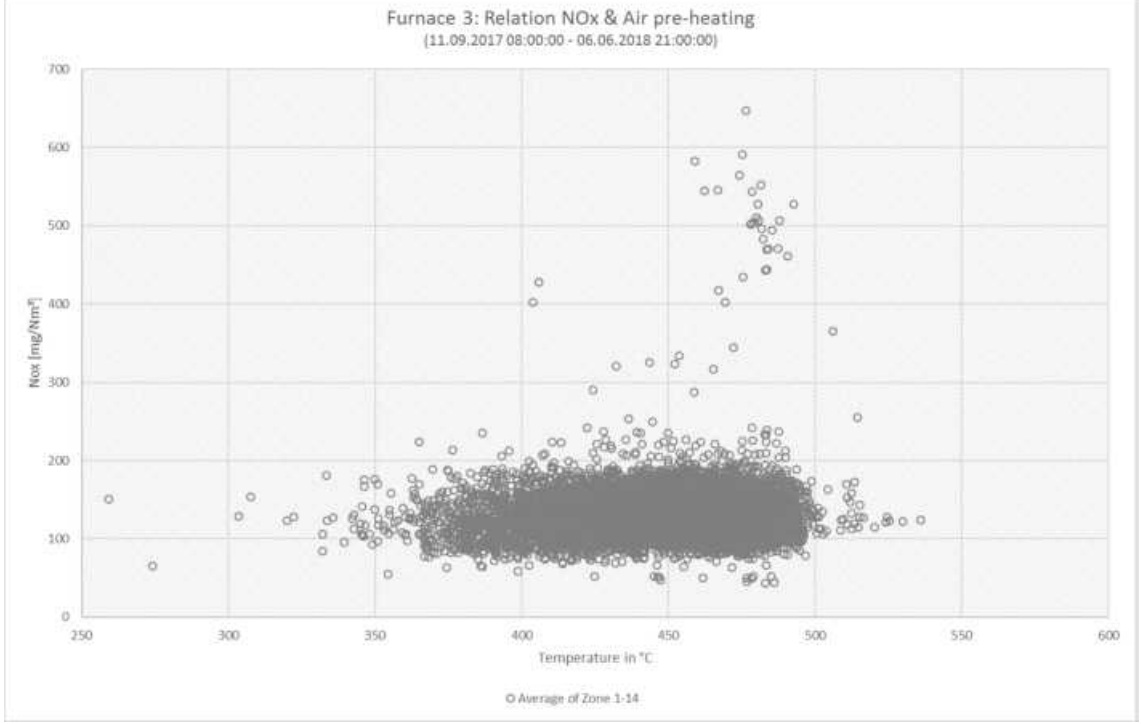
Vo všeobecnosti majú prevádzkovatelia prevádzok záujem o znižovanie spotreby paliva, pretože to predstavuje finančný prínos, ale znížením spotreby paliva sa môže navyše znížiť aj objem iných látok znečisťujúcich ovzdušie, ako napríklad CO_2, SO_2 a tuhé častice. Je teda potrebné dosiahnuť rovnováhu medzi energetickou efektívnosťou a znižovaním emisií SO_2 a CO_2 na jednej strane a zvyšovaním emisií NO_X na strane druhej. Pri udržiavaní vysokých teplôt predohrevu vzduchu môže byť potrebné použitie sekundárnych opatrení na zníženie NO_X.

V prílohe 11.9 je uvedená tabuľka s porovnaním výhod a nevýhod tejto techniky s inými technikami znižovania emisií NO_X.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Na nasledujúcich obrázkoch sú uvedené emisie NO_X vo vzťahu k teplote predohrevu vzduchu pre existujúce pece prevádzkované vo valcovniach za tepla. Je potrebné poznamenať, že nižšie uvedené údaje odrážajú špecifické podmienky jednotlivých prevádzok a nemožno ich považovať za všeobecný scenár vzťahu medzi emisiami NOx a teplotou predohrevu vzduchu.

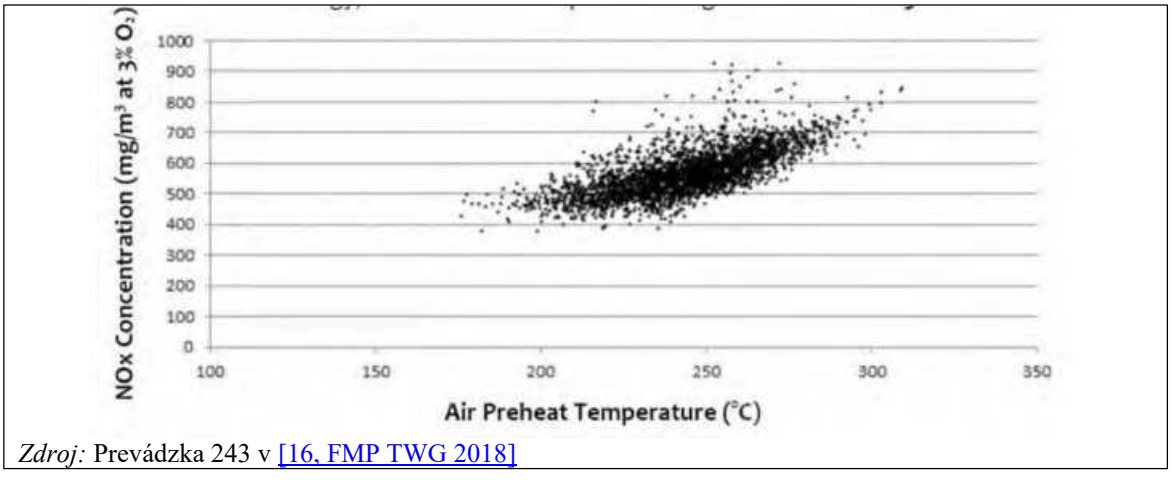
Na obrázku 8.39 sa zobrazujú hodnoty emisií NO_X vo vzťahu k teplote predohrevu vzduchu pre pec s pohyblivým nosníkom spaľujúcu zemný plyn **(**pec č. 3, ArcelorMittal Bremen (odkazujúca na prevádzku/emisný bod 121 HR-3 v zbere údajov). Na obrázku 8.39 sa neuvádzajú informácie o referenčnej úrovni kyslíka ani o období priemerovania.



Zdroj: [129, EUROFER 2019]

Obrázok 8.39: Príklad vzťahu NOX a teploty predohrevu vzduchu pre pec s pohyblivým nosníkom spaľujúcu zemný plyn

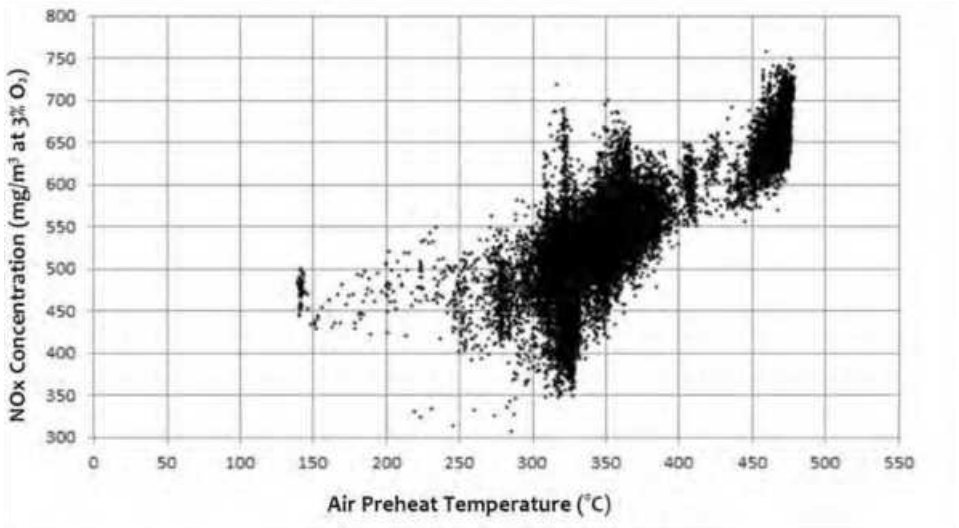
Na obrázku 8.40 sú znázornené hodinové priemerné hodnoty emisií NO_X odvodené z kontinuálneho merania pre narážaciu ohrievaciu pec (pec č. 2, SSAB Oxelösund – valcovňa na valcovanie za tepla zodpovedajúca prevádzke/emisnému bodu 243 HR-2 v zbere údajov). Koksárenský plyn sa používa ako primárne palivo (viac ako 95 % energetického vstupu) a ťažký vykurovací olej (HFO) sa používa ako doplnkové palivo. Za roky vykazovania 2015 a 2016 prevádzka uvádzala minimálne denné priemerné hodnoty 309 – 388 mg/Nm³ (COG (%): 69 – 77 %) a maximálne denné priemerné hodnoty 591 – 721 mg/Nm³ pri 3 % úrovni O_2 (COG (%): 92 – 100 %) sa uvádzali za roky 2015 a 2016.



Zdroj: Prevádzka 243 v [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 8.40: Príklad vzťahu medzi NOX a teplotou predohrevu vzduchu pre (prevažne) pec na opakovaný ohrev spaľujúcu COG

Na obrázku 8.41 sú znázornené koncentrácie emisií NO_X získané z kontinuálneho merania pre pec na ohrev plechov. Pec je ohrievaná 100 % koksárenským plynom.



Zdroj: Prevádzka 243 v [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 8.41: Príklad vzťahu medzi NOX a teplotou predohrevu vzduchu pre (prevažne) pec na opakovaný ohrev spaľujúcu COG

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Znížená energetická efektívnosť.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Nemusí byť uplatniteľné v prípade pecí vybavených radiačnými horákmi.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 94 HR4, 242 HR linky 1 a 2, 243 HR2, 08 CR linky 4 a 5, 197 CR linky 1, 2, 3 a 4.

Odborná literatúra
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

8.8.2.11 Bezplameňové spaľovanie

Pozri oddiel 2.4.2.6.

8.8.2.12 Kyslíkovo-palivové spaľovanie

Pozri oddiel 2.4.2.5.

8.8.2.13 Selektívna katalytická redukcia (SCR)

Ďalšie informácie o technike
Pozri oddiel 8.8.1.4.

8.8.2.14 Selektívna nekatalytická redukcia (SNCR)

Ďalšie informácie o technike
Pozri oddiel 8.8.1.5.

8.8.3 Emisie do ovzdušia z odmastenia

8.8.3.1 Uzavreté odmasťovacie nádrže kombinované s odsávaním vzduchu v prípade kontinuálneho odmasťovania

Opis
V prípade valcovania za studena a nanášania povlakov na plechy ponorom do roztaveného kovu (kontinuálne odmasťovanie) sa odmasťovanie vykonáva v uzavretých odmasťovacích nádržiach a vzduch sa odsáva. Emisie sa upravujú použitím mokrého čistenia a/alebo odlučovača kvapiek.

Technický opis
V prípade valcovania za studena a nanášania povlakov na plechy ponorom do roztaveného kovu sa odmasťovanie uskutočňuje v uzavretých nádržiach a výpary sa odsávajú.
Odsávaný vzduch sa potom čistí pomocou mokrého čistenia alebo odlučovača kvapiek. Pri druhom spôsobe je odlučovanie založené na zotrvačnosti hmoty. Častice (kvapaliny alebo tuhé látky) s určitou hmotnosťou a rýchlosťou sledujú svoj pôvodný smer. Keď narazia na prekážky, vďaka svojej zotrvačnosti hmoty sa oddelia od prúdu nosného plynu. Prekážky sa vytvárajú pomocou jednoduchých stien, výplní (t. j. pletiva) alebo labyrintov. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Pozri oddiely 8.8.1.1 a 8.8.1.7 s opismi techník odlučovača kvapiek a mokrého čistenia.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zníženie fugitívnych emisií.
- Zníženie emisií výparov z odmasťovania.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Pre výrobnú kapacitu 66 t/h je potrebných celkovo 5 m^3/h demineralizovanej vody. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
- Práčka: spotreba vody (odparovanie) a tvorba kalu v čistiarni odpadových vôd. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]
- Odlučovač kvapiek: v závislosti od použitej čistiacej techniky, úprava rozprašovacej vody alebo rozpúšťadiel. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
- Nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu (alkalické odmasťovanie): 08 HDC2, 40 HDC, 179 HDC, 193 HDC, 194 HDC,
  195 HDC.
- Odmasťovacie činnosti pred lesklým žíhaním pri valcovaní za studena: 88 CR, 144 CR, 246 CR1.
- Odmasťovacie činnosti pred kontinuálnym žíhaním pri valcovaní za studena: 94 CR, 98 CR, 179 CR, 244 CR.

Odborná literatúra
[25, EUROFER 2018], [127, Continuous Coating Shadow Group 1999].

8.8.3.2 Emisie do ovzdušia z odmasťovacích činností pri kusovom zinkovaní

Opis
Pri kusovom zinkovaní sa odmasťovanie vykonáva pomocou alkalických alebo kyslých vodných roztokov pri okolitej alebo mierne zvýšenej teplote. Za takýchto podmienok sa môže vykonať odsávanie na odstránenie vodnej pary z pracovného priestoru, ale znižovanie emisií nie je potrebné.

Technický opis
Pri kusovom zinkovaní existujú dve hlavné metódy odmasťovania:

- Alkalické odmasťovanie: Koncentrácia, teplota kúpeľa a čas ponorenia obrobkov určujú efektívnosť odmasťovacích kúpeľov. Normálny teplotný rozsah pre nepriamo vyhrievané odmasťovacie kúpele je 30 –70 °C. Kúpeľ pozostáva z roztoku hydroxidu sodného (1 – 10 %) a ďalších alkalických činidiel, ako sú sóda, kremičitan sodný, kondenzované alkalické fosfáty a borax, ako aj špecifické povrchovo aktívne látky, emulgačné činidlá a disperzné činidlá.
- Kyslé odmasťovanie: Odmasťovacie kúpele pozostávajú zo zriedených silných anorganických kyselín, ako je kyselina chlorovodíková a/alebo kyselina fosforečná s prísadami. Vo všeobecnosti sa to vykonáva pri teplote okolia.

Emisie z odmasťovacích kúpeľov pri kusovom zinkovaní sú extrémne nízke vzhľadom na to, že sa používajú roztoky na vodnej báze s relatívne nízkymi prevádzkovými teplotami. Vzhľadom na to sa môže vykonať odsávanie na odstránenie vodnej pary z pracovného priestoru, ale znižovanie emisií nie je potrebné.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Kontrola vodnej pary na pracovisku v blízkosti odmasťovacích nádrží.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
V zbere údajov o FMP väčšina prevádzok používala alkalické odmasťovanie, avšak obmedzený počet prevádzok používal aj kyslé odmasťovanie. Pri kyslom odmasťovaní sa uvádzali nízke teploty (napr. teplota okolia až približne 35 °C). Pri alkalickom odmasťovaní sa teplota odmasťovacích kúpeľov pohybovala od 25 °C do 65 °C, avšak väčšina prevádzok fungovala pod 50 °C. Žiadne prevádzky zo zberu údajov neuvádzali znižovanie emisií a odsávanie na reguláciu emisií, s výnimkou, samozrejme, prevádzok vybavených uzavretou predúpravou, kde sú morenie aj odmasťovacie činnosti uzavreté. [16, FMP TWG 2018]

Výsledky meraní emisií v prevádzkach na kusové zinkovanie: [190, EGGA 2020]
Počas výmeny informácií boli oznámené výsledky meraní emisií (emisií NaOH) za tri prevádzky na kusové zinkovanie, ktoré používali otvorené odmasťovacie nádrže a kde sa na odstránenie vodnej pary z pracovného priestoru používal odsávací systém. V niektorých prípadoch bolo potrebné pridať odberové miesto na realizáciu týchto meraní, keďže tieto emisie sa bežne nemonitorujú.

- Prevádzka 283 (Coatinc Alblasserdam B.V.): Alkalické odmasťovanie pri 50 °C, koncentrácie emisií NaOH sa pohybovali od 0,4 do 0,7 mg/Nm^3 a zodpovedajúce hmotnostné toky sa pohybovali od 0,004 do 0,006 kg/h.
- Prevádzka 285 (Coatinc Mook B.V): Alkalické odmasťovanie pri 50 °C, koncentrácie emisií NaOH sa pohybovali od 0,96 do 1,65 mg/Nm^3 a zodpovedajúce hmotnostné toky sa pohybovali od 0,035 do 0,056 kg/h.
- Prevádzka 71 (Galvanizadora Valenciana S.L.U.): Alkalické/kyslé odmasťovanie pri 60 °C, koncentrácie emisií NaOH sa pohybovali od 0,17 do 0,46 mg/Nm^3 a zodpovedajúce hmotnostné toky sa pohybovali od 0,008 do 0,026 kg/h.

Výsledky programov monitorovania expozície pracovníkov v prevádzkach na kusové zinkovanie: [190, EGGA 2020]
Počas výmeny informácií boli oznámené výsledky stacionárnych meraní ovzdušia na pracovisku (pre NaOH a fosfor) za niekoľko prevádzok na kusové zinkovanie využívajúcich otvorené odmasťovacie kúpele.

- Prevádzka 20 (Galvapower Group Houthalen): Alkalické odmasťovanie pri 52,5 °C pomocou roztokov NaOH pri 8,3 g/l, koncentrácie NaOH boli nižšie ako 0,087 mg/Nm3 na všetkých testovaných miestach pracoviska (napr. v blízkosti odmasťovacích nádrží).
- Národný program monitorovania expozície na pracovisku v Nemecku (2018): V niekoľkých zinkovniach sa uskutočnila rozsiahla štúdia zahŕňajúca kontrolu expozície pracovníkov NaOH a fosforu v blízkosti alkalických a kyslých odmasťovacích kúpeľov. Vykonával sa stacionárny aj osobný odber vzoriek. Vo všetkých kampaniach na odber vzoriek boli namerané koncentrácie v ovzduší pracoviska pod detekčným limitom pre NaOH aj pre fosfor. V prípade NaOH sa uskutočnilo 11 osobných meraní v 11 prevádzkach BG a všetky vzorky boli pod detekčným limitom (0,04 mg/Nm^3). Celkovo bolo vykonaných aj deväť stacionárnych meraní a všetky vzorky boli takisto pod detekčným limitom. V prípade fosforu sa uskutočnilo osem osobných meraní a osem statických meraní v ôsmich prevádzkach BG a všetky vzorky boli pod detekčným limitom (0,01 mg/Nm^3).

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadne hlásenie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Expozícia na pracovisku.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 71, 283, 285.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [190, EGGA 2020].

8.8.4 Emisie do ovzdušia z morenia v HR, CR, HDC a WD

8.8.4.1 Poklopové morenie v nádržiach vybavených vekom alebo uzatváracími poklopmi kombinované s odsávaním výparov

Opis
Poklopové morenie sa vykonáva v nádržiach vybavených vekom alebo uzatváracími poklopmi, ktoré možno otvoriť, aby sa umožnilo vsádzanie zvitkov drôtov. Výpary z moriacich nádrží sa odsávajú.

Zachytené emisie sa potom odsávajú a čistia mokrým čistením s následným odlučovaním kvapiek (pozri oddiel 8.8.4.3).

Technický opis
Emisie do ovzdušia z moriacich liniek s vysokými koncentráciami kyselín a vysokými teplotami sú nebezpečné pre zdravie operátorov a môžu spôsobiť koróziu blízkych inštalácií a zariadení, ako sú budovy a žeriavy. Emisie sa zachytávajú, zhromažďované a upravujú na ochranu životného prostredia a zníženie expozície pracovníkov. Morenie zvitkov drôtov, kde sa oxidy z valcovania za tepla odstraňujú pomocou vysokej koncentrácie kyseliny a procesných teplôt (napr. > 60 °C), bude

viesť k tvorbe vysokokoncentrovaných emisií kyselín, ktoré je potrebné zachytávať a upravovať. [25, EUROFER 2018]

Na minimalizáciu emisií kyselín sa poklopové morenie uskutočňuje v nádržiach vybavených vekami alebo uzatváracími poklopmi na zachytávanie emisií. Výpary z moriacich nádrží sa odsávajú a čistia mokrým praním s následným odlučovačom kvapiek.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie emisií prachu, kyselín (HCl, HF, H_2SO_4) a SO_2.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Morenie v HCl
Prevádzka 97 HR uviedla koncentrácie emisií HCl v rozsahu od 0,14 mg/Nm^3 do 6,8 mg/Nm^3 s priemernou hodnotou 2,3 mg/Nm^3 počas trojročného monitorovacieho obdobia zberu údajov o FMP. Pri tejto prevádzke bola teplota kyselinového kúpeľa 85 °C a priemerný prietok odsávaného vzduchu bol 15 770 Nm^3/h. [16, FMP TWG 2018]

Morenie v HF/HNO_3
V tabuľke 8.11 je uvedený súhrn emisií HF z prevádzok na poklopové morenie zahrnutých do zberu údajov o FMP. V prípade týchto prevádzok sa teplota kyslého kúpeľa pohybovala od 25 °C do 60 °C a prietok odsávaného vzduchu sa pohyboval od 12 089 Nm^3/h do 44 351 Nm^3/h.

Tabuľka 8.11: Koncentrácie emisií HF z poklopového morenia

Látka	Koncentrácie uvedené za trojročné obdobie (mg/Nm^3)					Počet prevádzok/počet meraní
	Priemer	Medián	90. percentil	Min.	Max.	
HF	0,26	0,12	0,72	0,04	0,93	4/24
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]						

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Morenie v HCl: 97 HR.
Morenie v HF/HNO_3: 19 HR1, 175 HR1, 177 HR1, 2 a 3, 266 HR1 a 2.

Odborná literatúra
[25, EUROFER 2018], [158, Stone 1997].

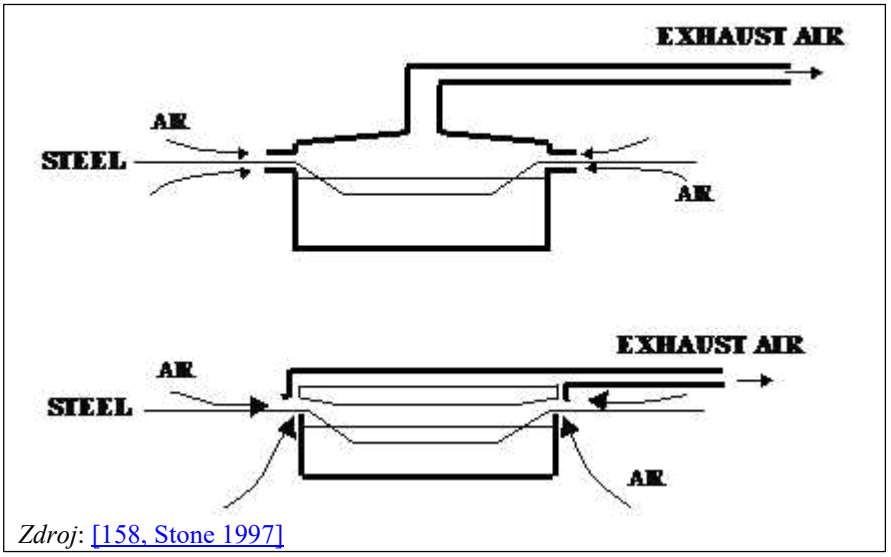
8.8.4.2 Kontinuálne morenie v uzavretých nádržiach kombinované s odsávaním výparov

Opis

Kontinuálne morenie sa vykonáva v uzavretých nádržiach s obmedzenými vstupnými a výstupnými otvormi pre oceľový pás, plech alebo drôt. Výpary z moriacich nádrží sa odsávajú. Upravujú sa použitím mokrého čistenia a následne odlučovača kvapiek.

Technický opis

Úplne uzavreté/utesnené nádrže, kde materiál vstupuje do moriacej nádrže cez malé otvory, sa používajú v kontinuálnych procesoch na morenie pásov a drôtov valcovaných za tepla. Toto je najúčinnejší spôsob zachytávania emisií z morenia v úplne uzavretých/utesnených nádržiach, ako je znázornené na obrázku 8.42. Materiál vstupuje do moriacej nádrže cez malé otvory. Celá procesná časť vrátane oplachovacej časti je udržiavaná pod miernym podtlakom, aby sa zabránilo úniku výparov. Zachytávané emisie/výpary sa upravujú pomocou mokrých práčkových systémov nasledovaných odlučovačom kvapiek. [25, EUROFER 2018]



Zdroj: [158, Stone 1997]

Obrázok 8.42: Konštrukčné princípy pre uzavreté moriace nádrže

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Zníženie emisií prachu, kyselín (HCl, HF, H_2SO_4) a SO_2.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Morenie v HCl

V tabuľke 8.12 je uvedený súhrn emisií HCl z prevádzok na kontinuálne morenie s uzavretými moriacimi nádržami zahrnutých do zberu údajov o FMP. V prípade týchto prevádzok sa teplota kyslého kúpeľa pohybovala od 70 °C do 87 °C a prietok odsávaného vzduchu sa pohyboval od 7 658 Nm^3/h do 42 909 Nm^3/h.

Tabuľka 8.12: Emisné koncentrácie HCl z kontinuálneho morenia

Látka	Koncentrácie uvedené za trojročné obdobie (mg/Nm^3)					Počet prevádzok/počet meraní
	Priemer	Medián	90. percentil	Min.	Max.	
HCl	3,3	1,3	6,2	0,3	27,8	5/37
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]						

Morenie v HF/HNO_3
Prevádzka 88 HR1 uviedla koncentrácie emisií HF v rozsahu od 0,06 mg/Nm^3 do 3,12 mg/Nm^3 s priemernou hodnotou 1 mg/Nm^3 počas trojročného monitorovacieho obdobia zberu údajov o FMP. Pri tejto prevádzke bola teplota kyselinového kúpeľa 55 °C a priemerný prietok odsávaného vzduchu bol 2 191 Nm^3/h. [16, FMP TWG 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Morenie v HCl: 130 CR1, 159 CR1, 209 CR1, 269 HR1, 249 CR2 a 4.
Morenie v HF/HNO_3: 88 HR1.

Odborná literatúra
[16, FMP TWG 2018], [25, EUROFER 2018].

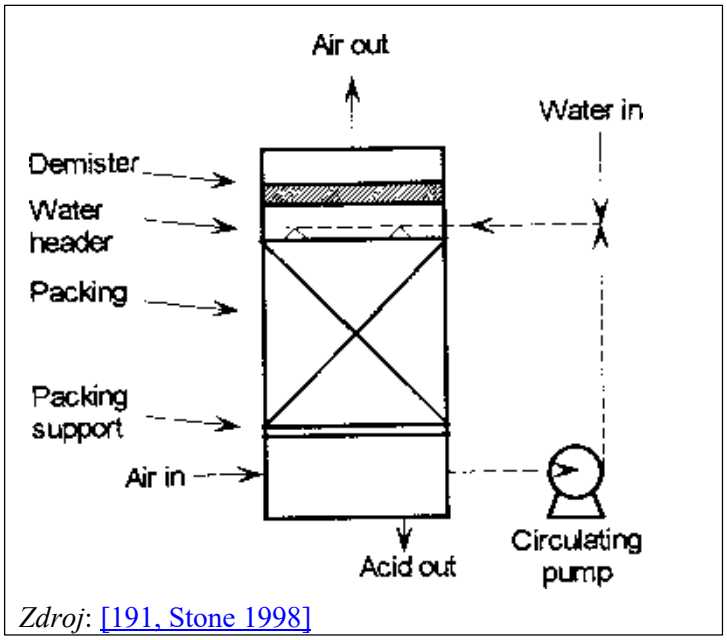
8.8.4.3 Mokré čistenie, po ktorom nasleduje odlučovač kvapiek

Opis
Pozri oddiely 8.8.1.7 a 8.8.1.1.

Technický opis
Na odstraňovanie kyslých plynov, aerosólov alebo pár z odpadových plynov sa používajú systémy mokrého čistenia. Princíp mokrého čistenia spočíva v absorpcii plynu alebo kvapaliny v pracom médiu prostredníctvom tesného kontaktu plynu s kvapalinou. Absorpčné systémy môžu mať buď vodné, alebo nevodné kvapalné fázy. Výber vhodných činidiel závisí od vlastností znečisťujúcej látky, ktorá sa má odstrániť z toku plynu. Voda je vhodná na absorpciu rozpustných kyslých plynov, ako sú chlorovodík a fluorovodík, a tiež na absorpciu amoniaku. Alkalické roztoky sú vhodné na absorpciu menej rozpustných kyslých plynov, ako sú oxid siričitý, sírovodík a chlór. [191, Stone 1998]

Plynový absorbér potrebuje fázové rozhranie kvapalina-plyn s veľkým merným povrchom, cez ktoré môže prebiehať prenos hmoty. To sa zvyčajne dosahuje použitím výplňových materiálov, ktoré sú pokryté kvapalinou, alebo tvorbou kvapiek/bublín. Konštrukcia absorbéra musí okrem toho zabezpečovať spôsob obnovovania kvapalného absorbentu tak, aby sa udržiavala vysoká hnacia sila na prenos hmoty. Absorpcia plynu je kinetický proces, a preto sú koncentračný gradient (hnacia sila reakcie) a plocha kontaktu medzi kvapalnou a plynnou fázou kľúčovými konštrukčnými parametrami. Veľkosť kontaktnej plochy je určená typom výplňového materiálu alebo veľkosťou kvapiek. Prietoky plynu a kvapaliny a tlakový spád cez absorbér ovplyvňujú hnaciu silu, efektívnosť a v niektorých prípadoch aj povrch (tvorba kvapôčok). V nasledujúcich oddieloch sú opísané hlavné systémy mokrého čistenia používané v súvislosti s čistením odpadových plynov z morenia kyselinami.

Náplňové práčky (obrázok 8.43) pozostávajú z vonkajšieho plášťa obsahujúceho vrstvu výplňového materiálu na nosných roštoch, rozdeľovače kvapaliny, vstupy a výstupy plynu a kvapaliny a eliminátor hmly.



Zdroj: [191, Stone 1998]

Obrázok 8.43: Princíp náplňových práčok

Voda sa zvyčajne privádza na hornú časť vrstvy náplne a vplyvom gravitácie steká nadol po jej povrchu, zatiaľ čo odpadový plyn vstupuje do spodnej časti práčky a pri prechode nahor cez náplň je premývaný vodou. Pri tejto konštrukcii s protiprúdovým tokom najkontaminovanejší plyn prichádza do kontaktu s najkontaminovanejšou vodou v spodnej časti práčky a najčistejší plyn prichádza do kontaktu s najčistejšou vodou v hornej časti práčky. Možné sú aj iné konštrukcie, pri ktorých môžu byť prúdy kvapaliny a plynu súprúdne alebo krížové. [191, Stone 1998]

Na dosiahnutie rovnomerného prúdenia a dobrého kontaktu vzduchu a vody musí byť voda rovnomerne rozdeľovaná po vrchu vrstvy náplne. To sa zvyčajne dosahuje pomocou rozdeľovacieho potrubia osadeného rozprašovacími dýzami. Okrem toho, aby sa zabezpečilo, že plyn môže prúdiť cez celú vrstvu, je náplň podopretá nosičom výplne. Táto podpera výplne musí byť dostatočne otvorená, aby umožnila prechod vody a vzduchu bez vytvárania príliš veľkého poklesu tlaku, a zároveň musí byť dostatočne pevná, aby udržala náplň, aj keď je znečistená a zaplavená vodou. [191, Stone 1998]

Nevýhodou náplňových práčok je, že na správnu funkciu potrebuje výplň relatívne vysoký prietok vody – približne 200 gpm vody na 20 000 cfm vzduchu (rovná sa 1,34 l/m^3). Takže namiesto používania čerstvej vody má väčšina náplňových práčok recirkulačné čerpadlá, ktoré čerpajú vodu zo spodnej časti práčky do vrchnej časti náplne. Do práčky sa musí nepretržite pridávať malý prietok vody na vyplavenie kyseliny odstránenej z prúdu plynu cez prepad. Nevýhody tejto praxe sú: [191, Stone 1998]

- pumpa vyžaduje údržbu,
- voda v hornej časti náplne je teraz kontaminovaná, takže výhody protiprúdového toku sa už nedosahujú,
- akákoľvek nečistota vo vode sa čerpá späť do náplne, kde sa môže oddeliť a zablokovať rozdeľovacie potrubie alebo náplň. [191, Stone 1998].

Napriek tomu v porovnaní s tanierovými práčkami umožňujú náplňové práčky spracovanie veľkého objemu primeranou rýchlosťou. [25, EUROFER 2018]

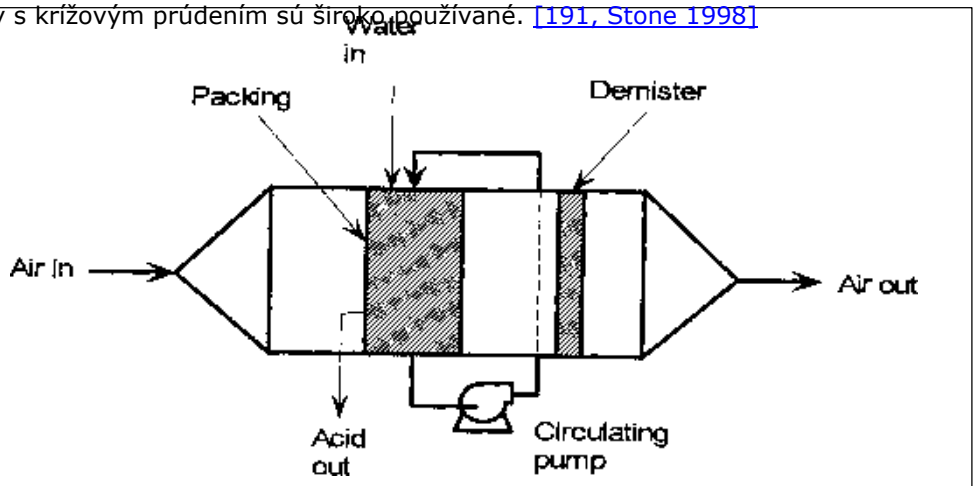
Vyššiu efektívnosť prania možno dosiahnuť v náplňových práčkach zväčšením hĺbky vrstvy náplne. [191, Stone 1998]

Výhody náplňových práčok sú:

- jednoduchá konštrukcia,
- schopnosť prevádzky v širokom rozsahu prietokových rýchlostí plynu. [25, EUROFER 2018]

Avšak udržiavanie náplňovej práčky v prevádzke na najefektívnejšej úrovni si vyžaduje značné úsilie v oblasti údržby, aby cirkulačné čerpadlo fungovalo, zabezpečilo sa rovnomerné rozdeľovanie vody na náplň a náplň sa udržiavala v čistom stave. Konvenčná náplňová práčka má tvar vertikálnej veže, kde vzduch prúdi nahor a voda steká nadol. Variantom tohto zariadenia je **krížová práčka** (obrázok 8.44). V krížovej práčke odpadový plyn prúdi horizontálne cez náplň, zatiaľ čo kvapalina stále steká smerom nadol, naprieč prúdeniu odpadového plynu. Základné usporiadanie je rovnaké ako pri konvenčných náplňových práčkach a stále je potrebné cirkulačné čerpadlo na udržiavanie náplne mokrej. [191, Stone 1998]

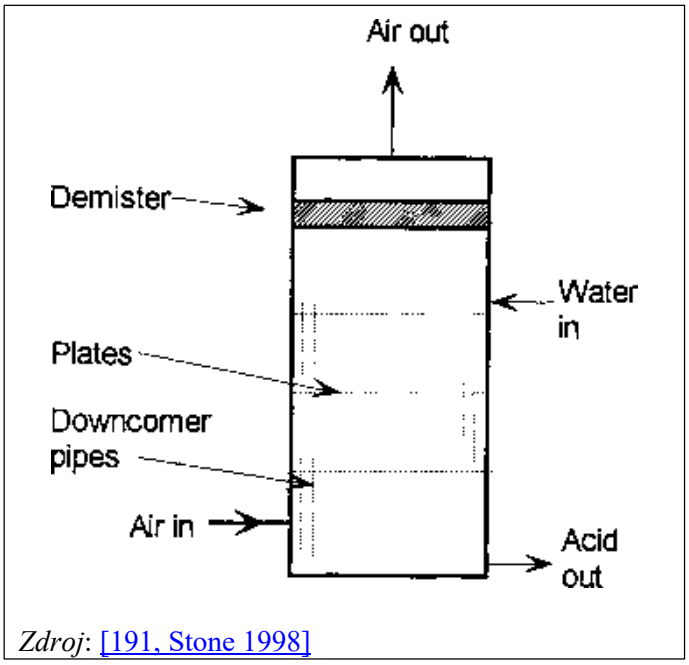
Výhodou krížovej práčky je, že vyžaduje menšiu svetlú výšku a vedenie potrubia je zvyčajne jednoduchšie a lacnejšie ako pri vertikálnej práčke. Krížové práčky sú však pri odstraňovaní rozpustných plynov o niečo menej účinné ako vertikálne protiprúdové. Pokročilý druh krížovej práčky napodobňuje viacstupňové pranie tanierovej práčky. V tejto verzii je niekoľko vrstiev náplne zapojených za sebou. Každá vrstva má samostatný prívod vody alebo cirkulačný systém a môže používať štruktúrovanú náplň namiesto náhodnej. Tento pokročilý druh práčky má pomerne vysoký tlakový spád a v súčasnosti sa nepoužíva pri morení. Náhodne usporiadané jednotky s krížovým prúdením sú široko používané. [191, Stone 1998]



Zdroj: [191, Stone 1998]

Obrázok 8.44: Princíp krížovej práčky

Tanierové práčky (obrázok 8.45) pozostávajú z vertikálnej veže s niekoľkými horizontálnymi perforovanými doskami (sitové etáže), ktoré sú v nich naskladané. Prepážky sú umiestnené v krátkej vzdialenosti nad otvormi v etážach. Pracia kvapalina vstupuje do vrchnej časti veže a preteká postupne po každej z dosiek. Odpadový plyn vstupuje do spodnej časti veže a prúdi smerom nahor, pričom prechádza cez perforácie v etážach. Rýchlosť plynu je dostatočná na to, aby zabránila presakovaniu kvapaliny cez perforácie. [191, Stone 1998]



Zdroj: [191, Stone 1998]

Obrázok 8.45: Princíp tanierových práčok

efektívnosť absorpcie možno zvýšiť pridaním ďalších etáží do absorbéra (zvýšením výšky veže) a zvýšením prietoku kvapaliny. [191, Stone 1998]

Keďže voda vytvára na každej etáži bazén, na výmenu látok postačujú menšie prietoky vody. Konštantný prietok je potrebný na vyplavenie rozpustených výparov a tiež na kompenzáciu presakovania, ktoré nastáva cez otvory v dôsledku efektov povrchového napätia. Vo všeobecnosti sú recirkulačné čerpadlá pri tanierových práčkach zbytočné a tieto práčky pracujú v skutočnom protiprúdovom toku. [25, EUROFER 2018], [191, Stone 1998]

Tanierové práčky sú jednoduché a nemajú žiadne pohyblivé časti, ale vyžadujú si starostlivú inštaláciu, aby sa zabezpečilo, že etáže sú vodorovné, a stály prúd vzduchu. [191, Stone 1998] Môžu byť náchylné na upchávanie a zanášanie okovinami a nie sú vhodné pre peniace kvapaliny. [191, Stone 1998]

Výhody tanierových práčok sú nízke nároky na údržbu a jednosmerný prietok vody, ktorý je užitočný pri vytváraní vysokokoncentrovaných roztokov vhodných na recykláciu do moriacej nádrže. Tanierová práčka si však vyžaduje starostlivú inštaláciu (na vyrovnanie etáží) a má obmedzený rozsah variácie prietoku vzduchu. [191, Stone 1998]

Všetko, čo je potrebné na udržanie tanierovej práčky v prevádzke s projektovanou efektívnosťou, je správny prietok vody na hornú dosku a prietok vzduchu v rámci projektovaného rozsahu. Uvádzané úrovne spotreby vody sa pohybovali od 0,06 l/m^3 do 0,13 l/m^3. [191, Stone 1998]

Kľúčovým prvkom práčok – ako je znázornené vyššie – je **odlučovač kvapôčok** (separátor unášaných častíc, odlučovač kvapiek, eliminátor hmly). Toto je zariadenie, ktoré zabezpečuje, že vzduch opúšťajúci práčku je zbavený vodných kvapôčok. [191, Stone 1998]

Princíp všetkých odlučovačov kvapiek je rovnaký. Zotrvačnosť kvapiek kvapaliny umožňuje ich oddelenie od prúdu nosného plynu vedením znečisteného vzduchu cez kanál alebo labyrint s niekoľkými zmenami smeru. Kvapky vody musia naraziť na pevný povrch, kde vytvárajú väčšie kvapky, ktoré sú príliš ťažké na to, aby boli ďalej unášané vzduchom. [25, EUROFER 2018], [191, Stone 1998]

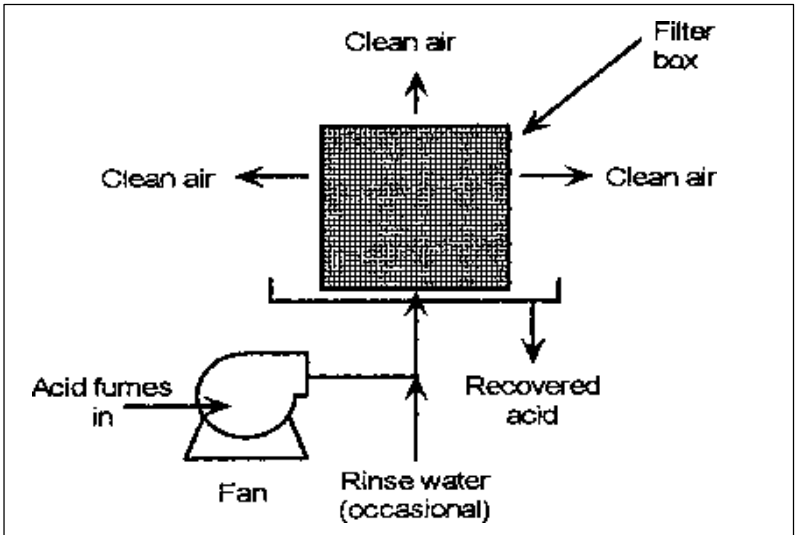
Existujú dva hlavné druhy odlučovačov: *pletená sieťovina* a *lamelové odlučovače.*

Pletená sieťovina sa jednoducho používa a inštaluje a oddeľuje vodu jej aglomeráciou na jemných plastových vláknach. Jej nevýhody sú, že má tendenciu odstraňovať aj prach, nielen vodu, a jemné plastové vlákna sa časom znehodnocujú. Nakoniec, po troch až piatich rokoch, nahromadený prach a vláknitý odpad upchajú odlučovač a musí sa vymeniť. [191, Stone 1998]

Lamelový druh odlučovača sa skladá zo sústavy paralelných lamiel v tvare S, cez ktoré preteká plyn – voda sa oddeľuje nárazom na povrch lamiel. Tento druh odlučovača kvapiek nie je náchylný na upchávanie a má takmer neobmedzenú životnosť. [191, Stone 1998]

Oba druhy odlučovačov kvapiek odstránia viac ako 99,99 % kvapiek vytvorených v mokrých práčkach. [191, Stone 1998]

Vo **filtri výparov** (obrázok 8.46) vzduch prechádza nízkou rýchlosťou cez zhutnenú vláknitú vrstvu. Pri prietoku média narážajú kvapky na vlákna, aglomerujú a nakoniec narastú do takej veľkosti, že vplyvom gravitácie odtekajú. Keďže tento druh filtra odstraňuje zo vzduchu aj prach, vyžaduje si na vyčistenie pravidelné umývanie. Zatiaľ čo náplňové a tanierové práčky zvyčajne používajú niekoľko galónov za minútu vody na nepretržitej báze, filter používa iba 30 – 50 galónov za deň (114 – 190 l/d) na oplachovanie a táto voda sa môže vrátiť do moriacej nádrže (práčka „bez výtokov"). [191, Stone 1998]



Zdroj: [191, Stone 1998]

Obrázok 8.46: Princíp filtra výparov

Technické aspekty špecifické pre morenie v nitračnej zmesi

Nehrdzavejúca oceľ sa morí v zmesi kyseliny dusičnej a kyseliny fluorovodíkovej. Kyselina dusičná je kvapalina s nízkym bodom varu, zatiaľ čo fluorovodík (HF) je plyn, rovnako ako HCl. V dôsledku toho tieto moriace nádrže vylučujú výpary. Okrem toho produkujú kvapôčky, ktoré vznikajú prasknutím bublín oxidov dusíka (NO_X). V prípade morenia v nitračnej zmesi však tieto kvapôčky nie sú také jemné ako kvapôčky kyseliny sírovej pozorované pri morení ocele a ich zachytávanie je menej problematické. [191, Stone 1998]

Výpary a kvapôčky kyseliny dusičnej a HF sa dajú ľahko odstrániť v náplňovej alebo tanierovej práčke s použitím malého prietoku vody. [191, Stone 1998] Ak sú však prítomné aerosóly, na ich účinné vyzrážanie môže byť potrebná prevádzka zóny s intenzívnym rozprašovaním. [10, Rentz a kol. 1998]

Plyny NO_X sa nedajú ľahko odstrániť, pretože nie sú veľmi rozpustné vo vode (pozri oddiel 8.8.5 o znižovaní NO_X). [191, Stone 1998]

Problém, ktorý sa môže vyskytnúť v HF práčkach, je tvorba okovín spôsobená ukladaním nerozpustného fluoridu vápenatého. Vznikajú reakciou tvrdej (vápnik obsahujúcej) vody s kyselinou fluorovodíkovou a môžu upchať náplň, výstupné potrubia, zostupné potrubia alebo recirkulačné potrubie. Najlepší spôsob, ako sa vyhnúť tomuto problému, je nainštalovať zmäkčovač vody na odstránenie vápnika z prívodu do práčky. [191, Stone 1998]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Zníženie emisií prachu, kyselín (HCl, HF, H_2SO_4) a SO_2.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
V tabuľke 8.13 sa uvádza súhrn emisií prachu, HCl, HF (prevádzky využívajúce nitračnú zmes) a SO_X v prípade moriacich prevádzok CR, HR alebo HDC v zbere údajov o FMP.

Tabuľka 8.13: Emisie prachu, HCl, HF a SOx z moriacich prevádzok vybavených systémami na znižovanie kyslých plynov (mokrá práčka/odlučovač kvapiek)

Látka	Koncentrácie uvedené za trojročné obdobie (mg/Nm³)					Referenčné prevádzky
	Priemer	Medián	Min.	Max.	Druh procesu/druh nádrže	
Prach	2,4	1,9	0,6	7,0	Vsádzkové/turbulentné a hlboké druhy nádrží	19 HR 97 HR 239 HR
HCl	1,7	1,1	0,4	6,8	Vsádzkové/turbulentné a hlboké druhy nádrží	19 HR 97 HR
HF	0,14	0,06	0,02	0,93	Vsádzkové/plytké a hlboké druhy nádrží	19 HR 175 HR 177 HR 266 HR
SO_x	0,9	0,3	0,1	2,3	Vsádzkové/hlboké druhy nádrží	175 HR
Prach	2,6	2,1	0,5	6,4	Kontinuálne/turbulentné a hlboké typy nádrží	90 HR 41 HDC
HCl	6,0	1,9	0,9	78,0	Kontinuálne/turbulentné a hlboké typy nádrží	195 CR 159 CR 249 CR 94 CR 41 HDC
HF	0,25	0,11	0,03	3,1	Kontinuálne/turbulentné a hlboké typy nádrží	246 CR 144 CR 88 HR
Prach	2,0	–	–	–	Kombinované moriace a valcovacie/plytké druhy nádrží	119 CR
HCl	2,6	1,6	0,1	15,7	Kombinované moriace a valcovacie/turbulentné, plytké a hlboké druhy nádrží	194 CR 102 CR 130 CR 122 CR
Prach	4,5	3,5	0,7	18,0	Prečerpávacie/plytké a hlboké druhy nádrží	105 CR 225 CR
HCl	2,5	2,1	2,0	7,6	Prečerpávacie/turbulentné, plytké a hlboké druhy nádrží	225 CR 115 CR
HF	0,25	0,22	0,10	0,35	Prečerpávacie/hlboké druhy nádrží	105 CR
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]						

V tabuľke 8.14 sa uvádza súhrn emisií HCl z prevádzok na ťahanie drôtu (morenie valcovaného drôtu) zo zberu údajov o FMP.

Tabuľka 8.14: Emisie z prevádzok na ťahanie drôtu (t. j. morenie valcovaného drôtu v Hcl) vybavených systémami na znižovanie kyslých plynov (mokrá práčka/odlučovač kvapiek)

Látka	Koncentrácie uvedené za trojročné obdobie (mg/Nm³)					Počet prevádzok/počet meraní
	Priemer	Medián	90. percentil	Min.	Max.	
HCl	3,2	1,2	8,0	0,5	8,9	23/35
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]						

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Zvýšená spotreba energie.
- Vznik kyslých odpadových vôd, ktoré môžu byť znovu použité v procese, napr. ako oplachovacia voda pri regenerácii HCl, alebo vyžadujú neutralizáciu s následnou úpravou vody (spojené so spotrebou chemikálií a tvorbou kalov z úpravy vody), alebo musia byť zneškodnené externe. [25, EUROFER 2018]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy

Tabuľka 8.15: Odhadované náklady na protiprúdové umývanie vodou v náplňových kolónach

Protiprúdové umývanie vodou v náplňových kolónach		
Výrobná kapacita	900 000	t/r
Spotreba energie (elektrickej)	0,68	kWh/t
Objemový tok	10,6	Nm³/s
Investičné náklady	625 000	EUR
Prevádzkové náklady	14 000	EUR
Zdroj: [18, CITEPA 1994]		

Hnacia sila implementácie

- Zachytávanie/úprava kyslých výparov z moriacich nádrží. [25, EUROFER 2018]
- Zníženie potenciálnej expozície pracovníkov voči kyslým výparom na pracovisku. [25, EUROFER 2018]

Vzorové prevádzky

Pozri vzorové prevádzky uvedené v tabuľke 8.13.

Odborná literatúra

[25, EUROFER 2018], [191, Stone 1998], [192, EPA 1998].

8.8.5 Techniky redukcie NO_x pri morení v nitračnej zmesi

Keď sa nehrdzavejúca oceľ morí v nitračnej zmesi, kyselina dusičná reaguje s kovom alebo oxidmi kovov a redukuje sa na kyselinu dusitú (HNO_2), ktorá je zase v rovnováhe so zmesou oxidov dusíka.

$2\ HNO_2 \rightarrow NO_2\uparrow + NO\uparrow + H_2O$

V prípade činností poklopového morenia (napr. rúk z nehrdzavejúcej ocele) sa morenie vykonáva pri teplote okolia. Pri kusových procesoch sa zvyčajne využívajú otvorené nádrže, kde nižšia teplota a dlhšie časy morenia (napr. 60 – 90 minút) znižujú mieru emisií NO_X.

Morenie zvitkov, plechov alebo drôtov, ak sa vykonáva kontinuálne, si vyžaduje vyššie teploty kyseliny, aby sa zachoval účinný výsledok morenia pri krátkych časoch morenia (t. j. zvyčajne 2 – 4 minúty).

Keďže vyššie teploty kyseliny generujú vyššie emisie NO_X, inštalujú sa uzavreté nádrže. Špecifické techniky používané na potlačenie a zníženie NO_X sú opísané v nasledujúcich oddieloch.

8.8.5.1 Morenie vysokolegovanej ocele bez kyseliny dusičnej

Opis
Morenie vysokolegovanej ocele sa vykonáva úplnou náhradou kyseliny dusičnej silným oxidačným činidlom (napr. peroxidom vodíka).

Technický opis
Pri morení vysokolegovanej ocele v nitračnej zmesi pôsobí kyselina dusičná v procese morenia ako kyselina aj ako oxidačné činidlo. Teoreticky by nahradenie kyslej časti inou kyselinou, napríklad kyselinou sírovou, a oxidačnej časti peroxidom vodíka malo viesť k roztoku na morenie kovov bez obsahu kyseliny dusičnej.

Skúšky sa uskutočnili v rôznych oceliarňach v Európe, kde sa táto technológia úspešne používala na morenie nehrdzavejúcej ocele. [193, Sanders 1997]

Tieto procesy vychádzajú z oxidačných vlastností železitého iónu; obsah železitých iónov v moriacom kúpeli sa udržiava na minimálnej koncentrácii 15 g/l. Toto sa dosahuje pridaním oxidačného činidla na oxidáciu železnatého železa (Fe^{2+}) vytvoreného počas moriacej reakcie na železitý ión (Fe^{3+}).

Zvoleným oxidačným činidlom je zvyčajne peroxid vodíka, pretože ten nevnáša do moriaceho kúpeľa žiadne cudzie ióny a spôsob pridávania je v podstate rovnaký ako ten, ktorý sa používa pri iných technikách potláčania NO_X. Táto úprava sa môže použiť vo všetkých druhoch výrobných zariadení, t. j. pri kontinuálnom alebo poklopovom morení. [193, Sanders 1997]

Účinky zmesí HF/H_2O_2 na vysokolegované ocele sú podstatne menej agresívne ako účinky HF/HNO_3 pri vysokých teplotách morenia (okolo 50 – 60 °C), hoci sa ukázalo, že opak je pravdou, keď sa morenie vykonávalo pri teplotách okolia približne 20 – 25 °C. [193, Sanders 1997]

Do moriaceho kúpeľa sa pridávajú aj prísady, ako sú neiónové povrchovo aktívne látky a urýchľovače korózie, na udržanie efektívnosti morenia. Stabilizátory sa pridávajú na predĺženie životnosti peroxidu vodíka v moriacom kúpeli. [193, Sanders 1997]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie emisií NO.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Pilotné skúšky, ktoré boli vykonané, ukázali, že morenie bez kyseliny dusičnej má v porovnaní s konvenčným procesom s kyselinou dusičnou/kyselinou fluorovodíkovou množstvo výhod. [193, Sanders 1997]

Uvádzané výhody morenia na báze peroxidu vodíka bez kyseliny dusičnej sú:

- v určitých prípadoch kratšie časy morenia,
- znížená tvorba kalu,
- dlhšia životnosť kúpeľa,
- výrazne znížená medzikryštálová korózia,
- menej agresívne morenie vedúce k zníženému napadaniu kovovej plochy a zníženej straty hmotnosti ocele,
- znížené emisie NO_X a vypúšťanie dusičnanových odpadových vôd (v skutočnosti dochádza k celkovému zníženiu objemu odpadových vôd na tonu produktu na kúpeľ),
- všetky odpadové vody môžu byť vyzrážané vápenným mliekom,
- na používanie tohto postupu v existujúcich prevádzkach na morenie nie sú potrebné žiadne zásadné úpravy; okrem jednoduchého riadiaceho systému nie je potrebné žiadne významné vybavenie,
- dochádza k zníženiu rozpúšťania produktu a k potenciálu na zlepšenie kvality produktu.

Koncentrácie emisií NO_X uvádzané niekoľkými prevádzkami v rámci zberu údajov o FMP sú zhrnuté nižšie:

- Prevádzka 175 HR1: Prevádzka na poklopové morenie využívajúca hlboké nádrže na výrobu nehrdzavejúcej ocele pomocou nitračnej zmesi – priemerné emisie NO_X za trojročné obdobie 1,5 mg/Nm^3. [16, FMP TWG 2018]
- Prevádzka 90 HR linky 3 a 4: Prevádzky na kontinuálne morenie využívajúce turbulentné nádrže na výrobu nehrdzavejúcej ocele pomocou nitračnej zmesi – priemerné emisie NO_X za trojročné obdobie 23,9 mg/Nm^3. [16, FMP TWG 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny identifikovaný.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.

Hospodárske vplyvy
Morenie na báze peroxidu vodíka bez kyseliny dusičnej môže účinne fungovať pri nízkych teplotách, čím sa šetria náklady na ohrievanie v porovnaní s konvenčným procesom pomocou kyseliny dusičnej/kyseliny fluorovodíkovej, ktorý zvyčajne musí prebiehať pri približne 60 °C, aby bol účinný. [193, Sanders 1997]

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Prevádzky zo zberu údajov: 90 HR3, 90 HR4, 175 HR1.

Odborná literatúra
[93, Cold Rolling Shadow Group 2000], [193, Sanders 1997].

8.8.5.2 Pridanie peroxidu vodíka alebo močoviny do moriacej kyseliny

Opis
Peroxid vodíka alebo močovina sa pridáva priamo do moriacej kyseliny, aby sa znížila tvorba emisií NO_X.

Technický opis
Peroxid vodíka alebo močovina sa pridáva priamo do moriacej kyseliny, aby sa znížila tvorba emisií NO_X, alebo sa pridáva do práčkového roztoku. Pri použití peroxidu vodíka je možné vzniknutú kyselinu dusičnú recyklovať moriacich nádrží.

Reakcia medzi peroxidom vodíka (H_2O_2) a NO_X prebieha vo vodnej fáze, v ktorej NO_X reaguje s vodou za vzniku kyseliny dusitej (HNO_2). HNO_2 je relatívne nestabilná a ľahko sa rozloží späť na NO_2, NO a H_2O. Nakoniec by sa z procesu vypustil NO_X. Prítomnosť H_2O_2 však spôsobuje rýchlu oxidáciu HNO_2 na stabilnejší HNO_3, čím sa zabraňuje opakovanej tvorbe a emisiám NO_X. Toto správanie je podrobne opísané v nasledujúcich rovniciach chemických reakcií:

NO_2
$4NO_2$ (g) -> N_2O_4 (g) N_2O_4 (aq)
N_2O_4 (aq) + H_2O-> HNO_2 + HNO_3
HNO_2 + H_2O_2 -> HNO_3 + H_2O
t. j. $2NO_2$ + H_2O_2 -> $2HNO_3$

NO/NO_2
$2NO + 2NO_2$ -> N_2O_3 (g) **+** N_2O_3 (aq)
N_2O_3 (aq) + H_2O -> $2HNO_2$
$2HNO_2$+ $2H_2O_2$ -> $2HNO_3 + 2H_2O$
t. j. $NO + NO_2 + 2H_2O_2$ -> $2HNO_3 + H_2O$

NO
NO (g) -> NO (aq)
$3NO + 3H_2O_2$ -> $3NO_2$ (aq) + $3H_2O$
$3NO_2$ (aq) + H_2O -> $2HNO_3$ + NO
t. j. $2NO + 3H_2O_2$ -> $2HNO_3 + 2H_2O$

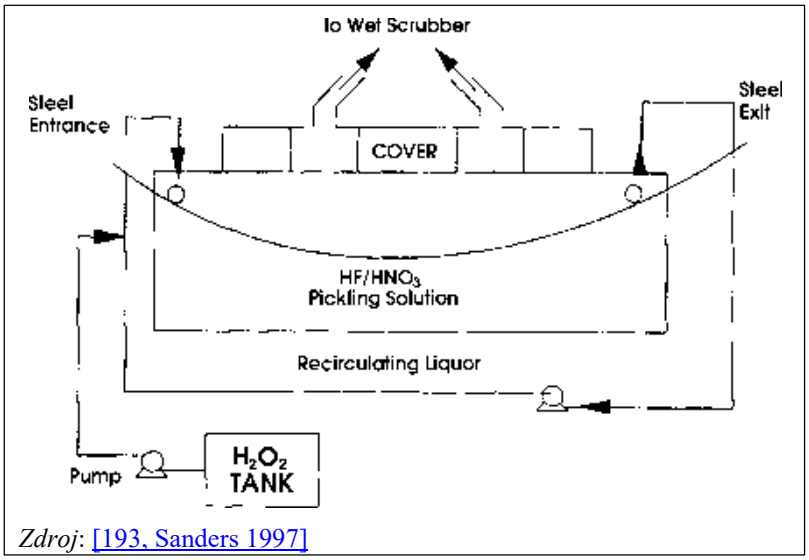
Kľúčom k efektívnemu využitiu peroxidu vodíka pri potláčaní NO_X jeho pridaním do moriaceho kúpeľa je účinné miešanie.

Keď sa peroxid vodíka pridá do moriaceho kúpeľa obsahujúceho oxidy dusíka aj ióny prechodných kovov, buď zoxiduje NO_X v súlade s vyššie uvedenými chemickými reakciami, alebo sám podľahne katalytickému rozkladu reakciou s iónmi kovov.

Potlačenie NO_X vstrekovaním H_2O_2 do recirkulačného okruhu
Austenitické ocele majú vo všeobecnosti endotermický charakter pri morení, zatiaľ čo feritické ocele sú exotermické kvôli rozdielom v chemickom zložení. Preto je nainštalovaná nejaká forma regulácie teploty. Bežnou metódou je začlenenie recirkulačného okruhu, pričom sa moriaci kúpeľ recirkuluje buď cez ohrievač, alebo chladič.

Jednou z metód účinného miešania H_2O_2 v moriacom kúpeli je vstreknutie peroxidu vodíka do recirkulovaného moriacieho kúpeľa. Obsah kúpeľa sa čerpá cez recirkulačný okruh rýchlosťou až desať výmen kúpeľa za hodinu. Peroxid vodíka (35 %) sa dávkuje do tohto okruhu v množstve až 1 liter za minútu v závislosti od prevládajúcich procesných podmienok. Schéma tejto operácie je zobrazená na obrázku 8.47.

Vykonané skúšky ukázali, že pomocou tejto techniky sa dosiahla efektívnosť potlačenia NO_X vyššia ako 90 %.



Zdroj: [193, Sanders 1997]

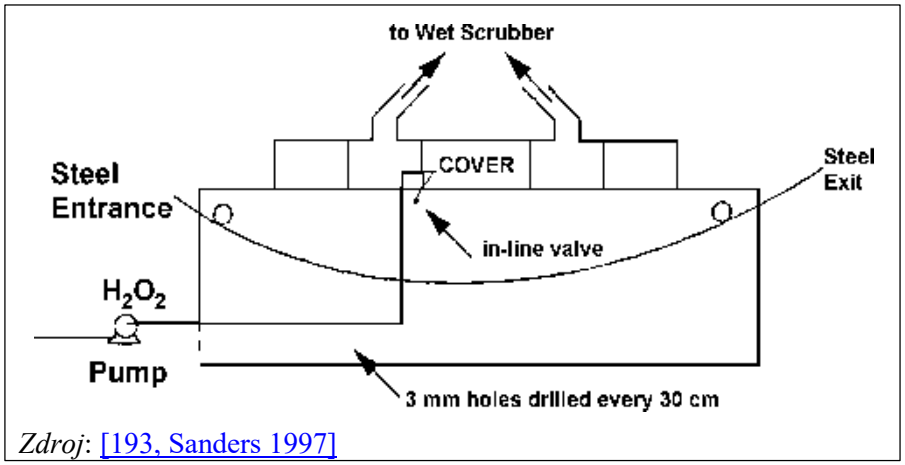
Obrázok 8.47: Schéma vstrekovania H_2O_2 do recirkulačného okruhu moriacej kyseliny

Potlačenie NO_X vstrekovaním H_2O_2 do moriaceho kúpeľa cez rozprašovacie potrubie

Kapitálové náklady na novú inštaláciu recirkulačného okruhu do moriaceho kúpeľa môžu byť vysoké, ak je v prevádzke statický moriaci kúpeľ. Preto je alternatívnou metódou pridávania H_2O_2 do moriaceho kúpeľa priame vstrekovanie H_2O_2 do moriaceho kúpeľa prostredníctvom rozdvojeného rozprašovača umiestneného v moriacom kúpeli. Do kúpeľa sa vloží jednoduché rozprašovacie potrubie vyrobené z polypropylénových rúrok s priemerom 30 mm, s otvormi s priemerom 3 mm vyvŕtanými v intervaloch 150 mm. [193, Sanders 1997]

Vzhľadom na veľké množstvo nerozpustných okovín, ktoré sa hromadí v moriacom kúpeli, je rozprašovacie potrubie usporiadané tak, že otvory smerujú pod uhlom 45° nadol k vodorovnej rovine, aby sa minimalizovalo upchávanie. Rozprašovacie potrubie je umiestnené na vstupe ocele do vane, tesne pod pohybujúcim sa oceľovým plechom, aby sa zabránilo náhodnej kolízii s plechom a tiež aby sa využil neustály pohyb oceľového plechu ako metóda účinného miešania H_2O_2 do moriaceho kúpeľa. Schéma systému rozprašovacieho potrubia je zobrazená na obrázku 8.47.

Vykonané skúšky ukázali, že pomocou tejto techniky sa dosiahla efektívnosť potlačenia NO_X vyššia ako 90 %. [193, Sanders 1997]



Zdroj: [193, Sanders 1997]

Obrázok 8.48: Schéma vstrekovania H_2O_2 do moriacich kúpeľov cez rozprašovacie potrubie

Potlačenie NO_X vstrekovaním H_2O_2 do zariadenia na morenie rozprašovaním
Ďalším príkladom potlačenia NO_X pomocou peroxidu vodíka je ten, ktorý sa používa pri morení plechov z nehrdzavejúcej ocele v rozprašovacej komore. Moriaci kúpeľ z kyseliny dusičnej/kyseliny fluorovodíkovej sa rozprašuje na obe strany plechu z nehrdzavejúcej ocele; moriaci kúpeľ sa potom vracia z rozprašovacej komory do zásobnej nádrže moriacej kvapaliny, odkiaľ sa recykluje späť do rozprašovacej komory. [193, Sanders 1997]

V zariadení sa uskutočnila pilotná skúška vstrekovaním peroxidu vodíka do recirkulačného potrubia kúpeľa tesne pred jeho rozdelením na dve vetvy. Zistilo sa, že viac ako 90 % emisií NO_X bolo potlačených do desiatich minút po pridaní peroxidu vodíka, čo naznačuje, že reakcia potlačenia NO_X prebiehala v mieste tvorby NO_X. [193, Sanders 1997]
Iné zdroje uvádzali zníženie NO_X až o 70 %. [194, UK, EA 1993]

Potlačenie NO_X peroxidom vodíka nemá žiadny nepriaznivý vplyv na kvalitu výrobkov z nehrdzavejúcej ocele. [193, Sanders 1997]

Výhody potlačenia NO_X peroxidom vodíka

- Peroxid vodíka premieňa NO_X na kyselinu dusičnú *in situ*, a tým znižuje spotrebu kyseliny dusičnej, v niektorých prípadoch o 20 – 30 %.
- Nie je potrebná žiadna väčšia zmena prevádzky.
- Existujúca práčka kyseliny fluorovodíkovej sa môže použiť bez potreby neutralizácie kúpeľa v práčke, keďže vytvorený slabý roztok kyseliny fluorovodíkovej sa môže vrátiť späť do procesu.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie NO_X.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Tabuľka 8.16: Dosiahnuteľné emisné úrovne pomocou vstrekovania H_2O_2

	Koncentrácia [mg/Nm³]	Špecifické emisie [g/t produktu]	Miera redukcie[1] [%]	Metóda analýzy
NO_X	350 – 600	80 – 300	75 – 85	Chemiluminiscencia
HF	2 – 7	1 – 1,5	70 – 80	Titrácia
[1] Miera redukcie je kombináciou vstrekovania H_2O_2 a systému absorbéra odpadových plynov. *Zdroj*: [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]				

Koncentrácie emisií NO_X vykázané prevádzkou 266 HR v zbere údajov o FMP sú zhrnuté nižšie:

- Prevádzka 266 HR: Prevádzka na poklopové morenie využívajúca hlboké druhy nádrží na výrobu nehrdzavejúcej ocele pomocou nitračnej zmesi. Procesná linka má štyri moriace nádrže vybavené odsávacími systémami hrdla a veka. H_2O_2 sa vstrekuje do moriacich kúpeľov, výpary sa odsávajú a upravujú v dvoch práčkach na nitračnú zmes, do ktorých sa tiež vstrekuje H_2O. Odpadové plyny sú následne vedené do ďalšej práčky s vstrekovacím systémom NaOH. Emisie NOx počas trojročného obdobia boli v rámci rozsahu 10,3 mg/Nm³ až 169,8 mg/Nm³, s priemernou hodnotou 80 mg/Nm³. [16, FMP TWG 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Zníženie spotreby kyseliny.
- Spotreba peroxidu vodíka (3 – 10 kg/t).

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Pri turbulentnom morení v plytkom kúpeli sa požadovaná dávka peroxidu vodíka môže dramaticky zvýšiť. Preto pre veľké moriace zariadenia, kde by dávkovanie peroxidu vodíka bolo nadmerné, môžu byť vhodnejšie iné opatrenia na zníženie NO_X, napr. systém SCR. [93, Cold Rolling Shadow Group 2000]

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Outokumpu Nirosta GmbH, Krefeld, Nemecko (pridávanie močoviny) – prevádzka 144 CR. [178, Anstots a kol. 1994]
Outokumpu Stainless Ltd., Sheffield, UK – prevádzka 266 HR.
ArcelorMittal Industeel, Le Creusot, Francúzsko – prevádzka 175 HR.

Odborná literatúra
[18, CITEPA 1994], [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998], [93, Cold Rolling Shadow Group 2000], [178, Anstots a kol. 1994], [193, Sanders 1997], [194, UK, EA 1993].

8.8.5.3 Mokré čistenie s pridaním oxidačného činidla (napr. peroxidu vodíka)

Opis
S cieľom znížiť emisie NOX sa do práčkového roztoku pridáva oxidačné činidlo (napr. peroxid vodíka). Pri použití peroxidu vodíka je možné vzniknutú kyselinu dusičnú recyklovať moriacich nádrží.

Technický opis
Mokré práčky sa používajú na znižovanie výparov NO_X z morenia v nitračnej zmesi. Keďže NO a NO_2 sú nerozpustné alebo len čiastočne rozpustné vo vode, používajú sa iné pracie média, ako napríklad NaOH, H_2O_2 alebo močovina.

efektívnosť práčok s NaOH závisí od koncentrácie NO_X a od pomeru NO : NO_2 v odpadovom plyne. Na dosiahnutie uspokojivého zníženia sú potrebné dlhé oxidačné časy alebo viacstupňové práčky.

Na zvýšenie efektívnosti znižovania NO_X môžu byť nainštalované dve alebo viac kolón s náplňou; jedna časť prevádzkovaná ako redukčná kolóna, druhá ako oxidačná kolóna. Redukčné kolóny sú prevádzkované protiprúdne s NaOH a redukčným činidlom: roztokom hydrogénsulfidu sodného (NaHS). Redukčné činidlo spolu s vysokým pH redukuje NO_2 vstupujúcu do spodnej časti kolóny na dusík a vypiera a neutralizuje akúkoľvek voľnú kyselinu, ktorá môže byť strhnutá v prúde plynu. Čerstvé NaOH a NaHS sa pridávajú do pracej kvapaliny na základe hodnoty pH a oxidačno-redukčného chemického potenciálu (ORP). [195, Pengidore a kol. 1996]

Prúd plynu z redukčnej kolóny potom vstupuje do oxidačnej kolóny, kde sa NO oxiduje na NO_2. Plyn vstupuje do kolóny v hornej časti a prúdi súprúdne s oxidačným roztokom (napr. chloritanom sodným – $NaClO_2$) pri nízkom pH. Chloritan sodný tvorí oxid chloričitý (ClO_2), ktorý oxiduje NO. Čerstvá kyselina a $NaClO_2$ sa pridávajú na základe pH a ORP. Cyklus redukcie a oxidácie sa môže opakovať, aby sa dosiahli dostatočné miery zníženia NO_X. [195, Pengidore a kol. 1996]

Keď sa na pranie používa H_2O_2, práčková kvapalina zvyčajne pozostáva zo zmesi HNO_3 a H_2O_2 s typickými koncentráciami 20 hmot. % a 0,5 hmot. %, v tomto poradí. Výhodou používania H_2O_2 je, že vedľajším produktom čistiaceho procesu je kyselina dusičná, namiesto dusičnanu sodného pri použití hydroxidu sodného. Táto kyselina sa získava v použiteľných koncentráciách a recykluje sa

naspäť do procesu morenia. Takto sa nielen eliminujú náklady na likvidáciu odpadu z dusičnanu sodného, ale znižuje sa aj celková spotreba kyseliny dusičnej. [18, CITEPA 1994]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zníženie NO_X.
- Pranie pomocou H_2O_2 má za následok vedľajší produkt kyseliny dusičnej s koncentráciou, ktorá umožňuje recykláciu do moriaceho procesu.
- Zníženie spotreby kyseliny dusičnej.
- Znížený objem odpadových vôd a kalov z čistenia odpadových vôd.
- V prípade vstreknutia H_2O_2 alebo močoviny do moriaceho kúpeľa možno vodu na vypieranie opakovane použiť ako doplňujúcu vodu v moriacich nádržiach.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Pozri environmentálnu výkonnosť prevádzky 266 HR (oddiel 8.8.5.2).

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Pranie hydroxidom sodným vedie k vzniku odpadu dusičnanu sodného, ktorý vyžaduje likvidáciu.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie

Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky

- Outokumpu Nirosta GmbH, Krefeld, Nemecko – prevádzka [144 CR]. [178, Anstots a kol. 1994]
- Allegheny Ludlum, USA.
- Acerinox Europa, Španielsko – prevádzka [88 CR]. [25, EUROFER 2018]
- Outokumpu Stainless Ltd., Sheffield, UK – prevádzka [266 HR].

Odborná literatúra

[18, CITEPA 1994], [25, EUROFER 2018], [93, Cold Rolling Shadow Group 2000], [178, Anstots a kol. 1994], [195, Pengidore a kol. 1996].

8.8.5.4 Selektívna katalytická redukcia (SCR) pri morení v nitračnej zmesi

Opis

Pozri oddiel 8.8.1.4.

Technický opis

Úplný technický opis sa nachádza v oddiele 8.8.1.4.

Konkrétnejšie, pokiaľ ide o prevádzky na morenie v nitračnej zmesi, na zníženie HF sa môže použiť vápenné mlieko v kombinácii so SCR. Prúd plynu sa najprv zahreje a vloží do reaktora naplneného CaO dlaždicami. Vnútri reaktora HF reaguje s CaO za vzniku CaF_2 podľa tejto rovnice:

$2\ HF + CaO \rightarrow CaF_2 + H_2O$. [25, EUROFER 2018]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Redukcia NO_X (efektívnosť redukcie až do 95 % s typickým rozsahom 70 – 90 %). Dosiahnutá úroveň NO_X závisí od počiatočnej koncentrácie.
- Pri spojení s vápenným mliekom zníženie emisií HF.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Tabuľka 8.17: Emisie NO_x z prevádzok na morenie v nitračnej zmesi využívajúcich SCR na kontrolu emisií

Látka	Koncentrácie uvedené za trojročné obdobie (mg/Nm³)					Počet prevádzok/počet meraní
	Priemer	Medián	90. percentil	Min.	Max.	
NOx	151	160	240	8	294	4/15
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]						

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Spotreba energie na ohrev odpadových plynov na prevádzkovú teplotu pre SCR. [25, EUROFER 2018]
- Spotreba NH_3 v procese. [25, EUROFER 2018]
- Nové dlaždice CaO každých pár rokov. [25, EUROFER 2018]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.

Hospodárske vplyvy

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie

Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky

- Outokumpu Tornio: prevádzka 158 CR2.
- Outokumpu Krefeld: prevádzka 144 CR linky 1 a 2.
- Avesta Jernverk: prevádzka 238 CR1.
- Acerinox Europe: prevádzka 88 CR.

Odborná literatúra

[25, EUROFER 2018].

8.8.5.5 Porovnanie metód redukcie NO_X na morenie v nitračnej zmesi

Tabuľka 8.18 obsahuje porovnanie metód redukcie NO_X a poskytuje prehľad nákladov.

Tabuľka 8.18: Porovnanie metód redukcie NO_x na morenie v nitračnej zmesi

		Potlačenie NO_x vstrekovaním		Bez kyseliny dusičnej Morenie nehrdzavejúcej ocele[2]	Absorpčné pranie		Selektívna katalytická redukcia	Selektívna nekatalytická redukcia
		H_2O_2	Močovina[1]		NaOH	H_2O_2		
Kapitálové náklady		nízke	nízke	NI	vysoké	vysoké	veľmi vysoké	NI
Variabilné náklady		vysoké	nízke	NI	nízke	vysoké	nízke	NI
Spotreba HNO_3		nižšia	vyššia	NI	žiadny vplyv	nižšia	žiadny vplyv	NI
Redukcia NO_x		veľmi vysoká	veľmi vysoká	NI	nízka	veľmi vysoká	veľmi vysoká	NI
Vedľajšie produkty		zhodnotené	žiadny problém	NI	ťažko vypustiteľné	zhodnotené	žiadny problém	NI
Kvalita povrchu ocele		lepšia[3]	lepšia[3]	NI	žiadny vplyv	žiadny vplyv	žiadny vplyv	NI

Zdroj: [18, CITEPA 1994]
1 Komentár: vstrekovanie močoviny môže viesť k zlúčeninám amoniaku vo výtoku [93, Cold Rolling Shadow Group 2000]
2 Komentár: len obmedzené použitie [93, Cold Rolling Shadow Group 2000]
3 Komentár: ani vstreknutie močoviny ani peroxidu vodíka nezlepšuje kvalitu povrchu [93, Cold Rolling Shadow Group 2000] Pozn.:
NI = Neboli poskytnuté žiadne informácie.

8.8.6 Emisie do ovzdušia z ponoru do roztaveného kovu

8.8.6.1 Málo dymiace tavidlo

Opis
Chlorid amónny v taviacich prostriedkoch je čiastočne nahradený inými chloridmi alkalických kovov (napr. chloridom draselným) s cieľom znížiť tvorbu prachu.

Technický opis
„Normálne" tavidlo používané pri kusovom zinkovaní pozostáva zo zmesi chloridu zinočnatého a chloridu amónneho. „Trojzložková" tavidlová soľ obsahuje približne 45 % chloridu zinočnatého a 55 % chloridu amónneho. Alternatívna „dvojzložková" tavidlová soľ obsahuje približne 55 % chloridu zinočnatého a 45 % chloridu amónneho. [196, EGGA 2019]

Pri používaní málo dymiaceho tavidla je ideálne chemické zloženie 60 % chloridu zinočnatého, 30 % chloridu draselného a 10 % chloridu amónneho. Udržiavanie tejto rovnováhy v zložení tavidla je nevyhnutné na predchádzanie problémom s kvalitou (napr. čiernym škvrnám na obrobkoch) a minimalizáciu emisií prachu.

Chlorid amónny je zložkou tavidla, ktorá má sublimačnú teplotu nižšiu ako teplota zinkového kúpeľa, čo spôsobuje vznik výparov počas ponárania do roztaveného kovu. Na zníženie environmentálneho vplyvu chloridu amónneho počas ponárania sa používajú tavidlá so zníženou tvorbou dymu, v ktorých bol chlorid amónny čiastočne alebo úplne nahradený inými chloridmi alkalických kovov (napr. chloridom draselným). [144, ABAG 1993]

Keď sa oceľová konštrukcia ponorí do zinkovacieho kúpeľa, uvoľňujú sa výpary, ktoré môžu obsahovať celkové tuhé častice nad 50 mg/m^3. Tieto výpary sa zvyčajne zachytávajú v kryte umiestnenom nad zinkovacím kúpeľom a odsávajú sa do rukávového filtra. Výpary pozostávajú hlavne z chloridu amónneho a po ich zachytení účinným vreckových filtrom je možné znížiť úroveň emisií na veľmi nízke hodnoty. [196, EGGA 2019]

Táto technika sa nepoužíva pri pokovovaní plechov ponorom za tepla, kde sa tavidlovanie nevykonáva.

Pri kusovom zinkovaní nie je možné použiť túto techniku vo všetkých druhoch prevádzok. Napríklad nie je možné ju použiť na:

- zinkovanie obrobkov, pri ktorých špecifikácie výrobku vyžadujú vyššie koncentrácie tavidla (napr. 450 g/l) ako koncentrácie tavidla bežne používané v kúpeľoch s málo dymiacim tavidlom (napr. 120 – 200 g/l),
- odstredivé rotačné zinkovne,
- akákoľvek zinkovňa prevádzkovaná s vysokou teplotou kúpeľa,
- zinkovne používajúce mokré tavidlovanie s tavidlovou pokrývkou, kde sú tavidlá na povrchu kúpeľa.

Takisto je dôležité poznamenať, že technika málo dymiaceho tavidla si vyžaduje väčšiu prevádzkovú starostlivosť, ak obrobky nie sú úplne zbavené oleja a maziva. Aj malé množstvá oleja a maziva na obrobkoch by naozaj spôsobili problémy s kvalitou obrobku (t. j. čierne škvrny) pri použití málo dymiaceho tavidla, zatiaľ čo zvyškový olej a mazivo by sa spálili bez zanechania akýchkoľvek stôp pri použití tradičného tavidla s chloridom amónnym.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Znížená tvorba prachu pri zdroji.
- Znížená tvorba tvrdého zinku.
- Znížená spotreba energie (elektriny) z prevádzky systémov na znižovanie emisií v ovzduší.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Tavidlové činidlá na báze chloridu zinočnatého/alkalického chloridu nespôsobujú dodatočný moriaci účinok počas ponárania do roztaveného kovu, a preto nerozpúšťajú viac železa. Tým sa na jednej strane znižuje tvorba tvrdého zinku, ale zároveň sa vyžaduje optimálne morenie v oddiele predúpravy na dosiahnutie vysokokvalitných povlakov. [144, ABAG 1993]

Typické (komerčne dostupné) málo dymiace tavidlo obsahuje z väčšej časti chlorid amónny nahradený chloridom draselným, ktorý uvoľňuje oveľa menej výparov počas operácie ponárania. Zloženie málo dymiaceho tavidla môže byť v rozmedzí 60 % chloridu zinočnatého, 30 % chloridu draselného a 10 % chloridu amónneho. Tento druh tavidla stále produkuje výpary počas ponárania, ale na oveľa nižšej úrovni ako bežné tavidlo. [196, EGGA 2019]

Tabuľka 8.19: Porovnanie emisií bežných a málo dymiacich tavidiel

Tavidlo	Emisia	Obrobok	Zinkový popol
$ZnCl_2$: 89 % NH_4Cl: 11 % Obsah soli: 170 g/l	33 %	2 %	65 %
$ZnCl_2$: 32 % KCl: 68 % Obsah soli: 170 g/l	19 %	1 %	80 %
Zdroj: [144, ABAG 1993]			

Z prevádzok, ktoré sa zúčastnili na zbere údajov, 17 v šiestich ČŠ (DK, ES, FR, NL, UK, SE) uviedlo používanie málo dymiaceho tavidla. Väčšina prevádzok používala dodatočné zachytávanie splodín pomocou textilného filtra; iba šesť (päť z UK a jedna z DK) uviedlo odsávanie vzduchu bez znižovania emisií. Na obrázku 6.16 sú zaznamenané údaje o emisiách prachu z prevádzok používajúcich málo dymiace tavidlo bez opatrení na zníženie emisií (päť prevádzok z UK). Koncentrácie emisií prachu sa pohybujú od 1 mg/Nm^3 do 8,3 mg/Nm^3. Uvádzali sa hmotnostné toky prachu od 27 g/h do 205 g/h.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
- Zinkový popol môže byť zvýšený (uvádzajú niektoré zdroje).
- Málo dymiace tavidlá produkujú menej viditeľné výpary. Viditeľnosť výparov závisí od veľkosti častíc. V súlade s tým existuje pri málo dymiacich tavidlách riziko vzniku častíc menších rozmerov, ktoré by mohli mať nepriaznivý vplyv na zdravie v dôsledku prítomnosti vdýchnuteľného prachu. [140, zinkovne UK 2000]. Vo výsledkoch prieskumov expozície pri práci sa však neuvádzajú žiadne zdravotné riziká v súvislosti s jednotlivými druhmi tavidiel a žiadne obavy týkajúce sa veľkosti častíc nachádzajúcich sa vo vzduchu. [153, Piatkiewicz 1999]
- Množstvo celkového prachu uvoľneného do atmosféry je väčšie než pri použití „bežného" tavidla a zariadenia na znižovanie emisií.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v dôsledku špecifikácií produktu.

Hospodárske vplyvy
- Úspory z toho, že nie je potrebné nainštalovať rukávový filter (120 000 EUR).
- Úspory na spotrebe elektriny.
- Žiadny filtračný prach na likvidáciu.

Hnacia sila implementácie
Nižšia spotreba energie a eliminácia nebezpečného odpadu.

Vzorové prevádzky
Prevádzky BG zo zberu údajov, kódy prevádzok: 75-1, 85, 165, 168-1, 233, 251, 252, 254, 257, 259.

Odborná literatúra
[140, zinkovne UK 2000], [144, ABAG 1993], [153, Piatkiewicz 1999], [196, EGGA 2019].

8.8.6.2 Minimalizácia prenosu taviaceho roztoku

Opis
Patria sem napríklad tieto techniky:
- ponechanie dostatočného času na odkvapkanie taviaceho roztoku (pozri oddiel 8.6.3.5),
- sušenie pred ponorom.

Technický opis
Po vytiahnutí obrobkov z tavidlového kúpeľa sa časť vody z lipnúcej tavidlovej kvapaliny odparí. Rozsah odparovania závisí od teploty tavidlového kúpeľa a, ak je kúpeľ horúci, od rýchlosti vyberania obrobkov z kúpeľa (pomalšie vyberanie spôsobuje väčšie odparovanie). Ďalšie sušenie sa niekedy dosahuje špecializovaným sušením. Odpadové plyny z vane na zinkovanie môžu byť niekedy užitočným nepriamym zdrojom tepla pre takéto sušiace zariadenie, hoci sa často používajú aj pomocné horáky. Sušenie obrobku pomáha znížiť rozstrek a vstrekovanie kovu zo zinkového kúpeľa pri ponáraní obrobku, pričom táto výhoda sa zvyšuje, ak si obrobok zachová teplo po opustení sušiarne, t. j. ak sa použije predohrev. [146, EGGA 2000]

Táto technika sa nepoužíva pri pokovovaní plechov ponorom za tepla, kde sa tavidlovanie nevykonáva.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížené emisie zinku pri ponáraní do roztaveného kovu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

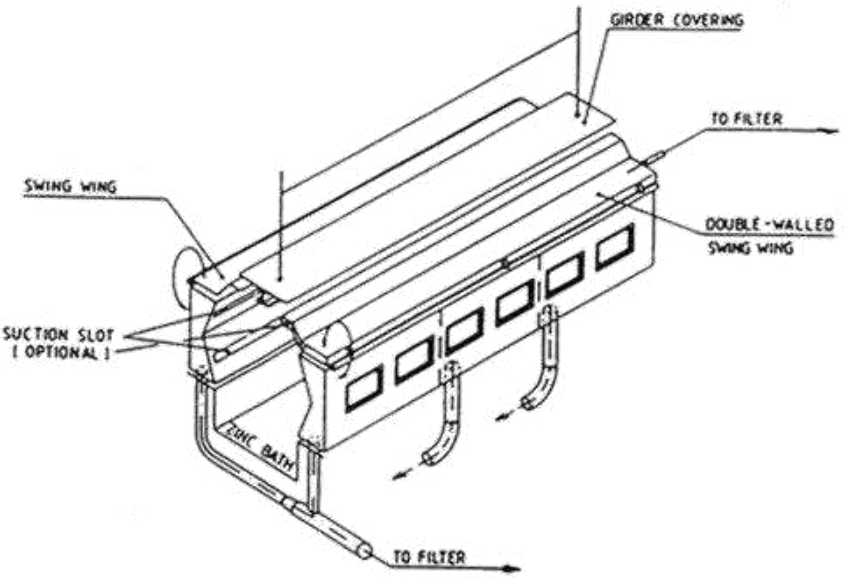
Odborná literatúra
[146, EGGA 2000].

8.8.6.3 Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju

Opis
V prípade emisií z ponárania do roztaveného kovu po tavidlovaní pri pokovovaní drôtov ponáraním do roztaveného kovu a pri kusovom zinkovaní sa vzduch z vaní odsáva, napríklad pomocou extrakcie poklopu alebo veka.

Technický opis

Galvanizačná vaňa je vybavená extrakciou veka na zachytávanie emisií z horúceho ponoru po tavidlovaní pri pokovovaní drôtov ponorením za tepla a pri kusovom zinkovaní. Emisie sa čistia pomocou textilných filtrov (pozri oddiel 8.8.1.3). Na obrázku 8.49 a 8.50 sa zobrazujú systémy obojstrannej extrakcie veka v zinkovniach.



Zdroj: [197, Riekehof, W. 1994]

Obrázok 8.49: Obojstranné periférne odpadové potrubie s pomocnými zariadeniami



Zdroj: [197, Riekehof, W. 1994]

Obrázok 8.50: Extrakcia veka v prevádzke na kusové zinkovanie

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížené emisií prachu a kovov.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Tabuľka 8.20 obsahuje niekoľko príkladov emisií z galvanizačnej vane za rôznych podmienok (Wilhelm Hähn, Nemecko).

Tabuľka 8.20: Príklady emisií z galvanizačnej vane

Bod merania	As_{3+} [µg/m³]	Cd_{3+} [µg/m³]	Pb_{2+} [µg/m³]	Zn_{2+} [mg/m³]	NH_4^+ [mg/m³]	Cl^- [mg/m³]	Prach [mg/m³]
Nad povrchom zinku bez odsávania vzduchu	106,9	117,2	125,3	44,5	197,9	14,3	384,6
Nad povrchom zinku s odsávaním vzduchu	1,4	2,9	53,1	0,9	0,2	1,2	0,5
Surový plyn	3,6	5,1	49,0	6,2	17,5	7,4	24,1
Vyčistený plyn	0,1	0,1	1.8	0,017	9,0	2,7	0,1
Zdroj: [198, Hähn 1983] Na základe prípadovej štúdie: extrakcia veka, 3 380 $m^3/m^2 \cdot h$ = 32 958 m^3/h, zníženie emisií: rukávový filter							

Údaje o emisiách predstavujú stredné hodnoty zo šiestich individuálnych meraní s priemerným časom merania 18 minút, vypočítané ako absolútny čas ponorenia s dvomi až štyrmi operáciami ponorenia v každom prípade. Opakované merania vykonané v roku 1996 potvrdili tieto údaje a vyplynuli z nich tieto výsledky: prach < 0,13 mg/m³ a HCl 0,9 mg/m³. Tieto údaje predstavujú stredné hodnoty zo štyroch individuálnych meraní s priemerným časom merania 28 minút, vypočítané ako absolútny čas ponorenia s tromi až štyrmi operáciami ponorenia v každom prípade. Textilné filtre vykazovali efektívnosť redukcie 99,6 %.

Tabuľka 8.23 obsahuje súhrn emisií prachu zo zinkovní zo zberu údajov o FMP, pri ktorých sa emisie z galvanizačných vaní zachytávali pomocou extrakcie veka a upravovali pomocou textilných filtrov.

Tabuľka 8.21: Emisie prachu zo zinkovní vybavených extrakciou veka a textilnými filtrami (zber údajov o FMP).

Látka	Koncentrácie uvedené za trojročné obdobie (mg/Nm³)					Počet prevádzok/počet meraní
	Priemer	Medián	90. percentil	Min.	Max.	
Prach	1,5	0,8	4,2	0,05	28,0	6/16
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]						

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
- Spotreba energie (elektrická energia sa používa na odsávacie ventilátory, čistenie filtrov a prípadne ohrievanie filtrov).

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Wilhelm Hähn, Kreuztal-Ferndorf, Nemecko.
Prevádzky zo zberu údajov o FMP: 85, 188, 198, 227, 258, 261.

Odborná literatúra
[198, Hähn 1983].

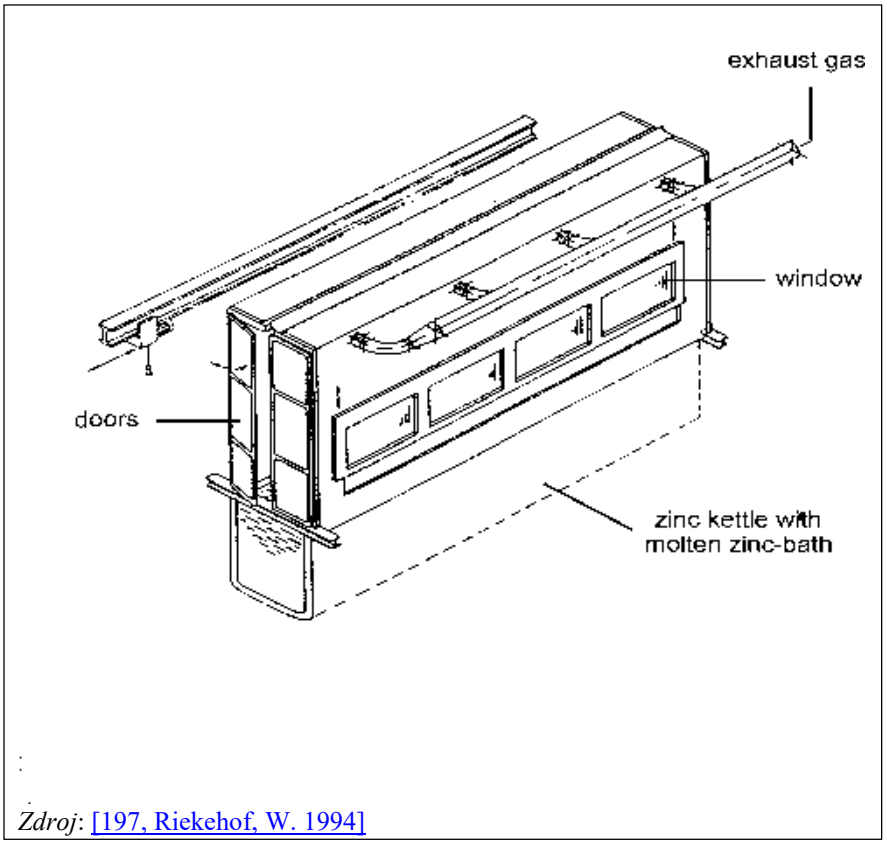
8.8.6.4 Uzavreté vane kombinované s odsávaním vzduchu

Opis
Ponor do roztaveného kovu sa vykonáva v uzavretej vani a odsáva sa vzduch.

Technický opis
Pri pokovovaní drôtov ponorením za tepla a kusovom zinkovaní je galvanizačná vaňa vybavená uzatváracím poklopom. Emisie sa čistia pomocou textilných filtrov (pozri oddiel 8.8.1.3). Táto technika sa nepoužíva pri kontinuálnom pokovovaní plechov ponorením za tepla, pretože bod ponorenia pásu je už v ochrannej atmosfére (utesnený) a žiadne výpary neunikajú.

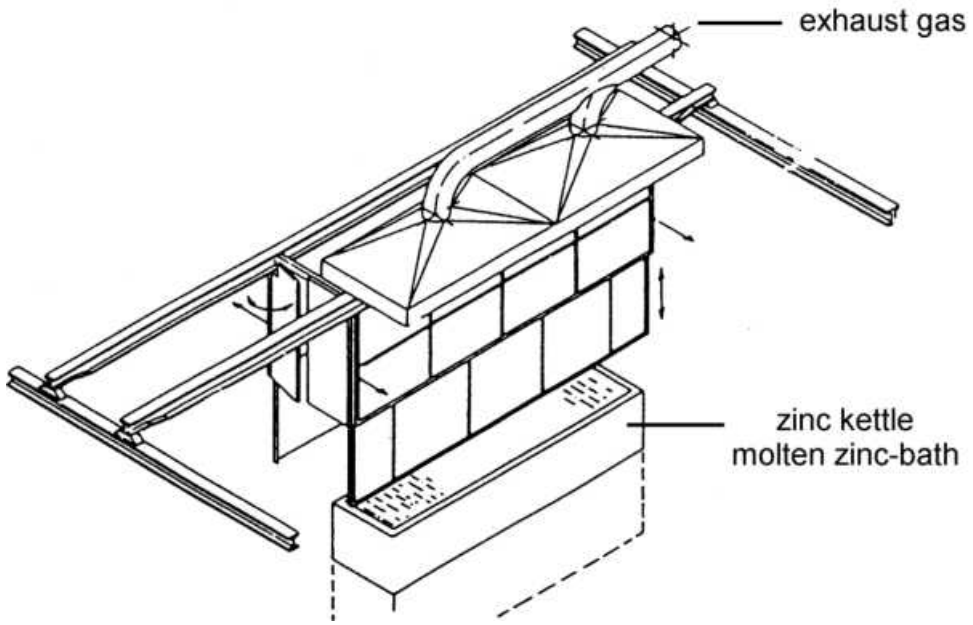
Poklop je oceľová konštrukcia, ktorá je vybudovaná na vrchu galvanizačnej vane. V tomto prípade je vybavená posuvnými horizontálnymi dverami alebo krátkymi čelnými dverami, ktoré umožňujú prístup k zinkovému kúpeľu. V niektorých prípadoch je poklop navrhnutý ako mobilný, je pripevnený k mostovým žeriavovým systémom a dá sa zdvíhať. Táto konštrukcia sa zvyčajne používa, keď závesy vstupujú do zinkovacieho kúpeľa z jednej z dvoch dlhých strán.

Na obrázku 8.51 a 8.52 sú zobrazené niektoré príklady návrhov krytov.



Zdroj: [197, Riekehof, W. 1994]

Obrázok 8.51: Stacionárny kryt



Zdroj: [197, Riekehof, W. 1994]

Obrázok 8.52: Presúvateľný kryt s vertikálne sa pohybujúcimi bočnými stenami

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zníženie fugitívnych emisií do ovzdušia (uvedené zachytávanie 95 – 98 % prachu a iných emisií). [199, BE, člen TWG 2000]
- Zníženie striekancov.
- Úspory energie v dôsledku zníženej povrchovej tepelnej straty zo zinkovacieho kúpeľa. [146, EGGA 2000]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Tabuľka 8.22 obsahuje súhrn emisií rôznych látok z prevádzky na kusové zinkovanie vybavenej odsávaním vzduchu a textilnými filtrami.

Tabuľka 8.22: Emisné koncentrácie rôznych látok z prevádzky na kusové zinkovanie (Verzinkerei Rhein-Main GmbH)

Látka	Emisie[1] v mg/m³
Prach	< 1
Zinok	0,03
ZnCl	0,1
NH_4Cl	32
HCl	< 10

1. Stredné hodnoty z ôsmich individuálnych meraní; priemerný čas merania 32 minút, vypočítané ako absolútny čas ponorenia s piatimi až ôsmimi operáciami ponorenia v každom prípade.
Zdroj: [200, Ackermann a kol. 1987]; objemový prietok = 23 400 m³/h; systém odstránenia: textilný filter

Tabuľka 8.23 obsahuje súhrn emisií prachu zo zinkovní zo zberu údajov o FMP, pri ktorých sa emisie z galvanizačnej vane zachytávajú pomocou krytov s odsávaním vzduchu a upravujú pomocou textilných filtrov.

Tabuľka 8.23: Emisie prachu zo zinkovní vybavených uzavretými vaňami zachytávajú kryty s odsávaním vzduchu a upravujú sa pomocou textilných filtrov (zber údajov o FMP).

Látka	Koncentrácie uvedené za trojročné obdobie (mg/Nm³)					Počet prevádzok/počet meraní
	Priemer	Medián	90. percentil	Min.	Max.	
Prach	1,9	1,0	3,6	0,2	21,6	53/110
Zdroj: [16, FMP TWG 2018]						

Pri zbere údajov o FMP veľká väčšina prevádzok na kusové zinkovanie uviedla, že na reguláciu emisií prachu z procesu ponárania do roztaveného kovu používa textilné filtre.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Spotreba energie (elektrická energia sa používa na odsávacie ventilátory, čistenie filtrov a prípadne ohrievanie filtrov), ale v porovnaní s inými odsávacími systémami je potrebné slabšie odsávanie (čo znamená nižšiu spotrebu energie). [199, BE, člen TWG 2000]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená v prípade, že kryt narúša existujúci dopravný systém pre obrobky pri kusovom zinkovaní.

Hospodárske vplyvy

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie

Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky

Verzinkerei Rhein-Main GmbH, Groß-Rohrheim, Nemecko.
Široko používané (napr. prevádzky 5, 23, 51, 57, 58, 163, 165, 169 v zbierke údajov o FMP).

Odborná literatúra

[146, EGGA 2000], [199, BE, člen TWG 2000], [200, Ackermann a kol. 1987].

8.8.7 Emisie do ovzdušia z olejovania

8.8.7.1 Elektrostatické olejovanie

Opis

Olej je rozprašovaný na kovový povrch prostredníctvom elektrostatického poľa, čo zaisťuje homogénnu aplikáciu oleja a optimalizuje množstvo nanášaného oleja. Olejovací stroj je uzavretý a olej, ktorý sa neusadí na kovovom povrchu, sa zachytáva a znovu používa v rámci stroja.

Technický opis

Olejové stroje sa používajú na nanášanie rovnomerného filmu valcovacieho alebo antikorózneho oleja na povrch pásu. Existuje niekoľko technológií na olejovanie hotových výrobkov: valcové nanášače, konvenčné rozprašovacie systémy a elektrostatické olejovanie. Elektrostatické olejovanie sa čoraz viac využíva vo valcovniach na valcovanie za studena a javí sa ako štandardná prax v prevádzkach na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu. Tento proces olejovania je založený na elektrostatickom rozprašovaní konzervačného oleja na jednu stranu alebo na obe strany pásu. Olejovaním sa musí zaistiť rovnomerný náter s požadovaným objemom oleja na povrchu plechu, pričom maximálny prípustný rozsah tolerancie medzi jednotlivými meraniami je 0,5 g/m^2.

Princíp činnosti elektrostatického olejovača je založený na využití elektrostatických síl, ktoré sa koncentrujú na hrane čepele, ktorá privádza olej. Elektrostatické sily interagujú s olejom, ktorý je elektricky odporovou kvapalinou, a spôsobujú jeho rozptýlenie na kvapôčky malého priemeru. V dôsledku toho sa získa jemne vzduchom rozprášený oblak produktu. Kvapôčky oleja, ktoré majú rovnaký elektrický náboj, sa navzájom odpudzujú a sú priťahované páskou, ktorá má opačný náboj. Takzvané induktorové tyče možno použiť na zlepšenie stability elektrostatického poľa a homogenity rozloženia oleja po šírke pásu.

Olejovací stroj je zakrytý a olejové emisie sa zachytávajú a znovu používajú v rámci stroja. Elektrostatická aplikácia je efektívnejšia a účinnejšia metóda nanášania, ktorá minimalizuje množstvo oleja použitého v systéme.

Nedávny vývoj v oblasti elektrostatického olejovania spočíval v zavádzaní nových typov olejov a systémov na priebežné riadenie hrúbky a distribúcie hrúbky olejového filmu nanášaného na povrch ocele. [108, EUROFER 19-6-17 2017]

Ak sa morený plech (produkt) má použiť na valcovanie za studena, olejovanie valcovacím olejom na moriacej linke nemusí byť potrebné. Na druhej strane nie je olejovanie antikoróznym olejom potrebné, ak nasleduje bezprostredne ďalší krok procesu.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Znížená spotreba konzervačného oleja pásov. [108, EUROFER 19-6-17 2017]
- Znížené emisie oleja. [108, EUROFER 19-6-17 2017]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

Zvýšená spotreba energie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy

Investičné náklady na elektrostatické olejovanie sa pohybujú v rozmedzí od 250 000 EUR do 500 000 EUR. [136, Thuau 2020]

Hnacia sila implementácie

- Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.
- Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky

Z 36 liniek CR, ktoré sa zúčastnili na zbere údajov, 26 používalo elektrostatické olejovanie, sedem uvádzalo olejovanie rozprašovaním a tri olejovacie valce. Všetkých 40 liniek HDC zo zberu údajov používalo elektrostatické olejovanie so zakrytými strojmi.

Odborná literatúra

[108, EUROFER 19-6-17 2017].

8.8.7.2 Uzavretý olejovací stroj s odsávaním vzduchu a následným odlučovačom kvapiek

Opis
Celý olejovací stroj je uzavretý, aby sa zabránilo rozptýleniu olejovej hmly, a odsáva sa vzduch. Olej, ktorý sa neusadí na kovovom povrchu, sa zhodnocuje a znovu používa. Emisie sa ošetrujú pomocou odlučovača kvapiek.

Technický opis
Kryté stroje na rozprašovanie povlaku sa používajú na účely nanášania rovnomerného ochranného olejového filmu na povrch rezaného materiálu.

Zakrytie stroja na olejovanie pásov je potrebné, aby sa zabránilo šíreniu olejových výparov v pracovnom prostredí. Kryt úplne uzatvára celý olejovací stroj. Olej sa nachádza v nádrži, odkiaľ sa čerpá a rozprašuje na povrch pásky. Iné systémy (ktoré fungujú skôr ako nanášacie, nie elektrostatické) môžu byť otvorené.

Emisie olejovej hmly sa odsávajú a spracúvajú pomocou odlučovača kvapiek (pozri oddiel 8.8.1.1)

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie úniku olejovej hmly do životného prostredia. [70, EUROFER 31-5-17 2017]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne použiteľné v prevádzkach vybavených týmto zariadením na olejovanie pásov. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Hospodárske vplyvy
Investičné náklady sú stredné a prevádzkové náklady sú nízke. [127, Continuous Coating Shadow Group 1999]

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[70, EUROFER 31-5-17 2017], [127, Continuous Coating Shadow Group 1999].

8.8.7.3 Kontaktné mazanie

Opis
Valcové maznice, napr. plstené valce alebo odtlačné valce, sa používajú v priamom kontakte s povrchom zvitkov a plechov. Nevytvára sa olejová hmla.

Technický opis
Pri olejovaní pásu v pozdĺžnych deliacich linkách pomocou kontaktného mazania (napr. plstené valce alebo odtlačné valce) nevzniká olejová hmla. Olej sa privádza potrubím do rôznych zón vnútri plsteného valca. Plstený valec nanáša mazivo na pás veľmi homogénne. Dávkovanie oleja je možné presne nastaviť pomocou funkcie riadiacej jednotky podľa potrieb a rýchlosti valcovania. Malé množstvá oleja zo strany pásu sa zbierajú a znovu používajú.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zníženie úniku olejovej hmly do životného prostredia.
- Presná a úsporná spotreba oleja.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Kontaktné mazanie sa vykonáva v zásade bez tvorby nežiaducej olejovej hmly.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne použiteľné napr. v rezacích linkách, valcovniach vybavených zariadením na olejovanie pásov, ako aj pre plechy a dosky.

Hospodárske vplyvy
Investičné náklady sú nízke, s nízkym opotrebovaním a nízkymi nákladmi na údržbu.

Investičné náklady na olejovanie bez stlačeného vzduchu a kontaktné mazanie sa pohybujú medzi 40 000 EUR a 120 000 EUR. Dolná hranica cenového rozpätia sa zvyčajne vzťahuje na olejové zariadenia nachádzajúce sa v oddeleniach pozdĺžneho delenia, zatiaľ čo horná hranica cenového rozpätia je relevantnejšia pre široké pásy/kontinuálne linky/valcovne na popúšťanie. [136, Thuau 2020]

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Pozdĺžne delenie na deliacich linkách v deliacich oddeleniach valcovní za studena.

Odborná literatúra
[41, EUROFER 2020].

8.8.7.4 Olejovanie bez stlačeného vzduchu

Opis
Olej sa nanáša dýzami blízko kovového povrchu pomocou vysokofrekvenčných ventilov.

Technický opis
Systém rozprašovacieho mazania s dýzami v blízkosti pásu pracuje s vysokofrekvenčnými ventilmi a nevyžaduje stlačený vzduch. Olej sa nachádza v nádrži, odkiaľ sa čerpá cez dýzy. Dávkovanie oleja je možné presne nastaviť pomocou riadiacej jednotky podľa potrieb a rýchlosti valcovania. Olej zachytený na okraji pásu sa recirkuluje.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Zníženie úniku olejovej hmly do životného prostredia.
- Presná a úsporná spotreba oleja.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Systém je prakticky bez olejovej hmly a nie je potrebný žiadny odsávací systém.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Všeobecne použiteľné napr. v rezacích linkách, valcovniach vybavených zariadením na olejovanie pásov, ako aj pre plechy a dosky.

Hospodárske vplyvy
Investičné náklady sú nízke, s nízkym opotrebovaním a nízkymi nákladmi na údržbu.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Pozdĺžne delenie na deliacich linkách v deliacich oddeleniach valcovní za studena.

Odborná literatúra
[41, EUROFER 2020].

8.8.8 Emisie do ovzdušia zo zhodnotenia kyseliny

8.8.8.1 Použitie paliva alebo kombinácie palív s nízkym obsahom síry a/alebo nízkym potenciálom tvorby NO_x

Opis
Palivá s nízkym obsahom síry zahŕňajú napríklad zemný plyn, skvapalnený ropný plyn, vysokopecný plyn, konvertorový plyn a plyn bohatý na CO z výroby ferochrómu.

Palivá s nízkym potenciálom tvorby NOx zahŕňajú napríklad zemný plyn, skvapalnený ropný plyn, vysokopecný plyn a konvertorový plyn.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Z výsledkov zberu údajov o FMP vyplynulo, že všetky prevádzky na regeneráciu kyselín používajúce rozprašovacie praženie alebo regeneráciu vo fluidnom lôžku používali ako palivo len zemný plyn a vykazovali veľmi nízke hodnoty emisií SO_2 (zvyčajne pod 10 mg/Nm^3 – pozri obrázok 7.3). V predchádzajúcom BREF o FMP boli špecifikované oveľa vyššie emisné limity SO_2 pre prevádzky na regeneráciu kyselín používajúce rozprašovacie praženie alebo regeneráciu vo fluidnom lôžku (od 100 do 200 mg/Nm^3). Bolo to tak pravdepodobne z dôvodu zohľadnenia použitia plynov s vyšším obsahom síry (napr. koksárenského plynu) v danom čase, avšak bolo potvrdené, že takéto plyny sa v čase zostavovania tohto dokumentu v týchto prevádzkach na regeneráciu kyseliny nepoužívajú.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľné v rámci obmedzení súvisiacich s dostupnosťou rôznych druhov palív, na čo môže mať vplyv energetická politika daného členského štátu.

Ďalšie informácie o technike
Pozri oddiel 2.4.2.1.

8.8.8.2 Automatizácia a ovládanie pece

Ďalšie informácie o technike
Pozri oddiel 8.5.3.3.

8.8.8.3 Optimalizácia spaľovania

Ďalšie informácie o technike
Pozri oddiel 8.5.3.2.

8.8.8.4 Horáky s nízkou tvorbou NO_x

Ďalšie informácie o technike
Pozri oddiel 8.8.2.8.

8.8.8.5 Mokré čistenie, po ktorom nasleduje odlučovač kvapiek

Ďalšie informácie o technike
Pozri oddiely 8.8.1.7 a 8.8.1.1.

8.8.8.6 Selektívna katalytická redukcia (SCR)

Ďalšie informácie o technike
Pozri oddiel 8.8.1.4.

8.9 Všeobecné techniky na zníženie emisií do vody

V tomto oddiele sa poskytuje stručný prehľad techník používaných v odvetví FMP na zníženie emisií do vody. Všetky tieto techniky sú podrobne opísané v BREF o CWW. [168, COM 2016]

8.9.1 Adsorpcia

Opis
Odstránenie rozpustných látok (rozpustených látok) z odpadovej vody ich prenosom na povrch pevných, vysoko poréznych častíc (spravidla aktívne uhlie).

Odborná literatúra
[168, COM 2016].

8.9.2 Aeróbna úprava

Opis
Biologická oxidácia rozpustených organických znečisťujúcich látok kyslíkom pri použití metabolizmu mikroorganizmov. Organické zložky sa v prítomnosti rozpusteného kyslíka vháňaného vo forme vzduchu alebo čistého kyslíka mineralizujú na oxid uhličitý a vodu alebo sa premieňajú na iné metabolity a biomasu.

Odborná literatúra
[168, COM 2016].

8.9.3 Chemické zrážanie

Opis
Premena rozpustených znečisťujúcich látok na nerozpustné zlúčeniny pridaním chemických zrážadiel. Pevné zrazeniny sa potom oddeľujú sedimentáciou, flotáciou rozptýleným vzduchom alebo filtráciou. V prípade potreby môže nasledovať mikrofiltrácia alebo ultrafiltrácia. Na zrážanie fosforu sa používajú multivalentné ióny kovov (napr. vápnika, hliníka, železa).

Odborná literatúra
[168, COM 2016]

8.9.4 Chemická redukcia

Opis
Chemická redukcia je premena znečisťujúcich látok chemickými redukčnými činidlami na podobné, ale menej škodlivé alebo menej nebezpečné zlúčeniny.

Odborná literatúra
[168, COM 2016].

8.9.5 Koagulácia a flokulácia

Opis
Koagulácia a flokulácia sa používajú na oddelenie nerozpustných tuhých látok od odpadovej vody a často sa vykonávajú v následných krokoch. Koagulácia sa vykonáva pridávaním koagulantov

nabitých protikladne v porovnaní s nerozpustnými tuhými látkami. Flokulácia sa vykonáva pridaním polymérov, aby zrážky mikrovločkových častíc spôsobili ich viazanie, a tým vznik väčších vločiek.

Odborná literatúra
[168, COM 2016].

8.9.6 Vyrovnávanie

Opis
Vyrovnávanie tokov a záťaže znečisťujúcich látok na vstupe ku konečnému čisteniu odpadových vôd pomocou centrálnych nádrží. Vyrovnávanie sa môže vykonať decentralizovane alebo použitím iných techník riadenia.

Odborná literatúra
[168, COM 2016].

8.9.7 Filtrácia

Opis
Oddelenie tuhých látok z odpadových vôd precedením cez pórovité médium, napr. filtrácia pieskom, mikrofiltrácia a ultrafiltrácia.

Odborná literatúra
[168, COM 2016].

8.9.8 Flotácia

Opis
Oddelenie tuhých alebo kvapalných častíc z odpadovej vody tým, že sa naviažu na jemné plynové bubliny, obvykle vzduchové. Plávajúce častice sa zhromaždia na hladine vody a odstraňujú sa pomocou zberačov.

Odborná literatúra
[168, COM 2016].

8.9.9 Nanofiltrácia

Opis
Proces filtrácie, pri ktorom sa používajú membrány s veľkosťou pórov približne 1 nm.

Odborná literatúra
[168, COM 2016].

8.9.10 Neutralizácia

Opis
Úprava pH odpadovej vody na neutrálnu úroveň (približne 7) pridaním chemických látok. Hydroxid sodný (NaOH) alebo hydroxid vápenatý [$Ca(OH)_2$] sa vo všeobecnosti používajú na zvýšenie pH, zatiaľ čo kyselina sírová (H_2SO_4), kyselina chlorovodíková (Hcl) alebo oxid uhličitý (CO_2) sa vo všeobecnosti používajú na zníženie pH. Počas neutralizácie môže dôjsť k vyzrážaniu niektorých látok.

Odborná literatúra
[168, COM 2016].

8.9.11 Fyzické oddelenie

Opis
Oddelenie hrubých tuhých látok, nerozpustných tuhých látok, kovových častíc z odpadovej vody, napr. pomocou česiel, sít, odlučovačov nečistôt, odlučovačov mazív, hydrocyklónov, odlučovačov oleja od vody alebo primárnych usadzovacích nádrží.

Odborná literatúra
[168, COM 2016].

8.9.12 Reverzná osmóza

Opis
Membránový proces, pri ktorom rozdiel tlakov medzi komorami oddelenými membránou spôsobuje, že voda preteká z roztoku s vyššou koncentráciou do roztoku s menšou koncentráciou.

Odborná literatúra
[168, COM 2016].

8.9.13 Sedimentácia

Opis
Oddelenie suspendovaných častíc a suspendovaného materiálu pomocou gravitačného usadzovania.

Odborná literatúra
[168, COM 2016].

8.9.14 Čistenie vody kontaminovanej olejom alebo tukom

Opis
Voda kontaminovaná olejom alebo mazivom (napr. z olejových únikov alebo z čistenia valcovacích alebo popúšťacích emulzií, odmasťovacích roztokov a mazív na ťahanie drôtu) sa upravuje, aby sa znížila záťaž organických znečisťujúcich látok. Organická fáza sa oddelí od vodnej fázy, napr. zberaním alebo štiepením emulzie vhodnými prostriedkami, odparovaním alebo membránovou filtráciou. Organická fáza sa môže použiť na energetické alebo materiálové zhodnotenie (pozri napr. oddiel 8.11.1.6).

Technický opis
Valcovacie alebo popúšťacie emulzie z valcovní a mazivá na ťahanie drôtu zachytávajú počas prevádzky pevné častice, oceľové triesky, okoviny a prach. So zvyšujúcim sa stupňom kontaminácie tieto nečistoty ovplyvňujú kvalitu produktu a vedú k zlyhaniu procesu. Aby bolo možné prevádzkovať emulzné systémy ako cirkulačné systémy a predĺžiť životnosť emulzií, čistota sa prísne kontroluje.

Tuhé častice možno z emulzií odstrániť gravitačne v **usadzovacích nádržiach, odlučovačoch, sieťových filtroch, magnetických filtroch atď.**

Na odstránenie tuhých látok využíva **odstredivka** odstredivé sily. Znečistená kvapalina sa privádza do rotujúceho rotora alebo bubna, pričom sa kvapalina zrýchľuje a rozdeľuje na vnútorné steny bubna. Tuhé látky sa oddelia a zhutnia na obvode bubna. Tuhé látky zostávajú v bubne, zatiaľ čo kvapalina odchádza, pretože je vytláčaná prichádzajúcou kvapalinou.

Keď sa bubon naplní na maximálnu prípustnú kapacitu tuhým odpadom, aktivuje sa automatický čistiaci cyklus. V tomto bode sa prívod znečistenej kvapaliny uzavrie a rotor sa úplne zastaví. Vnútorné stieracie čepele sa potom otáčajú tam a späť proti rotoru, pričom odstraňujú pevné látky, ktoré sú vysypané do zberného zásobníka. [124, El-Hindi a kol. 1999]

V závislosti od veľkosti častíc tuhých látok možno použiť **sieťové filtre** alebo **filtráciu médií** s použitím jednorazového papiera. Kvapalina je pretláčaná cez filtračné médium, ktoré zachytáva jemné častice, pomocou gravitácie, tlaku alebo vákua.

Zo systému však môže byť na udržanie kvality potrebné odobrať čiastočný tok emulzie.

Čiastočný tok vypustený zo systémov emulzného okruhu si vyžaduje úpravu pred vypustením. Táto úprava v podstate predstavuje oddelenie vodnej a olejovej fázy (štiepenie emulzie). Prečistená voda sa vypustí. Oddelený olej alebo kal obsahujúci olej sa môže opakovane použiť, napr. tepelne spaľovaním (pozri oddiel 8.11.1.6).

Dostupné úpravy zahŕňajú:

- tepelné: odparovaním a štiepením s chemickými prísadami,
- chemické: štiepenie kyselín, štiepenie solí, kombinované dávkovanie koagulantov a polyelektrolytov,
- flotáciu,
- adsorpciu,
- elektrolytické,
- membránovú filtráciu (ultrafiltráciu, reverznú osmózu).

Tepelý rozklad/tepelné štiepenie emulzie/odparovanie

Tepelný rozklad využíva zdroj tepla, napr. vnútornú ohrievaciu rúru alebo ponorný plynový horák, na zvýšenie teploty emulzie s cieľom urýchliť rýchlosť odparovania a odstrániť obsah vody. Voda odchádza ako para, pričom čoraz koncentrovanejší olej zostáva ako samostatný odpad. [124, El-Hindi a kol. 1999]

Vzduch nasýtený vodnými parami prechádza cez koalescenčné prvky, ktoré zachytávajú prípadné kvapôčky chladiva v prúde vzduchu pred jeho vypustením. Ako voliteľná možnosť je možné do odpadového komína nainštalovať kondenzačnú jednotku s vodou chladeným zvitkom na spätné získavanie vody vo forme kondenzátu. Tento vodný prúd sa potom môže použiť ako doplnková voda, ktorá sa opakovane zavedie do emulzného systému. [124, El-Hindi a kol. 1999]

Koncentrovaný olej, ktorý zostáva v komore, je podrobený cyklu odparovania, aby sa odstránilo viac vody. Tepelným rozkladom možno emulziu s počiatočnou koncentráciou 5 – 7 % oleja v konečnom dôsledku zredukovať na 90 % oleja a 10 % vody. S odstránením väčšieho množstva vody sú objem a náklady na likvidáciu oveľa nižšie. S vyššou koncentráciou oleja je možnosť opakovaného použitia alebo spaľovania uskutočniteľnejšia. [124, El-Hindi a kol. 1999]

Chemický rozklad emulzií

Pri štiepení kyselinou/soľou bude emulgovaný olej prevažne adsorbovaný na kal a nebude sa oddeľovať ako olejová fáza. Pridanie kyselín, solí železa/hliníka alebo polyelektrolytov spôsobuje destabilizáciu olejovej emulzie v dôsledku neutralizácie nabitých koloidných olejových častíc. Štiepenie emulzií obsahujúcich olej pomocou kyselín alebo solí nie je moderná technika z dôvodu vzniku veľkého množstva neutralizačných kalov obsahujúcich olej a kontaminácie odpadových vôd soľou. Kyseliny/soli sa môžu použiť ako dodatočná úprava v kombinovaných procesoch, ak je potrebné odstrániť len malé množstvá zvyškového oleja.

Polyelektrolyty rozpustné v olejovej fáze (tzv. organické štiepne činidlá, napr. terciárne a kvarterné polyamíny) neprodukujú kal počas samotného procesu štiepenia, ale vytvárajú tekutú olejovú

fázu, ktorú je možné odstrániť a využiť. Tento proces sa môže použiť na úpravu emulzií s vysokým obsahom emulgovaného oleja (vhodná technika predúpravy pri použití kombinácie procesov). Polyelektrolyty (často používané v kombinácii s absorbentmi), ktorými sa podiel emulgovaného oleja viaže do vločiek a ktoré vytvárajú odstrániteľný kal (flotácia alebo sedimentácia), by sa mali používať len vtedy, keď je obsah oleja nízky (menej ako 300 mg/l), aby sa znížila spotreba flokulantu, objem kalu, a tým aj náklady. Keď sa použije kombinácia procesov, flokulácia sa môže použiť ako dodatočná úprava. [80, DE, člen TWG 2000]

Flotácia

Flotácia je gravitačný oddeľovací proces využívajúci rozdielnu hustotu dvoch médií. Ľahšie médium (napr. olej) sa zhromažďuje na povrchu ťažšieho média (napr. voda) v nádrži s nízkou turbulenciou. Aj ťažšie médiá (napr. vločky) môžu byť zachytené na vodnej hladine, ak sú vločky odľahčené plynovými bublinami, ktoré sa na ne prilepia. Plynové bubliny musia byť menšie ako vločky, inak sa neprichytia. Malé bublinky sa zvyčajne vytvárajú stlačením vody a plynu dohromady (flotácia rozpusteným vzduchom), elektrolyticky (voda sa rozkladá na bublinky vodíka a kyslíka) alebo vysokými strižnými silami (mechanické rozptýlenie plynu do vody). [201, AT, člen TWG 2000]

Rozklad flotačnej emulzie zvyčajne znamená dvojstupňový proces pozostávajúci najprv z chemického rozkladu emulzie (dávkovaním kyseliny, flokulantu a polyelektrolytu alebo elektrochemicky rozpúšťaním anódy) a následne z flotácie na oddelenie vločiek od vody. [201, AT, člen TWG 2000]

Vrstva plávajúceho kalu vytvárajúca sa na hladine vody (flotát) sa odstraňuje mechanicky. Vo všeobecnosti možno flotačné techniky rozlíšiť okrem iného podľa spôsobu, akým sa vytvárajú plynové bubliny:

- tlakovzdušná flotácia (zavádzanie tlakovej vody nasýtenej vzduchom),
- elektroflotácia (elektrolytický rozklad vody s tvorbou vodíkových a kyslíkových bublín),
- disperzná flotácia (tvorba mikrobubliniek vstrekovaním vzduchu cez dutý hriadeľ).

Pri použití polyelektrolytov na rozrušenie emulzie namiesto kyselín/solí nevznikajú vo flotačnom kale žiadne dodatočné tuhé látky. [80, DE, člen TWG 2000]

Adsorpcia

Adsorpcia znamená priľnutie častíc oleja k povrchu tuhého alebo polotuhého adsorbentu. Adsorbentom môže byť buď pevné lôžko tuhých častíc (napr. aktívne uhlie), cez ktoré emulzia preteká, alebo ním môže byť prášková tuhá látka (napr. aktívne uhlie) či polotuhé vločky (napr. hydroxid železitý) rozptýlené v kvapaline. Prášok alebo vločky sa musia nakoniec oddeliť od kvapaliny usadzovaním, flotáciou alebo filtráciou. [201, AT, člen TWG 2000]

Olejom kontaminovaný adsorbent sa musí po nasýtení (vyčerpaní kapacity) vyložiť a spracovať ako kal alebo spáliť (prípadne v prípade pevných lôžok regenerovať).

Adsorbéry s pevným lôžkom a práškové adsorbéry sú použiteľné len pri veľmi nízkych koncentráciách oleja; inak sa adsorbent vyčerpá príliš rýchlo, a je preto príliš drahý. Nie je to bežné ako základná úprava emulzie, ale niekedy sa používa ako finálny leštiaci krok iných druhov rozkladu emulzie. Adsorpcia na polotuhé vločky je súčasťou chemického rozkladu emulzie. [201, AT, člen TWG 2000]

Špeciálnym druhom adsorbérov sú koalescenčné filtre. Tieto filtre sú naplnené pravidelnou alebo nepravidelnou drôtenou sieťovinou, plastovou alebo keramickou výplňou a spôsobia, že malé kvapôčky oleja sa zhromaždia a prilepia na túto výplň. Ak sa objem zachyteného oleja zvýši, olejové kvapky (teraz väčšie) uniknú

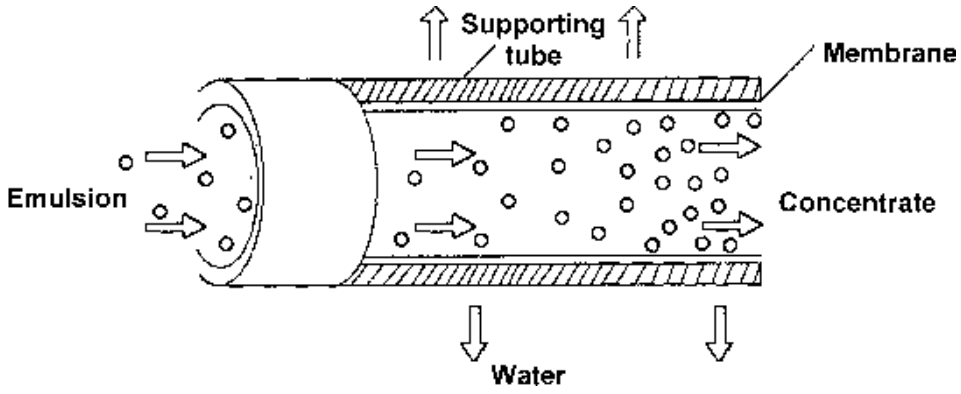
a vystúpia na hladinu vody, odkiaľ sa zozbierajú. Koalescenčné filtre sa niekedy používajú ako predúprava emulzie na odstránenie voľných olejových kvapôčok z emulzie. [201, AT, člen TWG 2000]
Pri používaní adsorbentov na úpravu použitých emulzií sa spotrebúvajú veľké množstvá chemikálií a vytvárajú značné množstvá kalov obsahujúcich olej. [80, DE, člen TWG 2000]

Elektrolytické štiepenie emulzie
Pri elektrolytickom štiepení emulzie sa hliníkové anódy rozpúšťajú; vznikajúce kalové vločky sa viažu na olej a plávajú na povrchu. Na zlepšenie separačného účinku je možné pridať polyelektrolyt. Okrem toho sa udržiava kontrola hodnoty pH a elektrickej vodivosti.

Všetok olej obsiahnutý v emulzii musí byť odstránený ako kal. Tento proces nevytvára olejovú fázu vhodnú na použitie. [80, DE, člen TWG 2000]

Ultrafiltrácia
Úspešnou alternatívou pre emulziu s nízkou počiatočnou koncentráciou oleja (< 2 %) je použitie ultrafiltrácie (UF) (pozri obrázok 8.53) na mechanické oddelenie olejov alebo mydiel. Olej sa oddeľuje na molekulárnej úrovni, keď sa emulzia pretláča cez membránové filtre. Membrány blokujú molekuly oleja, zatiaľ čo molekuly vody prechádzajú cez ne. Voda, ktorá prechádza, sa nazýva permeát, zatiaľ čo zadržaný olej sa nazýva koncentrát. Koncentrácia koncentrátu (oleja) zvyčajne nepresahuje 25 % a je obmedzená upchávaním membrán. Keďže sa membrány upchávajú, ultrafiltračné kazety sa musia pravidelne spätne preplachovať. [124, El-Hindi a kol. 1999]

Priemerná efektívnosť separácie UF, vzťahujúca sa na normálnu priemyselnú vodu, je približne 40 l/h na m^2 filtračnej plochy. [4, EUROFER 1998]



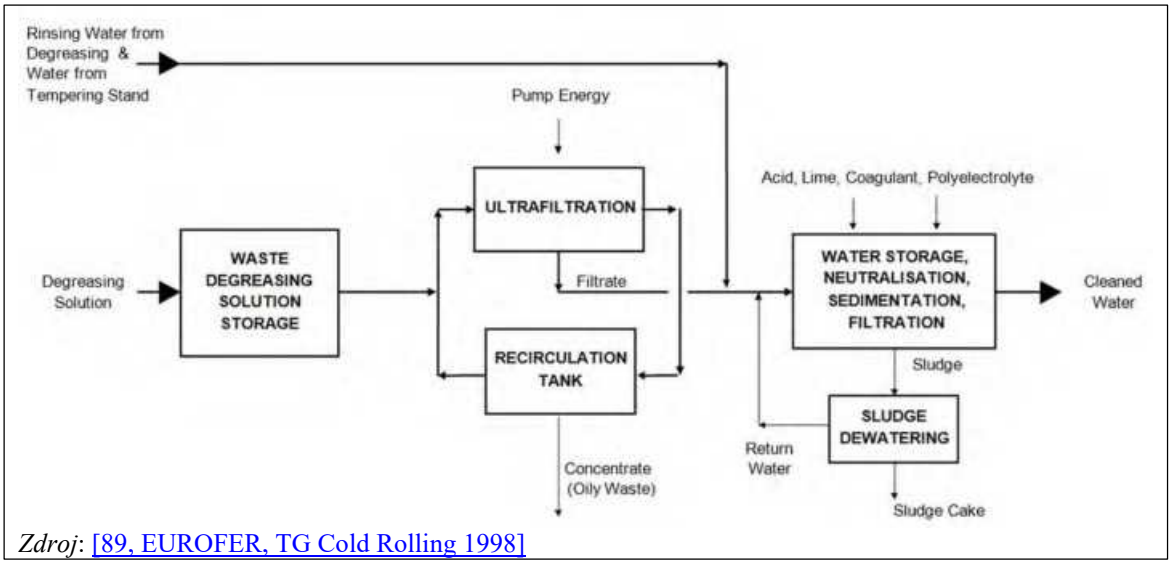
Zdroj: [71, Fichtner 1994]

Obrázok 8.53: Princíp ultrafiltrácie

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie emisií TOC, ChSK, TSS, HOI a kovov.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Na obrázku 8.54 sa uvádza príklad úpravy použitých roztokov z odmasťovacích kúpeľov a alkalických odpadových vôd v kontinuálnej žíhacej linke. Čiastočné toky z čistiaceho okruhu odmasťovacieho roztoku, oplachová voda z elektrolytického odmasťovania a odpadová voda zo stolice kalibračnej valcovne, ktoré nie je možné vo valcovniach znovu použiť, sa musia pred vypustením upraviť. Pred úpravou odpadovej vody pomocou flokulatov sa musí odstrániť obsah oleja, napr. oddelením oleja od vody alebo ultrafiltráciou. [25, EUROFER 2018], [80, DE, člen TWG 2000]

Potom sa odpadová voda zvyčajne neutralizuje vápnom alebo HCl v neutralizačnej stanici, prechádza cez filtre a nakoniec sa vypúšťa. Kal sa odvodňuje vo filtračných lisoch a vyváža na skládku odpadu. Olejový kal z ultrafiltračných prevádzok možno použiť vo vysokých peciach. [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]



Zdroj: [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]

Obrázok 8.54: Prietok použitého odmasťovacieho roztoku (príklad kontinuálnej žíhacej linky)

Tabuľka 8.24 obsahuje vstupné/výstupné údaje a údaje o výtoku na čistenie alkalických (odmasťovacích) odpadových vôd pomocou ultrafiltrácie.

Tabuľka 8.24: Prevádzkové údaje a údaje o výtoku na čistenie alkalických odpadových vôd

Vstup/úroveň spotreby				
Surová odpadová voda			12 – 15	kg/t
Kyselina citrónová			príležitostne	kg/t
Elektrická energia			1 – 1,5	MJ/t
Výstup/úroveň emisií				
Prečistená odpadová voda			12 – 15	kg/t
Kal				kg/t
	Koncentrácia [mg/l]	**Špecifické emisie [g/t produktu]**	**Miera redukcie [1] [%]**	**Metóda analýzy**
Nerozpustné tuhé látky (filtrovateľné)	20 – 40	2,35 – 4,7 E –4	> 90	DIN 38409-H2
Σ Uhľovodíky (olej, mazivo)	5 – 8	5,9 – 9,4 E –5	> 90	DIN 38409-H18
ChSK	5 000 – 6 000	5,9 – 7,1 E –5	> 50	DIN 38409-H44
Teplota	30 °C			Teplomer
pH	6,5 – 9,5			

Poznámka: *Zdroj*: [89, EUROFER, TG Cold Rolling 1998]. Údaje založené na týždennom, objemovo proporcionálnom 24-hodinovom odbere vzoriek.
[1] Miera redukcie na základe hmotnostného toku zložky

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Spotreba energie a surovín.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Aviles 2, Florange, Sagunto. [25, EUROFER 2018]
Acerinox Europe. [25, EUROFER 2018]

Odborná literatúra
[4, EUROFER 1998], [25, EUROFER 2018], [71, Fichtner 1994], [80, DE, člen TWG 2000], [124, El-Hindi a kol. 1999], [201, AT, člen TWG 2000].

8.10 Všeobecné techniky na zníženie hluku a vibrácií

8.10.1 Plán riadenia hluku a vibrácií

Opis
Realizácia plánu riadenia hluku a vibrácií ako súčasť systému environmentálneho manažérstva (EMS) (pozri oddiel 8.1.1).

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Odborná literatúra
[167, Pinasseau a kol. 2018].

8.10.2 Vhodné umiestnenie zariadenia a budov

Opis
Hladiny hluku je možné znížiť zväčšením vzdialenosti medzi zdrojom a príjemcom hluku, využitím budov ako zvukovej clony a premiestnením východov z budov alebo vchodov do budov.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
V existujúcich prevádzkach nemusí byť možné premiestniť vybavenie, vchody a východy budov z dôvodu nedostatku priestoru a/alebo nadmerných nákladov.

Odborná literatúra
[167, Pinasseau a kol. 2018].

8.10.3 Prevádzkové opatrenia

Opis
Patria sem napríklad tieto techniky:

- lepšia kontrola a údržba zariadenia,
- pokiaľ je to možné, zatváranie dverí a okien v uzavretých priestoroch,
- obsluha zariadenia skúseným personálom,
- pokiaľ je to možné, vyhýbanie sa hlučným činnostiam v noci,
- opatrenia na zníženie hluku, napr. počas výroby a údržby, dopravy a manipulácie so surovinami a materiálmi.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Odborná literatúra
[167, Pinasseau a kol. 2018].

8.10.4 Zariadenie s nízkou hlučnosťou

Opis
Patria sem techniky ako motory s priamym pohonom, kompresory s nízkou hlučnosťou, čerpadlá a ventilátory

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Odborná literatúra
[167, Pinasseau a kol. 2018].

8.10.5 Zariadenia na kontrolu hluku a vibrácií

Opis
Patria sem napríklad tieto techniky:

- obmedzovače hluku,
- akustická a vibračná izolácia zariadenia,
- kryty hlučných zariadení (napr. rezacie a brúsne stroje, stroje na ťahanie drôtu, vzduchové trysky),
- stavebné materiály s vysokými zvukovoizolačnými vlastnosťami (napr. pre steny, strechy, okná, dvere).

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.

Odborná literatúra
[167, Pinasseau a kol. 2018].

8.10.6 Znižovanie hluku

Opis
Inštalácia prekážok medzi zdroje emisií hluku a ich prijímače (napr. ochranné steny, násypy a budovy).

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Uplatňuje sa iba v prípade existujúcich prevádzok, keďže pri nových prevádzkach by táto technika mala byť vzhľadom na ich konštrukciu zbytočná. Z dôvodu nedostatku priestoru nemusí byť v prípade existujúcich prevádzok možné realizovať inštaláciu prekážok.

Odborná literatúra
[167, Pinasseau a kol. 2018].

8.11 Rezíduá

8.11.1 Všeobecné techniky nakladania s rezíduami

8.11.1.1 Plán nakladania s rezíduami

Opis
Plán nakladania s rezíduami je súčasťou EMS (pozri oddiel 8.1.1) a predstavuje súbor opatrení zameraných na 1. minimalizáciu tvorby rezíduí; 2. optimalizáciu opakovaného používania, recyklácie a/alebo zhodnocovania rezíduí a 3. zabezpečenie riadneho zneškodňovania odpadu.

Plán nakladania s rezíduami možno začleniť do celkového plánu nakladania s rezíduami väčšieho zariadenia (napr. na výrobu železa a ocele).

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Miera podrobnosti a stupeň formalizácie plánu nakladania s rezíduami budú vo všeobecnosti súvisieť s povahou, veľkosťou a so zložitosťou zariadenia.

Odborná literatúra
[167, Pinasseau a kol. 2018].

8.11.1.2 Predúprava olejových surovín okovín na ďalšie použitie

Opis
Patria sem napríklad tieto techniky:

- briketovanie alebo peletizácia,
- zníženie obsahu oleja v olejových okovinách, napr. tepelnou úpravou, praním, flotáciou.

Technický opis
Valcovanie za tepla produkuje cenné rezíduá olejových okovín, ktoré sa recyklujú buď v aglomerácii, alebo v iných železiarskych a oceliarskych peciach. Ak sa olejové okoviny s vysokým obsahom oleja (jemný okovinový kal) recyklujú v aglomerácii, vyžadujú si predúpravu na zníženie obsahu oleja, aby sa zabránilo vzniku tlejúcich požiarov v systéme čistenia odpadových plynov a emisiám organických znečisťujúcich látok (t. j. dioxínov/VOC). Ak sa olejové okoviny recyklujú v iných železiarskych a oceliarskych peciach, buď sa priamo vstrekujú, alebo sa pred vsádzaním upravujú briketovaním či peletizáciou. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Techniky recyklácie olejových okovín v aglomerácii
Priame využitie olejových okovín v aglomeráciách je obmedzené v závislosti od obsahu oleja. Hrubé okoviny s veľkosťou častíc 0,5 – 5 mm a obsahom oleja pod 1 hmot. % možno priamo opakovane použiť v aglomerácii bez akejkoľvek predúpravy. [22, COM 2013 – oddiel 3.1.2], [188, COM 2001]

Jemný okovinový kal, ktorý sa skladá z malých častíc (< 0,1 mm) a vykazuje veľmi vysoký obsah oleja (5 – 20 hmot. %), sa však nemôže priamo opakovane použiť v aglomerácii. Rezíduá s vysokým obsahom oleja (> 3 hmot. %) skutočne vedú k zvýšeným emisiám VOC a potenciálne dioxínov a môžu spôsobiť významné bezpečnostné problémy pre systémy na znižovanie emisií odpadových plynov (t. j. elektrostatické odlučovače) s možným výskytom tlejúcich požiarov, keď dochádza k tvorbe olejových výparov v dôsledku neúplného spaľovania.

Nižšie sa uvádza neúplný zoznam techník používaných na predúpravu okovín a ich recykláciu v aglomerácii:

- Spôsob prania na odmasťovanie olejových okovín
  Jemný okovinový kal sa zmieša s vodou obsahujúcou pracie činidlá, čím sa vytvorí suspenzia, ktorá sa privádza do vysokoúčinného miešacieho zariadenia. Po miešaní a oplachovaní dochádza k fázovej separácii medzi odmastenou okovinou a olejovou vodnou emulziou. Odmastené okoviny (≤ 0,2 hmot. % obsahu oleja) sa regenerujú a sušia pred použitím v aglomerácii.

- Spôsob flotácie na odmasťovanie olejových okovín
  Jemný okovinový kal sa upravuje pomocou vody a chemických činidiel a odmasťuje sa v trojstupňovom flotačnom procese.

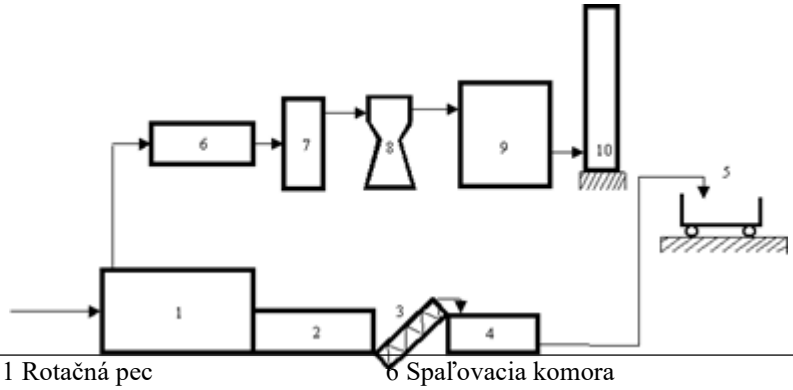
- Rotačná rúrová pec (tepelné spracovanie na odmastenie)
  Olejové okoviny sa odvodnia a tepelne odmastia pomocou priamo alebo nepriamo ohrievanej pece pri teplotách medzi 450 °C a 470 °C. Produktom je bezolejový železnatý materiál vykazujúci obsah oleja menší ako 0,1 hmot. %.

- Technológia dvojvrstvového spekania
  Princípy procesu dvojvrstvového spekania sú podrobnejšie opísané v BREF o IS [22, COM 2013] (oddiel 3.3.2.5.2). Stručne povedané, pri procese dvojvrstvového spekania sa využíva druhá zapaľovacia pec, ktorá zapaľuje druhú vrstvu materiálov nanesenú na hlavnú spekanú vrstvu. Proces spočíva vo vsádzaní olejového okovinového kalu po prvom zapálení a olejovej emulzie na prvý front horenia.

  Hlavnými krokmi procesu sú tieto:
  - predbežné triedenie vsádzky (okoviny, vysokopecný prach atď.),
  - vsádzanie odpadovej zmesi na už spečenú primárnu vsádzku – približne 10 m po zapálení – čo vedie k sekundárnemu zapáleniu.

- Tepelné spracovanie olejových okovín pomocou rotačných pecí
  Po odvodnení a homogenizácii sa olejové okoviny prepravia závitovkovým dopravníkom cez ohrievaciu komoru do rotačnej pece, kde sa materiál nepretržite spracúva pri teplotách od 400 °C do 550 °C. Vlhkosť aj obsah oleja sa tepelne odstránia a následne spália v spaľovacej komore. Odmastené rezíduá sa opakovane používajú v aglomerácii.

  Na obrázku 8.55 je zobrazená schéma inštalácie rotačnej pece v integrovanej prevádzke ArcelorMittal na spracovanie olejových okovín. Rotačná pec má priemer 2 m a dĺžku 10 m (obrázok 8.56) a je ohrievaná plynom na 500 – 550 °C. Odparené podiely vlhkosti a olejov sa spaľujú v spaľovacej komore ohrievanej plynom na 780 °C. Odpadový plyn sa ochladzuje v mokrej práčke pod 250 °C a následne sa čistí v cyklóne a textilnom filtri. Zachytený prach (jemné okoviny) sa zmieša so spracovanými okovinami, čím sa zabezpečí, že všetky rezíduá budú plne recyklované (t. j. nulový odpad). [40, EUROFER 31-3-17 2017]



1 Rotačná pec	6 Spaľovacia komora
2 Rotačný chladič	7 Vodná práčka
3 Dopravný pás	8 Cyklón
4 Homogenizácia (neprevádzkovaná)	9 Textilný filter
5 Vozeň	10 Komín

Zdroj: [40, EUROFER 31-3-17 2017]

Obrázok 8.55: Schéma prevádzky s rotačnou pecou na tepelné spracovanie olejových okovín



Zdroj: [40, EUROFER 31-3-17 2017]

Obrázok 8.56: Obrázok rotačnej pece na tepelné spracovanie olejových okovín v integrovanej prevádzke ArcelorMittal

Techniky recyklácie olejových okovín v iných železiarskych a oceliarskych peciach

Nižšie sa uvádza neúplný zoznam techník používaných na predúpravu okovín a ich recykláciu v železiarskych a oceliarskych peciach:

- **Briketovanie a vsádzanie do konvertora**

  Jemný okovinový kal sa pomocou prísad spojív (napr. vápna, melasy) transformuje na brikety. Vyrobené tvarovky majú dostatočnú konzistenciu na to, aby mohli byť vsadené do konvertora. Chladiaci účinok brikiet je dostatočný na vsádzanie do konvertora. Na účely dosiahnutia tepelnej neutrality brikiet sa môžu pridávať prísady, ako napríklad antracit.

- **Vsádzanie do vysokej pece**

  Existuje niekoľko možností, ako integrovať olejové okoviny do vysokopecnej vsádzky, vrátane briketovania a horného vsádzania; vstrekovania cez uhoľný mlyn do výfuční; peletizácie a miešania s uhlím alebo vstrekovania vo forme kalov priamo do výfuční. Všetky tieto postupy sú však limitované vlhkosťou a obsahom oleja v kale, ako aj technickými požiadavkami samotného procesu.

- **Priame využitie vo vysokej peci (metóda Voestalpine Stahl)**

  Okoviny sa vstrekujú do spodnej časti vysokej pece pomocou kopije na spaľovanie kalov. Ide o veľmi ekonomický spôsob využitia energie uhľovodíkov a redukcie oxidov železa (okovín) bez potreby ďalšej pece a bez vytvárania dodatočného znečistenia životného prostredia. Tento postup je však realizovateľný len pri vysokých peciach vybavených kopijou na spaľovanie kalov alebo odpadových olejov. Je dôležité vstrekovať kal v spodnej a nie v hornej časti pece, aby sa zabezpečilo, že uhľovodíky zhoria a nedôjde len k ich odpareniu. Je potrebné venovať osobitnú starostlivosť zabezpečeniu efektívneho spálenia všetkých uhľovodíkov v procese, čím sa zabráni zvýšeniu emisií z vysokej pece.

- **Carbofer**

  Olejové kaly z okovín sa miešajú s vápnom a uhoľným prachom, prípadne s vysokopecným prachom s obsahom železa či uhlíka, aby sa získala suchá zmes vhodná na pneumatické vstrekovanie do reaktora na výrobu železa a ocele, ako je vysoká pec alebo elektrická oblúková pec. Táto zmes sa vstrekuje do oceliarskej pece buď pomocou výsuvnej spotrebnej kopije, alebo prostredníctvom vodou chladenej bočnej kopije. Vstrekovaním zmesi Carbofer do troskového kúpeľa sa vytvára kvalitná penivá troska. Dá sa očakávať úplné zhodnotenie vstreknutých materiálov. [26, Hot Rolling Shadow Group 1999]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

Prínosy pre životné prostredie vyplývajúce zo zavádzania recyklačných technológií pre olejové okovinové rezíduá sú:

- zníženie objemu použitých surovín, napr. zníženie spotreby koksu vo vysokej peci (pozri oddiel 6.3.12.5 BREF o IS [22, COM 2013]), alebo zníženie objemu prvotných surovín v aglomerácii (pozri oddiel 3.3.4 BREF o IS), [31, EUROFER 10-7-18 2018]
- zníženie objemu odpadu a miery zneškodňovania. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Kapacita zariadenia na odmasťovanie v tepelnej rotačnej peci (v jednej z integrovaných prevádzok ArcelorMittal v Európe) je 20 000 t/rok. Spracovaná okovina z rotačnej pece má ≤ 0,1 hmot. % obsahu oleja. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Metódy odmasťovania spotrebúvajú detergenty alebo flokulanty a vedú k vzniku mastnej odpadovej vody alebo zvyškov z flotácie.
- Tepelné úpravy majú za následok emisie do ovzdušia a zvýšenú spotrebu energie.
- Recyklácia určitých rezíduí môže prispieť k zvýšeniu emisií kovov v odpadových plynoch aglomerácie. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy

Náklady a prínosy spojené s touto technikou sú zhrnuté nižšie:

- nákladové výhody získané znížením používania prvotných surovín (t. j. železných rúd) a znížením spotreby koksu,
- nákladové výhody získané v dôsledku znížených množstiev odpadu zasielaného na zneškodnenie,
- investičné, prevádzkové a údržbové náklady spojené s inštaláciou zariadení na odmasťovanie na spracovanie mastných okovín z valcovní.

V prípade väčšiny integrovaných oceliarní finančné výhody recyklácie olejových okovín prevažujú nad nákladmi na prevádzku zariadení na odstraňovanie oleja a čistenie odpadových vôd.

Hnacia sila implementácie
- Zníženie nákladov v dôsledku znížených množstiev použitých surovín.
- Zníženie nákladov v dôsledku znížených množstiev odpadu zasielaného na zneškodnenie.
- Obmedzená dostupnosť možností likvidácie odpadu.

Vzorové prevádzky
Takmer všetky aglomerácie na celom svete využívajú olejové okoviny (po úprave) pochádzajúce z integrovaných oceliarní.

Jedným príkladom je Voestalpine Stahl GmbH (priame využitie olejových rezíduí vo vysokej peci a opakované použitie okovín v aglomerácii).

Odborná literatúra
[22, COM 2013], [31, EUROFER 10-7-18 2018].

8.11.1.3 Použitie okovín

Opis
Okoviny sa zhromažďujú a používajú v areáli alebo mimo neho, napr. pri výrobe železa a ocele alebo pri výrobe cementu.

Technický opis
Okoviny bez obsahu oleja a okoviny s nízkym obsahom oleja (< 1 %) sa priamo vracajú do metalurgického procesu, zvyčajne cez aglomeráciu alebo do železiarskych a oceliarskych pecí.

Ďalšie informácie o technike
Ďalšie informácie o technike možno nájsť v oddiele 4.4.1.1.

8.11.1.4 Použitie kovového šrotu

Opis
Kovový šrot z mechanických procesov (napr. z orezávania a konečnej úpravy) sa používa pri výrobe železa a ocele. Môže sa to uskutočniť v areáli alebo mimo neho.

Technický opis
Kovové vedľajšie produkty vrátane šrotu, nepodarkov a odrezkov vznikajúcich väčšinou pri valcovaní za tepla sú zvyčajne relatívne čisté a môžu byť ľahko recyklované späť do metalurgických procesov (napr. BOF).

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zvýšená materiálová efektívnosť.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Pri valcovaní za tepla sa množstvo vzniknutého kovového šrotu pohybuje od 70 kg/t do 150 kg/t vyrobenej ocele. [28, AT, člen TWG 1999]

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Úspory nákladov.

Hnacia sila implementácie
Zhodnotenie obsahu železa a zníženie spotreby prvotných surovín.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[28, AT, člen TWG 1999].

8.11.1.5 Recyklácia kovov a oxidov kovov zo suchého čistenia odpadových plynov

Opis
Hrubá frakcia kovov a oxidov kovov pochádzajúca zo suchého čistenia (napr. textilné filtre) odpadových plynov z mechanických procesov (napr. čistenie plameňom alebo brúsenie) sa selektívne izoluje pomocou mechanických techník (napr. sitá) alebo magnetických techník a recykluje sa napr. na výrobu železa a ocele. Môže sa to uskutočniť v areáli alebo mimo neho.

Technický opis
Suché alebo odvodnené oxidy, ktoré pochádzajú prevažne zo suchých systémov čistenia vzduchu (napr. rukávové filtre) vo valcovniach (vrátane činností brúsenia alebo čistenia plameňom) sa recyklujú. Hrubá frakcia oxidov môže byť selektívne izolovaná pomocou magnetickej alebo mechanickej separácie (sitá). Túto frakciu možno priamo znovu použiť v aglomerácii, vo vysokej peci alebo v oceliami na získanie obsahu železa. [82, DE, člen TWG 1999]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Znížený odpad.
- Použitie obsahu železa.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
V niektorých prípadoch môžu oxidy obsahovať olej, ktorý si vyžaduje predúpravu na odmastenie materiálu pred recykláciou (pozri oddiel 2.4.13.2). [25, EUROFER 2018]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Zníženie nákladov na likvidáciu odpadu. [25, EUROFER 2018]

Vzorové prevádzky
Väčšina integrovaných oceliarní má zariadenia na recykláciu oxidov. [25, EUROFER 2018]

Odborná literatúra
[25, EUROFER 2018], [82, DE, člen TWG 1999].

8.11.1.6 Použitie olejového kalu

Opis
Zvyškový olejový kal, napr. z odmasťovania, sa odvodňuje s cieľom zhodnotiť v ňom obsiahnutý olej na materiálové alebo energetické zhodnotenie. Ak je obsah vody nízky, kal možno priamo použiť. Môže sa to uskutočniť v areáli alebo mimo neho.

Technický opis
Na odstránenie olejového kalu z odmasťovacieho kúpeľa sa používa viacero metód. Tento kal obsahuje tuhé látky spolu s rôznymi mazivami a olejmi. V závislosti od zaťaženia kontaminantmi a výhrevnosti sa môže použiť na iné účely, v prípade potreby po odvodnení. Napríklad olejový kal môže z areálu odstrániť špecializovaný dodávateľ na účely zhodnotenia oleja, ktorý obsahuje. V niektorých prípadoch, ak je obsah vody nízky, kal možno priamo použiť. [143, EGGA 1999]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie množstva odpadu obsahujúceho olej odoslaného na likvidáciu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady na likvidáciu.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

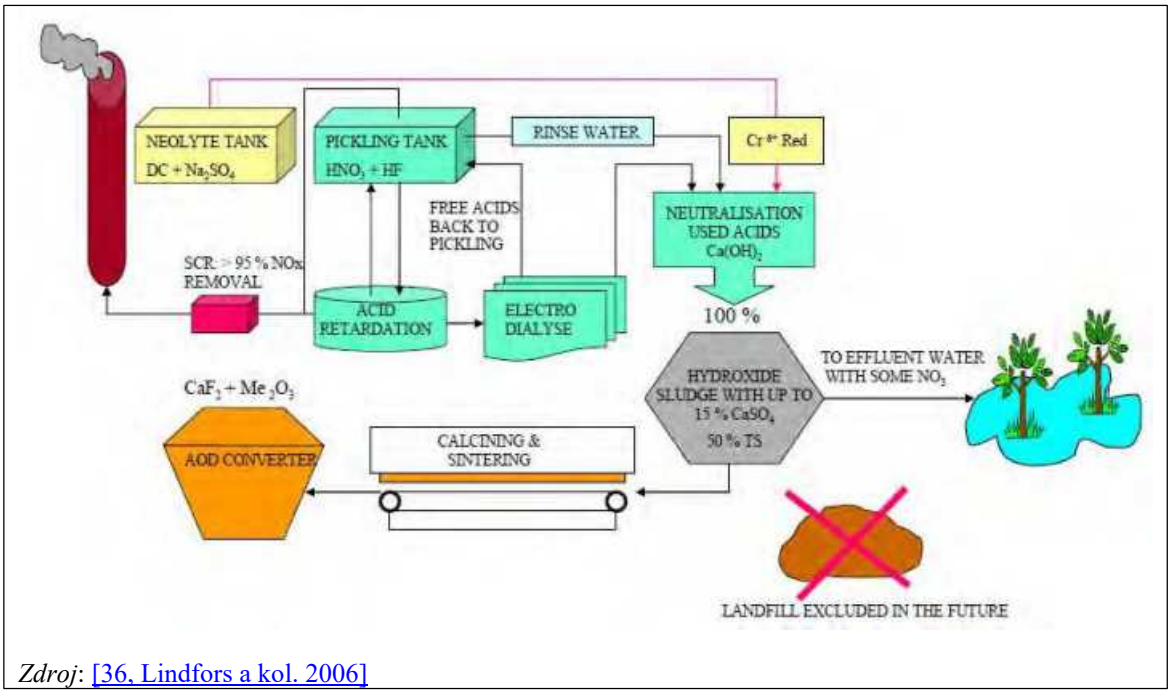
Odborná literatúra
[143, EGGA 1999].

8.11.1.7 Tepelná úprava hydroxidového kalu zo zhodnotenia nitračnej zmesi

Opis
Kal vznikajúci zo zhodnotenia nitračnej zmesi sa tepelne upravuje, aby sa vyrobil materiál bohatý na fluorid vápenatý, ktorý možno použiť v konvertoroch na oduhličenie argónom s fúkaním kyslíka.

Technický opis
Táto technika spočíva v spracovaní hydroxidového kalu získaného ako vedľajší produkt v linke na morenie nehrdzavejúcej ocele v nitračnej zmesi s cieľom jeho opakovaného použitia ako troskotvornej prísady v AOD konvertoroch pre jeho vysoký obsah fluoridu vápenatého (ako náhrady za komerčný prášok – CaF_2) (pozri obrázok 8.57).

V prevádzkach na morenie v nitračnej zmesi sa po neutralizácii pomocou $Ca(OH)_2$ vytvára moriaci kal. Tento moriaci kal po filtračnom lise obvykle obsahuje približne 40 – 50 % CaF_2, 5 – 30 % $Ca(OH)_2$, 20 – 30 % $Fe(OH)_3$, 5 – 9 % $Cr(OH)_3$, 2 – 4 % $Ni(OH)_2$ a 2 – 4 % SiO_2. Pomocou tepelného
spracovania v rotačnej peci sa hydroxidový kal premení na tmavý a pevný materiál, označovaný ako hydrofluór, ktorý pozostáva hlavne z CaF_2, ako aj z oxidov chrómu a niklu. Tento produkt predstavuje vynikajúcu náhradu za fluoritový prach, ktorý sa bežne používa ako troskotvorná prísada pri procese AOD. [202, World Patent 2005]



Zdroj: [36, Lindfors a kol. 2006]

Obrázok 8.57: Tepelné spracovanie (t. j. kalcinácia a spekanie) hydroxidového kalu získaného po neutralizácii použitých kyselín

Táto metóda sa v súčasnosti používa ako štandardný postup v spoločnosti Outokumpu Avesta vo Švédsku s určitými obmedzeniami týkajúcimi sa obsahu síry v kale. [203, Schneiker a kol. 2008]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie

- Znížené skládkovanie hydroxidového kalu.
- Znížené používanie fluoritového prachu v konvertoroch AOD.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje

Skládkovanie je znížené o > 80 %.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia

- Produkt hydrofluór obsahuje 5 – 8 % Cr, z čoho malé množstvá, menej ako 0,1 %, tvoria Cr(VI). [36, Lindfors a kol. 2006]
- Použitie produktu hydrofluór môže zvýšiť obsah redukčných prvkov (napr. Si) v konvertoroch AOD a následne objem trosky. [31, EUROFER 10-7-18 2018]

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti

Uplatniteľnosť môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.

Hospodárske vplyvy

Náklady na skládkovanie hydroxidového kalu sú približne 2 500 EUR na tonu. Spotreba fluoritového prachu v linke na morenie v nitračnej zmesi je zvyčajne vyššia ako množstvo hydroxidového kalu produkovaného v linke na morenie v nitračnej zmesi, čo znamená, že čiastočným nahradením fluoritového prachu používaného v konvertoroch AOD spracovaným hydroxidovým kalom je možné dosiahnuť významné úspory nákladov.

Hnacia sila implementácie

- Zníženie/eliminácia skládkovania hydroxidových kalov v prevádzkach na morenie v nitračnej zmesi.
- Výrazné zníženie množstva fluoritového prachu používaného v konvertoroch AOD.

Vzorové prevádzky

Outokumpu Stainless AB, Nyby (Švédsko) – prevádzka 232 CR.

Odborná literatúra
[31, EUROFER 10-7-18 2018], [36, Lindfors a kol. 2006], [202, World Patent 2005], [203, Schneiker a kol. 2008].

8.11.2 Techniky spracovania rezíduí pri zinkovaní

8.11.2.1 Recyklácia prachu z textilných filtrov

Opis
Prach z textilných filtrov obsahujúcich chlorid amónny a chlorid zinočnatý sa zachytáva a opakovane používa, napr. na výrobu taviacich prostriedkov. Môže sa to uskutočniť v areáli alebo mimo neho.

Technický opis
Vyzrážaný prach z rukávových filtrov pozostáva v zásade z chloridu amónneho a chloridu zinočnatého (tavidla). Prach sa zachytáva, balí do vriec a pravidelne posiela na recykláciu výrobcom tavidiel.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Zníženie množstva odpadu odoslaného na likvidáciu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
- Uplatňuje sa len pri ponore do roztaveného kovu po tavidlovaní.
- Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v závislosti od dostupnosti na trhu.

Hospodárske vplyvy
Úspory vyplývajú zo znížených nákladov na likvidáciu odpadu.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady na likvidáciu odpadu.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

8.11.2.2 Recyklácia zinkového popola a vrchnej trosky

Opis
Kovový zinok sa zhodnocuje zo zinkového popola a vrchnej trosky tavením v regeneračných peciach. Zvyšné rezíduum obsahujúce zinok sa použije napr. na výrobu oxidu zinočnatého. Môže sa to uskutočniť v areáli alebo mimo neho.

Technický opis
Kovový zinok, ktorý sa zachytáva v zinkovom popole (t. j. oxide zinočnatom) v dôsledku procesu zberania, sa získava späť tavením v peciach na zhodnotenie zinku (pri teplote okolo 520 °C). Zvyškový zinkový popol pláva na povrchu roztaveného zinku. Roztavený zinok (60 – 65 hmot. %) sa odpichuje a vracia sa späť do galvanizačnej vane. Zvyšné rezíduá obsahujúce zinok sa predávajú prevádzkam vyrábajúcim oxid zinočnatý. [154, FI, člen TWG 1999]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zvýšená materiálová efektívnosť.
- Zníženie množstva odpadu odoslaného na likvidáciu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Množstvo recyklovaného zinku je 11,5 kg/t pozinkovanej ocele.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Je potrebné vykonať ekonomickú bilanciu činnosti priamo v prevádzke, keďže je na jednej strane silne ovplyvnená cenou za zhodnotenie trosky a na druhej strane cenou zinku (podľa kótovania na Londýnskej burze kovov – LME). [3, EUROFER 2020]

Hnacia sila implementácie
Úspory nákladov vďaka zhodnocovaniu zinku.

Vzorové prevádzky
Štyri zinkovne vo Fínsku vrátane KS-Sinkki Oy, Lievestuore. [103, FI, člen TWG 2000]

Odborná literatúra
[103, FI, člen TWG 2000], [154, FI, člen TWG 1999].

8.11.2.3 Recyklácia spodnej trosky

Opis
Spodná troska sa používa napr. v priemyselných odvetviach neželezných kovov na výrobu zinku. Môže sa to uskutočniť v areáli alebo mimo neho.

Technický opis
Tvrdý zinok (spodná troska) je zliatina zinku a železa, ktorá sa hromadí v kúpeli. Vzniká v dôsledku reakcie roztaveného zinku so železom pochádzajúcim z predchádzajúcich moriacich a tavidlových kúpeľov, z pozinkovaného vstupného materiálu alebo zo samotnej vane. Zinok sa môže zhodnotiť z týchto rezíduí, napr. v priemyselných odvetviach neželezných kovov na výrobu zinku.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
- Zvýšená materiálová efektívnosť.
- Zníženie množstva odpadu odoslaného na likvidáciu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Úspory vyplývajú zo zhodnocovania zinku.

Hnacia sila implementácie
Úspory nákladov vďaka zhodnocovaniu zinku.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
Nebola poskytnutá žiadna odborná literatúra.

8.11.2.4 Predchádzanie environmentálnym rizikám pri skladovaní rezíduí obsahujúcich zinok

Opis
Rezíduá obsahujúce zinok z ponoru do roztaveného kovu (t. j. zinkový popol, vrchná troska, spodná troska, rozstreky zinku a prach z textilných filtrov) sa skladujú oddelene od seba navzájom a od iných rezíduí na:

- nepriepustných povrchoch v uzavretých priestoroch a v uzavretých nádobách/vreciach v prípade prachu z textilných filtrov,
- nepriepustných povrchoch a v krytých priestoroch chránených pred povrchovou stekajúcou vodou v prípade všetkých ostatných uvedených typov rezíduí.

Technický opis
Rezíduá obsahujúce zinok pochádzajú z ponoru do roztaveného kovu (t. j. zinkový popol, vrchná troska, spodná troska, rozstreky zinku a prach z textilných filtrov). S cieľom zlepšiť ich recyklovateľnosť a potenciál zhodnotenia sa tieto rezíduá skladujú oddelene od seba navzájom a od ostatných rezíduí, ako je uvedené vyššie.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Prevencia kontaminácie zo skladovania rezíduí.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

8.11.3 Techniky spracovania rezíduí pri ťahaní drôtu

8.11.3.1 Predchádzanie environmentálnym rizikám pri skladovaní rezíduí obsahujúcich olovo

Opis
Rezíduá obsahujúce olovo z olovnatých kúpeľov sa skladujú oddelene od ostatných rezíduí na nepriepustných povrchoch a v uzavretých priestoroch alebo v uzavretých nádobách.

Technický opis
Rezíduá obsahujúce olovo pochádzajú z olovnatých kúpeľov používaných v odvetví ťahania drôtov (napr. materiálov ochrannej vrstvy a oxidov olova). Tieto rezíduá sa skladujú oddelene od ostatných rezíduí na nepriepustných povrchoch a sú chránené pred dažďom a vetrom v uzavretých priestoroch alebo v uzavretých nádobách.

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Prevencia kontaminácie zo skladovania rezíduí.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Právne predpisy v oblasti environmentálneho práva.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

8.11.3.2 Recyklácia rezíduí obsahujúcich olovo z ťahania drôtu

Opis
Rezíduá obsahujúce olovo sa recyklujú, napr. v odvetví neželezných kovov na výrobu olova.

Technický opis
Rezíduá obsahujúce Pb pochádzajú z olovnatých kúpeľov (odpadového krycieho materiálu kúpeľa, oxidov olova atď.). Odvetvie drôtov závisí pri konečnej likvidácii alebo recyklácii týchto rezíduí od subdodávateľov. Odpad obsahujúci Pb sa bežne recykluje v odvetví neželezných kovov (olovené huty). [118, B. Gielen, Bekaert 1998]

Dosiahnuté prínosy pre životné prostredie
Znížené zneškodňovanie odpadu.

Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Dosah na viaceré zložky životného prostredia
Žiadny.

Technické aspekty týkajúce sa uplatniteľnosti
Vo všeobecnosti neexistujú žiadne technické obmedzenia uplatniteľnosti tejto techniky.

Hospodárske vplyvy
Neboli poskytnuté žiadne informácie.

Hnacia sila implementácie
Znížené náklady vďaka zvýšenej materiálovej efektívnosti.

Vzorové prevádzky
Široko používané.

Odborná literatúra
[118, B. Gielen, Bekaert 1998].

9 ZÁVERY O NAJLEPŠÍCH DOSTUPNÝCH TECHNIKÁCH (BAT) PRE ODVETVIE SPRACOVANIA ŽELEZNÝCH KOVOV

9.1 Rozsah pôsobnosti

Tieto závery o BAT sa týkajú týchto činností uvedených v prílohe I k smernici 2010/75/EÚ:

2.3 Spracovanie železných kovov:
- a) prevádzka valcovní na valcovanie za tepla s kapacitou presahujúcou 20 ton surovej ocele za hodinu;
- c) nanášanie ochranných povlakov z roztavených kovov so vstupom viac ako 2 tony surovej ocele za hodinu; čo zahŕňa povrchovú úpravu ponorom do roztaveného kovu a kusové zinkovanie.

2.6 Povrchová úprava železných kovov pomocou elektrolytických alebo chemických procesov, kde objem používaných vaní presahuje 30 m^3, ak sa vykonáva pri valcovaní za studena, ťahaní drôtu alebo kusovom zinkovaní.

6.11 Nezávisle prevádzkované čistenie odpadových vôd, na ktoré sa nevzťahuje smernica 91/271/EHS, za predpokladu, že hlavná záťaž znečisťujúcou látkou pochádza z činností, na ktoré sa vzťahujú tieto závery o BAT.

Tieto závery BAT sa týkajú aj:

- valcovania za studena a ťahania drôtu, ak sú priamo spojené s valcovaním za tepla a/alebo povrchovou úpravou ponorom do roztaveného kovu,
- zhodnotenia kyseliny, ak je priamo spojená s činnosťami, na ktoré sa vzťahujú tieto závery o BAT,
- kombinovaného čistenia odpadových vôd rôzneho pôvodu pod podmienkou, že na čistenie odpadových vôd sa nevzťahuje smernica 91/271/EHS a že hlavná záťaž znečisťujúcou látkou pochádza z činností, na ktoré sa vzťahujú tieto závery o BAT,
- procesov spaľovania priamo spojených s činnosťami, na ktoré sa vzťahujú tieto závery o BAT, pod podmienkou, že:
  1. plynné produkty spaľovania sa dostanú do priameho kontaktu s materiálom (ako je priamy ohrev suroviny alebo priame sušenie suroviny) alebo
  2. sálavé a/alebo vodivé teplo sa prenáša cez pevnú stenu (nepriamy ohrev):
     - bez použitia sprostredkujúceho teplonosného média (to zahŕňa ohrev galvanizačnej vane) alebo
     - keď plyn (napr. H_2) pôsobí ako sprostredkujúce teplonosné médium v prípade poklopového žíhania.

Tieto závery o BAT sa netýkajú:

- pokovovania žiarovým striekaním,
- elektrolytického pokovovania a bezprúdového pokovovania; na to sa môžu vzťahovať závery o BAT pre povrchovú úpravu kovov a plastov (STM).

Ďalšie závery o BAT a referenčné dokumenty potenciálne relevantné pre činnosti, na ktoré sa vzťahujú tieto závery o BAT, zahŕňajú:

- výrobu železa a ocele(IS),
- veľké spaľovacie prevádzky (LCP),
- povrchovú úpravu kovov a plastov (STM),
- povrchovú úpravu pomocou organických rozpúšťadiel (STS),
- úpravu odpadu (WT),
- monitorovanie emisií do ovzdušia a vody zo zariadení, na ktoré sa vzťahuje smernica o priemyselných emisiách (ROM),

- hospodárske vplyvy a dosah na viaceré zložky životného prostredia (ECM),
- emisie zo skladovania (EFS),
- energetickú efektívnosť (ENE),
- priemyselné chladiace systémy (ICS).

Uplatňovaním týchto záverov o BAT nie sú dotknuté iné príslušné právne predpisy, napr. o registrácii, hodnotení, autorizácii a obmedzovaní chemikálií (REACH) alebo o klasifikácii, označovaní a balení (CLP).

9.2 Vymedzenie pojmov

Na účely týchto záverov o BAT sa uplatňuje toto vymedzenie pojmov:

Všeobecné pojmy	
Použitý pojem	**Vymedzenie**
Kusové zinkovanie	Prerušované ponáranie oceľových obrobkov do kúpeľa obsahujúceho roztavený zinok na potiahnutie ich povrchu zinkom. To zahŕňa aj akékoľvek priamo súvisiace procesy predbežnej a následnej úpravy (napr. odmasťovanie a pasiváciu).
Spodná troska	Produkt reakcie roztaveného zinku so železom alebo železnatými soľami získaný z morenia alebo tavidlovania. Tento produkt reakcie klesá na dno zinkového kúpeľa.
Uhlíková oceľ	Oceľ, v ktorej je obsah každého legujúceho prvku menší ako 5 hmot. %.
Organizovane odvádzané emisie	Emisie znečisťujúcich látok do životného prostredia akýmkoľvek vývodom, potrubím, komínom atď.
Valcovanie za studena	Stláčanie ocele valcami pri teplote okolia s cieľom zmeniť jej vlastnosti (napr. veľkosť, tvar a/alebo metalurgické vlastnosti). To zahŕňa aj akékoľvek priamo súvisiace procesy predbežnej a následnej úpravy (napr. morenie, žíhanie a olejovanie).
Kontinuálne meranie	Meranie použitím automatizovaného systému merania trvalo nainštalovaného v areáli.
Priame vypúšťanie	Vypúšťanie do vodného recipienta bez následnej ďalšej úpravy odpadovej vody.
Existujúca prevádzka	Prevádzka, ktorá nie je novou prevádzkou.
Surovina	Akékoľvek vstupné množstvo ocele (nespracovanej alebo čiastočne spracovanej) alebo obrobky vstupujúce do kroku výrobného procesu.
Ohrev suroviny	Akýkoľvek krok procesu, pri ktorom sa ohrieva surovina. To nezahŕňa sušenie suroviny ani ohrev galvanizačnej vane.
Ferochróm	Zliatina chrómu a železa typicky obsahujúca 50 – 70 hmot. % chrómu.
Spaliny	Odpadový plyn vypúšťaný zo spaľovacej jednotky.
Vysokolegovaná oceľ	Oceľ, v ktorej je obsah jedného alebo viacerých legovaných prvkov 5 hmot. % alebo viac.
Nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu	Nepretržité ponorenie oceľových plechov alebo drôtov cez kúpeľ obsahujúci roztavený kov (kovy), napr. zinok a/alebo hliník, na potiahnutie povrchu kovom (kovmi). To zahŕňa aj akékoľvek priamo súvisiace procesy predbežnej a následnej úpravy (napr. morenie a fosfátovanie).
Valcovanie za tepla	Stláčanie zahriatej ocele valcami pri teplotách typicky v rozsahu od 1 050 °C do 1 300 °C s cieľom zmeniť jej vlastnosti (napr. veľkosť, tvar a/alebo metalurgické vlastnosti). To zahŕňa valcovanie kruhov za tepla a valcovanie bezšvových rúr za tepla, ako aj akékoľvek priamo súvisiace procesy predbežnej a následnej úpravy (napr. čistenie plameňom, konečná úprava, morenie a olejovanie).
Nepriame vypúšťanie	Vypúšťanie, ktoré nie je priamym vypúšťaním.
Medziohrev	Ohrev suroviny medzi fázami valcovania za tepla.
Plyny zo spracovania železa a ocele	Vysokopecný plyn, konvertorový plyn, koksárenský plyn alebo ich zmesi pochádzajúce z výroby železa a ocele.
Automatová oceľ	Druhy ocele, v ktorých je obsah pridaného olova typicky v rozmedzí od 0,15 hmot. % do 0,35 hmot. %.
Rozsiahla modernizácia prevádzky	Rozsiahla zmena konštrukcie alebo technológie prevádzky s rozsiahlymi úpravami alebo výmenami prevádzkových a/alebo odlučovacích techník a súvisiaceho vybavenia.
Hmotnostný tok	Hmotnosť danej látky alebo parametra, ktorý je emitovaný počas vymedzeného časového obdobia.
Okoviny	Oxidy železa vznikajúce na povrchu ocele, https://www.steelbb.com/steelglossary/ - term_356, keď kyslík reaguje s horúcim kovom. K tomu dochádza ihneď po odlievaní, počas opakovaného ohrevu a valcovania za tepla.
Nitračná zmes	Zmes kyseliny fluorovodíkovej a kyseliny dusičnej.
Nová prevádzka	Prevádzka povolená v areáli zariadenia až po uverejnení týchto záverov o BAT alebo prevádzka, ktorá bola kompletne vymenená po uverejnení týchto záverov o BAT.

Periodické meranie	Meranie v stanovených časových intervaloch s použitím manuálnych alebo automatizovaných metód.
Prevádzka	Všetky časti zariadenia, na ktoré sa vzťahujú tieto závery o BAT, a akékoľvek iné priamo súvisiace činnosti, ktoré majú vplyv na spotrebu a/alebo emisie. Prevádzky môžu byť nové prevádzky alebo existujúce prevádzky.
Dohrev	Ohrev suroviny po valcovaní za tepla.
Chemikálie v procese	Látky a/alebo zmesi vymedzené v článku 3 nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006([1]) a používané v procese (procesoch).
Zhodnocovanie	Zhodnocovanie v zmysle článku 3 bodu 15 smernice Európskeho parlamentu a Rady 2008/98/ES([2]). Zhodnocovanie použitých kyselín zahŕňa ich regeneráciu, spätné získavanie a recykláciu.
opakované zinkovanie	Spracovanie použitých pozinkovaných výrobkov (napr. diaľničných zvodidiel), ktoré sa po dlhých servisných obdobiach vracajú späť na pozinkovanie. Spracovanie týchto výrobkov si vyžaduje dodatočné procesné kroky v dôsledku prítomnosti čiastočne skorodovaných povrchov alebo potreby odstrániť akýkoľvek zvyškový zinkový povlak.
opakovaný ohrev	Ohrev suroviny pred valcovaním za tepla.
Rezíduum	Látka alebo predmet vznikajúce pri činnostiach, ktoré patria do rozsahu pôsobnosti týchto záverov o BAT, ako odpad alebo vedľajšie produkty.
Citlivý receptor	Oblasti, ktoré si vyžadujú osobitnú ochranu, ako napríklad: - obývané oblasti, - oblasti, kde sa vykonávajú ľudské činnosti (napr. susediace pracoviská, školy, domovy dennej starostlivosti, rekreačné oblasti, nemocnice či zariadenia opatrovateľskej starostlivosti).
Nehrdzavejúca oceľ	Vysokolegovaná oceľ, ktorá typicky obsahuje 10 – 23 hmot. % chrómu. Zahŕňa austenitickú oceľ, ktorá typicky obsahuje aj 8 – 10 hmot. % niklu.
Vrchná troska	Pri ponore do roztaveného kovu vznikajú oxidy na povrchu kúpeľa roztaveného zinku reakciou železa a hliníka.
Platný hodinový (alebo polhodinový) priemer	Hodinový (alebo polhodinový) priemer sa považuje za platný, ak sa v automatizovanom systéme merania nevykonáva údržba alebo nevyskytuje porucha.
Prchavá látka	Látka schopná jednoducho prechádzať z pevného alebo kvapalného skupenstva na paru s vysokým tlakom pary a nízkou teplotou varu (napr. HCl). Súčasťou toho je prchavá organická zlúčenina v zmysle článku 3 bodu 45 smernice 2010/75/EÚ.
Ťahanie drôtu	Ťahanie oceľových tyčí s kruhovým prierezom alebo drôtov cez matrice na zmenšenie ich priemeru. To zahŕňa aj akékoľvek priamo súvisiace procesy predbežnej a následnej úpravy (napr. morenie drôtovej tyče s kruhovým prierezom a ohrev suroviny po ťahaní).
Zinkový popol	Zmes obsahujúca kovový zinok, oxid zinočnatý a chlorid zinočnatý, ktorý sa tvorí na povrchu kúpeľa roztaveného zinku.

(1) Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 z 18 decembra 2006 o registrácii, hodnotení, autorizácii a obmedzovaní chemických látok (REACH) a o zriadení Európskej chemickej agentúry, o zmene a doplnení smernice 1999/45/ES a o zrušení nariadenia Rady (EHS) č. 793/93 a nariadenia Komisie (ES) č. 1488/94, smernice Rady 76/769/EHS a smerníc Komisie 91/155/EHS, 93/67/EHS, 93/105/ES a 2000/21/ES (Ú. v. EÚ L 396, 30.12.2006, s. 1).
(2) Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2008/98/ES z 19. novembra 2008 o odpade a o zrušení určitých smerníc (Ú. v. EÚ L 312, 22.11.2008, s. 3).

Znečisťujúce látky a parametre	
Použitý pojem	**Vymedzenie**
B	Súčet bóru a jeho zlúčenín rozpustených alebo viazaných na častice, vyjadrený ako B.
Cd	Súčet kadmia a jeho zlúčenín rozpustených alebo viazaných na častice, vyjadrený ako Cd.
CO	Oxid uhoľnatý.
ChSK	Chemická spotreba kyslíka. Množstvo kyslíka potrebné na celkovú chemickú oxidáciu organickej hmoty na oxid uhličitý pomocou dichrómanu. ChSK je ukazovateľom hmotnostnej koncentrácie organických zlúčenín.
Cr	Súčet chrómu a jeho zlúčenín rozpustených alebo viazaných na častice, vyjadrený ako Cr.
Cr(VI)	Šesťmocný chróm vyjadrený ako Cr(VI), zahŕňa všetky zlúčeniny chrómu, v ktorých je chróm v oxidačnom stave +6.
Prach	Celkový obsah tuhých častíc (vo vzduchu).
Fe	Súčet železa a jeho zlúčenín rozpustených alebo viazaných na častice, vyjadrený ako Fe.
F^-	Rozpustený fluorid, vyjadrený ako F^-.
HCl	Chlorovodík.
HF	Fluorovodík.
Hg	Súčet ortuti a jej zlúčenín rozpustených alebo viazaných na častice, vyjadrený ako Hg.
HOI	Index uhľovodíkového oleja. Súčet zlúčenín extrahovateľných uhľovodíkovým rozpúšťadlom (vrátane dlhoreťazcových alebo rozvetvených alifatických, alicyklických, aromatických alebo akrylsubstituovaných aromatických uhľovodíkov).
H_2SO_4	Kyselina sírová.
NH_3	Amoniak.
Ni	Súčet niklu a jeho zlúčenín rozpustených alebo viazaných na častice, vyjadrený ako Ni.
NO_X	Súčet oxidu dusného (NO) a oxidu dusičitého (NO_2), vyjadrený ako NO_2.
Pb	Súčet olova a jeho zlúčenín rozpustených alebo viazaných na častice, vyjadrený ako Pb.
Sn	Súčet cínu a jeho zlúčenín rozpustených alebo viazaných na častice, vyjadrený ako Sn.
SO_2	Oxid siričitý.
SO_X	Súčet oxidu siričitého (SO_2), oxidu sírového (SO_3) a aerosólov kyseliny sírovej, vyjadrený ako SO_2.
TOC	Celkový obsah organického uhlíka, vyjadrený ako C (vo vode), zahŕňa všetky organické zlúčeniny.
Celkový obsah P	Celkový obsah fosforu vyjadrený ako P, zahŕňa všetky anorganické a organické zlúčeniny fosforu.
TSS	Celkové nerozpustné tuhé látky. Hmotnostná koncentrácia všetkých nerozpustných tuhých látok (vo vode) nameraná filtráciou cez filtre zo sklenených vlákien a gravimetriou.
TVOC	Celkový obsah prchavého organického uhlíka, vyjadrený ako C (vo vzduchu).
Zn	Súčet zinku a jeho zlúčenín rozpustených alebo viazaných na častice, vyjadrený ako Zn.

9.3 Skratky

Na účely týchto záverov o BAT sa uplatňujú tieto skratky:

Skratka	Vymedzenie
BG	Kusové zinkovanie
CMS	Systém manažérstva chemikálií
CR	Valcovanie za studena
EMS	Systém environmentálneho manažérstva
FMP	Spracovanie železných kovov
HDC	Nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu
HR	Valcovanie za tepla
OTNOC	Iné ako bežné prevádzkové podmienky
SCR	Selektívna katalytická redukcia
SNCR	Selektívna nekatalytická redukcia
WD	Ťahanie drôtu

9.4 Všeobecné aspekty

9.4.1 Najlepšie dostupné techniky

Techniky uvedené a opísané v týchto záveroch o BAT nie sú normatívne ani úplné. Na zabezpečenie minimálne ekvivalentnej úrovne ochrany životného prostredia možno použiť aj iné techniky.

Pokiaľ nie je uvedené inak, tieto závery o BAT sú všeobecne uplatniteľné.

9.4.2 BAT-AEL a orientačné rozsahy úrovne emisií v prípade emisií do ovzdušia

Rozsahy úrovne emisií súvisiace s najlepšími dostupnými technikami (BAT-AEL) a orientačné rozsahy úrovne emisií v prípade emisií do ovzdušia, ktoré sa uvádzajú v týchto záveroch o BAT, sa týkajú koncentrácií (hmotnosť uvoľňovaných látok na objem odpadového plynu) za týchto štandardných podmienok: suchý plyn pri teplote 273,15 K a tlaku 101,3 kPa, vyjadrené v jednotke mg/Nm^3.

Referenčné úrovne kyslíka použité na vyjadrenie BAT-AEL a orientačné úrovne emisií v týchto záveroch o BAT sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Zdroj emisií	**Referenčná úroveň kyslíka (O_R)**
Procesy spaľovania spojené s: - ohrevom a sušením surovín, - ohrevom galvanizačnej vane.	3 obj. % za sucha
Všetky ostatné zdroje	Žiadna korekcia úrovne kyslíka

Ak je uvedená referenčná úroveň kyslíka, rovnica na výpočet emisnej koncentrácie pri referenčnej úrovni kyslíka je:

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

kde: E_R: emisná koncentrácia pri referenčnej úrovni kyslíka O_R;
O_R: referenčná úroveň kyslíka v obj. %,
E_M: nameraná emisná koncentrácia,
O_M: nameraná úroveň kyslíka v obj. %.

Uvedená rovnica neplatí, ak sa pri procese(-och) spaľovania používa vzduch obohatený kyslíkom alebo čistý kyslík alebo ak dodatočný prívod vzduchu z bezpečnostných dôvodov približuje úroveň kyslíka v odpadovom plyne k 21 obj. %. V tomto prípade sa emisná koncentrácia pri referenčnej úrovni kyslíka 3 obj. % vypočíta inak, napr. normalizáciou na základe oxidu uhličitého generovaného spaľovaním.

Pri priemerovaných obdobiach BAT-AEL, pokiaľ ide o emisie do ovzdušia, platí toto vymedzenie pojmov.

Druh merania	Priemerované obdobie	Vymedzenie
Kontinuálne	Denný priemer	Priemer za obdobie jedného dňa na základe platných hodinových alebo polhodinových priemerov.
Periodické	Priemer za obdobie odoberania vzoriek	Priemerná hodnota troch po sebe nasledujúcich meraní, pričom každé z nich trvá aspoň 30 minút([1]).
([1]) Ak pri niektorom parametri vzhľadom na obmedzenia pri odbere vzoriek alebo analytické obmedzenia a/alebo z dôvodu prevádzkových podmienok nie je vhodný 30-minútový odber vzoriek/meranie a/alebo priemer z troch po sebe idúcich meraní, môže sa uplatniť reprezentatívnejší postup odberu vzoriek/merania.		

Ak sa odpadové plyny z dvoch alebo viacerých zdrojov (napr. pecí) vypúšťajú jedným spoločným komínom, BAT-AEL sa vzťahujú na kombinovaný plyn vypúšťaný z komína.

Na účely výpočtu hmotnostných tokov vo vzťahu k BAT 7 a BAT 20, ak by sa odpadové plyny z jedného typu zdroja (napr. pecí) vypúšťané dvomi alebo viacerými samostatnými komínmi podľa úsudku príslušného orgánu mohli vypúšťať jedným spoločným komínom, tieto komíny sa považujú za jeden komín.

9.4.3 BAT-AEL týkajúce sa emisií do vody

Rozsahy úrovne emisií súvisiace s najlepšími dostupnými technikami (BAT-AEL), pokiaľ ide o emisie do vody, ktoré sa uvádzajú v týchto záveroch o BAT, sa vzťahujú na koncentrácie (hmotnosť uvoľňovaných látok na objem vody) vyjadrené v mg/l alebo µg/l.

Priemerované obdobia súvisiace s BAT-AEL sa vzťahujú na niektorý z týchto dvoch prípadov:

- V prípade nepretržitého vypúšťania na denné priemerné hodnoty, t. j. súhrnné vzorky úmerné prietoku počas 24 hodín. Súhrnné vzorky úmerné času sa môžu použiť za predpokladu, že sa preukáže dostatočná stabilita prietoku. Náhodné vzorky možno použiť, ak sa preukáže, že úrovne emisií sú dostatočne stabilné.
- V prípade dávkovaného vypúšťania ide o priemerné hodnoty počas trvania uvoľňovania zistené na základe odberu súhrnných vzoriek úmerných prietoku, alebo za predpokladu správne zmiešaného a homogénneho výtoku ide o priemerné hodnoty zistené na základe odberu náhodných vzoriek pred vypustením.

Hodnoty BAT-AEL sa uplatňujú v mieste, kde emisie opúšťajú prevádzku.

9.4.4 Ďalšie rozsahy úrovne environmentálnej výkonnosti súvisiace s najlepšími dostupnými technikami (BAT-AEPL)

9.4.4.1 BAT-AEPL týkajúce sa špecifickej spotreby energie (energetickej efektívnosti)

BAT-AEPL týkajúce sa špecifickej spotreby energie sa vzťahujú na ročné priemery vypočítané pomocou tejto rovnice:

$$\text{specific energy consumption} = \frac{\text{energy consumption}}{\text{input}}$$

kde:

spotreba energie: celkové množstvo tepla (vyrobeného z primárnych zdrojov energie) a elektriny spotrebovanej v príslušných procesoch vyjadrené v MJ/rok alebo kWh/rok a

vstup: celkové množstvo spracovaných surovín vyjadrené v t/rok.

V prípade ohrevu surovín zodpovedá spotreba energie celkovému množstvu tepla (vyrobeného z primárnych energetických zdrojov) a elektrickej energie spotrebovanej všetkými pecami v príslušnom procese (procesoch).

9.4.4.2 BAT-AEPL týkajúce sa špecifickej spotreby vody

BAT-AEPL týkajúce sa špecifickej spotreby vody sa vzťahujú na ročné priemery vypočítané pomocou tejto rovnice:

$$\text{specific water consumption} = \frac{\text{water consumption}}{\text{production rate}}$$

kde:

spotreba vody: celkové množstvo vody spotrebovanej prevádzkou okrem:
- recyklovanej a opakovane použitej vody a
- chladiacej vody používanej v prietokových chladiacich systémoch a
- vody na domáce použitie,

vyjadrených v m^3/rok; a

miera výroby: celkové množstvo výrobkov vyrobených v prevádzke vyjadrené v t/rok.

9.4.4.3 BAT-AEPL týkajúce sa špecifickej spotreby materiálu

BAT-AEPL týkajúce sa špecifickej spotreby materiálu sa vzťahujú na priemery za tri roky vypočítané pomocou tejto rovnice:

kde:

$$\text{specific material consumption} = \frac{\text{material consumption}}{\text{input}}$$

spotreba materiálu: trojročný priemer celkového množstva materiálu spotrebovaného v príslušných procesoch vyjadrený v kg/rok a

vstup: trojročný priemer celkového množstva spracovaných surovín vyjadrený v t/rok alebo m^2/rok.

9.5 Všeobecné závery o BAT pre odvetvie spracovania železných kovov

9.5.1 Všeobecná environmentálna výkonnosť

BAT 1. S cieľom zlepšiť celkovú environmentálnu výkonnosť je najlepšou dostupnou technikou vypracovať a zaviesť systém environmentálneho manažérstva (EMS), ktorý zahŕňa všetky tieto prvky:

i. odhodlanosť, vedúce schopnosti a zodpovednosť manažmentu vrátane vyššieho manažmentu v súvislosti s vykonávaním účinného EMS;
ii. analýza zahŕňajúca určenie kontextu organizácie, zistenie potrieb a očakávaní zainteresovaných strán, určenie charakteristických vlastností zariadenia súvisiacich s možnými rizikami pre životné prostredie (alebo zdravie ľudí), ako aj uplatniteľných právnych požiadaviek súvisiacich so životným prostredím;
iii. skoncipovanie environmentálnej politiky, ktorá zahŕňa kontinuálne zlepšovanie environmentálnej výkonnosti zariadenia;
iv. stanovenie cieľov a ukazovateľov výkonnosti v súvislosti s významnými environmentálnymi aspektmi vrátane záruky dodržiavania uplatniteľných právnych požiadaviek;
v. plánovanie a vykonávanie potrebných postupov a činností (v prípade potreby aj vrátane nápravných a preventívnych opatrení) s cieľom dosiahnuť environmentálne ciele a zabrániť environmentálnym rizikám;
vi. určenie štruktúr, úloh a zodpovednosti pri environmentálnych aspektoch a cieľoch a poskytnutie potrebných finančných a ľudských zdrojov;
vii. zabezpečenie potrebných kompetencií a miery informovanosti zamestnancov, ktorých práca môže mať vplyv na environmentálnu výkonnosť zariadenia (napr. prostredníctvom poskytovania informácií a odbornej prípravy);
viii. vnútorná a vonkajšia komunikácia;
ix. podpora angažovanosti zamestnancov v postupoch dobrého environmentálneho manažérstva;
x. zostavenie a dodržiavanie manuálu pre manažment a písomných postupov na kontrolu činností s výrazným vplyvom na životné prostredie, ako aj relevantných záznamov;
xi. účinné prevádzkové plánovanie a kontrola procesov;
xii. vykonávanie primeraných programov údržby;
xiii. havarijné plány a reakcie na núdzové situácie vrátane prevencie a/alebo zmierňovania nepriaznivých (environmentálnych) vplyvov núdzových situácií;
xiv. pri návrhu nového zariadenia alebo prestavbe zariadenia alebo jeho časti zváženie environmentálnych vplyvov počas jeho životnosti, čo zahŕňa montáž, údržbu, prevádzku a vyradenie z prevádzky;
xv. vykonávanie programu monitorovania a merania; v prípade potreby možno nájsť informácie v referenčnej správe o monitorovaní emisií zo zariadení, na ktoré sa vzťahuje smernica o priemyselných emisiách, do ovzdušia a vody;
xvi. pravidelné vykonávanie referenčného porovnávania na úrovni odvetvia;
xvii. pravidelný nezávislý (v prípade realizovateľnosti) vnútorný audit a pravidelný nezávislý externý audit s cieľom posúdiť environmentálnu výkonnosť a určiť, či sa EMS riadi plánovanými záväzkami a či sa správne zaviedol a udržiava;
xviii. hodnotenie príčin nezrovnalostí, vykonávanie nápravných opatrení v reakcii na ne, preskúmavanie efektívnosti nápravných opatrení a určenie toho, či dochádza alebo prípadne môže dôjsť k podobným nezrovnalostiam;
xix. pravidelné preskúmavanie EMS a jeho pretrvávajúcej vhodnosti, primeranosti a efektívnosti, ktoré vykonáva vyšší manažment;
xx. sledovanie a zohľadňovanie vývoja čistejších techník.

Osobitne v odvetví spracovania železných kovov je najlepšou dostupnou technikou zakomponovať do EMS aj tieto prvky:

xxi. register chemikálií použitých v procese a tokov odpadových vôd a odpadových plynov (pozri BAT 2);
xxii. systém manažérstva chemikálií (pozri BAT 3);
xxiii. plán prevencie a kontroly únikov a úkapov (pozri BAT 4 písm. a));
xxiv. plán riadenia OTNOC (pozri BAT 5);
xxv. plán energetickej efektívnosti (pozri BAT 10 písm. a));
xxvi. plán hospodárenia s vodami (pozri BAT 19 a));
xxvii. plán riadenia hluku a vibrácií (pozri BAT 32);
xxviii. plán nakladania s rezíduami (pozri BAT 34 písm. a)).

Poznámka
V nariadení (ES) č. 1221/2009 sa stanovuje schéma EÚ pre environmentálne manažérstvo a audit (EMAS), ktorá slúži ako príklad EMS, ktorý je v súlade s týmito BAT.

Uplatniteľnosť
Miera podrobnosti a formalizácie EMS bude spravidla závisieť od povahy, veľkosti a zložitosti zariadenia, ako aj od rozsahu jeho možných vplyvov na životné prostredie.

BAT 2. S cieľom uľahčiť znižovanie emisií do vody a ovzdušia sa má v rámci BAT zaviesť, udržiavať a pravidelne preskúmavať (a to aj v prípade významnej zmeny) register chemikálií použitých v procese a tokov odpadových vôd a odpadových plynov v rámci EMS (pozri BAT 1), ktorý zahŕňa všetky tieto prvky:

(i) informácie o výrobných procesoch vrátane:
  (a) zjednodušené procesné schémy, ktoré ukazujú pôvod emisií;
  (b) opisov techník, ktoré sú súčasťou procesu, a spracovania odpadových vôd/plynov pri zdroji vrátane opisov ich výkonnosti;
(ii) informácie o vlastnostiach tokov odpadových vôd, ako napríklad:
  (a) priemerné hodnoty a kolísanie prietoku, pH, teploty a vodivosti;
  (b) priemerné hodnoty koncentrácie a hmotnostného toku príslušných látok (napr. celkové nerozpustné látky, TOC alebo ChSK, index uhľovodíkového oleja, fosfor, kovy, fluoridy) a ich kolísanie;
(iii) informácie o množstve a charakteristikách chemikálií použitých v procese:
  (a) identita a charakteristiky chemikálií v procese vrátane vlastností s nepriaznivými účinkami na životné prostredie a/alebo ľudské zdravie;
  (b) množstvá chemikálií použitých v procese a miesto ich použitia;
(iv) informácie o vlastnostiach tokov odpadových plynov, ako napríklad:
  (a) priemerné hodnoty a kolísanie prietoku a teploty;
  (b) priemerné hodnoty koncentrácie a hmotnostného toku príslušných látok (napr. prach, NO_x, SO_2, CO, kovy, kyseliny) a ich kolísanie,
  (c) prítomnosť iných látok, ktoré môžu mať vplyv na systém spracovania odpadových plynov (napr. kyslík, dusík, vodná para) alebo bezpečnosť prevádzky (napr. vodík).

Uplatniteľnosť
Miera podrobnosti registra bude spravidla závisieť od povahy, veľkosti a zložitosti prevádzky, ako aj od rozsahu jej možného vplyvu na životné prostredie.

BAT 3. S cieľom zlepšiť celkovú environmentálnu výkonnosť je najlepšou dostupnou technikou vypracovať a zaviesť systém manažérstva chemikálií (CMS) v rámci EMS (pozri BAT 1), ktorý zahŕňa všetky tieto prvky:

i. politiku na zníženie spotreby a rizík chemikálií v procese vrátane politiky obstarávania v záujme výberu menej škodlivých chemikálií v procese a ich dodávateľov s cieľom minimalizovať používanie a riziká nebezpečných látok a vyhnúť sa obstarávaniu nadmerného množstva chemikálií v procese. Pri výbere chemikálií použitých v procese možno zvážiť:
   a) ich eliminovateľnosť, ich ekotoxicitu a ich potenciál uvoľňovania do životného prostredia s cieľom znížiť emisie do životného prostredia;
   b) charakterizáciu rizík spojených s chemikáliami použitými v procese na základe vyhlásenia o nebezpečenstvách chemikálií, ciest cez prevádzku, potenciálneho uvoľnenia a úrovne expozície;
   c) pravidelnú (napr. každoročnú) analýzu potenciálu nahradenia s cieľom identifikovať potenciálne nové dostupné a bezpečnejšie alternatívy používania nebezpečných látok (napr. používanie iných chemikálií v procese so žiadnym alebo s nižším vplyvom na životné prostredie, pozri BAT 9);
   d) predbežné monitorovanie regulačných zmien súvisiacich s nebezpečnými chemikáliami a zabezpečenie súladu s platnými právnymi požiadavkami.

   Na podporu výberu chemikálií použitých v procese možno použiť register chemikálií použitých v procese (pozri BAT 2);

ii. ciele a akčné plány na zabránenie používaniu a rizikám nebezpečných látok a ich obmedzenie;

iii. vývoj a zavedenie postupov na obstarávanie chemikálií v procese, manipuláciu s nimi, ich skladovanie a používanie na zabránenie vzniku alebo obmedzenie emisií do životného prostredia (napr. pozri BAT 4).

Uplatniteľnosť
Miera podrobnosti CMS bude vo všeobecnosti súvisieť s povahou, veľkosťou a so zložitosťou prevádzky.

BAT 4. S cieľom zabrániť vzniku emisií alebo obmedziť emisie do pôdy a podzemnej vody je najlepšou dostupnou technikou používanie všetkých techník uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
a.	Zostavenie a vykonávanie plánu prevencie a kontroly únikov a úkapov.	Plán prevencie a kontroly únikov a úkapov je súčasťou EMS (pozri BAT 1) a zahŕňa okrem iného tieto prvky: – plán riešenia incidentov v areáli v prípade úkapov malého a veľkého objemu; – určené úlohy a zodpovednosti dotknutého personálu; – záruku, že zamestnanci majú vybudované povedomie o životnom prostredí a absolvovali odbornú prípravu o prevencii a riešení incidentov súvisiacich s úkapmi; – určenie oblastí rizika úkapov a/alebo únikov nebezpečných materiálov a zostavenie rebríčka podľa miery rizika; – určenie vhodného zariadenia na zachytávanie úkapov a čistenie a pravidelná záruka jeho dostupnosti, dobrej prevádzkyschopnosti a umiestnenia v blízkosti bodov, kde k takýmto incidentom môže dôjsť; – usmernenia k nakladaniu s odpadom na zaobchádzanie s odpadom vznikajúcim pri kontrole úkapov; – pravidelné (aspoň raz ročne) inšpekcie skladovacích a manipulačných priestorov, testovanie a kalibrácia zariadenia na zisťovanie únikov z ventilov, tesnenia, prírub atď. a ich rýchla oprava.	Miera podrobnosti plánu bude vo všeobecnosti závisieť od povahy, veľkosti a zložitosti prevádzky, ako aj typu a množstva používaných kvapalín.
b.	Použitie olejotesných záchytných nádrží alebo jám.	Hydraulické stanice a zariadenia mazané olejom alebo mazivom sú umiestnené v olejotesných záchytných nádržiach alebo jamách.	Všeobecne uplatniteľné.
c.	Predchádzanie úkapom a únikom kyseliny a ich riešenie.	Skladovacie nádrže na novú aj použitú kyselinu sú vybavené utesnenou druhotnou nádržou, ktorá má ochranný kyselinovzdorný náter a pravidelne sa kontroluje na zistenie potenciálneho poškodenia a prasklín. Priestory na nakladanie a vykladanie kyselín sú navrhnuté tak, aby sa prípadné úkapy a úniky zadržali a poslali na spracovanie v areáli (pozri BAT 31) alebo na spracovanie mimo neho.	Všeobecne uplatniteľné.

BAT 5. S cieľom znížiť frekvenciu výskytu OTNOC a obmedziť emisie počas OTNOC je najlepšou dostupnou technikou zostaviť a zaviesť plán riadenia OTNOC založený na riziku ako súčasť EMS (pozri BAT 1), ktorý zahŕňa všetky tieto prvky:

i. identifikáciu potenciálnych OTNOC [napr. zlyhanie vybavenia, ktoré je kritické z hľadiska ochrany životného prostredia (ďalej len „kritické vybavenie")], ako aj ich základných príčin a potenciálnych dôsledkov a pravidelné preskúmavanie a aktualizácia zoznamu identifikovaných OTNOC v nadväznosti na ďalej uvedené pravidelné posúdenie;

ii. vhodný návrh kritického vybavenia (napr. kompartmentalizácia textilných filtrov);

iii. zostavenie a zavedenie plánu kontrol a preventívnej údržby pre kritické vybavenie (pozri BAT 1 bod xii);

iv. monitorovanie (t. j. odhadovanie alebo prípadne meranie) a zaznamenávanie emisií počas OTNOC a súvisiacich okolností;

v. pravidelné posudzovanie emisií, ku ktorým dochádza počas OTNOC (napr. frekvencia udalostí, trvanie, množstvo uvoľňovaných znečisťujúcich látok), a v prípade potreby vykonanie nápravných opatrení.

9.5.2 Monitorovanie

BAT 6. Najlepšou dostupnou technikou je aspoň raz ročne monitorovať:

- **ročnú spotrebu vody, energie a materiálov,**
- **ročnú výrobu odpadovej vody,**
- **ročné množstvo každého druhu vzniknutých rezíduí a každého druhu odpadu odoslaného na zneškodnenie.**

Opis
Monitorovanie sa môže vykonávať priamymi meraniami, výpočtami alebo zaznamenávaním, napr. pomocou vhodného meracieho prístroja alebo na základe faktúr. Monitorovanie je rozdelené na najvhodnejšiu úroveň (napr. na úroveň procesu alebo na úroveň prevádzky) a zvažujú sa pri ňom všetky významné zmeny v prevádzke.

BAT 7. Najlepšou dostupnou technikou je monitorovať organizovane odvádzané emisie do ovzdušia prinajmenšom v intervaloch uvedených v nasledujúcej tabuľke a v súlade s normami EN. Ak nie sú k dispozícii normy EN, najlepšou dostupnou technikou je použitie noriem ISO, vnútroštátnych alebo iných medzinárodných noriem, ktoré zabezpečujú získanie údajov rovnocennej odbornej kvality.

Látka/parameter	Postup(-y) špecifického spracovania	Odvetvie	Norma (normy)	Minimálna frekvencia monitorovania (1)	Monitorovanie súvisiace s
CO	Ohrev suroviny(2)	HR, CR, WD, HDC	EN 15058(3)	Raz ročne	BAT 22
	Ohrev galvanizačnej vane(2)	HDC drôtov, BG		Raz ročne	
	Zhodnotenie kyseliny chlorovodíkovej pražením alebo použitím reaktorov s fluidným lôžkom Zhodnotenie nitračnej zmesi pražením	HR, CR, HDC, WD		Raz ročne	BAT 29

Prach	Ohrev suroviny	HR, CR, WD, HDC	EN 13284-1 ([3]) ([4])	Kontinuálne pre akýkoľvek komín s hmotnostnými tokmi prachu > 2 kg/h Raz za šesť mesiacov pre akýkoľvek komín s hmotnostnými tokmi prachu 0,1 kg/h a 2 kg/h Raz ročne pre akýkoľvek komín s hmotnostnými tokmi prachu < 0,1 kg/h	BAT 20
	Ponor do roztaveného kovu po tavidlovaní	HDC, BG		Raz ročne ([5])	BAT 26
	Zhodnotenie kyseliny chlorovodíkovej pražením alebo použitím reaktorov s fluidným lôžkom Zhodnotenie nitračnej zmesi pražením alebo odparovaním	HR, CR, HDC, WD		Raz ročne	BAT 29
	Mechanické spracovanie (vrátane rezania, odstraňovania okovín, brúsenia, zdrsňovania, valcovania, konečnej úpravy, vyrovnávania), čistenie plameňom (okrem ručného čistenia plameňom) a zváranie	HR		Raz ročne	BAT 42
	Odvíjanie, mechanické predbežné odstraňovanie okovín, vyrovnávanie a zváranie	CR		Raz ročne	BAT 46
	Olovnaté kúpele	WD		Raz ročne	BAT 51
	Ťahanie za sucha			Raz ročne	BAT 52
HCl	Morenie kyselinou chlorovodíkovou	HR, CR, HDC, WD	EN 1911([3])	Raz ročne	BAT 24
	Morenie a odstraňovanie kyselinou chlorovodíkovou	BG		Raz ročne	BAT 62
	Zhodnotenie kyseliny chlorovodíkovej pražením alebo použitím reaktorov s fluidným lôžkom	HR, CR, HDC, WD		Raz ročne	BAT 29

		Morenie a odstraňovanie kyselinou chlorovodíkovou v otvorených moriacich kúpeľoch	BG	Norma EN nie je k dispozícii	Raz ročne([6])	BAT 62
HF		Morenie nitračnými zmesami s obsahom kyseliny fluorovodíkovej	HR, CR, HDC	Norma EN sa vypracúva([3])	Raz ročne	BAT 24
		Zhodnotenie nitračnej zmesi pražením alebo odparovaním	HR, CR		Raz ročne	BAT 29
Kovy	Ni	Mechanické spracovanie (vrátane rezania, odstraňovania okovín, brúsenia, zdrsňovania, valcovania, konečnej úpravy, vyrovnávania), čistenie plameňom (okrem ručného čistenia plameňom) a zváranie	HR	EN 14385	Raz ročne ([7])	BAT 42
		Odvíjanie, Mechanické predbežné odstraňovanie okovín, vyrovnávanie a zváranie	CR		Raz ročne ([7])	BAT 46
	Pb	Mechanické spracovanie (vrátane rezania, odstraňovania okovín, brúsenia, zdrsňovania, valcovania, konečnej úpravy, vyrovnávania), čistenie plameňom (okrem ručného čistenia plameňom) a zváranie	HR		Raz ročne ([7])	BAT 42
		Odvíjanie, mechanické predbežné odstraňovanie okovín, vyrovnávanie a zváranie	CR		Raz ročne ([7])	BAT 46
		Olovnaté kúpele	WD		Raz ročne	BAT 51
	Zn	Ponor do roztaveného kovu po tavidlovaní	HDC, BG		Raz ročne([5])	BAT 26
NH_3		Keď sa používa SNCR a/alebo SCR	HR, CR, WD, HDC	EN ISO 21877 ([3])	Raz ročne	BAT 22, BAT 25, BAT 29
NO_X		Ohrev suroviny([2])	HR, CR, WD, HDC	EN 14792 ([3])	Kontinuálne pre akýkoľvek komín s hmotnostnými tokmi NO_X > 15 kg/h Raz za šesť mesiacov pre akýkoľvek komín s hmotnostnými tokmi NO_X od 1 kg/h do 15 kg/h Raz ročne pre akýkoľvek komín s hmotnostnými tokmi NO_X < 1 kg/h	BAT 22

	Ohrev galvanizačnej vane(2)	HDC drôtov, BG		Raz ročne	
	Morenie samotnou kyselinou dusičnou alebo v kombinácii s inými kyselinami	HR, CR		Raz ročne	BAT 25
	Zhodnotenie kyseliny chlorovodíkovej pražením alebo použitím reaktorov s fluidným lôžkom Zhodnotenie nitračnej zmesi pražením alebo odparovaním	HR, CR, WD, HDC		Raz ročne	BAT 29
SO_2	Ohrev suroviny(8)	HR, CR, WD, poťahovanie plechov pri HDC	EN 14791(3)	Kontinuálne pre akýkoľvek komín s hmotnostnými tokmi SO_2 > 10 kg/h Raz za šesť mesiacov pre akýkoľvek komín s hmotnostnými tokmi SO_2 od 1 kg/h do 10 kg/h Raz ročne pre akýkoľvek komín s hmotnostnými tokmi SO_2 < 1 kg/h	BAT 21
	Zhodnotenie kyseliny chlorovodíkovej pražením alebo použitím reaktorov s fluidným lôžkom	HR, CR, HDC, WD		Raz ročne(5)	BAT 29
SO_X	Morenie kyselinou sírovou	HR, CR, HDC, WD		Raz ročne	BAT 24
		BG			
TVOC	Odmasťovanie	CR, HDC	EN 12619(3)	Raz ročne(5)	BAT 23
	Valcovanie, mokré popúšťanie a konečná úprava	CR		Raz ročne(5)	BAT 48
	Olovnaté kúpele	WD		Raz ročne(5)	—
	Olejové kaliace kúpele	WD		Raz ročne (5)	BAT 53

(1) Merania sa v možnom rozsahu vykonávajú vo fáze s najvyššími očakávanými emisiami za bežných prevádzkových podmienok.
(2) Monitorovanie sa nevykonáva, ak sa používa iba elektrina.
(3) Ak sú merania kontinuálne, uplatňujú sa tieto všeobecné normy EN: EN 15267-1, EN 15267-2, EN 15267-3 a EN 14181.
(4) Ak sú merania kontinuálne, uplatňuje sa aj norma EN 13284-2.
(5) Ak sa preukáže, že úrovne emisií sú dostatočne stabilné, možno frekvenciu monitorovania znížiť, v každom prípade sa však monitorovanie musí vykonať minimálne raz za tri roky.
(6) V prípade, že techniky uvedené v BAT 62 písm. a) alebo b) nie sú použiteľné, meranie koncentrácie HCl v plynnej fáze nad moriacim kúpeľom sa vykonáva aspoň raz ročne.
(7) Monitorovanie sa vykonáva len vtedy, ak sa dotknutá látka určí za relevantnú v toku odpadových plynov podľa registra uvedeného v BAT 2.
(8) Monitorovanie sa nevykonáva v prípade, že sa ako palivo používa iba zemný plyn alebo ak sa používa iba elektrina.

BAT 8. Najlepšou dostupnou technikou je monitorovať emisie do vody prinajmenšom v intervaloch uvedených v nasledujúcej tabuľke a v súlade s normami EN. Ak nie sú k dispozícii normy EN, najlepšou dostupnou technikou je použitie noriem ISO, vnútroštátnych alebo iných medzinárodných noriem, ktoré zabezpečujú získanie údajov rovnocennej odbornej kvality.

Látka/parameter		Postup(-y) špecifického spracovania	Norma (normy)	Minimálna frekvencia monitorovania(1)	Monitorovanie súvisiace s
Celkové nerozpustné tuhé látky (TSS)(2)		Všetky procesy	EN 872	Raz týždenne (3)	BAT 31
Celkový obsah organického uhlíka (TOC)(2) (4)		Všetky procesy	EN 1484	Raz za mesiac	
Chemická spotreba kyslíka (ChSK)(2) (4)		Všetky procesy	Norma EN nie je k dispozícii		
Index oleja uhľovodíkového (HOI)(5)		Všetky procesy	EN ISO 9377-2	Raz za mesiac	
Kovy/ polokovy (5)	Bór	Procesy, pri ktorých sa používa borax	K dispozícii sú rôzne EN normy (napr. EN ISO 11885, EN ISO 17294-2)	Raz za mesiac	
	Kadmium	Všetky procesy (6)	K dispozícii sú rôzne EN normy (napr. EN ISO 11885, EN ISO 15586, EN ISO 17294-2)	Raz za mesiac	
	Chróm	Všetky procesy(6)			
	Železo	Všetky procesy			
	Nikel	Všetky procesy (6)			
	Olovo	Všetky procesy (6)			
	Cín	Nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu s použitím cínu			
	Zinok	Všetky procesy (6)			
	Ortuť	Všetky procesy (6)	K dispozícii sú rôzne EN normy (napr. EN ISO 12846, EN ISO 17852)		
	Šesťmocný chróm	Morenie vysokolegovanej ocele alebo pasivácia zlúčeninami šesťmocného chrómu	K dispozícii sú rôzne EN normy (napr. EN ISO 10304-3, EN ISO 23913)		
Celkový obsah fosforu (celkový P) (2)		Fosfátovanie	K dispozícii sú rôzne EN normy (napr. EN ISO 6878, EN ISO 11885, EN ISO 15681-1 a -2)	Raz mesačne	
Fluorid (F^-)(5)		Morenie nitračnými zmesami s obsahom kyseliny fluorovodíkovej	EN ISO 10304-1	Raz mesačne	

(1) V prípade dávkovaného vypúšťania, ktoré je menej časté ako minimálna frekvencia monitorovania, sa monitorovanie vykonáva pri každej dávke..

(2) Monitorovanie sa vykonáva iba v prípade priameho vypúšťania do vodného recipienta.

(3) Frekvencie monitorovania možno znížiť na raz mesačne, ak sa preukáže, že úrovne emisií sú dostatočne stabilné.

(4) Monitoruje sa buď ChSK, alebo TOC. Uprednostňuje sa monitorovanie TOC, pretože si nevyžaduje používanie veľmi toxických zlúčenín.

(5) V prípade nepriameho vypúšťania do vodného recipienta frekvenciu monitorovania možno znížiť na raz za tri mesiace, ak je čistiareň odpadových vôd na následnej úrovni vhodne naprojektovaná a vybavená na znižovanie objemu predmetných znečisťujúcich látok.

(6) Monitorovanie sa vykonáva len vtedy, ak sa látka/parameter určí za relevantnú/relevantný v toku odpadových vôd podľa registra uvedeného v BAT 2.

9.5.3 Nebezpečné látky

BAT 9. S cieľom predísť použitiu zlúčenín šesťmocného chrómu pri pasivácii je najlepšou dostupnou technikou používať iné roztoky s obsahom kovov (napr. s obsahom mangánu, zinku, fluoridu titaničitého, fosfátov a/alebo molybdénanov) alebo roztoky organických polymérov (napr. s obsahom polyuretánov alebo polyesterov).

Uplatniteľnosť

Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v dôsledku špecifikácií produktu (napr. kvalita povrchu, natierateľnosť, zvárateľnosť, tvarovateľnosť, odolnosť proti korózii).

9.5.4 Energetická efektívnosť

BAT 10. S cieľom zvýšiť celkovú energetickú efektívnosť prevádzky je najlepšou dostupnou technikou použiť obe techniky uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
a.	Plán energetickej efektívnosti a energetické audity	Plán energetickej efektívnosti je súčasťou EMS (pozri BAT 1) a obsahuje vymedzenie a monitorovanie špecifickej spotreby energie na činnosť/procesy (pozri BAT 6), každoročné stanovenie kľúčových ukazovateľov výkonnosti (napr. MJ/t produktu) a plánovanie cieľov pravidelného zlepšovania a súvisiacich opatrení. Energetické audity sa vykonávajú minimálne raz ročne, aby sa zabezpečilo plnenie cieľov plánu energetického manažérstva. Plán energetickej efektívnosti a energetické audity možno začleniť do celkového plánu energetickej efektívnosti väčšieho zariadenia (napr. na výrobu železa a ocele).	Miera podrobnosti plánu energetickej efektívnosti, energetických auditov a záznamu o energetickej bilancii bude spravidla závisieť od povahy, veľkosti a zložitosti prevádzky, ako aj druhov používaných zdrojov energie.
b.	Záznam o energetickej bilancii	Každoročne sa zostaví záznam o energetickej bilancii, ktorý obsahuje členenie spotreby a výroby energie (vrátane vývozu energie) podľa druhu zdroja energie (napr. elektrina, zemný plyn, plyny zo spracovania železa a ocele, fosílne palivá, energia z obnoviteľných zdrojov, dovážané teplo a/alebo chladenie). To zahŕňa: - vymedzenie energetických hraníc procesov, - informácie o spotrebe energie, pokiaľ ide o dodanú energiu, - informácie o energii vyvezenej z prevádzky, - informácie o toku energie (napr. Sankeyove diagramy alebo energetické bilancie), z ktorých vyplýva, ako sa energia používa počas procesov.	

BAT 11. S cieľom zvýšiť energetickú efektívnosť pri ohreve (vrátane ohrevu a sušenia suroviny, ako aj ohrevu kúpeľov a galvanizačných vaní) je najlepšou dostupnou technikou používať vhodnú kombináciu techník uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
Koncepcia a prevádzkovanie			
a.	Optimálna koncepcia pece na ohrev suroviny	Patria sem napríklad tieto techniky: – optimalizácia kľúčových charakteristík pece (napr. počet a typ horákov, vzduchotesnosť a izolácia pece s použitím vhodných žiaruvzdorných materiálov), – minimalizácia tepelných strát otvormi dvierok pece, napr. použitím niekoľkých zdvíhateľných segmentov namiesto jedného segmentu v kontinuálnych ohrievacích peciach, – minimalizácia počtu nosných konštrukcií suroviny vo vnútri pece (napr. nosníky, sklznice) a použitie vhodnej izolácie na zníženie tepelných strát vodným chladením nosných konštrukcií v kontinuálnych ohrievacích peciach.	Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.
b.	Optimálna koncepcia galvanizačnej vane	Patria sem napríklad tieto techniky: – rovnomerný ohrev stien galvanizačnej vane (napr. použitím vysokorýchlostných horákov alebo sálavej koncepcie), – minimalizácia tepelných strát z pece pomocou izolovaných vonkajších/vnútorných stien (napr. keramické obloženie).	Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.
c.	Optimálna prevádzka galvanizačnej vane	Patria sem napríklad tieto techniky: minimalizácia tepelných strát z galvanizačnej vane pri nanášaní povlakov ponorom drôtov do roztaveného kovu alebo pri kusovom zinkovaní, napr. používaním izolovaných krytov počas nečinnosti.	Všeobecne uplatniteľné.
d.	Optimalizácia spaľovania	Pozri oddiel 9.11.1.	Všeobecne uplatniteľné.
e.	Automatizácia a ovládanie pece	Pozri oddiel 9.11.1.	Všeobecne uplatniteľné.
f.	Systém riadenia plynov zo spracovania	Pozri oddiel 9.11.1. Používa sa výhrevnosť plynov zo spracovania železa a ocele a/alebo plynu bohatého na CO z výroby ferochrómu.	Uplatňuje sa len v prípade, že je k dispozícii výhrevnosť plynov zo spracovania železa a ocele a/alebo plynu bohatého na CO z výroby ferochrómu.
g.	Poklopové žíhanie so 100 % vodíkom	Poklopové žíhanie sa vykonáva v peciach s použitím 100 % vodíka ako ochranného plynu so zvýšenou tepelnou vodivosťou.	Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.
h.	Kyslíko-palivové spaľovanie	Pozri oddiel 9.11.1.	Uplatniteľnosť môže byť obmedzená pri peciach na spracovanie vysokolegovanej ocele. Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená koncepciou pece a potrebou minimálneho prietoku odpadových plynov. Neuplatňuje sa na pece vybavené radiačnými horákmi.

i.	Bezplameňové spaľovanie	Pozri oddiel 9.11.1.	Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená koncepciou pece (t. j. objemom pece, priestorom pre horáky, vzdialenosťou medzi horákmi) a potrebou výmeny žiaruvzdorného obloženia. Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v prípade procesov, pri ktorých sa vyžaduje dôkladná kontrola teploty alebo teplotného profilu (napr. rekryštalizácia). Neuplatňuje sa na pece pracujúce pri teplote nižšej, ako je teplota samovznietenia potrebná na bezplameňové spaľovanie, ani na pece vybavené radiačnými horákmi.
j.	Pulzný horák	Prívod tepla do pece je riadený časom horenia horákov alebo postupným spustením jednotlivých horákov namiesto nastavovania prietokov spaľovacieho vzduchu a paliva.	Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.
Rekuperácia tepla zo spalín			
k.	Predohrev suroviny	Surovina sa predhrieva fúkaním horúcich spalín priamo na ňu.	Uplatňuje sa len na kontinuálne ohrievacie pece. Neuplatňuje sa na pece vybavené radiačnými horákmi.
l.	Sušenie obrobkov	Pri kusovom zinkovaní sa teplo zo spalín využíva na sušenie obrobkov.	Všeobecne uplatniteľné.
m.	Predohrev spaľovacieho vzduchu	Pozri oddiel 9.11.1. To sa dá dosiahnuť napríklad použitím regeneračných alebo rekuperačných horákov. Je potrebné dosiahnuť rovnováhu medzi maximalizáciou rekuperácie tepla zo spalín a minimalizáciou emisií NO_X.	Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru na inštaláciu regeneračných horákov.
n.	Kotol na rekuperáciu odpadového tepla	Teplo z horúcich spalín sa využíva na vytvorenie pary alebo horúcej vody, ktorá sa používa v iných procesoch (napr. na ohrev moriacich a taviacich kúpeľov), na diaľkové vykurovanie alebo na výrobu elektriny.	Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru a/alebo vhodnou potrebou pary alebo horúcej vody.

Ďalšie techniky na zvýšenie energetickej efektívnosti špecifické pre jednotlivé sektory sa uvádzajú v oddieloch 9.6.1, 9.7.1 a 9.8.1 týchto záverov o BAT.

Tabuľka 9.1: Rozsahy úrovne environmentálnej výkonnosti súvisiace s BAT (BAT-AEPL) týkajúce sa špecifickej spotreby energie na ohrev suroviny pri valcovaní za tepla

Postup(-y) špecifického spracovania *Oceľové výrobky na konci procesu valcovania*	**Jednotka**	**BAT-AEPL (ročný priemer)**
Opakovaný ohrev suroviny		
Za tepla valcované zvitky (pásy)	MJ/t	1 200 – 1 500(1)
Hrubé plechy	MJ/t	1 400 – 2 000 (2)
Tyče, prúty	MJ/t	600 – 1 900 (2)
Nosníky, predvalky, koľajnice, rúrky	MJ/t	1 400 – 2 200
Medziohrev suroviny		
Tyče, prúty, rúrky	MJ/t	100 – 900
Dohrev suroviny		
Hrubé plechy	MJ/t	1 000 – 2 000
Tyče, prúty	MJ/t	1 400 – 3 000(3)

(1) V prípade vysokolegovanej ocele (napr. austenitickej nehrdzavejúcej ocele) môže byť horná hranica rozsahu BAT-AEPL vyššia a až do 2 200 MJ/t.
(2) V prípade vysokolegovanej ocele (napr. austenitickej nehrdzavejúcej ocele) môže byť horná hranica rozsahu BAT-AEPL vyššia a až do 2 800 MJ/t.
(3) V prípade vysokolegovanej ocele (napr. austenitickej nehrdzavejúcej ocele) môže byť horná hranica rozsahu BAT-AEPL vyššia a až do 4 000 MJ/t.

Tabuľka 9.2: Rozsah úrovne environmentálnej výkonnosti súvisiaci s BAT (BAT-AEPL) týkajúci sa špecifickej spotreby energie pri žíhaní po valcovaní za studena

Postup(-y) špecifického spracovania	**Jednotka**	**BAT-AEPL (ročný priemer)**
Žíhanie po valcovaní za studena (poklopové a kontinuálne)	MJ/t	600 – 1 200 (1)(2)

(1) Pri poklopovom žíhaní sa dolná hranica rozsahu BAT-AEL môže dosiahnuť použitím BAT 11 písm. g).
(2) BAT-AEPL môže byť vyššia pre kontinuálne žíhacie linky vyžadujúce teplotu žíhania nad 800 °C.

Tabuľka 9.3: Rozsah úrovne environmentálnej výkonnosti súvisiaci s BAT (BAT-AEPL) týkajúci sa špecifickej spotreby energie pri ohreve suroviny pred nanášaním povlakov ponorom do roztaveného kovu

Postup(-y) špecifického spracovania	**Jednotka**	**BAT-AEPL (ročný priemer)**
Ohrev suroviny pred nanášaním povlakov ponorom do roztaveného kovu	MJ/t	700 – 1 100 (1)

(1) BAT-AEPL môže byť vyššia pre kontinuálne žíhacie linky vyžadujúce teplotu žíhania nad 800 °C.

Tabuľka 9.4: Rozsah úrovne environmentálnej výkonnosti súvisiaci s BAT (BAT-AEPL) týkajúci sa špecifickej spotreby energie pri kusovom zinkovaní

Postup(-y) špecifického spracovania	**Jednotka**	**BAT-AEPL (ročný priemer)**
Kusové zinkovanie	kWh/t	300 – 800 (1)(2) (3)

(1) Horná hranica rozsahu BAT-AEPL môže byť vyššia, keď sa na odstránenie prebytočného zinku používa odstreďovanie a/alebo keď je teplota kúpeľa na zinkovanie vyššia ako 500 °C.
(2) Horná hranica BAT-AEPL môže byť vyššia a až do 1 200 kWh/t pre prevádzky na kusové zinkovanie pracujúce s priemerným ročným výrobným výkonom nižším ako 150 t/m^3 objemu vane.
(3) V prípade prevádzok na kusové zinkovanie, ktoré vyrábajú prevažne tenké produkty (napr. < 1,5 mm), môže byť horná hranica rozsahu BAT-AEPL vyššia a až do 1 000 kWh/t.

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 6.

9.5.5 Materiálová efektívnosť

BAT 12. S cieľom zvýšiť materiálovú efektívnosť pri odmastení a znížiť tvorbu spotrebovaného odmasťovacieho roztoku je najlepšou dostupnou technikou používať kombináciu techník uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
Predchádzanie potrebe odmasťovania alebo jej obmedzenie			
a.	Použitie suroviny s nízkou kontamináciou olejom a mazivom	Použitie suroviny s nízkou kontamináciou olejom a mazivom predlžuje životnosť odmasťovacieho roztoku.	Uplatniteľnosť môže byť obmedzená, ak kvalitu suroviny nemožno ovplyvniť.
b.	Použitie pece s priamym plameňom v prípade nanášania povlakov na plechy ponorom do roztaveného kovu	Olej na povrchu plechu sa spaľuje v peci s priamym plameňom. Odmasťovanie pred pecou môže byť potrebné pri niektorých vysokokvalitných produktoch alebo v prípade plechov s vysokým obsahom zvyškového oleja.	Uplatniteľnosť môže byť obmedzená, ak sa vyžaduje veľmi vysoká úroveň čistoty povrchu a priľnavosti zinku.
Optimalizácia odmastenia			
c.	Všeobecné techniky na zvýšenie efektívnosti odmastenia	Patria sem napríklad tieto techniky: – monitorovanie a optimalizácia teploty a koncentrácie odmasťovacích prostriedkov v odmasťovacom roztoku, – zvýšenie účinku odmasťovacieho roztoku na surovinu (napr. pohybom suroviny, miešaním odmasťovacieho roztoku alebo použitím ultrazvuku na vytvorenie kavitácie roztoku na povrchu, ktorý sa má odmastiť).	Všeobecne uplatniteľné.
d.	Minimalizácia vynášania odmasťovacieho roztoku	Patria sem napríklad tieto techniky: – použitie žmýkacích valcov, napr. v prípade kontinuálneho odmasťovania pásu, – umožnenie dostatočného času odkvapkávania, napr. pomalým zdvíhaním obrobkov.	Všeobecne uplatniteľné.
e.	Spätné kaskádové odmastenie	Odmasťovanie sa vykonáva v dvoch alebo viacerých kúpeľoch za sebou, pri ktorých sa surovina presúva z najviac znečisteného odmasťovacieho kúpeľa do najčistejšieho.	Všeobecne uplatniteľné.
Predĺženie životnosti odmastňovacích kúpeľov			
f.	Čistenie a opakované použitie odmasťovacieho roztoku	Na čistenie odmasťovacieho roztoku v záujme opakovaného použitia sa používa magnetická separácia, separácia oleja (napr. zberače, výpustné žľaby, prepady), mikrofiltrácia alebo ultrafiltrácia alebo biologická úprava.	Všeobecne uplatniteľné.

BAT 13. S cieľom zvýšiť materiálovú efektívnosť pri morení a znížiť tvorbu spotrebovanej moriacej kyseliny pri ohreve moriacej kyseliny je najlepšou dostupnou technikou používať jednu z techník uvedených v nasledujúcej tabuľke a nepoužívať priame vstrekovanie pary

Technika		Opis
a.	Ohrev kyseliny pomocou výmenníkov tepla	Výmenníky tepla odolné voči korózii sú ponorené do moriacej kyseliny na nepriamy ohrev, napr. pomocou pary.
b.	Ohrev kyseliny ponorným spaľovaním	Spaľovacie plyny prechádzajú cez moriacu kyselinu a uvoľňujú energiu priamym prenosom tepla.

BAT 14. S cieľom zvýšiť materiálovú efektívnosť pri morení a znížiť tvorbu spotrebovanej moriacej kyseliny je najlepšou dostupnou technikou používať vhodnú kombináciu techník uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
Predchádzanie potrebe morenia alebo jej obmedzenie			
a.	Minimalizácia korózie ocele	Patria sem napríklad tieto techniky: – čo najrýchlejšie chladenie ocele valcovanej za tepla v závislosti od špecifikácií produktu, – skladovanie suroviny v zastrešených priestoroch, – obmedzenie obdobia skladovania suroviny.	Všeobecne uplatniteľné.
b.	Mechanické (predbežné) odstraňovanie okovín	Patria sem napríklad tieto techniky: – otryskávanie oceľovou drťou, – ohýbanie, – pieskovanie, – kefovanie, – naťahovanie a vyrovnávanie.	Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru. Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v dôsledku špecifikácií produktu.
c.	Elektrolytické morenie vysokolegovanej ocele	Použitie vodného roztoku síranu sodného (Na_2SO_4) na predúpravu vysokolegovanej ocele pred morením nitračnou zmesou s cieľom urýchliť a zlepšiť odstraňovanie povrchových oxidov. Odpadová voda s obsahom šesťmocného chrómu sa upravuje technikou BAT 31 písm. f).	Uplatniteľné len na valcovanie za studena. Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.
Optimalizácia morenia			
d.	Oplachovanie po alkalickom odmastení	Prenos alkalického odmasťovacieho roztoku do moriaceho kúpeľa sa zníži oplachom suroviny po odmastení.	Uplatniteľnosť n a existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.
e.	Všeobecné techniky na zvýšenie efektívnosti morenia	Patria sem napríklad tieto techniky: – optimalizácia teploty morenia na maximalizáciu rýchlosti morenia pri minimalizácii emisií kyselín, – optimalizácia zloženia moriaceho kúpeľa (napr. koncentrácie kyseliny a železa), – optimalizácia času morenia, aby sa zabránilo nadmernému moreniu, – vyhýbanie sa drastickým zmenám v zložení moriaceho kúpeľa jeho častým dopĺňaním čerstvou kyselinou.	Všeobecne uplatniteľné.
f.	Čistenie moriaceho kúpeľa a opakované použitie voľnej kyseliny	Čistiaci okruh, napr. s filtráciou, sa používa na odstránenie častíc z moriacej kyseliny, po čom nasleduje spätné získanie voľnej kyseliny prostredníctvom iónovej	Neuplatňuje sa, ak sa používa kaskádové morenie (alebo podobné),

		výmeny, napr. pomocou živíc.	pretože to vedie k veľmi nízkym hladinám voľnej kyseliny.
g.	Spätné kaskádové morenie	Morenie sa vykonáva v dvoch alebo viacerých kúpeľoch za sebou, pri ktorých sa surovina presúva z kúpeľa s najnižšou koncentráciou kyseliny do kúpeľa s najvyššou koncentráciou.	Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.
h.	Minimalizácia vynášania moriacej kyseliny	Patria sem napríklad tieto techniky: – použitie žmýkacích valcov, napr. v prípade kontinuálneho morenia pásu, – umožnenie dostatočného času odkvapkávania, napr. pomalým zdvíhaním obrobkov, – použitie vibrujúcich zvitkov drôtov.	Všeobecne uplatniteľné.
i.	Turbulentné morenie	Patria sem napríklad tieto techniky: – vstrekovanie moriacej kyseliny pri vysokom tlaku cez dýzy, – miešanie moriacej kyseliny pomocou ponorenej turbíny.	Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.
j.	Použitie inhibítorov morenia	Inhibítory morenia sa pridávajú do moriacej kyseliny na ochranu kovovo čistých častí suroviny pred nadmerným morením.	Neuplatňuje sa na vysokolegovanú oceľ. Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v dôsledku špecifikácií produktu.
k.	Aktivované morenie pri morení v kyseline chlorovodíkovej	Morenie sa vykonáva s nízkou koncentráciou kyseliny chlorovodíkovej (t. j. okolo 4 – 6 hmot. %) a vysokou koncentráciou železa (t. j. okolo 120 – 180 g/l) pri teplotách 20 – 25 °C.	Všeobecne uplatniteľné.

Tabuľka 9.5: Rozsah úrovne environmentálnej výkonnosti súvisiaci s BAT (BAT-AEPL) týkajúci sa špecifickej spotreby moriacej kyseliny pri kusovom zinkovaní

Moriaca kyselina	Jednotka	BAT-AEPL (3-ročný priemer)
Kyselina chlorovodíková, 28 hmot. %	kg/t	13 – 30([1])
([1]) Horná hranica rozsahu BAT-AEPL môže byť vyššia a až do 50 kg/t pri zinkovaní hlavne obrobkov s vysoko špecifickým povrchom (napríklad tenké produkty < 1,5 mm, rúry s hrúbkou steny < 3 mm) alebo pri vykonaní opakovanej galvanizácie.		

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 6.

BAT 15. S cieľom zvýšiť materiálovú efektívnosť pri tavidlovaní a znížiť množstvo použitého taviaceho roztoku odoslaného na zneškodnenie je najlepšou dostupnou technikou použiť všetky techniky v písmenách a), b) a c) v kombinácii s technikou v písmene d) alebo v kombinácii s technikou v písmene e) uvedenou v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
a.	Oplachovanie obrobkov po morení	Pri kusovom zinkovaní sa prenos železa do taviaceho roztoku znižuje oplachovaním obrobkov po morení.	Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.
b.	Optimalizované tavidlovanie	Chemické zloženie taviaceho roztoku sa často monitoruje a upravuje. Množstvo použitého taviaceho prostriedku je znížené na minimálnu úroveň potrebnú na dosiahnutie špecifikácií produktu.	Všeobecne uplatniteľné.
c.	Minimalizácia vynášania taviaceho roztoku	Vynášanie taviaceho roztoku sa minimalizuje tým, že sa nechá dostatok času na jeho odkvapkanie.	Všeobecne uplatniteľné.
d.	Odstránenie železa a opakované použitie taviaceho roztoku	Železo sa z taviaceho roztoku odstraňuje jednou z týchto techník: - elektrolytická oxidácia, - oxidácia vzduchom alebo H_2O_2, - iónová výmena. Po odstránení železa sa taviaci roztok opakovane použije.	Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky na kusové zinkovanie môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.
e.	Získavanie solí z použitého taviaceho roztoku na výrobu taviacich prostriedkov	Použitý taviaci roztok sa používa na získanie solí v ňom obsiahnutých na výrobu taviacich prostriedkov. Môže sa to uskutočniť v areáli alebo mimo neho.	Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v závislosti od dostupnosti na trhu.

BAT 16. S cieľom zvýšiť materiálovú efektívnosť ponoru do roztaveného kovu pri povrchovej úprave drôtov a pri kusovom zinkovaní a na zníženie tvorby odpadu je najlepšou dostupnou technikou používať všetky techniky uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis
a.	Zníženie tvorby spodnej trosky	Zníži sa tvorba spodnej trosky, napr. dostatočným opláchnutím po morení, odstránením železa z taviaceho roztoku [pozri BAT 15 písm. d)], použitím taviacich prostriedkov s miernym moriacim účinkom a zabránením lokálnemu prehriatiu v galvanizačnej vani.
b.	Prevencia, zachytávanie a opakované použitie rozstreku zinkom pri kusovom zinkovaní	Vytváranie rozstrekov zinku z galvanizačnej vane sa znižuje minimalizáciou prenosu taviaceho roztoku [pozri BAT 26 písm. b)]). Rozstreky zinkom z vane sa zachytávajú a opakovane používajú. Okolie vane sa udržiava čisté, aby sa znížila kontaminácia rozstrekov.
c.	Zníženie tvorby zinkového popola	Tvorba zinkového popola, t. j. oxidácia zinku na povrchu kúpeľa, sa znižuje napríklad: - dostatočným vysušením obrobkov/drôtov pred ponorením, - vyhýbaním sa zbytočným poruchám kúpeľa počas výroby vrátane zberania, - pri kontinuálnom ponore drôtov do roztaveného kovu, čím sa znižuje veľkosť povrchu kúpeľa, ktorá je v kontakte so vzduchom, pomocou plávajúceho žiaruvzdorného krytu.

BAT 17. S cieľom zvýšiť materiálovú efektívnosť a znížiť množstvo odpadu odosielaného na zneškodnenie z fosfátovania a pasivácie je najlepšou dostupnou technikou používať techniku v písmene a) a jednu z techník v písmene b) alebo c) uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis
Predĺženie životnosti kúpeľov na úpravu		
a.	Čistenie a opakované použitie fosfátovacieho alebo pasivačného roztoku	Na čistenie fosfátovacieho alebo pasivačného roztoku v záujme opakovaného použitia sa používa čistiaci okruh, napríklad s filtráciou.
Optimalizácia úpravy		
b.	Použitie valcových nanášacích strojov v prípade pásov	Valcové nanášacie stroje sa používajú na nanášanie pasivácie alebo vrstvy s obsahom fosfátov na povrch pásov. To umožňuje lepšiu kontrolu hrúbky vrstvy a tým zníženie spotreby chemikálií.
c.	Minimalizácia vynášania chemického roztoku	Vynášanie chemického roztoku sa minimalizuje napr. prechodom pásov cez žmýkacie valce alebo poskytnutím dostatočného času na odkvapkávanie obrobkov.

BAT 18. S cieľom znížiť množstvo použitej moriacej kyseliny odoslanej na zneškodnenie je najlepšou dostupnou technikou zhodnotiť použité moriace kyseliny (t. j. kyselinu chlorovodíkovú, kyselinu sírovú a nitračnú zmes). Neutralizácia použitých moriacich kyselín alebo použitie použitých moriacich kyselín na štiepenie emulzie nie je najlepšou dostupnou technikou.

Opis

Medzi techniky na zhodnotenie použitej moriacej kyseliny v areáli alebo mimo neho patrí:

i. praženie alebo použitie reaktorov s fluidným lôžkom v prípade zhodnotenia kyseliny chlorovodíkovej;
ii. kryštalizácia síranu železitého v prípade zhodnotenia kyseliny sírovej;
iii. praženie, odparovanie, iónová výmena alebo difúzna dialýza v prípade zhodnotenia nitračnej zmesi;
iv. použitie použitej moriacej kyseliny ako druhotnej suroviny (napr. na výrobu chloridu železa alebo pigmentov).

Uplatniteľnosť

Ak je pri kusovom zinkovaní použitie použitej moriacej kyseliny ako druhotnej suroviny obmedzené nedostupnosťou na trhu, môže výnimočne dôjsť k neutralizácii použitej moriacej kyseliny.

Ďalšie techniky na zvýšenie materiálovej efektívnosti špecifické pre jednotlivé odvetvia sa uvádzajú v oddieloch 9.6.2, 9.7.2, 9.8.2, 9.9.1 a 9.10.1 týchto záverov o BAT.

9.5.6 Využívanie vody a produkcia odpadových vôd

BAT 19. S cieľom optimalizovať spotrebu vody, zlepšiť recyklovateľnosť vody a znížiť objem produkcie odpadových vôd je najlepšou dostupnou technikou používať obe techniky v písmenách a) a b) a vhodnú kombináciu techník v písmenách c) až h) uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
a.	Plán hospodárenia s vodami a audity vodného hospodárstva	Plán hospodárenia s vodami a audity vodného hospodárstva sú súčasťou EMS (pozri BAT 1) a zahŕňajú: – schémy tokov a materiálovú bilanciu vody prevádzky, – stanovenie cieľov efektívneho hospodárenia s vodou, – vykonávanie techník na optimalizáciu hospodárenia s vodou (napr. kontrola používania vody, recyklácia vody, zisťovanie a oprava únikov). Audity vodného hospodárenia sa vykonávajú minimálne raz ročne, aby sa zabezpečilo plnenie cieľov plánu hospodárenia s vodami. Plán hospodárenia s vodami a audity vodného hospodárstva možno začleniť do celkového plánu hospodárenia s vodami väčšieho zariadenia (napr. na výrobu železa a ocele).	Miera podrobnosti plánu hospodárenia s vodami a auditov vodného hospodárstva bude vo všeobecnosti súvisieť s povahou, veľkosťou a so zložitosťou prevádzky.
b.	Oddeľovanie tokov vody	Každý tok odpadovej vody (napr. povrchový odtok vody, technologická voda, alkalická alebo kyslá odpadová voda, použitý odmasťovací roztok) sa zachytáva samostatne podľa obsahu znečisťujúcich látok a požadovaných techník úpravy. Toky odpadových vôd, ktoré možno recyklovať bez úpravy, sú oddelené od tokov odpadových vôd, ktoré si vyžadujú úpravu.	Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená štruktúrou systému zberu odpadových vôd.
c.	Minimalizácia kontaminácie technologickej vody uhľovodíkmi	Kontaminácia technologickej vody stratami oleja a maziva sa minimalizuje použitím techník, ako sú: – olejotesné ložiská a ložiskové tesnenia pre pracovné valce, – ukazovatele úniku, – pravidelné kontroly a preventívna údržba tesnení čerpadiel, potrubí a pracovných valcov.	Všeobecne uplatniteľné.
d.	opakované použitie a/alebo recyklovanie vody	Vodné toky (napr. technologická voda, výtoky z mokrého čistenia alebo kaliacich kúpeľov) sa opakovane používajú a/alebo recyklujú v uzavretých alebo polouzavretých okruhoch, ak je to potrebné po úprave (pozri BAT 30 a BAT 31).	Miera opakovaného použitia a/alebo recyklovania vody je obmedzená vodnou bilanciou prevádzky, obsahom nečistôt a/alebo vlastnosťami tokov vody.
e.	Spätné kaskádové preplachy	Oplachovanie sa vykonáva v dvoch alebo viacerých kúpeľoch za sebou, pri ktorých sa surovina presúva z najviac znečisteného oplachovacieho kúpeľa do najčistejšieho.	Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.
f.	Recyklácia alebo opakované použitie oplachovej vody	Voda z oplachovania po morení alebo odmasťovaní sa recykluje/opakovane používa, ak je to potrebné po úprave, do predchádzajúcich procesných kúpeľov ako prídavná voda,	Všeobecne uplatniteľné.

		oplachová voda alebo, ak je koncentrácia kyseliny dostatočne vysoká, na zhodnotenie kyseliny.	
g.	Úprava a opakované použitie technologickej vody s obsahom oleja a okovín pri valcovaní za tepla	Odpadová voda s obsahom oleja a okovín z valcovní za tepla sa upravuje samostatne pomocou rôznych čistiacich krokov vrátane jám na okoviny, usadzovacích nádrží, cyklónov a filtrácie na oddelenie oleja a okovín. Veľká časť upravenej vody sa opakovane používa v procese.	Všeobecne uplatniteľné.
h.	Odstraňovanie okovín rozprašovaním vody spúšťané snímačmi pri valcovaní za tepla	Snímače a automatizácia sa používajú na sledovanie polohy suroviny a nastavenie objemu vody na odstraňovanie okovín, ktorá preteká rozprašovačmi vody.	Všeobecne uplatniteľné.

Tabuľka 9.6: Rozsahy úrovne environmentálnej výkonnosti súvisiace s BAT (BAT-AEPL) týkajúce sa špecifickej spotreby vody

Odvetvie	Jednotka	BAT-AEPL (ročný priemer)
Valcovanie za tepla	m^3/t	0,5 – 5
Valcovanie za studena	m^3/t	0,5 – 10
Ťahanie drôtu	m^3/t	0,5 – 5
Nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu	m^3/t	0,5 – 5

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 6.

9.5.7 Emisie do ovzdušia

9.5.7.1 Emisie do ovzdušia z ohrevu

BAT 20. S cieľom zabrániť emisiám prachu do ovzdušia z ohrevu a obmedziť ich je najlepšou dostupnou technikou používať buď elektrinu vyrábanú z bezfosílnych zdrojov energie, alebo techniku v písmene a) v kombinácii s technikou v písmene b) uvedenými v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
a.	Používanie palív s nízkym obsahom prachu a popola	Palivá s nízkym obsahom prachu a popola zahŕňajú napríklad zemný plyn, skvapalnený ropný plyn, vysokopecný plyn zbavený prachu a konvertorový plyn zbavený prachu.	Všeobecne uplatniteľné.
b.	Obmedzenie unášania prachu	Unášanie prachu je obmedzené napríklad: - pokiaľ je to prakticky možné, použitím čistej suroviny alebo jej očistenie od voľných okovín a prachu pred jej vložením do pece, - minimalizáciou tvorby prachu z poškodenia žiaruvzdorného obloženia, napr. zamedzením priameho kontaktu plameňov so žiaruvzdorným obložením použitím keramických povlakov na žiaruvzdornom obložení, - vyhýbaním sa priamemu kontaktu plameňov so surovinou.	Vyhýbanie sa priamemu kontaktu plameňov so surovinou nie je uplatniteľné v prípade pecí s priamym plameňom.

Tabuľka 9.7: Rozsahy úrovne emisií súvisiace s BAT (BAT-AEL) pre organizované odvádzané emisie prachu do ovzdušia z ohrevu suroviny

Parameter	Odvetvie	Jednotka	BAT-AEL(1) (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odoberania vzoriek)
Prach	Valcovanie za tepla	mg/Nm^3	< 2–10
	Valcovanie za studena		< 2–10
	Ťahanie drôtu		< 2–10
	Nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu		< 2–10
(1) BAT-AEL sa neuplatňuje, keď hmotnostný tok prachu nedosahuje 100 g/h.			

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 7.

BAT 21. S cieľom zabrániť emisiám SO_2 do ovzdušia z ohrevu a obmedziť ich je najlepšou dostupnou technikou používať buď elektrinu vyrábanú z bezfosílnych zdrojov energie, alebo palivo alebo kombináciu palív s nízkym obsahom síry.

Opis
Palivá s nízkym obsahom síry zahŕňajú napríklad zemný plyn, skvapalnený ropný plyn, vysokopecný plyn, konvertorový plyn a plyn bohatý na CO z výroby ferochrómu.

Tabuľka 9.8: Rozsahy úrovne emisií súvisiace s BAT (BAT-AEL) pre organizované odvádzané emisie SO_2 do ovzdušia z ohrevu suroviny

Parameter	Odvetvie	Jednotka	BAT-AEL (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odberu vzoriek)
SO_2	Valcovanie za tepla	mg/Nm^3	50 – 200 (1)(2)
	Valcovanie za studena, ťahanie drôtu, nanášanie povlakov na plechy ponorom do roztaveného kovu		20 – 100(1)
(1) BAT-AEL sa nevzťahuje na prevádzky využívajúce 100 % zemný plyn alebo 100 % elektrický ohrev. (2) Horná hranica rozsahu BAT-AEL môže byť vyššia a až do 300 mg/Nm^3 pri použití vysokého podielu koksárenského plynu (> 50 % energetického vstupu).			

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 7.

BAT 22. S cieľom zabrániť emisiám NO_X do ovzdušia z ohrevu a obmedziť ich pri súčasnom obmedzení emisií CO a emisií NH_3 z použitia SNCR a/alebo SCR je najlepšou dostupnou technikou používať buď elektrinu vyrábanú z bezfosílnych zdrojov energie, alebo vhodnú kombináciu techník uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
Zníženie tvorby emisií			
a.	Použitie paliva alebo kombinácie palív s nízkym potenciálom tvorby NO_X	Palivá s nízkym potenciálom tvorby NO_X, napr. zemný plyn, skvapalnený ropný plyn, vysokopecný plyn a konvertorový plyn.	Všeobecne uplatniteľné.
b.	Automatizácia a ovládanie pece	Pozri oddiel9.11.2	Všeobecne uplatniteľné.
c.	Optimalizácia spaľovania	Pozri oddiel9.11.2 Používa sa všeobecne v kombinácii s inými technikami.	Všeobecne uplatniteľné.
d.	Horáky s nízkou tvorbou NO_X	Pozri oddiel9.11.2	Uplatniteľnosť môže byť v existujúcich prevádzkach obmedzená ich konštrukciou a/alebo prevádzkovými obmedzeniami.

e.	Recirkulácia spalín	Recirkulácia (externá) časti spalín do spaľovacej komory s cieľom nahradiť časť čerstvého spaľovacieho vzduchu s dvojitým účinkom znižovania teploty a obmedzenia obsahu O_2 na oxidáciu dusíka, čím sa obmedzuje tvorba NO_X. Predpokladá prívod spalín z pece do plameňa s cieľom znížiť obsah kyslíka, a tým aj teplotu plameňa.	Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.
f.	Obmedzenie teploty predohrevu vzduchu	Obmedzenie teploty predohrevu vzduchu vedie k zníženiu koncentrácie emisií NO_X. Je potrebné dosiahnuť rovnováhu medzi maximalizáciou rekuperácie tepla zo spalín a minimalizáciou emisií NO_X.	Nemusí byť uplatniteľné v prípade pecí vybavených radiačnými horákmi.
g.	Bezplameňové spaľovanie	Pozri oddiel9.11.2	Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená koncepciou pece (t. j. objemom pece, priestorom pre horáky, vzdialenosťou medzi horákmi) a potrebou výmeny žiaruvzdorného obloženia. Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v prípade procesov, pri ktorých sa vyžaduje dôkladná kontrola teploty alebo teplotného profilu (napr. rekryštalizácia). Neuplatňuje sa na pece pracujúce pri teplote nižšej, ako je teplota samovznietenia potrebná na bezplameňové spaľovanie, ani na pece vybavené radiačnými horákmi.
h.	Kyslíko-palivové spaľovanie	Pozri oddiel9.11.2	Uplatniteľnosť môže byť obmedzená pri peciach na spracovanie vysokolegovanej ocele. Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená koncepciou pece a potrebou minimálneho prietoku odpadových plynov. Neuplatňuje sa na pece vybavené radiačnými horákmi.
Spracovanie odpadových plynov			
i.	Selektívna katalytická redukcia (SCR)	Pozri oddiel9.11.2	Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru. Uplatniteľnosť môže byť obmedzená pri poklopovom žíhaní v dôsledku meniacich sa teplôt počas cyklu žíhania.
j.	Selektívna nekatalytická redukcia (SNCR)	Pozri oddiel9.11.2	Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená optimálnym teplotným rozsahom a časom zotrvania potrebným na reakciu. Uplatniteľnosť môže byť obmedzená pri poklopovom žíhaní v dôsledku meniacich sa teplôt počas cyklu žíhania.

k.	Optimalizácia koncepcie a prevádzkovania SNCR/SCR	Pozri oddiel9.11.2	Uplatniteľné len v prípade, že sa na znižovanie emisií NO_X používa SNCR/SCR.

Tabuľka 9.9: Rozsahy úrovne emisií súvisiace s BAT (BAT-AEL) pre organizovane odvádzané emisie NO_X do ovzdušia a orientačné rozsahy úrovne emisií pre organizovane odvádzané emisie CO do ovzdušia z ohrevu suroviny pri valcovaní za tepla

Parameter	Typ paliva	Špecifický proces	Jednotka	BAT-AEL (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odoberania vzoriek)	Orientačný rozsah úrovne emisií (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odoberania vzoriek)
NO_X	100 % zemný plyn	opakovaný ohrev	mg/Nm^3	Nové prevádzky: 80 – 200 Existujúce prevádzky: 100 – 350	Žiadna orientačná hodnota
		Medziohrev	mg/Nm^3	100 – 250	
		Dohrev	mg/Nm^3	100 – 200	
	Ostatné palivá	opakovaný ohrev, medziohrev, dohrev	mg/Nm^3	100 – 350(1)	
CO	100 % zemný plyn	opakovaný ohrev	mg/Nm^3	Žiadne BAT-AEL	10 – 50
		Medziohrev	mg/Nm^3		10 – 100
		Dohrev	mg/Nm^3		10 – 100
	Ostatné palivá	Opakovaný ohrev, medziohrev, dohrev	mg/Nm^3		10 – 50

(1) Horná hranica rozsahu BAT-AEL môže byť vyššia a až do 550 mg/Nm^3 pri použití vysokého podielu koksárenského plynu alebo plynu bohatého na CO z výroby ferochrómu (> 50 % energetického vstupu).

Tabuľka 9.10: Rozsahy úrovne emisií súvisiace s BAT (BAT-AEL) pre organizovane odvádzané emisie NO_X do ovzdušia a orientačné rozsahy úrovne emisií pre organizovane odvádzané emisie CO do ovzdušia z ohrevu suroviny pri valcovaní za studena

Parameter	Typ paliva	Jednotka	BAT-AEL (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odoberania vzoriek)	Orientačný rozsah úrovne emisií (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odoberania vzoriek)
NO_X	100 % zemný plyn	mg/Nm^3	100 – 250(1)	Žiadna orientačná hodnota
	Ostatné palivá	mg/Nm^3	100 – 300(2)	
CO	100 % zemný plyn	mg/Nm^3	Žiadne BAT-AEL	10 – 50
	Ostatné palivá	mg/Nm^3	Žiadne BAT-AEL	10 – 100

(1) Horná hranica rozsahu BAT-AEL môže byť vyššia a až do 300 mg/Nm^3 pri kontinuálnom žíhaní.
(2) Horná hranica rozsahu BAT-AEL môže byť vyššia a až do 550 mg/Nm^3 pri použití vysokého podielu koksárenského plynu alebo plynu bohatého na CO z výroby ferochrómu (> 50 % energetického vstupu).

Tabuľka 9.11: Rozsah úrovne emisií súvisiaci s BAT (BAT-AEL) pre organizovane odvádzané emisie NO_X do ovzdušia a orientačný rozsah úrovne emisií pre organizovane odvádzané emisie CO do ovzdušia z ohrevu suroviny pri ťahaní drôtu

Parameter	Jednotka	BAT-AEL (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odoberania vzoriek)	Orientačný rozsah úrovne emisií (priemer za obdobie odoberania vzoriek)
NO_X	mg/Nm^3	100 – 250	Žiadna orientačná hodnota
CO	mg/Nm^3	Žiadne BAT-AEL	10 – 50

Tabuľka 9.12: Rozsah úrovne emisií súvisiaci s BAT (BAT-AEL) pre organizovane odvádzané emisie NO_X do ovzdušia a orientačný rozsah úrovne emisií pre organizovane odvádzané emisie CO do ovzdušia z ohrevu suroviny pri nanášaní povlakov ponorom do roztaveného kovu

Parameter	Jednotka	BAT-AEL (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odoberania vzoriek)	Orientačný rozsah úrovne emisií (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odberu vzoriek)
NO_X	mg/Nm^3	100 – 300(1)	Žiadna orientačná hodnota
CO	mg/Nm^3	Žiadne BAT-AEL	10 – 100
(1) Horná hranica rozsahu BAT-AEL môže byť vyššia a až do 550 mg/Nm^3 pri použití vysokého podielu koksárenského plynu alebo plynu bohatého na CO z výroby ferochrómu (> 50 % energetického vstupu).			

Tabuľka 9.13: Rozsah úrovne emisií súvisiaci s BAT (BAT-AEL) pre organizovane odvádzané emisie NO_X do ovzdušia a orientačný rozsah úrovne emisií pre organizovane odvádzané emisie CO do ovzdušia z ohrevu galvanizačnej vane pri kusovom zinkovaní

Parameter	Jednotka	BAT-AEL (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odoberania vzoriek)	Orientačný rozsah úrovne emisií (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odberu vzoriek)
NO_X	mg/Nm^3	70 – 300	Žiadna orientačná hodnota
CO	mg/Nm^3	Žiadne BAT-AEL	10 – 100

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 7.

9.5.7.2 Emisie do ovzdušia z odmastenia

BAT 23. S cieľom znížiť emisie olejovej hmly, kyselín a/alebo zásad do ovzdušia z odmastenia pri valcovaní za studena a nanášaní povlakov na plechy ponorom do roztaveného kovu je najlepšou dostupnou technikou zachytávať emisie pomocou techniky v písmene a) a spracovať odpadový plyn pomocou techniky v písmene b) a/alebo techniky v písmene c) uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis
Zachytávanie emisií		
a.	Uzavreté odmasťovacie nádrže kombinované s odsávaním vzduchu v prípade kontinuálneho odmasťovania	Odmasťovanie sa vykonáva v uzavretých nádržiach a odsáva sa vzduch.
Spracovanie odpadových plynov		
b.	Mokré čistenie	Pozri oddiel9.11.2
c.	Odlučovač kvapiek	Pozri oddiel9.11.2

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 7.

9.5.7.3 Emisie do ovzdušia z morenia

BAT 24. S cieľom obmedziť emisie prachu, kyselín (HCl, HF, H_2SO_4) a SOx do ovzdušia z morenia pri valcovaní za tepla, valcovaní za studena, nanášaní povlakov ponorom do roztaveného kovu a ťahaní drôtu je najlepšou dostupnou technikou použiť techniku v písmene a) alebo techniku v písmene b) v kombinácii s technikou v písmene c) uvedenými v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis
Zachytávanie emisií		
a.	Kontinuálne morenie v uzavretých nádržiach kombinované s odsávaním výparov	Kontinuálne morenie sa vykonáva v uzavretých nádržiach s obmedzenými vstupnými a výstupnými otvormi pre oceľový pás alebo drôt. Výpary z moriacich nádrží sa odsávajú.
b.	Poklopové morenie v nádržiach vybavených vekom alebo uzatváracími poklopmi kombinované s odsávaním výparov	Poklopové morenie sa vykonáva v nádržiach vybavených vekom alebo uzatváracími poklopmi, ktoré možno otvoriť, aby sa umožnilo vsádzanie zvitkov drôtov. Výpary z moriacich nádrží sa odsávajú.
Spracovanie odpadových plynov		
c.	Mokré čistenie, po ktorom nasleduje odlučovač kvapiek	Pozri oddiel9.11.2

Tabuľka 9.14: Rozsahy úrovne emisií súvisiace s BAT (BAT-AEL) pre organizovane odvádzané emisie HCl, HF a SOx do ovzdušia z morenia pri valcovaní za tepla, valcovaní za studena a nanášaní povlakov ponorom do roztaveného kovu

Parameter	Jednotka	BAT-AEL (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odoberania vzoriek)
HCl	mg/Nm^3	< 2 – 10(1)
HF	mg/Nm^3	< 1(2)
SOx	mg/Nm^3	< 1 – 6(3)
(1) Tento rozsah BAT-AEL sa vzťahuje len na morenie kyselinou chlorovodíkovou. (2) Tento rozsah BAT-AEL sa vzťahuje len na morenie nitračnými zmesami s obsahom kyseliny fluorovodíkovej. (3) Tento rozsah BAT-AEL sa vzťahuje len na morenie kyselinou sírovou.		

Tabuľka 9.15: Rozsah úrovne emisií súvisiaci s BAT (BAT-AEL) pre organizovane odvádzané emisie HCl a SOx do ovzdušia z morenia kyselinou chlorovodíkovou alebo kyselinou sírovou pri ťahaní drôtu

Parameter	Jednotka	BAT-AEL (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odoberania vzoriek)
HCl	mg/Nm^3	< 2 – 10(1)
SOx	mg/Nm^3	< 1 – 6(2)
(1) Tento rozsah BAT-AEL sa vzťahuje len na morenie kyselinou chlorovodíkovou. (2) Tento rozsah BAT-AEL sa vzťahuje len na morenie kyselinou sírovou.		

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 7.

BAT 25. S cieľom obmedziť emisie NO_X do ovzdušia z morenia kyselinou dusičnou (samotnou alebo v kombinácii s inými kyselinami) a emisií NH_3 z používania SCR pri valcovaní za tepla a valcovaní za studena je najlepšou dostupnou technikou použiť jednu techniku alebo kombináciu techník uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
Zníženie tvorby emisií			
a.	Morenie vysokolegovanej ocele bez kyseliny dusičnej	Morenie vysokolegovanej ocele sa vykonáva úplnou náhradou kyseliny dusičnej silným oxidačným činidlom (napr. peroxidom vodíka).	Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.
b.	Pridanie peroxidu vodíka alebo močoviny do moriacej kyseliny	Peroxid vodíka alebo močovina sa pridáva priamo do moriacej kyseliny s cieľom znížiť emisie NO_X.	Všeobecne uplatniteľné.
Zachytávanie emisií			
c.	Kontinuálne morenie v uzavretých nádržiach kombinované s odsávaním výparov	Kontinuálne morenie sa vykonáva v uzavretých nádržiach s obmedzenými vstupnými a výstupnými otvormi pre oceľový pás alebo drôt. Výpary z moriacich kúpeľov sa odsávajú.	Všeobecne uplatniteľné.
d.	Poklopové morenie v nádržiach vybavených vekom alebo uzatváracími poklopmi kombinované s odsávaním výparov	Poklopové morenie sa vykonáva v nádržiach vybavených vekom alebo uzatváracími poklopmi, ktoré možno otvoriť, aby sa umožnilo vsádzanie zvitkov drôtov. Výpary z moriacich nádrží sa odsávajú.	Všeobecne uplatniteľné.
Spracovanie odpadových plynov			
e.	Mokré čistenie s pridaním oxidačného činidla (napr. peroxidu vodíka)	Pozri oddiel 9.11.2. S cieľom znížiť emisie NO_X sa do roztoku hrubého čistenia pridáva oxidačné činidlo (napr. peroxid vodíka). Pri použití peroxidu vodíka je možné vzniknutú kyselinu dusičnú recyklovať do moriacich nádrží.	Všeobecne uplatniteľné.
f.	Selektívna katalytická redukcia (SCR)	Pozri oddiel 9.11.2.	Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.
g.	Optimalizácia koncepcie a prevádzkovania SCR	Pozri oddiel 9.11.2.	Uplatniteľné len v prípade, že sa na znižovanie emisií NO_X používa SCR.

Tabuľka 9.16: Rozsah úrovne emisií súvisiaci s BAT (BAT-AEL) pre organizovane odvádzané emisie NO_X do ovzdušia z morenia kyselinou dusičnou (samotnou alebo v kombinácii s inými kyselinami) pri valcovaní za tepla alebo valcovaní za studena

Parameter	Jednotka	BAT-AEL (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odoberania vzoriek)
NO_X	mg/Nm^3	10 – 200

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 7.

9.5.7.4 Emisie do ovzdušia z ponoru do roztaveného kovu

BAT 26. S cieľom znížiť emisie prachu a zinku do ovzdušia z ponoru do roztaveného kovu po tavidlovaní pri nanášaní povlakov na drôty ponorom a pri kusovom zinkovaní je najlepšou dostupnou technikou znížiť tvorbu emisií pomocou techniky v písmene b) alebo techník v písmenách a) a b), zachytávať emisie pomocou techniky v písmene c) alebo techniky v písmene d) a spracovať odpadové plyny pomocou techniky v písmene e) uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
Zníženie tvorby emisií			
a.	Málo dymiace tavidlo	Chlorid amónny v taviacich prostriedkoch je čiastočne nahradený inými chloridmi alkalických kovov (napr. chloridom draselným) s cieľom znížiť tvorbu prachu.	Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v dôsledku špecifikácií produktu.
b.	Minimalizácia prenosu taviaceho roztoku	Patria sem napríklad tieto techniky: – ponechanie dostatočného času na odkvapkanie taviaceho roztoku [pozri BAT 15 písm. c)], – sušenie pred ponorom.	Všeobecne uplatniteľné.
Zachytávanie emisií			
c.	Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju	Vzduch z vane sa odsaje, napríklad pomocou extrakcie bočného poklopu alebo veka.	Všeobecne uplatniteľné.
d.	Uzavretá vaňa kombinovaná s odsávaním vzduchu	Ponor do roztaveného kovu sa vykonáva v uzavretej vani a odsáva sa vzduch.	Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená v prípade, že kryt narúša existujúci dopravný systém pre obrobky pri kusovom zinkovaní.
Spracovanie odpadových plynov			
e.	Textilný filter	Pozri oddiel 9.11.2.	Všeobecne uplatniteľné.

Tabuľka 9.17: Rozsah úrovne emisií súvisiaci s BAT (BAT-AEL) pre organizovane odvádzané emisie prachu do ovzdušia z ponoru do roztaveného kovu po tavidlovaní pri nanášaní povlakov na drôty ponorom do roztaveného kovu a pri kusovom zinkovaní

Parameter	Jednotka	BAT-AEL (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odoberania vzoriek)
Prach	mg/Nm^3	< 2 – 5

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 7.

9.5.7.5 Emisie do ovzdušia z olejovania

BAT 27. S cieľom predchádzať emisiám olejovej hmly do ovzdušia a obmedziť spotrebu oleja z olejovania povrchu suroviny je najlepšou dostupnou technikou použiť jednu z techník uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis
a.	Elektrostatické olejovanie	Olej je rozprašovaný na kovový povrch prostredníctvom elektrostatického poľa, čo zaisťuje homogénnu aplikáciu oleja a optimalizuje množstvo nanášaného oleja. Stroj na olejovanie je uzavretý a olej, ktorý sa neusadzuje na kovovom povrchu, sa získava a opakovane používa v stroji.
b.	Kontaktné mazanie	Valcové maznice, napr. plstené valce alebo žmýkacie valce, sa používajú v priamom kontakte s kovovým povrchom.
c.	Olejovanie bez stlačeného vzduchu	Olej sa nanáša tryskami blízko kovového povrchu pomocou vysokofrekvenčných ventilov.

9.5.7.6 Emisie do ovzdušia z následnej úpravy

BAT 28. S cieľom znížiť emisie do ovzdušia z chemických kúpeľov alebo nádrží pri následnej úprave (t. j. fosfátovanie a pasivácia) je najlepšou dostupnou technikou zachytávať emisie pomocou techniky v písmene a) alebo techniky v písmene b) a v takom prípade spracovať odpadový plyn použitím techniky v písmene c) a/alebo techniky v písmene d) uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
Zachytávanie emisií			
a.	Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju	Emisie z chemických skladovacích nádrží a chemických kúpeľov sú zachytávané napr. pomocou jednej z nasledujúcich techník alebo ich kombinácie: - extrakcia bočného poklopu alebo veka, - nádrže vybavené pohyblivým vekom, - uzatváracie poklopy, - umiestnenie kúpeľov v uzavretých priestoroch. Zachytené emisie sa následne odsajú.	Uplatňuje sa len v prípade, že sa úprava vykonáva rozstrekom alebo keď sa používajú prchavé látky.
b.	Uzavreté nádrže kombinované s odsávaním vzduchu v prípade kontinuálnej následnej úpravy	Fosfátovanie a pasivácia sa vykonávajú v uzavretých nádržiach a vzduch sa odsáva z nádrží.	Uplatňuje sa len v prípade, že sa úprava vykonáva rozstrekom alebo keď sa používajú prchavé látky.
Spracovanie odpadových plynov			
c.	Mokré čistenie	Pozri oddiel 9.11.2.	Všeobecne uplatniteľné.
d.	Odlučovač kvapiek	Pozri oddiel 9.11.2.	Všeobecne uplatniteľné.

9.5.7.7 Emisie do ovzdušia zo zhodnotenia kyseliny

BAT 29. S cieľom obmedziť emisie prachu, kyselín (HCl, HF), SO a NO_X do ovzdušia zhodnotením použitej kyseliny (pri súčasnom obmedzení emisií CO) a emisií NH_3 používaním SCR je najlepšou dostupnou technikou použiť kombináciu techník uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
a.	Použitie paliva alebo kombinácie palív s nízkym obsahom síry a/alebo nízkym potenciálom tvorby NO_X	Pozri BAT 21 a BAT 22 písm. a).	Všeobecne uplatniteľné.
b.	Optimalizácia spaľovania	Pozri oddiel 9.11.2. Používa sa všeobecne v kombinácii s inými technikami.	Všeobecne uplatniteľné.
c.	Horáky s nízkou tvorbou NO_X	Pozri oddiel 9.11.2.	Uplatniteľnosť môže byť v existujúcich prevádzkach obmedzená ich konštrukciou a/alebo prevádzkovými obmedzeniami.
d.	Mokré čistenie, po ktorom nasleduje odlučovač kvapiek	Pozri oddiel 9.11.2. V prípade zhodnotenia nitračnej zmesi sa do roztoku hrubého čistenia pridá zásada na odstránenie stôp HF a/alebo sa do roztoku hrubého čistenia pridá oxidačné činidlo (napr. peroxid vodíka) s cieľom znížiť emisie NO_X. Pri použití peroxidu vodíka je možné vzniknutú kyselinu dusičnú recyklovať do moriacich nádrží.	Všeobecne uplatniteľné.
e.	Selektívna katalytická redukcia (SCR)	Pozri oddiel 9.11.2.	Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.
f.	Optimalizácia koncepcie a prevádzkovania SCR	Pozri oddiel 9.11.2.	Uplatniteľné len v prípade, že sa na znižovanie emisií NO_X používa SCR.

Tabuľka 9.18: Rozsahy úrovne emisií súvisiace s BAT (BAT-AEL) pre organizovane odvádzané emisie prachu, HCl, SO_2 a NO_X do ovzdušia zo zhodnotenia použitej kyseliny chlorovodíkovej pražením alebo použitím reaktorov s fluidným lôžkom

Parameter	Jednotka	BAT-AEL (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odoberania vzoriek)
Prach	mg/Nm^3	< 2 – 15
HCl	mg/Nm^3	< 2 – 15
SO_2	mg/Nm^3	< 10
NO_X	mg/Nm^3	50 – 180

Tabuľka 9.19: Rozsahy úrovne emisií súvisiace s BAT (BAT-AEL) pre organizovane odvádzané emisie prachu, HF a NO_X do ovzdušia zo zhodnotenia nitračnej zmesi pražením alebo odparovaním

Parameter	Jednotka	BAT-AEL (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odoberania vzoriek)
HF	mg/Nm^3	< 1
NO_X	mg/Nm^3	50 – 100(1)
Prach	mg/Nm^3	< 2 – 10
(1) Horná hranica rozsahu BAT-AEL môže byť vyššia a až do 200 mg/Nm^3 v prípade zhodnotenia nitračnej zmesi pražením.		

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 7.

9.5.8 Emisie do vody

BAT 30. S cieľom znížiť množstvo organických znečisťujúcich látok vo vode kontaminovanej olejom alebo mazivom (napríklad z úkapov oleja alebo z čistenia emulzií na valcovanie a popúšťanie ocele, odmasťovacích roztokov a mazív na ťahanie drôtu), ktorá sa posiela na ďalšiu úpravu (pozri BAT 31), je najlepšou dostupnou technikou oddeliť organickú a vodnú fázu.

Opis
Organická fáza sa oddelí od vodnej fázy, napr. zberaním alebo štiepením emulzie vhodnými prostriedkami, odparovaním alebo membránovou filtráciou. Organická fáza sa môže použiť na energetické alebo materiálové zhodnotenie [pozri napr. BAT 34 písm. f).

BAT 31. S cieľom znížiť emisie do vody je najlepšou dostupnou technikou úprava odpadovej vody použitím kombinácie techník uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika(1)		Obvyklé znečisťujúce látky, na ktoré je technika zacielená
Predbežná, primárna a všeobecná úprava, napr.		
a.	Vyrovnávanie	Všetky znečisťujúce látky
b.	Neutralizácia	Kyseliny, zásady
c.	Fyzické oddelenie, napr. česlá, sitá, odlučovače nečistôt, odlučovače mazív, hydrocyklóny, odlučovače oleja od vody alebo primárne usadzovacie nádrže	Hrubé tuhé látky, nerozpustné tuhé látky, olej/mazivo
Fyzikálno-chemická úprava, napr.		
d.	Adsorpcia	Absorbovateľné rozpustné, biologicky nerozložiteľné alebo inhibičné znečisťujúce látky, napr. uhľovodíky, ortuť
e.	Chemické zrážanie	Zrážavé rozpustné, biologicky nerozložiteľné alebo inhibičné znečisťujúce látky, napr. kovy, fosfor, fluorid
f.	Chemická redukcia	Riediteľné rozpustné, biologicky nerozložiteľné alebo inhibičné znečisťujúce látky, napr. šesťmocný chróm
g.	Nanofiltrácia/reverzná osmóza	Rozpustné, biologicky nerozložiteľné alebo inhibičné znečisťujúce látky, napr. soli, kovy
Biologická úprava, napr.		
h.	Aeróbna úprava	Biologicky rozložiteľné organické zlúčeniny
Odstránenie tuhých látok, napr.		
i.	Koagulácia a flokulácia	Nerozpustné tuhé látky a kovy viazané na pevné častice
j.	Sedimentácia	
k.	Filtrácia (napr. filtrácia pieskom, mikrofiltrácia, ultrafiltrácia)	
l.	Flotácia	
(1) Opisy techník sú uvedené v oddiele 9.11.3.		

Tabuľka 9.20: Rozsahy úrovne emisií súvisiace s BAT (BAT-AEL) pre priame vypúšťanie do vodného recipienta

Látka/parameter		Jednotka	BAT-AEL(1)	Proces(y), na ktoré sa vzťahuje BAT-AEL
Celkové nerozpustné tuhé látky (TSS)		mg/l	5 – 30	Všetky procesy
Celkový obsah organického uhlíka (TOC) (2)		mg/l	10 – 30	Všetky procesy
Chemická spotreba kyslíka (ChSK) (2)		mg/l	30 – 90	Všetky procesy
Index uhľovodíkového oleja (HOI)		mg/l	0,5 – 4	Všetky procesy
Kovy	Cd	µg/l	1 – 5	Všetky procesy (3)
	Cr	mg/l	0,01 – 0,1 (4)	Všetky procesy (3)
	Cr(VI)	µg/l	10 – 50	Morenie vysokolegovanej ocele alebo pasivácia zlúčeninami šesťmocného chrómu
	Fe	mg/l	1 – 5	Všetky procesy
	Hg	µg/l	0,1 – 0,5	Všetky procesy (3)
	Ni	mg/l	0,01 – 0,2 (5)	Všetky procesy (3)
	Pb	µg/l	5 – 20 (6)(7)	Všetky procesy (3)
	Sn	mg/l	0,01 – 0,2	Nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu s použitím cínu
	Zn	mg/l	0,05 – 1	Všetky procesy (3)
Celkový obsah fosforu (celkový P)		mg/l	0,2 – 1	Fosfátovanie
Fluorid (F^-)		mg/l	1 – 15	Morenie nitračnými zmesami s obsahom kyseliny fluorovodíkovej

(1) Priemerované obdobia sú vymedzené v oddiele Všeobecné aspekty.
(2) Používa sa buď BAT-AEL pre ChSK, alebo BAT-AEL pre TOC. Uprednostňuje sa monitorovanie TOC, pretože si nevyžaduje používanie veľmi toxických zlúčenín.
(3) Rozsah BAT-AEL sa uplatňuje len vtedy, ak sa dotknuté látky/parametre určia za relevantné v toku odpadových vôd podľa registra uvedeného v BAT 2.
(4) Horná hranica rozsahu BAT-AEL je 0,3 mg/l v prípade vysokolegovaných ocelí.
(5) Horná hranica rozsahu BAT-AEL je 0,4 mg/l v prípade prevádzok vyrábajúcich austenitickú nehrdzavejúcu oceľ.
(6) Horná hranica rozsahu BAT-AEL je 35 µg/l v prípade prevádzok na ťahanie drôtu využívajúcich olovnatý kúpeľ.
(7) Horná hranica rozsahu BAT-AEL môže byť vyššia a až do 50 µg/l v prípade prevádzok na spracovanie automatovej ocele (s olovom).

Tabuľka 9.21: Rozsahy úrovne emisií súvisiace s BAT (BAT-AEL) pre nepriame vypúšťanie do vodného recipienta

Látka/parameter		Jednotka	BAT-AEL (1)(2)	Proces(y), na ktoré sa vzťahuje BAT-AEL
Index uhľovodíkového oleja (HOI)		mg/l	0,5 – 4	Všetky procesy
Kovy	Cd	µg/l	1 – 5	Všetky procesy (3)
	Cr	mg/l	0,01 – 0,1 (4)	Všetky procesy (3)
	Cr(VI)	µg/l	10 – 50	Morenie vysokolegovanej ocele alebo pasivácia zlúčeninami šesťmocného chrómu
	Fe	mg/l	1 – 5	Všetky procesy
	Hg	µg/l	0,1 – 0,5	Všetky procesy (3)
	Ni	mg/l	0,01 – 0,2 (5)	Všetky procesy (3)
	Pb	µg/l	5 – 20 (6)(7)	Všetky procesy (3)
	Sn	mg/l	0,01 – 0,2	Nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu s použitím cínu
	Zn	mg/l	0,05 – 1	Všetky procesy (3)
Fluorid (F^-)		mg/l	1 – 15	Morenie nitračnými zmesami s obsahom kyseliny fluorovodíkovej

(1) Priemerované obdobia sú vymedzené v oddiele Všeobecné aspekty.
(2) Rozsah BAT-AEL sa nemusí uplatňovať, ak je nadväzujúca čistiareň odpadových vôd vhodne navrhnutá a vybavená na znižovanie príslušných znečisťujúcich látok za predpokladu, že to nepovedie k vyššej úrovni znečistenia životného prostredia.
(3) Rozsah BAT-AEL sa uplatňuje len vtedy, ak sa dotknuté látky/parametre určia za relevantné v toku odpadových vôd podľa registra uvedeného v BAT 2.
(4) Horná hranica rozsahu BAT-AEL je 0,3 mg/l v prípade vysokolegovaných ocelí.
(5) Horná hranica rozsahu BAT-AEL je 0,4 mg/l v prípade prevádzok vyrábajúcich austenitickú nehrdzavejúcu oceľ.
(6) Horná hranica rozsahu BAT-AEL je 35 µg/l v prípade prevádzok na ťahanie drôtu využívajúcich olovnatý kúpeľ.
(7) Horná hranica rozsahu BAT-AEL môže byť vyššia a až do 50 µg/l v prípade prevádzok na spracovanie automatovej ocele (s olovom).

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 8.

9.5.9 Hluk a vibrácie

BAT 32. S cieľom zabrániť vzniku emisií hluku a vibrácií alebo, ak to nie je možné, obmedziť ich je najlepšou dostupnou technikou zostaviť, vykonávať a pravidelne preskúmavať plán riadenia hluku a vibrácií, ktorý je súčasťou EMS (pozri BAT 1) a ktorý zahŕňa všetky tieto prvky:

i. protokol obsahujúci príslušné opatrenia a harmonogramy;
ii. protokol na vykonávanie monitorovania hluku a vibrácií;
iii. protokol pre reakcie na zistené výskyty hluku a vibrácií, napr. sťažnosti;
iv. program znižovania hluku a vibrácií navrhnutý tak, aby identifikoval zdroje hluku a vibrácií; meranie/odhad expozície hluku a vibráciám; opísanie podielu jednotlivých zdrojov a realizácia preventívnych opatrení a/alebo opatrení na zmiernenie.

Uplatniteľnosť
Uplatniteľnosť sa obmedzuje na prípady, keď sa očakáva a/alebo je podložené obťažovanie hlukom alebo vibráciami v prípade citlivých receptorov.

BAT 33. S cieľom zabrániť vzniku emisií hluku a vibrácií alebo, ak to nie je možné, obmedziť ich je najlepšou dostupnou technikou použiť jednu z techník uvedených v nasledujúcej tabuľke alebo ich kombináciu.

	Technika	Opis	Uplatniteľnosť
a.	Vhodné umiestnenie zariadenia a budov	Hladiny hluku je možné znížiť zväčšením vzdialenosti medzi zdrojom a príjemcom hluku, využitím budov ako zvukovej clony a premiestnením východov z budov alebo vchodov do budov.	V existujúcich prevádzkach nemusí byť možné premiestniť vybavenie, vchody a východy budov z dôvodu nedostatku priestoru a/alebo nadmerných nákladov.
b.	Prevádzkové opatrenia	Patria sem napríklad tieto techniky: – kontrola a údržba zariadenia, – pokiaľ je to možné, zatváranie dverí a okien v uzavretých priestoroch, – obsluha zariadenia skúseným personálom, – pokiaľ je to možné, vyhýbanie sa hlučným činnostiam v noci, – zabezpečenie opatrení na zníženie hluku, napr. pri výrobných a údržbárskych činnostiach, preprave a manipulácii so surovinami a s materiálmi.	Všeobecne uplatniteľné.
c.	Zariadenie s nízkou hlučnosťou	Patria sem techniky ako motory s priamym pohonom, kompresory s nízkou hlučnosťou, čerpadlá a ventilátory	
d.	Zariadenia na kontrolu hluku a vibrácií	Patria sem napríklad tieto techniky: – obmedzovače hluku, – akustická a vibračná izolácia zariadenia, – kryty hlučných zariadení (napr. rezacie a brúsne stroje, stroje na ťahanie drôtu, vzduchové trysky), – stavebné materiály s vysokou zvukovou izoláciou (napr. steny, strechy, okná, dvere).	Uplatniteľnosť n a existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.
e.	Znižovanie hluku	Inštalácia prekážok medzi zdroje emisií hluku a ich prijímače (napr. ochranné steny, násypy a budovy).	Uplatňuje sa iba v prípade existujúcich prevádzok, keďže pri nových prevádzkach by táto technika mala byť vzhľadom na ich konštrukciu zbytočná. Z dôvodu nedostatku priestoru nemusí byť v prípade existujúcich prevádzok možné realizovať inštaláciu prekážok.

9.5.10 Rezíduá

BAT 34. S cieľom znížiť množstvo odpadu odosielaného na zneškodnenie je najlepšou dostupnou technikou zabrániť zneškodňovaniu kovov, oxidov kovov a olejových kalov a hydroxidových kalov pomocou techniky v písmene a) a vhodnej kombinácie techník v písmenách b) až h) uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
a.	Plán nakladania s rezíduami	Plán nakladania s rezíduami je súčasťou EMS (pozri BAT 1) a predstavuje súbor opatrení zameraných na 1. minimalizáciu tvorby rezíduí; 2. optimalizáciu opakovaného používania, recyklácie a/alebo zhodnocovania rezíduí a 3. zabezpečenie riadneho zneškodňovania odpadu. Plán nakladania s rezíduami možno začleniť do celkového plánu nakladania s rezíduami väčšieho zariadenia (napr. na výrobu železa a ocele).	Miera podrobnosti a stupeň formalizácie plánu nakladania s rezíduami budú vo všeobecnosti súvisieť s povahou, veľkosťou a so zložitosťou zariadenia.
b.	Predúprava olejových okovín na ďalšie použitie	Patria sem napríklad tieto techniky: - briketovanie alebo peletizácia, - zníženie obsahu oleja v olejových okovinách, napr. tepelnou úpravou, praním, flotáciou.	Všeobecne uplatniteľné.
c.	Použitie okovín	Okoviny sa zhromažďujú a používajú v areáli alebo mimo neho, napr. pri výrobe železa a ocele alebo pri výrobe cementu.	Všeobecne uplatniteľné.
d.	Použitie kovového šrotu	Kovový šrot z mechanických procesov (napr. z orezávania a konečnej úpravy) sa používa pri výrobe železa a ocele. Môže sa to uskutočniť v areáli alebo mimo neho.	Všeobecne uplatniteľné.
e.	Recyklácia kovov a oxidov kovov zo suchého čistenia odpadových plynov	Hrubá frakcia kovov a oxidov kovov pochádzajúca zo suchého čistenia (napr. textilné filtre) odpadových plynov z mechanických procesov (napr. čistenie plameňom alebo brúsenie) sa selektívne izoluje pomocou mechanických techník (napr. sitá) alebo magnetických techník a recykluje sa napr. na výrobu železa a ocele. Môže sa to uskutočniť v areáli alebo mimo neho.	Všeobecne uplatniteľné.
f.	Použitie olejového kalu	Zvyškový olejový kal, napr. z odmasťovania, sa odvodňuje s cieľom zhodnotiť v ňom obsiahnutý olej na materiálové alebo energetické zhodnotenie. Ak je obsah vody nízky, kal možno priamo použiť. Môže sa to uskutočniť v areáli alebo mimo neho.	Všeobecne uplatniteľné.
g.	Tepelná úprava hydroxidového kalu zo zhodnotenia nitračnej zmesi	Kal vznikajúci zo zhodnotenia nitračnej zmesi sa tepelne upravuje, aby sa vyrobil materiál bohatý na fluorid vápenatý, ktorý možno použiť v konvertoroch na oduhličenie argónom s fúkaním kyslíka.	Uplatniteľnosť môže byť obmedzená nedostatkom priestoru.
h.	Zhodnotenie a opakované použitie brokovacích médií	Ak sa mechanické odstraňovanie okovín vykonáva brokovaním, brokovacie médiá sa oddelia od okovín a opakovane sa použijú.	Všeobecne uplatniteľné.

BAT 35. S cieľom znížiť množstvo odpadu odosielaného na zneškodnenie z ponoru do roztaveného kovu je najlepšou dostupnou technikou zabrániť zneškodňovaniu rezíduí s obsahom zinku pomocou všetkých techník uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
a.	Recyklácia prachu z textilných filtrov	Prach z textilných filtrov obsahujúcich chlorid amónny a chlorid zinočnatý sa zachytáva a opakovane používa, napr. na výrobu taviacich prostriedkov. Môže sa to uskutočniť v areáli alebo mimo neho.	Uplatňuje sa len pri ponore do roztaveného kovu po tavidlovaní. Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v závislosti od dostupnosti na trhu.
b.	Recyklácia zinkového popola a vrchnej trosky	Kovový zinok sa zhodnocuje zo zinkového popola a vrchnej trosky tavením v zhodnocovacích peciach. Zvyšné rezíduum obsahujúce zinok sa použije napr. na výrobu oxidu zinočnatého. Môže sa to uskutočniť v areáli alebo mimo neho.	Všeobecne uplatniteľné.
c.	Recyklácia spodnej trosky	Spodná troska sa používa napr. v priemyselných odvetviach neželezných kovov na výrobu zinku. Môže sa to uskutočniť v areáli alebo mimo neho.	Všeobecne uplatniteľné.

BAT 36. S cieľom zlepšiť recyklovateľnosť a potenciál zhodnotenia rezíduí obsahujúcich zinok z ponoru do roztaveného kovu (t. j. zinkový popol, vrchná troska, spodná troska, rozstreky zinku a prach z textilných filtrov), ako aj predchádzať environmentálnym rizikám spojeným s ich skladovaním a obmedziť ich je najlepšou dostupnou technikou skladovať ich oddelene od seba a od ostatných rezíduí na:

- **nepriepustných povrchoch v uzavretých priestoroch a v uzavretých nádobách/vreciach v prípade prachu z textilných filtrov,**
- **nepriepustných povrchoch a v krytých priestoroch chránených pred povrchovou stekajúcou vodou v prípade všetkých ostatných uvedených typov rezíduí.**

BAT 37. S cieľom zvýšiť materiálovú efektívnosť a znížiť množstvo odpadu odosielaného na zneškodnenie z tvarovania pracovných valcov je najlepšou dostupnou technikou používať všetky techniky uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis
a.	Čistenie a opakované použitie brúsnej emulzie	Brúsne emulzie sa upravujú pomocou lamelárnych alebo magnetických separátorov alebo pomocou procesu sedimentácie/očistenia na odstránenie brúsneho kalu a opakované použitie brúsnej emulzie.
b.	Úprava brúsneho kalu	Úprava brúsneho kalu magnetickou separáciou na zhodnotenie kovových častíc a recykláciu kovov, napr. na výrobu železa a ocele.
c.	Recyklácia opotrebovaných pracovných valcov	Opotrebované pracovné valce, ktoré nie sú vhodné na tvarovanie, sa recyklujú na výrobu železa a ocele alebo sa vrátia výrobcovi na prepracovanie.

Ďalšie techniky na zníženie množstva odpadu odosielaného na zneškodnenie špecifické pre jednotlivé sektory sú uvedené v oddiele 9.8.4 týchto záverov o BAT.

9.6 Závery o BAT pre valcovanie za tepla

Závery o BAT v tomto oddiele sa uplatňujú spolu so všeobecnými závermi o BAT uvedenými v oddiele 9.5.

9.6.1 Energetická efektívnosť

BAT 38. S cieľom zvýšiť energetickú efektívnosť pri ohreve suroviny je najlepšou dostupnou technikou použiť kombináciu techník uvedených v BAT 11 spolu s vhodnou kombináciou techník uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
a.	Odlievanie na hotovo pre tenké bramy a oceľové profily tvaru „H" s následným valcovaním	Pozri oddiel 9.11.1.	Uplatňuje sa len na prevádzky susediace s kontinuálnym odlievaním a v rámci obmedzení usporiadania prevádzky a špecifikácií produktu.
b.	Horúce/priame vsádzanie	Výrobky z kontinuálne odlievanej ocele sa priamo za horúca vsádzajú do ohrievacích pecí.	Uplatňuje sa len na prevádzky susediace s kontinuálnym odlievaním a v rámci obmedzení usporiadania prevádzky a špecifikácií produktu.
c.	Rekuperácia tepla z chladenia sklzníc	Para vznikajúca pri chladení sklzníc podopierajúcich surovinu v ohrievacích peciach sa odsaje a použije v iných procesoch prevádzky.	Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená nedostatkom priestoru a/alebo vhodnou potrebou pary.
d.	Zachovanie tepla počas prepravy suroviny	Izolované kryty sa používajú medzi zariadením na kontinuálne odlievanie a ohrievacou pecou a medzi prípravným poradím a hotovným poradím valcovacej trate.	Všeobecne uplatniteľné v rámci obmedzení usporiadania prevádzky.
e.	Boxy na zvitky	Pozri oddiel 9.11.1.	Všeobecne uplatniteľné.
f.	Pece na zhodnocovanie zvitkov	Pece na zhodnocovanie zvitkov sa používajú ako doplnok k boxom na zvitky na obnovenie teploty valcovania zvitkov a ich návrat do normálnej sekvencie valcovania v prípade prerušenia valcovne.	Všeobecne uplatniteľné.
g.	Kalibrovací lis	Pozri BAT 39 písm. a). Kalibrovací lis sa používa na zvýšenie energetickej efektívnosti pri ohreve suroviny, pretože umožňuje zvýšiť rýchlosť vsádzania za tepla.	Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky pre valcovne pásov za tepla.

BAT 39. S cieľom zvýšiť energetickú efektívnosť pri valcovaní je najlepšou dostupnou technikou použiť kombináciu techník uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
a.	Kalibrovací lis	Použitie kalibrovacieho lisu pred prípravným poradím umožňuje výrazne zvýšiť rýchlosť vsádzania za tepla a vedie k rovnomernejšiemu zmenšeniu šírky na okrajoch aj v strede produktu. Tvar finálnej bramy je takmer pravouhlý, čo výrazne znižuje počet valcovacích prechodov potrebných na dosiahnutie špecifikácií produktu.	Uplatňuje sa len na valcovne pásov za tepla. Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.
b.	Počítačom podporovaná optimalizácia valcovania	Zmenšenie hrúbky je riadené pomocou počítača, aby sa minimalizoval počet valcovacích prechodov.	Všeobecne uplatniteľné.
c.	Zníženie trenia valcovania	Pozri oddiel 9.11.1.	Uplatňuje sa len na valcovne pásov za tepla.
d.	Boxy na zvitky	Pozri oddiel 9.11.1.	Všeobecne uplatniteľné.
e.	Trojvalcová stolica	Trojvalcová stolica zvyšuje redukciu prierezu na jeden prechod, čo vedie k celkovému zníženiu počtu valcovacích prechodov potrebných na výrobu zvitkov drôtov a tyčí.	Všeobecne uplatniteľné.
f.	Odlievanie na hotovo pre tenké bramy a oceľové profily tvaru „H" s následným valcovaním	Pozri oddiel 9.11.1.	Uplatňuje sa len na prevádzky susediace s kontinuálnym odlievaním a v rámci obmedzení usporiadania prevádzky a špecifikácií produktu.

Tabuľka 9.22: Rozsahy úrovne environmentálnej výkonnosti súvisiace s BAT (BAT-AEPL) týkajúce sa špecifickej spotreby energie pri valcovaní

Oceľové výrobky na konci procesu valcovania	Jednotka	BAT-AEPL (ročný priemer)
Za tepla valcované zvitky (pásy), hrubé plechy	MJ/t	100 – 400
Tyče, prúty	MJ/t	100 – 500([1])
Nosníky, predvalky, koľajnice, rúrky	MJ/t	100 – 300
([1]) V prípade vysokolegovanej ocele (napr. austenitickej nehrdzavejúcej ocele) je horná hranica rozsahu BAT-AEP je 1 000 MJ/t.		

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 6.

9.6.2 Materiálová efektívnosť

BAT 40. S cieľom zvýšiť materiálovú efektívnosť a znížiť množstvo odpadu odosielaného na zneškodnenie z úpravy suroviny je najlepšou dostupnou technikou zabrániť potrebe úpravy alebo, ak to nie je možné, obmedziť potrebu úpravy použitím jednej z techník uvedených v nasledujúcej tabuľke alebo ich kombinácie.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
a.	Počítačom podporovaná kontrola kvality	Kvalita brám je riadená počítačom, ktorý umožňuje úpravu podmienok odlievania, aby sa minimalizovali povrchové chyby a umožňuje ručné orezávanie iba poškodených oblastí namiesto orezávania celej bramy.	Uplatňuje sa len na prevádzky s kontinuálnym odlievaním.
b.	Rezanie bramy	Bramy (často odlievané vo viacerých šírkach) sa pred valcovaním za tepla rozrežú pomocou rezacích zariadení, deliaceho valcovania alebo horákov buď ručne, alebo namontovaním na stroj.	Nemusí byť uplatniteľné na bramy vyrobené z ingotov.
c.	Hranovanie alebo orezávanie brám klinového typu	Bramy klinového typu sa valcujú pri špeciálnych nastaveniach, pri ktorých sa klin odstraňuje hranovaním (napr. pomocou automatickej kontroly šírky alebo kalibrovacieho lisu) alebo orezávaním.	Nemusí byť uplatniteľné na bramy vyrobené z ingotov. Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.

BAT 41. S cieľom zvýšiť materiálovú efektívnosť pri valcovaní na výrobu plochých výrobkov je najlepšou dostupnou technikou znížiť tvorbu kovového šrotu pomocou oboch techník uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis
a.	Optimalizácia orezávania	Orezávanie suroviny po zdrsňovaní je riadené systémom merania tvaru (napr. kamerou), aby sa minimalizovalo množstvo odrezaného kovu.
b.	Kontrola tvaru suroviny počas valcovania	Akékoľvek deformácie suroviny počas valcovania sú monitorované a kontrolované, aby sa zabezpečilo, že valcovaná oceľ má čo najviac pravouhlý tvar, a aby sa minimalizovala potreba orezávania.

9.6.3 Emisie do ovzdušia

BAT 42. S cieľom obmedziť emisie prachu, niklu a olova do ovzdušia pri mechanickom spracovaní (vrátane rezania, odstraňovania okovín, brúsenia, zdrsňovania, valcovania, konečnej úpravy, vyrovnávania), čistení plameňom a zváraní je najlepšou dostupnou technikou zachytávať emisie pomocou techník v písmenách a) a b) a v takom prípade spracovať odpadový plyn použitím jednej z techník v písmenách c) až e) uvedených v nasledujúcej tabuľke alebo ich kombinácie.

	Technika	Opis	Uplatniteľnosť
Zachytávanie emisií			
a.	Uzavreté čistenie plameňom a brúsenie kombinované s odsávaním vzduchu	Čistenia plameňom (okrem ručného čistenia plameňom) a brúsenie sa vykonávajú úplne uzavreté (napr. pod uzavretým poklopom) a odsáva sa vzduch.	Všeobecne uplatniteľné.
b.	Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií	Emisie z čistenia plameňom, z odstraňovania okovín, zdrsňovania, valcovania, konečnej úpravy, vyrovnávania a zo zvárania sa zachytávajú napríklad pomocou extrakcie poklopu alebo veka. Na zdrsňovanie a valcovanie, v prípade nízkej úrovne tvorby prachu, napr. pod 100 g/h, sa namiesto toho môžu použiť rozprašovače vody (pozri BAT 43).	Nemusí byť uplatniteľné na zváranie v prípade nízkej úrovne tvorby prachu, napr. pod 50 g/h.
Spracovanie odpadových plynov			
c.	Elektrostatický odlučovač	Pozri oddiel 9.11.2.	Všeobecne uplatniteľné.
d.	Textilný filter	Pozri oddiel 9.11.2.	Nemusí byť uplatniteľné v prípade odpadových plynov s vysokým obsahom vlhkosti.
e.	Mokré čistenie	Pozri oddiel 9.11.2.	Všeobecne uplatniteľné.

Tabuľka 9.23: Rozsahy úrovne emisií súvisiace s BAT (BAT-AEL) pre organizovane odvádzané emisie prachu, olova a niklu do ovzdušia z mechanického spracovania (vrátane rezania, odstraňovania okovín, brúsenia, zdrsňovania, valcovania, konečnej úpravy, vyrovnávania), čistenia plameňom (okrem ručného čistenia plameňom) a zvárania

Parameter	Jednotka	BAT-AEL (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odoberania vzoriek)
Prach	mg/Nm^3	< 2 – 5 (1)
Ni		0,01 – 0,1 (2)
Pb		0,01 – 0,035 (2)
(1) Keď sa nepoužíva textilný filter, horná hranica rozsahu BAT-AEL môže byť vyššia a až do 7 mg/Nm^3. (2) Rozsah BAT-AEL sa uplatňuje len vtedy, ak sa dotknutá látka určí za relevantnú v toku odpadových plynov podľa registra uvedeného v BAT 2.		

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 7.

BAT 43. S cieľom obmedziť emisie prachu, niklu a olova do ovzdušia pri zdrsňovaní a valcovaní v prípade nízkej úrovne tvorby prachu (napr. pod 100 g/h [pozri BAT 42 písm. b)], je najlepšou dostupnou technikou použiť rozprašovanie vody.

Opis

Na výstupnej strane každej zdrsňovacej a valcovacej stolice sú inštalované vstrekovacie systémy s rozprašovaním vody, aby sa znížila tvorba prachu. Zvlhčovanie prachových častíc uľahčuje zhlukovanie a usadzovanie prachu. Voda sa zhromažďuje naspodku stolice a upravuje (pozri BAT 31).

9.7 Závery o BAT pre valcovanie za studena

Závery o BAT v tomto oddiele sa uplatňujú spolu so všeobecnými závermi o BAT uvedenými v oddiele 9.5.

9.7.1 Energetická efektívnosť

BAT 44. S cieľom zvýšiť energetickú efektívnosť pri valcovaní je najlepšou dostupnou technikou použiť kombináciu techník uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
a.	Kontinuálne valcovanie pre nízkolegovanú a legovanú oceľ	Kontinuálne valcovanie (napr. pomocou tandemových valcovní) sa používa namiesto konvenčného diskontinuálneho valcovania (napr. pomocou reverzných valcovní), čo umožňuje stabilné podávanie a menej časté spúšťanie a odstavovanie.	Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky. Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v dôsledku špecifikácií produktu.
b.	Zníženie trenia valcovania	Pozri oddiel 9.11.1.	Všeobecne uplatniteľné.
c.	Počítačom podporovaná optimalizácia valcovania	Zmenšenie hrúbky je riadené pomocou počítača, aby sa minimalizoval počet valcovacích prechodov.	Všeobecne uplatniteľné.

Tabuľka 9.24: Rozsahy úrovne environmentálnej výkonnosti súvisiace s BAT (BAT-AEPL) týkajúce sa špecifickej spotreby energie pri valcovaní

Oceľové výrobky na konci procesu valcovania	Jednotka	BAT-AEPL (ročný priemer)
Zvitky valcované za studena	MJ/t	100 – 300([1])
Obalová oceľ	MJ/t	250 – 400
([1]) V prípade vysokolegovanej ocele (napr. austenitickej nehrdzavejúcej ocele) môže byť horná hranica rozsahu BAT-AEPL vyššia a až do 1 600 MJ/t.		

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 6.

9.7.2 Materiálová efektívnosť

BAT 45. S cieľom zvýšiť materiálovú efektívnosť a znížiť množstvo odpadu odosielaného na zneškodnenie z valcovania je najlepšou dostupnou technikou používať všetky techniky uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
a.	Monitorovanie a úprava kvality valcovacej emulzie	Dôležité charakteristiky valcovacej emulzie (napr. koncentrácia oleja, pH, veľkosť kvapiek emulzie, index zmydelnenia, koncentrácia kyseliny, koncentrácia železných jemných častíc, koncentrácia baktérií) sa pravidelne alebo nepretržite monitorujú, aby sa odhalili anomálie v kvalite emulzie a prijali sa nápravné opatrenia, ak je to potrebné.	Všeobecne uplatniteľné.
b.	Predchádzanie kontaminácii valcovacej emulzie	Kontaminácii valcovacej emulzie sa predchádza technikami, ako napríklad: - pravidelná kontrola a preventívna údržba hydraulického systému a systému cirkulácie emulzie, - zníženie množenia baktérií v systéme valcovacej emulzie pravidelným čistením alebo prevádzkou pri nízkych teplotách.	Všeobecne uplatniteľné.
c.	Čistenie a opakované použitie valcovacej emulzie	Častice (napr. prach, oceľové úlomky a okoviny) kontaminujúce valcovaciu emulziu sa odstraňujú v čistiacom okruhu (zvyčajne na báze sedimentácie kombinovanej s filtráciou a/alebo magnetickou separáciou), aby sa zachovala kvalita emulzie a upravená valcovacia emulzia sa opakovane používa. Miera opakovaného použitia je obmedzená obsahom nečistôt v emulzii.	Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v dôsledku špecifikácií produktu.
d.	Optimálna voľba valcovacieho oleja a emulzného systému	Systémy valcovacieho oleja a emulzie sú starostlivo vybraté tak, aby poskytovali optimálny výkon pre daný proces a produkt. Relevantné charakteristiky, ktoré treba zvážiť, sú napríklad: - dobré mazanie, - možnosť ľahkej separácie kontaminantov, - stabilita emulzie a disperzia oleja v emulzii, - nedegradácia oleja počas dlhého trvania voľnobehu.	Všeobecne uplatniteľné.
e.	Minimalizácia spotreby oleja/valcovacej emulzie	Spotreba oleja/valcovacej emulzie sa minimalizuje použitím techník, ako napríklad: - obmedzenie koncentrácie oleja na minimum potrebné na mazanie, - obmedzenie prenosu emulzie z predchádzajúcich stolíc (napr. oddelením emulzných pivníc, ochranou valcovacích stolíc pomocou bariéry), - pomocou vzduchových nožov kombinovaných s okrajovým odsávaním na zníženie zvyškov emulzie a oleja na páse.	Všeobecne uplatniteľné.

9.7.3 Emisie do ovzdušia

BAT 46. S cieľom obmedziť emisie prachu, niklu a olova do ovzdušia z odvíjania, mechanického predbežného odstraňovania okovín, vyrovnávania a zvárania je najlepšou dostupnou technikou zachytávať emisie pomocou techniky v písmene a) a v takom prípade spracovať odpadový plyn použitím techniky v písmene b).

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
Zachytávanie emisií			
a.	Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií	Emisie z odvíjania, mechanického predbežného odstraňovania okovín, vyrovnávania a zo zvárania sa zachytávajú napríklad pomocou extrakcie poklopu alebo veka.	Nemusí byť uplatniteľné na zváranie v prípade nízkej úrovne tvorby prachu, napr. pod 50 g/h.
Spracovanie odpadových plynov			
b.	Textilný filter	Pozri oddiel 9.11.2.	Všeobecne uplatniteľné.

Tabuľka 9.25: Rozsahy úrovne emisií súvisiace s BAT (BAT-AEL) pre organizovane odvádzané emisie prachu, niklu a olova do ovzdušia z odvíjania, mechanického predbežného odstraňovania okovín, vyrovnávania a zvárania

Parameter	Jednotka	BAT-AEL (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odoberania vzoriek)
Prach	mg/Nm^3	< 2 – 5
Ni		0,01 – 0,1 (1)
Pb		≤ 0,003 (1)
(1) Rozsah BAT-AEL sa uplatňuje len vtedy, ak sa dotknutá látka určí za relevantnú v toku odpadových plynov podľa registra uvedeného v BAT 2.		

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 7.

BAT 47. S cieľom zabrániť vzniku emisií olejovej hmly z popúšťania ocele do ovzdušia alebo ich obmedziť je najlepšou dostupnou technikou použiť jednu z techník uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
a.	Suché popúšťanie ocele	Na popúšťanie ocele sa nepoužíva voda ani mazivá.	Neuplatňuje sa na pocínované obalové výrobky a iné výrobky s vysokými požiadavkami na elongáciu.
b.	Nízkoobjemové mazanie pri mokrom popúšťaní	Používajú sa nízkoobjemové mazacie systémy na dodávanie presného množstva mazív potrebného na zníženie trenia medzi pracovnými valcami a surovinou.	Uplatniteľnosť môže byť obmedzená v dôsledku špecifikácií produktu v prípade nehrdzavejúcej ocele.

BAT 48. S cieľom obmedziť emisie olejovej hmly do ovzdušia z valcovania, mokrého popúšťania a konečnej úpravy je najlepšou dostupnou technikou používať techniku v písmene a) v kombinácii s technikou v písmene b) alebo v kombinácii s oboma technikami v písmenách b) a c) uvedenými v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis
Zachytávanie emisií		
a.	Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií	Emisie z valcovania, mokrého popúšťania a konečnej úpravy sa zachytávajú napríklad pomocou extrakcie poklopu alebo veka.
Spracovanie odpadových plynov		
b.	Odlučovač kvapiek	Pozri oddiel 9.11.2.
c.	Odlúčovač olejovej hmly	Na odlúčenie oleja od odsávaného vzduchu sa používajú separátory obsahujúce tesnenia, dopadové dosky alebo sieťované podložky.

Tabuľka 9.26: Rozsah úrovne emisií súvisiaci s BAT (BAT-AEL) pre organizovane odvádzané emisie TVOC do ovzdušia z valcovania, mokrého popúšťania a konečnej úpravy

Parameter	Jednotka	BAT-AEL (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odberu vzoriek)
TVOC	mg/Nm^3	< 3 – 8

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 7.

9.8 Závery o BAT pre ťahanie drôtu

Závery o BAT v tomto oddiele sa uplatňujú spolu so všeobecnými závermi o BAT uvedenými v oddiele 9.5.

9.8.1 Energetická efektívnosť

BAT 49. S cieľom zvýšiť energetickú a materiálovú efektívnosť olovnatých kúpeľov je najlepšou dostupnou technikou používať buď plávajúcu ochrannú vrstvu na povrchu olovnatých kúpeľov, alebo kryty nádrží.

Opis
Plávajúce ochranné vrstvy a kryty nádrží minimalizujú tepelné straty a oxidáciu olova.

9.8.2 Materiálová efektívnosť

BAT 50. S cieľom zvýšiť materiálovú efektívnosť a znížiť množstvo odpadu odosielaného na zneškodnenie z ťahania za mokra je najlepšou dostupnou technikou vyčistiť a opakovane použiť mazivo na ťahanie drôtu.

Opis
Na čistenie maziva na ťahanie drôtu v záujme opakovaného použitia sa používa čistiaci okruh, napríklad s filtráciou a/alebo odstreďovaním.

9.8.3 Emisie do ovzdušia

BAT 51. S cieľom obmedziť emisie prachu a olova z olovnatých kúpeľov do ovzdušia je najlepšou dostupnou technikou použiť všetky techniky uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis
Zníženie tvorby emisií		
a.	Minimalizácia prenosu olova	Medzi techniky patrí použitie antracitového štrku na zoškrabanie olova a spojenie olovnatého kúpeľa s postupným morením.
b.	Plávajúca ochranná vrstva alebo kryt nádrže	Pozri BAT 49. Plávajúce ochranné vrstvy a kryty nádrží takisto znižujú emisie do ovzdušia.
Zachytávanie emisií		
c.	Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií	Emisie z olovnatého kúpeľa sa zachytávajú napríklad pomocou extrakcie poklopu alebo veka.
Spracovanie odpadových plynov		
d.	Textilný filter	Pozri oddiel 9.11.2.

Tabuľka 9.27: Rozsahy úrovne emisií súvisiace s BAT (BAT-AEL) pre organizovane odvádzané emisie prachu a olova z olovnatých kúpeľov do ovzdušia

Parameter	Jednotka	BAT-AEL (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odoberania vzoriek)
Prach	mg/Nm^3	< 2 – 5
Pb	mg/Nm^3	≤ 0,5

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 7.

BAT 52. S cieľom obmedziť emisie prachu z ťahania za sucha do ovzdušia je najlepšou dostupnou technikou zachytávať emisie pomocou techniky v písmene a) alebo b) a spracovať odpadový plyn pomocou techniky v písmene c) uvedenej v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
Zachytávanie emisií			
a.	Uzavretý ťahací stroj kombinovaný s odsávaním vzduchu	Celý ťahací stroj je uzavretý, aby sa zabránilo rozptýleniu prachu, a odsáva sa vzduch.	Uplatniteľnosť na existujúce prevádzky môže byť obmedzená usporiadaním prevádzky.
b.	Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií	Emisie z ťahacieho stroja sa zachytávajú napríklad pomocou extrakcie poklopu alebo veka.	Všeobecne uplatniteľné.
Spracovanie odpadových plynov			
c.	Textilný filter	Pozri oddiel 9.11.2.	Všeobecne uplatniteľné.

Tabuľka 9.28: Rozsah úrovne emisií súvisiaci s BAT (BAT-AEL) pre organizovane odvádzané emisie prachu z ťahania za sucha do ovzdušia

Parameter	Jednotka	BAT-AEL (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odoberania vzoriek)
Prach	mg/Nm^3	< 2 – 5

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 7.

BAT 53. S cieľom obmedziť emisie olejovej hmly z olejových kaliacich kúpeľov do ovzdušia je najlepšou dostupnou technikou použiť obidve techniky uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis
Zachytávanie emisií		
a.	Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií	Emisie z olejových kaliacich kúpeľov sa zachytávajú napríklad pomocou extrakcie poklopu alebo veka.
Spracovanie odpadových plynov		
b.	Odlučovač kvapiek	Pozri oddiel 9.11.2.

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 7.

9.8.4 Rezíduá

BAT 54. S cieľom znížiť množstvo odpadu odosielaného na zneškodnenie je najlepšou dostupnou technikou zabrániť zneškodneniu rezíduí obsahujúcich olovo ich recykláciou, napr. do priemyselných odvetví neželezných kovov na výrobu olova.

BAT 55. S cieľom predchádzať environmentálnym rizikám spojeným so skladovaním rezíduí obsahujúcich olovo z olovnatých kúpeľov (napríklad materiálov ochrannej vrstvy a oxidov olova) a obmedziť tieto riziká je najlepšou dostupnou technikou skladovať rezíduá obsahujúce olovo oddelene od ostatných rezíduí, na nepriepustných povrchoch a v uzavretých priestoroch alebo v uzavretých nádobách.

9.9 Závery o BAT pre nanášanie povlakov na plechy a drôty ponorením do roztaveného kovu

Závery o BAT v tomto oddiele sa uplatňujú spolu so všeobecnými závermi o BAT uvedenými v oddiele 9.5.

9.9.1 Materiálová efektívnosť

BAT 56. S cieľom zvýšiť materiálovú efektívnosť pri kontinuálnom ponáraní pásov do roztaveného kovu je najlepšou dostupnou technikou zabrániť nadmernému nanášaniu povlakov kovmi pomocou oboch techník uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis
a.	Vzduchové nože na kontrolu hrúbky povlaku	Po opustení kúpeľa roztaveného zinku prúdy vzduchu natiahnuté cez šírku pásu odfukujú prebytočný povlakový kov z povrchu pásu späť do galvanizačnej vane.
b.	Stabilizácia pásu	Efektívnosť odstraňovania prebytočného povlaku vzduchovými nožmi sa zlepšuje obmedzením oscilácií pásu, napr. zvýšením napätia pásu, použitím hrncových ložísk s nízkymi vibráciami, použitím elektromagnetických stabilizátorov.

BAT 57. S cieľom zvýšiť materiálovú efektívnosť pri kontinuálnom ponáraní drôtu do roztaveného kovu je najlepšou dostupnou technikou zabrániť nadmernému nanášaniu povlakov kovmi pomocou jednej z techník uvedených v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis
a.	Stieranie vzduchom alebo dusíkom	Po opustení kúpeľa roztaveného zinku obehové prúdy vzduchu alebo plynu okolo drôtu odfukujú prebytočný povlakový kov z povrchu drôtu späť do galvanizačnej vane.
b.	Mechanické stieranie	Po opustení kúpeľa roztaveného zinku drôt prechádza stieracím zariadením/materiálom (napr. podložky, dýzy, prstence, granulát drevného uhlia), ktorý odoberá prebytočný povlakový kov z povrchu drôtu späť do galvanizačnej vane.

9.10 Závery o BAT pre kusové zinkovanie

Závery o BAT v tomto oddiele sa uplatňujú spolu so všeobecnými závermi o BAT uvedenými v oddiele 9.5.

9.10.1 Rezíduá

BAT 58. S cieľom predísť tvorbe použitých kyselín s vysokými koncentráciami zinku a železa alebo, ak to nie je možné, znížiť ich množstvo odosielané na zneškodnenie je najlepšou dostupnou technikou vykonávať morenie oddelene od odstraňovania.

Opis
Morenie a odstraňovanie sa vykonávajú v samostatných nádržiach, aby sa zabránilo vzniku použitých kyselín s vysokými koncentráciami zinku a železa alebo aby sa znížilo ich množstvo odosielané na zneškodnenie.

Uplatniteľnosť
Uplatniteľnosť v existujúcich prevádzkach môže byť obmedzená nedostatkom priestoru v prípade, že sú potrebné dodatočné nádrže na odstraňovanie.

BAT 59. S cieľom znížiť množstvo použitých roztokov na odstraňovanie s vysokou koncentráciou zinku odosielaných na zneškodnenie je najlepšou dostupnou technikou zhodnotiť použité roztoky na odstraňovanie a/alebo v nich obsiahnuté ZnCl2 a NH4Cl.

Opis
Medzi techniky na zhodnocovanie použitých roztokov na odstraňovanie s vysokou koncentráciou zinku v areáli alebo mimo neho patrí:

- odstraňovanie zinku iónovou výmenou. Spracovanú kyselinu možno použiť pri morení, zatiaľ čo roztok obsahujúci $ZnCl_2$ a NH_4Cl, ktorý je výsledkom odstraňovania iónomeničovej živice, možno použiť na tavidlovanie,
- odstraňovanie zinku extrakciou rozpúšťadlom. Spracovanú kyselinu možno použiť pri morení, zatiaľ čo koncentrát obsahujúci zinok získaný odstraňovaním a odparovaním možno použiť na iné účely.

9.10.2 Materiálová efektívnosť

BAT 60. S cieľom zvýšiť materiálovú efektívnosť pri ponore do roztaveného kovu je najlepšou dostupnou technikou použiť obidve techniky uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Technika		Opis
a.	Optimalizovaný čas ponoru	Čas ponoru je obmedzený na čas potrebný na dosiahnutie špecifikácií hrúbky povlaku.
b.	Pomalé vyberanie obrobkov z kúpeľa	Pomalým vyberaním pozinkovaných obrobkov z galvanizačnej vane sa zlepšuje odtok a znižujú sa rozstreky zinku.

BAT 61. S cieľom zvýšiť materiálovú efektívnosť a znížiť množstvo odpadu odosielaného na zneškodnenie z odfúknutia prebytočného zinku z pozinkovaných rúr je najlepšou dostupnou technikou zhodnotiť častice obsahujúce zinok a opakovane ich použiť v galvanizačnej vani alebo ich poslať na zhodnocovanie zinku.

9.10.3 Emisie do ovzdušia

BAT 62. S cieľom znížiť emisie HCl z morenia a odstraňovania pri kusovom zinkovaní do ovzdušia je najlepšou dostupnou technikou riadiť prevádzkové parametre (t. j. teplotu a koncentráciu kyseliny v kúpeli) a použiť techniky uvedené v nasledujúcej tabuľke v tomto poradí priority:

- **techniku v písmene a) v kombinácii s technikou v písmene c),**
- **techniku v písmene b) v kombinácii s technikou v písmene c),**
- **techniku v písmene d) v kombinácii s technikou v písmene b),**
- **techniku v písmene d).**

Technika v písmene d) je najlepšou dostupnou technikou len pre existujúce prevádzky a za predpokladu, že zabezpečuje aspoň rovnakú úroveň ochrany životného prostredia v porovnaní s použitím techniky v písmene c) v kombinácii s technikami v písmene a) alebo b).

Technika		Opis	Uplatniteľnosť
Zachytávanie emisií			
a.	Uzavretá časť predúpravy s extrakciou	Celá časť predúpravy (napr. odmastenie, morenie, tavidlovanie) je zapuzdrená a výpary sú odsávané z uzavretého priestoru.	Technika použiteľná len v nových prevádzkach a po rozsiahlych modernizáciách prevádzky.
b.	Odsávanie bočným poklopom alebo vekom	Kyslé výpary z moriacich nádrží sa odsávajú pomocou bočných poklopov alebo veka na okraji moriacich nádrží. To môže zahŕňať aj emisie z odmasťovacích nádrží.	Uplatniteľnosť pri existujúcich prevádzkach môže byť obmedzená nedostupnosťou priestoru.
Spracovanie odpadových plynov			
c.	Mokré čistenie, po ktorom nasleduje odlučovač kvapiek	Pozri oddiel 9.11.2.	Všeobecne uplatniteľné
Zníženie tvorby emisií			
d.	Obmedzený prevádzkový rozsah pre otvorené moriace kúpele s kyselinou chlorovodíkovou	Kúpele s kyselinou chlorovodíkovou sa prevádzkujú striktne v rozmedzí teplôt a koncentrácie HCl, ktoré sú určené nasledujúcimi podmienkami: a) $4\ °C < T < (80 - 4\ w)\ °C$; b) $2\ \%\ hmot. < w < (20 - T/4)\ \%\ hmot.$, kde T je teplota moriacej kyseliny vyjadrená v °C a w koncentrácia HCl vyjadrená v hmot. %. Teplota kúpeľa sa meria aspoň raz denne. Koncentrácia HCl v kúpeli sa meria pri každom doplnení čerstvej kyseliny a v každom prípade aspoň raz za týždeň. S cieľom obmedziť odparovanie je pohyb vzduchu cez povrchy kúpeľa (napr. v dôsledku vetrania) minimalizovaný.	Všeobecne uplatniteľné

Tabuľka 9.29: Rozsah úrovne emisií súvisiaci s BAT (BAT-AEL) pre organizovane odvádzané emisie HCl do ovzdušia z morenia a odstraňovania kyselinou chlorovodíkovou pri kusovom zinkovaní

Parameter	Jednotka	BAT-AEL (denný priemer alebo priemerná hodnota za obdobie odoberania vzoriek)
HCl	mg/Nm^3	< 2 – 6

Súvisiace monitorovanie je opísané v BAT 7.

9.10.4 Vypúšťanie odpadovej vody

BAT 63. Vypúšťanie odpadovej vody z kusového zinkovania nie je najlepšou dostupnou technikou.

Opis
Vznikajú len tekuté rezíduá (napr. použitá moriaca kyselina, použité odmasťovacie roztoky a použité taviace roztoky). Tieto rezíduá sa zachytávajú. Sú vhodne upravené na recykláciu alebo zhodnocovanie a/alebo odoslané na zneškodnenie (pozri BAT 18 a BAT 59).

9.11 Opis techník

9.11.1 Techniky na zvýšenie energetickej efektívnosti

Technika	Opis
Boxy na zvitky	Izolované boxy sú inštalované medzi prípravným poradím a hotovným poradím valcovacej trate, aby sa minimalizovali teplotné straty suroviny počas procesov navíjania/odvíjania a umožňovali nižšie valcovacie sily vo valcovniach pásu za tepla.
Optimalizácia spaľovania	Opatrenia prijaté na maximalizáciu efektívnosti premeny energie v peci pri minimalizácii emisií (najmä CO). Dosahuje sa to kombináciou techník, ako sú napríklad dobrá konštrukcia pece, optimalizácia teploty (napr. účinné zmiešavanie paliva a spaľovacieho vzduchu) a čas zotrvania v zóne spaľovania, ako aj použitím automatizácie a ovládania pece.
Bezplameňové spaľovanie	Bezplameňové spaľovanie sa dosahuje oddeleným vstrekovaním paliva a spaľovacieho vzduchu do spaľovacej komory pece vysokou rýchlosťou, aby sa potlačil vznik plameňa a znížila sa tvorba tepelných NO_X, pričom sa vytvorí rovnomernejšie rozloženie tepla v celej komore. Bezplameňové spaľovanie možno použiť v kombinácii s kyslíko-palivovým spaľovaním.
Automatizácia a ovládanie pece	Proces ohrevu je optimalizovaný pomocou počítačového systému, ktorý v reálnom čase riadi kľúčové parametre, ako je teplota pece a suroviny, pomer vzduchu a paliva a tlak v peci.
Odlievanie na hotovo pre tenké bramy a oceľové profily tvaru „H" s následným valcovaním	Tenké bramy a oceľové profily tvaru „H" sa vyrábajú kombináciou odlievania a valcovania v jednom kroku procesu. Potreba opakovaného ohrevu suroviny pred valcovaním a počet valcovacích prechodov sú znížené.
Optimalizácia koncepcie a prevádzkovania SNCR/SCR	Optimalizácia pomeru reaktant/NO_X v celom priereze pece alebo vývodu, veľkosti kvapiek reaktantu a teplotného rozpätia, v ktorom sa reaktant vstrekuje.
Kyslíko-palivové spaľovanie	Spaľovací vzduch je úplne alebo čiastočne nahradený čistým kyslíkom. Kyslíko-palivové spaľovanie možno použiť v kombinácii s bezplameňovým spaľovaním.
Predohrev spaľovacieho vzduchu	opakované použitie časti rekuperovaného tepla zo spalín pochádzajúcich zo spaľovania na predohrev vzduchu používaného pri spaľovaní.
Systém riadenia plynov zo spracovania	Systém, ktorý umožňuje nasmerovanie plynov zo spracovania železa a ocele do pecí na ohrev suroviny v závislosti od ich dostupnosti.
Rekuperačný horák	Rekuperačné horáky využívajú rôzne typy rekuperátorov (napr. výmenníky tepla so sálavou, konvekčnou, kompaktnou alebo radiačnou koncepciou) na priamu rekuperáciu tepla zo spalín, ktoré sa potom používajú na predohrev spaľovacieho vzduchu.
Zníženie trenia valcovania	Oleje na valcovanie sú starostlivo vyberané. Systémy čistého oleja a/alebo emulzie sa používajú na zníženie trenia medzi pracovnými valcami a surovinou a na zabezpečenie minimálnej spotreby oleja. Pri valcovaní za tepla sa to zvyčajne vykonáva v prvých stoliciach hotovného poradia valcovacej trate.
Regeneračný horák	Regeneračné horáky pozostávajú z dvoch striedavo prevádzkovaných horákov, ktoré obsahujú lôžka zo žiaruvzdorných alebo keramických materiálov. Počas prevádzky jedného horáka je teplo spalín absorbované žiaruvzdornými alebo keramickými materiálmi druhého horáka a následne použité na predohrev spaľovacieho vzduchu.
Kotol na rekuperáciu odpadového tepla	Teplo z horúcich spalín sa využíva na vytvorenie pary pomocou kotla na rekuperáciu odpadového tepla. Vytvorená para sa využíva v iných procesoch prevádzky, na zásobovanie parnej siete alebo na výrobu elektriny v elektrárni.

9.11.2 Techniky na zníženie emisií do ovzdušia

Technika	Opis
Optimalizácia spaľovania	Pozri oddiel 9.11.1.
Odlučovač kvapiek	Odlučovače kvapiek sú filtračné zariadenia, ktoré odstraňujú kvapky kvapalín obsiahnuté v prúde plynu. Tvorí ich drôtená konštrukcia z kovových alebo plastových drôtov s vysokým špecifickým merným povrchom. Vďaka ich dynamike drobné kvapôčky prítomné v prúde plynu narážajú do drôtov a spájajú sa do väčších kvapiek.
Elektrostatický odlučovač	Elektrostatické odlučovače (ESP) fungujú tak, že častice sa nabijú a oddeľujú pod vplyvom elektrického poľa. Elektrostatické odlučovače sú schopné fungovať v širokej škále podmienok. Efektívnosť odlučovania môže závisieť od počtu polí, času zotrvania (veľkosti) a zariadení na odstraňovanie častíc na predchádzajúcej úrovni. Vo všeobecnosti obsahujú dve až päť polí. V závislosti od techniky používanej na odber prachu z elektród môže ísť o suché alebo mokré elektrostatické odlučovače. Mokré ESP sa zvyčajne používajú v štádiu záverečného dočisťovania na odstránenie zvyškového prachu a kvapôčok po mokrom čistení.
Textilný filter	Textilné filtre, často označované ako vrecové filtre, sú zhotovené z pórovitej tkaniny alebo plsti, cez ktorú pretekajú plyny s cieľom odstrániť častice. Použitie textilného filtra si vyžaduje výber textílie, ktorá je primeraná vlastnostiam odpadových plynov a maximálnej prevádzkovej teplote.
Bezplameňové spaľovanie	Pozri oddiel 9.11.1.
Automatizácia a ovládanie pece	Pozri oddiel 9.11.1.
Horák s nízkou tvorbou NO_X	Technika (vrátane horákov s ultranízkou tvorbou NO_X) je založená na princípoch znižovania špičkových teplôt plameňa. Zmiešavaním vzduchu/paliva sa znižuje dostupnosť kyslíka a špičková teplota plameňa, čím sa spomaľuje premena dusíka viazaného na palivo na NO_X a tvorba tepelného NO_X pri zachovaní vysokej efektívnosti spaľovania.
Optimalizácia návrhu a prevádzky SNCR/SCR	Pozri oddiel 9.11.1.
Kyslíko-palivové spaľovanie	Pozri oddiel 9.11.1.
Selektívna katalytická redukcia (SCR)	Technika SCR je založená na redukcii NO_X na dusík v katalytickom lôžku reakciou s močovinou alebo amoniakom pri optimálnej prevádzkovej teplote približne 300 – 450 °C. Je možné naniesť niekoľko vrstiev katalyzátora. Vyššia redukcia NOX sa dosiahne použitím niekoľkých vrstiev katalyzátora NO_X
Selektívna nekatalytická redukcia (SNCR)	Technika SNCR je založená na redukcii NO_X na dusík reakciou s amoniakom alebo močovinou pri vysokej teplote. Rozpätie prevádzkovej teploty sa udržiava medzi 800 °C a 1 000 °C, aby sa zabezpečila optimálna reakcia.
Mokré čistenie	Odstránenie plynných alebo tuhých znečisťujúcich látok z toku plynu prostredníctvom vedenia do kvapalného rozpúšťadla, často vody alebo vodného roztoku. Môže dôjsť k chemickej reakcii (napr. v kyselinovej alebo alkalickej práčke plynu). V niektorých prípadoch sa z rozpúšťadla môžu zhodnotiť zlúčeniny.

9.11.3 Techniky na zníženie emisií do vody

Technika	Opis
Adsorpcia	Odstránenie rozpustných látok (rozpustených látok) z odpadovej vody ich prenosom na povrch pevných, vysoko poréznych častíc (spravidla aktívne uhlie).
Aeróbna úprava	Biologická oxidácia rozpustených organických znečisťujúcich látok kyslíkom pri použití metabolizmu mikroorganizmov. Organické zložky sa v prítomnosti rozpusteného kyslíka (vháňaného vo forme vzduchu alebo čistého kyslíka) mineralizujú na oxid uhličitý a vodu alebo sa premieňajú na iné metabolity a biomasu.
Chemické zrážanie	Premena rozpustených znečisťujúcich látok na nerozpustné zlúčeniny pridaním chemických zrážadiel. Pevné zrazeniny sa potom oddeľujú sedimentáciou, flotáciou rozptýleným vzduchom alebo filtráciou. V prípade potreby môže nasledovať mikrofiltrácia alebo ultrafiltrácia. Na zrážanie fosforu sa používajú multivalentné ióny kovov (napr. vápnika, hliníka, železa).
Chemická redukcia	Premena znečisťujúcich látok chemickými redukčnými činidlami na podobné, ale menej škodlivé alebo menej nebezpečné zlúčeniny.
Koagulácia a flokulácia	Koagulácia a flokulácia sa používajú na oddelenie nerozpustných tuhých látok od odpadovej vody a často sa vykonávajú v následných krokoch. Koagulácia sa vykonáva pridávaním koagulantov nabitých protikladne v porovnaní s nerozpustnými tuhými látkami. Flokulácia sa vykonáva pridaním polymérov, aby zrážky mikrovločkových častíc spôsobili ich viazanie, a tým vznik väčších vločiek.
Vyrovnávanie	Vyrovnávanie tokov a záťaže znečisťujúcich látok na vstupe ku konečnému čisteniu odpadových vôd pomocou centrálnych nádrží. Vyrovnávanie sa môže vykonať decentralizovane alebo použitím iných techník riadenia.
Filtrácia	Oddelenie tuhých látok z odpadových vôd precedením cez pórovité médium, napr. filtrácia pieskom, mikrofiltrácia a ultrafiltrácia.
Flotácia	Oddelenie tuhých alebo kvapalných častíc z odpadovej vody tým, že sa naviažu na jemné plynové bubliny, obvykle vzduchové. Plávajúce častice sa zhromaždia na hladine vody a odstraňujú sa pomocou zberačov.
Nanofiltrácia	Proces filtrácie, pri ktorom sa používajú membrány s veľkosťou pórov približne 1 nm.
Neutralizácia	Úprava pH odpadovej vody na neutrálnu úroveň (približne 7) pridaním chemických látok. Hydroxid sodný (NaOH) alebo hydroxid vápenatý [$Ca(OH)_2$] sa vo všeobecnosti používajú na zvýšenie pH, zatiaľ čo kyselina sírová (H_2SO_4), kyselina chlorovodíková (HCl) alebo oxid uhličitý (CO_2) sa vo všeobecnosti používajú na zníženie pH. Počas neutralizácie môže dôjsť k vyzrážaniu niektorých látok.
Fyzické oddelenie	Oddelenie hrubých tuhých látok, nerozpustných tuhých látok a/alebo kovových častíc z odpadovej vody napr. pomocou česiel, sít, odlučovačov nečistôt, odlučovačov mazív, hydrocyklónov, odlučovačov oleja od vody alebo primárnych usadzovacích nádrží.
Reverzná osmóza	Membránový proces, pri ktorom rozdiel tlakov medzi komorami oddelenými membránou spôsobuje, že voda preteká z roztoku s vyššou koncentráciou do roztoku s menšou koncentráciou.
Sedimentácia	Oddelenie suspendovaných častíc a suspendovaného materiálu pomocou gravitačného usadzovania.

10 ZÁVEREČNÉ POZNÁMKY A ODPORÚČANIA PRE BUDÚCU PRÁCU

Načasovanie procesu preskúmania
Kľúčové míľniky procesu preskúmania sú zhrnuté v tabuľke 10.1 nižšie.

Tabuľka 10.1: Kľúčové míľniky procesu preskúmania dokumentu BREF o FMP

Kľúčový míľnik	Dátum
Reaktivácia TWG	27. novembra 2015
Želania/prvotné stanoviská	29. apríla 2016
Úvodné stretnutie	15. až 18. novembra 2016
Spustenie zberu údajov prostredníctvom dotazníkov	10. novembra 2017
Zber informácií a údajov	16. marca 2018
Návrh 1 (D1) revidovaného dokumentu BREF o FMP	29. marca 2019
Koniec obdobia pripomienkovania návrhu 1 (prijatých 1 568 pripomienok)	7. júna 2019
Fyzické záverečné stretnutie TWG	Pôvodne naplánované na obdobie: 30. marca 2020 – 3. apríla 2020. Zrušené pre pandémiu ochorenia COVID-19.
Druhá písomná konzultácia k revidovanej verzii návrhu záverov o BAT	12. októbra 2020 – 6. novembra 2020
Záverečné zasadnutie TWG (uskutočnené ako séria deviatich webových zasadnutí)	23. novembra 2020 – 8. februára 2021

Fyzické záverečné stretnutie TWG, ktoré sa malo pôvodne konať v Spoločnom výskumnom centre v Seville v období od 30. marca 2020 do 3. apríla 2020, muselo byť zrušené z dôvodu pandémie COVID-19.

Ďalší postup na dokončenie preskúmania dokumentu BREF o FMP bol dohodnutý 25. septembra 2020 s TWG, po písomnej konzultácii s TWG realizovanej v máji 2020 (bezprostredne po zrušení záverečného fyzického stretnutia TWG o FMP) a webovom zasadnutí TWG, ktoré sa konalo 16. septembra 2020.

Ďalší postup obsahoval:

- *druhú písomnú konzultáciu k revidovanej verzii návrhu záverov o BAT*: dňa 9. októbra 2020 EIPPCB zaslal TWG revidovanú verziu návrhu záverov o BAT na základe pripomienok doručených do konca marca 2020. V období od 12. októbra do 6. novembra 2020 mohli členovia TWG predkladať pripomienky ku každému oddielu revidovaného návrhu dokumentu so závermi o BAT,
- *dve webové zasadnutia o nekontroverzných témach*: oddiely záverov o BAT, ku ktorým bolo doručených málo pripomienok a/alebo pripomienky menšej dôležitosti, boli prerokované na dvoch webových zasadnutiach v novembri 2020 (23. a 26. novembra 2020),
- *sedem webových zasadnutí o kontroverzných témach*: oddiely záverov o BAT, ku ktorým bol doručený relatívne vysoký počet pripomienok a/alebo pripomienky vysokej dôležitosti, boli prerokované na siedmich vyhradených webových zasadnutiach od 10. decembra 2020 do 8. februára 2021.

Konštatuje sa, že vzhľadom na povahu webových zasadnutí a s cieľom zachovať dôvernosť údajov nebolo možné počas záverečných webových zasadnutí predložiť údaje CBI o spotrebe energie, vody a materiálov. Údaje CBI však boli predložené pracovnej skupine TWG počas druhého seminára hodnotenia údajov, ktorý sa konal v Seville 3. – 4. decembra 2019.

Počas procesu preskúmania dokumentu BREF bolo navštívených celkovo 10 prevádzok v Rakúsku, Španielsku a Švédsku.
Okrem toho boli zorganizované dve podujatia na zlepšenie výmeny informácií:

- prvý seminár hodnotenia údajov (január 2019),
- druhý seminár hodnotenia údajov (december 2019).

Zdroje informácií a informačné nedostatky

Hlavnými zdrojmi informácií pre proces preskúmania boli:

- vedecká a technická literatúra,
- 342 vyplnených dotazníkov (z toho 265 obsahovalo dôverné obchodné informácie) od prevádzkovateľov prevádzok na spracovanie železných kovov,
- ďalšie informácie od členov TWG,
- 1 568 pripomienok k návrhu 1 revidovaného dokumentu BREF,
- 371 pripomienok k revidovanej verzii návrhu záverov o BAT (november 2020),
- informácie získané z návštev na mieste,
- výsledky vyššie uvedených seminárov.

Celkovo bolo do systému BATIS nahratých približne 400 dokumentov, pričom na väčšinu z nich sa odkazuje v revidovanom dokumente BREF o FMP.

Stupeň konsenzu dosiahnutý počas výmeny informácií
Na záverečnom zasadnutí TWG, ktoré sa uskutočnilo ako séria webových zasadnutí v období od novembra 2020 do februára 2021, sa dosiahol vysoký stupeň konsenzu pri väčšine záverov o BAT. Bolo však vyjadrených 12 protichodných stanovísk, ktoré spĺňajú podmienky stanovené v oddiele 4.6.2.3.2 vykonávacieho rozhodnutia Komisie 2012/119/EÚ. Sú zhrnuté v tabuľke 10.2 nižšie.

Tabuľka 10.2: Vyjadrené protichodné stanoviská

Záver o BAT/č. tabuľky	Protichodné stanovisko	Stanovisko vyjadril subjekt	Alternatívna navrhovaná úroveň (ak existuje)
BAT 11/ tabuľka 9.1	Zahrnúť dodatočnú poznámku pod čiarou súvisiacu s dohrevom suroviny (hrubé plechy, tyče a prúty), v ktorej sa stanovuje, že: „Horná hranica rozsahu BAT-AEPL môže byť vyššia, keď sa surovina ohrieva viackrát v tej istej peci alebo v rôznych peciach (napr. normalizovanie nasledované popúšťaním.“	EUROFER, podporované CZ	NA
BAT 20/ tabuľka 9.7	Odstrániť poznámku pod čiarou ([1]).	AT, DE, SE, podporované EEB	NA
BAT 21/ tabuľka 9.8	Zmeniť poznámku pod čiarou ([2]) takto: „Horná hranica rozsahu BAT-AEL môže byť vyššia a až 300 mg/Nm^3, keď sa používa vysoký podiel koksárenského plynu (> 50 % energetického vstupu) a keď nie je odôvodnený prínos dôkladného odsírenia COG pre životné prostredie .“	EEB	50 – 300 mg/Nm^3
BAT 22/ tabuľka 9.9	Zahrnúť novú poznámku pod čiarou týkajúcu sa opakovaného ohrevu (existujúce prevádzky), medziohrevu a dohrevu pri používaní 100 % zemného plynu nasledovne: „Horná hranica rozsahu BAT-AEL môže byť prekročená, keď sa použije vysoký stupeň predohrevu vzduchu. V tomto prípade je vyšší koniec rozsahu BAT-AEL 400 mg/Nm^3.“	EUROFER, podporované CZ a PT	400 mg/Nm^3
BAT 22/ tabuľka 9.9	Zahrnúť novú poznámku pod čiarou týkajúcu sa opakovaného ohrevu, medziohrevu a dohrevu pri používaní iných palív nasledovne: „Horná hranica rozsahu BAT-AEL je 500 mg/Nm^3, keď sa použije vysoký stupeň predohrevu vzduchu a keď je podiel koksárenského plynu alebo plynu bohatého na CO z výroby ferochrómu < 50 % energetického vstupu. Ak sa použije vysoký stupeň predohrevu vzduchu v kombinácii s vysokým podielom koksárenského plynu alebo plynu bohatého na CO z výroby ferochrómu (> 50 % energetického vstupu), horná hranica rozsahu BAT-AEL je 800 mg/Nm^3.“	EUROFER, podporované CZ a SK	500 mg/Nm^3 (pri vysokom stupni predohrevu vzduchu a podiele koksárenského plynu alebo plynu bohatého na CO z výroby ferochrómu < 50 % energetického vstupu) 800 mg/Nm^3 (pri vysokom stupni predohrevu vzduchu a podiele koksárenského plynu alebo plynu bohatého na CO z výroby ferochrómu > 50 % energetického vstupu)
BAT 22/ tabuľka 9.9	Zahrnúť novú poznámku pod čiarou týkajúcu sa opakovaného ohrievania (nové a existujúce prevádzky) pri použití 100 % NG a opakované ohrievania, medziohrevu a dohrevu pri používaní iných palív	EUROFER	450 mg/Nm^3

	nasledovne: „Horná hranica rozsahu BAT-AEL môže byť prekročená, keď sa spracúvajú vysokolegované ocele, napr. nehrdzavejúca oceľ. V tomto prípade je horná hranica rozsahu BAT-AEL 450 mg/Nm^3.“		
BAT 22/ tabuľka 9.9	Zvýšiť hornú hranicu rozsahu BAT-AEL pre emisie NO_X z dohrevu surovín pri použití 100 % zemného plynu na 250 mg/Nm^3.	EUROFER	250 mg/Nm^3
BAT 22/ tabuľka 9.10	Zmeniť poznámku pod čiarou (1) nasledovne: „Horná hranica rozsahu BAT-AEL môže byť prekročená, keď sa použije vysoký stupeň predohrevu vzduchu. V tomto prípade je horná hranica rozsahu BAT-AEL 400 mg/Nm^3.“	EUROFER, podporované SK	400 mg/Nm^3
BAT 22/ tabuľka 9.12	Zmeniť poznámku pod čiarou (1) nasledovne: „Keď sa použije vysoký stupeň predohrevu vzduchu, horná hranica rozsahu BAT-AEL je 500 mg/Nm^3 pri použití 100 % NG. Keď sa použije vysoký stupeň predohrevu vzduchu a vysoký podiel koksárenského plynu alebo plynu bohatého na CO z výroby ferochrómu (> 50 % energetického vstupu), horná hranica rozsahu BAT-AEL je 800 mg/Nm^3.	EUROFER, podporované SK	500 mg/Nm^3 (s vysokým stupňom predohrevu vzduchu a 100 % NG) 800 mg/Nm^3 (pri vysokom stupni predohrevu vzduchu a podiele koksárenského plynu alebo plynu bohatého na CO z výroby ferochrómu > 50 % energetického vstupu)
BAT 34 (f)	Zmeniť opis techniky (f) nasledovne: „Zvyškový olejový kal, napr. z odmasťovania, sa odvodňuje s cieľom získať výlučne v ňom obsiahnutý olej na ďalšie použitie, prednostne na iné účely ako palivo (napr. opakované použitie prevádzkového oleja). Ak je obsah vody nízky a jej vlastnosti neobsahujú kov ani halogénové kontaminanty, rekuperovaná olejová frakcia sa môže použiť ako palivo.“	EEB	NA
BAT 62	Odstrániť vo vyhlásení o BAT odkaz na „v danom poradí priority“. Vo vyhlásení o BAT odstrániť poslednú vetu: „Technika (d) je BAT len pre existujúce prevádzky a za predpokladu, že zabezpečuje prinajmenšom rovnocennú úroveň ochrany životného prostredia ako technika (c) v kombinácii s technikou (a) alebo (b).“	EGGA, ES[2] podporované IT a PT	NA
BAT 62/ tabuľka 9.29	Zvýšiť hornú hranicu BAT-AEL pre emisie HCl organizovane odvádzané do ovzdušia z morenia a odstraňovania kyseliny chlorovodíkovej pri kusovom zinkovaní.	EGGA	< 2 – 10 mg/Nm^3

[2] ES dodatočne navrhlo použiť hodnoty expozičného limitu v pracovnom prostredí pre HCl stanovené podľa smernice Komisie 2000/39/ES z 8. júna 2000 na preukázanie toho, že technikou (d) možno dosiahnuť rovnocennú úroveň ochrany životného prostredia.

Konzultácie s fórom a následný postup formálneho prijatia záverov o BAT

V súlade s článkom 13 ods. 3 smernice fórum na svojom zasadnutí zo 17. decembra 2021 vydalo svoje stanovisko k návrhu referenčného dokumentu o najlepších dostupných technikách (BAT) pre odvetvie spracovania železných kovov.

1. Privítalo návrh referenčného dokumentu o najlepších dostupných technikách (BAT) pre odvetvie spracovania železných kovov, ako ho predložila Komisia.
2. Vzalo na vedomie diskusie, ktoré sa uskutočnili na jeho zasadnutí zo 17. decembra 2021, a dohodlo sa, že zmeny návrhu referenčného dokumentu o najlepších dostupných technikách (BAT) pre odvetvie spracovania železných kovov, ako sú navrhnuté v prílohe A k verejne dostupnému stanovisku fóra, by mali byť zahrnuté do záverečného dokumentu.
3. Potvrdilo, že pripomienky uvedené v prílohe B verejne dostupného stanoviska fóra predstavujú stanoviská určitých členov fóra. K týmto pripomienkam neexistoval v rámci fóra konsenzus a nebudú zahrnuté do záverečného dokumentu.

Komisia následne zohľadnila stanovisko fóra podľa článku 13 IED pri príprave návrhu vykonávacieho rozhodnutia Komisie, ktorým sa stanovujú závery o najlepších dostupných technikách (BAT) pre odvetvie spracovania železných kovov. Výbor podľa článku 75 IED prostredníctvom písomného postupu trvajúceho do 17. júna 2022 vydal kladné stanovisko k tomuto návrhu vykonávacieho rozhodnutia Komisie.

Následne bolo 11. októbra 2022 prijaté vykonávacie rozhodnutie Komisie (EÚ), ktorým sa stanovujú závery o najlepších dostupných technikách (BAT) pre odvetvie spracovania železných kovov, a ktoré bolo uverejnené v Úradnom vestníku Európskej únie (Ú. v. EÚ L 284, 4.11.2022, s. 69 – 133).

Odporúčania pre budúcu prácu

Výmena informácií odhalila množstvo otázok, ktoré by sa mali riešiť počas ďalšieho preskúmania dokumentu BREF o FMP. Odporúčania na ďalšie preskúmanie zahŕňajú:

- Všeobecné odporúčanie:
  - Zhromaždiť viac informácií v rámci ďalšieho preskúmania dokumentu BREF o niektorých kandidátskych technikách BAT v častiach Environmentálna výkonnosť a prevádzkové údaje a Hospodársky vplyv, ku ktorým boli počas tohto preskúmania dokumentu BREF poskytnuté obmedzené informácie alebo neboli poskytnuté žiadne informácie zo strany TWG.

- Súvisiace s emisiami do ovzdušia:
  - Zhromaždiť technické informácie o špecifických prípadoch (procesoch), v ktorých je obsah kyslíka v odpadových plynoch zo spaľovacích procesov zvýšený na úroveň veľmi blízku 21 obj. %
    v dôsledku dodatočného prívodu vzduchu z bezpečnostných dôvodov. Vo všetkých prípadoch sa musí systematicky zaznamenávať obsah kyslíka, pri ktorom sa merajú koncentrácie emisií.
  - Získať ďalšie informácie o využívaní elektriny vyrábanej z bezfosílnych zdrojov energie pri procesoch ohrevu (napr. dosah na viaceré zložky životného prostredia, vzorové prevádzky).
  - Získať ďalšie informácie o technikách používaných na obmedzenie unášania prachu v ohrievacích peciach.
  - Získať viac informácií o teplote predohrevu vzduchu pre kontinuálne a poklopové žíhanie.
  - Získať viac informácií o údajoch o emisiách NO_X v odvetví kusového zinkovania, a najmä v prípade prevádzok vybavených stropnými ohrievačmi (napr. vysokoteplotné zinkovanie).
  - Získať viac údajov o emisiách HF z morenia nehrdzavejúcej ocele pomocou nitračných zmesí obsahujúcich H_2SO_4 a HF so vstrekovaním H_2O_2.

- Získať ďalšie informácie o emisiách SO_X z morenia valcovaného drôtu pri ťahaní drôtu.
- Získať ďalšie informácie o emisiách zinku z nanášania povlakov na drôty ponorom do roztaveného kovu a kusového zinkovania.
- Získať ďalšie informácie o monitorovaní prchavých látok a kovov (napr. chróm, nikel) z procesov následnej úpravy.
- Získať viac informácií o:
  - emisiách NO_X a prachu zo zhodnotenia nitračnej zmesi rozprašovacím pražením a odparovaním,
  - emisiách NH_3 do ovzdušia zo zhodnotenia nitračnej zmesi rozprašovacím pražením, keď sa na čistenie NO_X používa SCR.
- Získať ďalšie informácie o dosiahnutých emisných koncentráciách pri používaní iba obmedzeného prevádzkového rozsahu pre otvorené moriacie kúpele s kyselinou chlorovodíkovou, ktoré preukážu, že je zabezpečená rovnocenná úroveň ochrany životného prostredia ako pri používaní extrakcie (či už z časti krytu alebo bočným poklopom či vekom) v kombinácii s mokrým čistením s následným odlučovaním kvapiek.
- Získať viac informácií o:
  - úrovni tvorby prachu z procesov zdrsňovania, valcovania a zvárania, ako aj z použitých techník znižovania emisií,
  - emisiách prachu z činností brokovania v prípade nehrdzavejúcej ocele.

- Súvisiace so špecifickou spotrebou energie:
  - Získať viac informácií o dohreve hrubých plechov, tyčí a prútov v prípade opakovaných krokov tepelného spracovania (t. j. prípady, keď sa suroviny ohrievajú viackrát v tej istej peci alebo v rôznych peciach).
  - Získať viac informácií o konkrétnych úrovniach spotreby energie v prípade suroviny spracovanej pomocou viacerých cyklov žíhania.
  - Získať viac informácií o i) teplotách žíhania používaných pri valcovaní za studena a nanášaní povlakov ponorom do roztaveného kovu; ii) technických dôvodoch prevádzky pri vysokej teplote žíhania (> 800 °C) a iii) súvisiacej spotrebe energie žíhacích pecí.
  - Získať ďalšie informácie o špecifickej spotrebe energie v:
    - prevádzkach odstreďovania BG,
    - vysokoteplotných prevádzkach BG (teplota zinkovacieho kúpeľa nad 500 °C),
    - prevádzky BG s nízkym priemerným ročným výrobným výkonom,
    - prevádzky BG s vysokým podielom tenkých výrobkov.
  - Získať viac informácií o konkrétnych úrovniach spotreby energie v prípade valcovní na valcovanie za studena produkujúcich vysokopevnostnú oceľ.
  - Získať viac informácií o špecifických úrovniach spotreby energie v prevádzkach ťahania drôtu.

- Súvisiace so špecifickou spotrebou materiálu:
  - Získať viac informácií o:
    - špecifickej spotrebe moriacej a odstraňovacej kyseliny v prevádzkach vykonávajúcich opakované zinkovanie suroviny,
    - špecifickej spotrebe moriacej kyseliny v odvetviach CR, HR, HDC a WD,
    - špecifickej spotrebe v prevádzkach vykonávajúcich zinkovanie obrobkov s vysokou špecifickou plochou (napr. rúry, káblové žľaby),
    - charakterizácii špecifickej plochy (napr. vysoká špecifická plocha).
  - Získať ďalšie informácie o možných spôsoboch využitia olejového kalu, ako aj o vlastnostiach olejového kalu z hľadiska kontaminantov (napr. halogény, kovy).

- Súvisiace so spotrebou vody:

- Získať viac informácií o spotrebe vody spojenej s procesmi chladenia.
- Získať viac informácií o spotrebe vody na úrovni jednotlivých krokov procesu.

- Súvisiace s emisiami do vody:
  - Získať ďalšie informácie o:
    - emisných koncentráciách rozpusteného Fe v tokoch odpadových vôd a jeho príspevku k celkovým nerozpustným tuhým látkam a celkovým emisným koncentráciám Fe,
    - emisných koncentráciách Ni v prevádzkach produkujúcich austenitickú nehrdzavejúcu oceľ,
    - prípadoch, keď prevádzky FMP prijímajú odpadové vody z prevádzok na výrobu železa a ocele, najmä pokiaľ ide o zaťaženie znečisťujúcimi látkami.
  - Získať viac informácií o emisných koncentráciách pri nepriamom vypúšťaní Hg a informácie o potenciálnom pôvode emisií Hg.

Navrhované témy pre budúci výskum a vývoj

Komisia prostredníctvom svojich programov výskumu a technologického rozvoja spúšťa a podporuje sériu projektov zameraných na čisté technológie, nové technológie spracovania odpadových vôd a recyklácie odpadových vôd a stratégie manažmentu. Tieto projekty by potenciálne mohli byť užitočným príspevkom k budúcim preskúmaniam dokumentu BREF. Čitatelia sa preto vyzývajú, aby poskytli Európskemu úradu IPPC všetky informácie o výsledkoch výskumu, ktoré sa týkajú rozsahu pôsobnosti tohto dokumentu (pozri aj piaty oddiel predhovoru tohto dokumentu).

11 PRÍLOHY

11.1 Zoznam zariadení/prevádzok, ktoré sa zúčastnili na zbere údajov z roku 2018 pre revíziu BREF FMP

Č. zariadenia	Názov spoločnosti	Krajina	Mesto/obec	Činnosti FMP, za ktoré boli poskytnuté údaje					CWWTP
				Valcovanie za tepla	Valcovanie za studena	Ťahanie drôtu	Nanášanie povlakov	Kusové zinkovanie	
1	Zinkpower Brunn GmbH	AT	Brunn/Gebirge					X	
2	Verzinkerei Neumarkt GmbH	AT	Neumarkt					X	
3	OTN Oberflächentechnik GmbH	AT	St. Georgen					X	
4	Zinkpower Klagenfurt GmbH	AT	Klagenfurt					X	
5	Zinkpower Bergheim GmbH & Co. KG	AT	Bergheim					X	
6	Zinkpower Gratkorn GmbH	AT	Gratkorn					X	
7	Zinkpower Wiener Neustadt GmbH	AT	Theresienfeld					X	
8 (*)	Voestalpine Stahl GmbH/ Voestalpine Grobblech GmbH	AT	Linz	X	X		X		X
10	Voestalpine Stahl Donawitz GmbH	AT	Donawitz	X					X
11	Voestalpine Schienen GmbH	AT	Donawitz	X					
12	Voestalpine Wire Rod Austria GmbH	AT	Donawitz	X					
14	Stahl- und Walzwerk Marienhütte GmbH	AT	Graz	X					
15	Voestalpine BÖHLER Edelstahl GmbH & Co KG	AT	Kapfenberg	X					
16	Voestalpine Tubulars GmbH & Co KG	AT	Kindberg	X					
17	Voestalpine Böhler Bleche GmbH & Co KG	AT	Mürzzuschlag		X				
18	Voestalpine Wire Austria GmbH	AT	Bruck/Mur			X			X
19	Voestalpine Böhler Edelstahl GmbH & Co–KG	AT	Kapfenberg-Deuchendorf	X					
20	Galva Power Houthalen	BE	Houthalen Helchteren					X	
21	Verzinkerij Lenssen	BE	Genk					X	
22	Limburgse Galvanisatie	BE	Maasmechelen					X	
23	Coatinc Ninove N.V.	BE	Ninove					X	
24	NV Bekaert SA	BE	Zwevegem			X			X
26	Aperam Genk	BE	Genk		X				
33	Segal	BE	Ivoz-Ramet				X		

Č. zariadenia	Názov spoločnosti	Krajina	Mesto/obec	Činnosti FMP, za ktoré boli poskytnuté údaje					CWWTP
				Valcovanie za tepla	Valcovanie za studena	Ťahanie drôtu	Nanášanie povlakov	Kusové zinkovanie	
37	ArcelorMittal Belgium	BE	Gent	X	X		X		
38	Aperam Stainless Belgium	BE	Châtelet	X					X
40	ArcelorMittal Belgium	BE	Ivoz-Ramet				X		
41	Arcelormittal	BE	Flémalle				X		X
45	Bilstein GmbH & CO. KG Hagen	DE	Hagen		X				
46	Fried. u. Herm. Lüling GmbH & Co.KG	DE	Altena			X			
48	Verticalgalva Voigt & Müller GmbH	DE	Kissing					X	
49	Voigt & Schweitzer Henssler GmbH & Co. KG	DE	Maintal					X	
50	Voigt & Schweitzer Landsberg/Halle GmbH	DE	Landsberg					X	
51	Wiegel Breitengüßbach Feuerverzinken GmbH	DE	Breitengüßbach					X	
52	Wiegel Feuchtwangen Feuerverzinken GmbH & Co KG	DE	Feuchtwangen					X	
53	Wiegel Graben Feuerverzinken GmbH & Co KG	DE	Graben					X	
54	ZinkPower Schopsdorf GmbH & Co. KG	DE	Genthin OT Schopsdorf					X	
55	Duferco Danish Steel A/S	DK	Frederiksværk	X					
56	NLMK DanSteel Ltd.	DK	Frederiksværk	X					
57	Coatinc Siegen GmbH	DE	Kreuztal					X	
58	Coatinc Würzburg GmbH	DE	Rottendorf					X	
61	Feuerverzinkung Holdorf GmbH & Co. KG	DE	Holdorf					X	
62	Feuerverzinkung Hannover GmbH & Co. KG	DE	Langenhagen					X	
63	ZinkPower Remels GmbH & Co. KG	DE	Uplengen-Remels					X	
64	ZinkPower Willi Kopf GmbH & Co. KG	DE	Schlierbach					X	
65	H.-J. Meyer Feuerverzinkungs GmbH & Co.KG	DE	Satow OT Groß Bölkow					X	
66	Sidenor Steel Industry S.A.	EL	Thessaloniki	X					
71	Galesa	ES	Cheste					X	
72	Galvanizaciones Aragonesas S.A.	ES	Zaragoza					X	
74	Megalta S.L.	ES	Porriño					X	
75	Galvanizados, S.A.	ES	Alcalá de Henares					X	
76	Retsa-II, S.L.	ES	Arteixo					X	

Č. zariadenia	Názov spoločnosti	Krajina	Mesto/obec	Činnosti FMP, za ktoré boli poskytnuté údaje					CWWTP
				Valcovanie za tepla	Valcovanie za studena	Ťahanie drôtu	Nanášanie povlakov	Kusové zinkovanie	
84	Galvazinc S.L.	ES	Sotondrio-San Martín De Rey Aurelio					X	
85	Funtam	ES	Torrejón De Ardoz					X	
87	Celsa Group	ES	Laracha	X					
88	Acerinox Europa SAU	ES	Palmones	X	X				
89	Sidenor	ES	Basauri	X					X
90	Aceros inoxidables Olarra	ES	Loiu	X					X
91	ArcelorMittal España, S.A.	ES	Olaberia	X					X
92	Acería de Álava	ES	Amurrio	X					
94	ArcelorMittal España, S.A.	ES	Gijón/Avilés	X	X		X		X
96	ArcelorMittal España, S.A.	ES	Sagunto				X		X
97	ArcelorMittal España, S.A.	ES	Sestao	X					X
98	ArcelorMittal España, S.A.	ES	Etxebarri		X				
99	CelsaA	ES	Barcelona	X					X
100	Global Steel Wire S.A.	ES	Santander	X					
101	Nervacero S.A	ES	Valle De Trapaga	X					
102	Arcelormittal Belgium S.A.	BE	Liège		X				X
103	ArcelorMittal Ostrava S.A.	CZ	Ostrava	X				X	
105	Tubacex Amurrio	ES	Amurrio		X				
106	ArcelorMittal Fos sur Mer	FR	Fos-Sur-Mer	X					
108	ArcelorMittal	LU	Esch-Belval	X					X
109	ArcelorMittal	LU	Differdange	X					X
110	Tata Steel IJmuiden	NL	IJmuiden	X	X		X		X
111	ArcelorMittal Galati	RO	Galati	X	X		X		
112	Thyssenkrupp Steel Europe AG	DE	Duisburg	X					X
113	Vallourec Deutschland GmbH	DE	Düsseldorf	X					(**)
115	Waelzholz, C. D. Wälzholz GmbH	DE	Hagen		X				
116	Hille&Müller GmbH, Düsseldorf	DE	Düsseldorf		X				
118	ArcelorMittal Eisenhüttenstadt	DE	Eisenhüttenstadt	X					
119	ArcelorMittal Eisenhüttenstadt	DE	Eisenhüttenstadt		X				
120	ArcelorMittal Eisenhüttenstadt	DE	Eisenhüttenstadt				X		
121	ArcelorMittal Bremen GmbH /B.R.E.M.A Warmwalzwerk	DE	Brémy	X					

Č. zariadenia	Názov spoločnosti	Krajina	Mesto/obec	Činnosti FMP, za ktoré boli poskytnuté údaje					CWWTP
				Valcovanie za tepla	Valcovanie za studena	Ťahanie drôtu	Nanášanie povlakov	Kusové zinkovanie	
	GmbH								
122	ArcelorMittal Bremen GmbH	DE	Brémy		X				
123	ArcelorMittal Bremen GmbH	DE	Brémy				X		
124	ArcelorMittal Hochfeld GmbH	DE	Duisburg	X					X
125	ArcelorMittal Hamburg GmbH	DE	Hamburg	X					X
126	Thyssenkrupp Steel Europe AG	DE	Duisburg	X					X
127	Thyssenkrupp Steel Europe AG	DE	Duisburg	X					X
128	Thyssenkrupp Steel Europe AG	DE	Duisburg		X				X
129	Thyssenkrupp Steel Europe AG	DE	Duisburg				X		X
130	Thyssenkrupp Steel Europe AG	DE	Dortmund		X				X
131	Thyssenkrupp Steel Europe AG	DE	Finnentrop				X		
132	Thyssenkrupp Steel Europe AG	DE	Dortmund				X		X
133	Mannstaedt GmbH	DE	Troisdorf	X					
134	AG der Dillinger Hüttenwerke	DE	Dillingen	X					
135	Saarstahl AG	DE	Burbach Saarbrücken	X					
136	Saarstahl AG	DE	Neunkirchen	X					
137	Saarstahl AG	DE	Völklingen	X					
138	B.E.S. Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH	DE	Brandenburg	X					
139	H.E.S. Hennigsdorfer Elektrostahlwerke GmbH	DE	Hennigsdorf	X					
140	Badische Stahlwerke GmbH	DE	Kehl	X					
144	Outokumpu Nirosta GmbH	DE	Krefeld		X				
146	Benteler Steel/Tube GmbH	DE	Dinslaken	X					
147	Benteler Steel/Tube GmbH	DE	Paderborn	X					
151	Schmiedewerke Gröditz GmbH	DE	Gröditz	X					
152	Georgsmarienhütte GmbH	DE	Georgsmarienhütte	X					
155	Vallourec Deutschland GmbH	DE	Düsseldorf	X					(**)
156	Vallourec Deutschland GmbH	DE	Mülheim	X					
157	SSAB Europe	FI	Raahe	X					
158	Outokumpu Stainless Oy	FI	Tornio	X	X				

Č. zariadenia	Názov spoločnosti	Krajina	Mesto/obec	Činnosti FMP, za ktoré boli poskytnuté údaje					CWWTP
				Valcovanie za tepla	Valcovanie za studena	Ťahanie drôtu	Nanášanie povlakov	Kusové zinkovanie	
159	SSAB Europe Oy	FI	Hämeenlinna		X		X		
160	Al Babtain Power and Telecomunication	FR	Saint-André-Les-Vergers					X	
161	GAT Galva Anjou Touraine	FR	Noyant					X	
162	Groupe Prestia	FR	Yerville					X	
163	Galva union	FR	Senozan					X	
164	Groupe Prestia	FR	Carpiquet					X	
165	Galva union	FR	Chabeuil					X	
166	Galvametal	FR	Embreville					X	
167	Galvatlantique	FR	La Rochelle					X	
168	GTS Galvanisation et traitement de surface	FR	Loudun					X	
169	Groupe Prestia	FR	La-Chapelle-Caro					X	
170	Aperam Stainless France	FR	Isbergues		X				
171	NLMK	FR	Štrasburg				X		
172	Dillinger Hutte	FR	Dunkirk	X					X
173	Alpa S.A.S.	FR	Porcheville	X					
174	SAM Neuves-Maisons	FR	Neuves Maisons	X					X
175	ArcelorMittal/Industeel France	FR	Le Creusot	X					X
177	Ugitech S.A.	FR	Ugine	X					
178	Arcelormittal	FR	Dunkirk	X					
179	Arcelormittal Atlantique et Lorraine	FR	Florange	X	X		X		
180	Arcelormittal Atlantique et Lorraine	FR	Grande Synthe		X		X		X
183	Mita SPA	IT	Conseve					X	
184	Zincheria Valbrenta S.p.A.	IT	Rosà					X	
185	Zimetal srl	IT	Solero					X	
186	Zincatura Di Cambiano srl	IT	Cambiano					X	
187	Zincol Italia S.p.A.	IT	S Vito Al Tagliamento					X	
188	Mangani Marco	IT	Cesena					X	
189	Zincatura Padana S.p.A	IT	Reggio Emilia					X	
190	Zincheria Seca S.p.A.	IT	Ala					X	
191	Olfez SpA	IT	Seriate					X	
192	Galvan SpA	IT	Baranzate Di Bollate					X	
193	ILVA S.p.a. in A.S.	IT	Taranto	X	X		X		X

Č. zariadenia	Názov spoločnosti	Krajina	Mesto/obec	Činnosti FMP, za ktoré boli poskytnuté údaje					CWWTP
				Valcovanie za tepla	Valcovanie za studena	Ťahanie drôtu	Nanášanie povlakov	Kusové zinkovanie	
194	ILVA SPA IN AS	IT	Novi Ligure		X		X		X
195	ILVA SPA IN AS	IT	Janov		X		X		X
196	Acciaierie Bertoli Safau S.p.A.	IT	Udine	X					
197	Acciai Speciali Terni S.p.A.	IT	Terni	X	X				X
198	Dalmine S.p.A.	IT	Piombino					X	
199	Travi e Profilati di Pallanzeno Srl – Duferdofin Nucor	IT	Pallanzeno	X					
200	AFV Acciaierie Beltrame S.p.A	IT	Vicenza	X					
201	Arcelormittal Piombino	IT	Piombino		X		X		X
202	Alfa Acciai S.p.A.	IT	Brescia	X	X				X
203	Feralpi Siderurgica S.p.A.	IT	Lonato del Garda	X					X
204	dott. Carlo Mazzoleni	IT	Bergamo				X		X
205	Dalmine S.p.A.	IT	Dalmine	X					X
206	Dalmine S.p.A.	IT	Arcore	X					
207	ArcelorMittal Poland	PL	Sosnowiec	X					
208	ArcelorMittal Poland	PL	Chorzów	X					
209	ArcelorMittal	PL	Krakov		X				
210	ArcelorMittal Poland	PL	Sosnowiec		X				
211	ArcelorMittal Poland	PL	Krakov				X		
213	CMC Poland	PL	Zawiercie	X					
217	Huta Bankowa Sp. zo.o.	PL	Dąbrowa Górnicza	X					
218	Celsa "Huta Ostrowiec" Sp. z o.o.	PL	Ostrowiec Świętokrzyski	X					
219	Celsa "Huta Ostrowiec" Sp. z o.o.	PL	Ostrowiec Świętokrzyski	X					
220	ISD Huta Częstochowa Sp. z o.o.	PL	Częstochowa	X					
221	ArcelorMittal Poland S.A.	PL	Dąbrowa Górnicza Katowice	X					
222	ArcelorMittal Poland S.A.	PL	Krakov	X					
223	ArcelorMittal Poland S.A.	PL	Świętochłowice				X		
224	Eurogalva, Galvanização e Metalomecânica, SA	PT	Fiães Santa Maria Da Feira					X	
225	Lusosider Aços Planos S.A	PT	Paio Pires Seixal		X		X		
226	Irmãos Silvas, S.A. (Metalogalva)	PT	Santiago De Bougado					X	

Č. zariadenia	Názov spoločnosti	Krajina	Mesto/obec	Činnosti FMP, za ktoré boli poskytnuté údaje					CWWTP
				Valcovanie za tepla	Valcovanie za studena	Ťahanie drôtu	Nanášanie povlakov	Kusové zinkovanie	
			Trofa						
227	Gamil – Galvanização do Minho, Lda.	PT	Neiva Viana do Castelo					X	
228	Galme – Galvanização e Metalização, Lda.	PT	Carregado Alenquer					X	
229	Socitrel – Sociedade Industrial de Trefilaria, SA	PT	São Romão Do Coronado Trofa			X	X		
230	S.N. Seixal – Siderurgia Nacional S.A Megasa	PT	Seixal	X					
231	S.N. Maia – Siderurgia Nacional S.A Megasa	PT	Maia	X					
232	Outokumpu Stainless AB	SE	Torshälla Nyby		X				
233	DOT AB fd Jiwe Varmförzinkning AB	SE	Sölvesborg					X	
234	Vadstena Varmförzinkning AB	SE	Vadstena					X	
235	Södertälje Varmförzinkning AB	SE	Södertälje					X	
236	Degerfors Förzinkning AB	SE	Degerfors					X	
238	Outokumpu Stainless AB	SE	Avesta	X	X				
239	Erasteel Kloster AB	SE	Långshyttan	X					
240	Ovako Bar AB	SE	Smedjebacken	X					X
241	Ovako Bar AB	SE	Boxholm	X					X
242	Ovako Sweden AB	SE	Hofors	X	X				X
243	SSAB EMEA AB	SE	Oxelösund	X					
244	SSAB Europe AB	SE	Borlänge	X	X				
245	Fagersta Stainless AB	SE	Fagersta	X		X			
246	AB Sandvik Materials Technology	SE	Sandviken	X	X				X
247	Outokumpu Stainless AB	SE	Degerfors	X					
248	Uddeholms AB	SE	Hagfors	X					X
249	U.S.Steel Košice, s.r.o.	SK	Košice	X	X		X		X
251	Wedge Group Galvanising Ltd	UK	Heywood					X	
252	Wedge Group Galvanising Ltd	UK	Witham					X	
254	Wedge Group Galvanising Ltd	UK	Eastleigh					X	
255	Wedge Group Galvanising Ltd	UK	Worksop					X	
257	Wedge Group Galvanising Ltd	UK	Hull					X	
258	Wedge Group Galvanising	UK	Willenhall					X	

Č. zariadenia	Názov spoločnosti	Krajina	Mesto/obec	Činnosti FMP, za ktoré boli poskytnuté údaje					CWWTP
				Valcovanie za tepla	Valcovanie za studena	Ťahanie drôtu	Nanášanie povlakov	Kusové zinkovanie	
	Ltd								
259	Joseph Ash Galvanising Ltd	UK	Corby					X	
260	Joseph Ash Galvanising Ltd	UK	Chesterfield					X	
261	Joseph Ash Galvanising Ltd	UK	Telford					X	
262	Joseph Ash Galvanising Ltd	UK	Bilston					X	
263	Tata Steel UK Ltd	UK	Shotton				X		X
265	Tata Steel UK Ltd	UK	Port Talbot	X					
266	Outokumpu Stainless Ltd	UK	Sheffield	X					
267	Speciality Steel UK Ltd T/A Liberty Speciality Steels	UK	Sheffield	X					
268	Speciality Steel UK Ltd T/A Liberty Speciality Steels	UK	Rotherham	X					
269	Speciality Steel UK Ltd T/A Liberty Speciality Steels	UK	Rotherham	X					
270	British Steel Limited	UK	Scunthorpe	X					
271	Celsa Manufacturing UK Limited	UK	Cardiff	X					
272	Celsa Manufacturing UK Limited	UK	Cardiff	X					
273	ArcelorMittal Warszawa Sp.z	PL	Varšava	X					
275	British Steel Limited	UK	Saltburn By The Sea	X					
276	Caverion Industria Oy, Ylivieska workshop	FI	Ylivieska					X	
277	Dansk Overflade Teknik	DK	Køge					X	
279	Rotocoat Kampen B.V.	NL	Kampen					X	
280	Rotocoat Kampen B.V.	NL	Heerhugowaard					X	
281	Rotocoat Kampen B.V.	NL	Wolvega					X	
282	Rotocoat Dieren B.V.	NL	Spankeren					X	
283	Coatinc Alblasserdam B.V.	NL	Alblasserdam					X	
284	Coatinc Groningen B.V.	NL	Groningen					X	
285	Coatinc Mook B.V.	NL	Mook					X	
287	Celsa Armeringsstål	NIE	Mo I Rana	X					
288	Ferriere Nord Spa	IT	Osoppo	X					
289	Irpinia Zinco Srl	IT	Lacedonia					X	
292	DOT A/S	DK	Fasterholt					X	
293	DOT A/S	DK	Ferritslev					X	
294	Industrial Gonabe S.L.	ES	Castilla y León					X	
295	Wiegel CZ žárové zinkování s.r.o.	CZ	Velké Meziříčí					X	

Č. zariadenia	Názov spoločnosti	Krajina	Mesto/obec	Činnosti FMP, za ktoré boli poskytnuté údaje					CWWTP
				Valcovanie za tepla	Valcovanie za studena	Ťahanie drôtu	Nanášanie povlakov	Kusové zinkovanie	
296	Wiegel Žebrák žárové zinkování s.r.o.	CZ	Žebrák					X	
297	Třinecké železárny a.s.	CZ	Kladno	X					
298	Vítkovice Steel, a.s.	CZ	Ostrava	X					
300	Ovako Sweden AB	SE	Hällefors	X		X			X
301	ZDB Drátovna a.s.	CZ	Bohumín			X			

Pozn.:
X = Zariadenie poskytlo dotazník za odvetvie.
(*) = Toto zariadenie je identifikované pre odvetvie HR ako 08-09.
(**) = CWWTP spoločné pre zariadenia číslo 113 a 155.
Zdroj: [16, FMP TWG 2018].

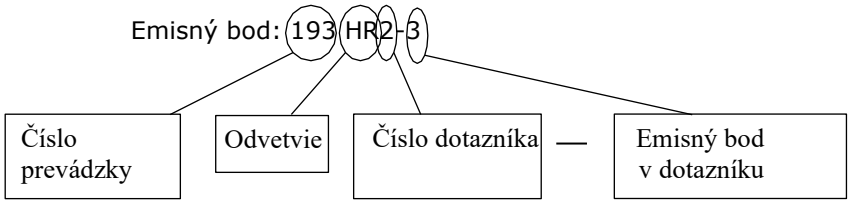
11.2 Vysvetlenie identifikácie emisného bodu

a. Identifikácia emisného bodu pre emisie do ovzdušia a rezíduá

Údaje sa nezobrazené s použitím názvov prevádzok, ale identifikačného kódu.

V prípade HR, CR, WD a HDC každý bod na osi x v grafoch predstavuje jeden emisný bod (napr. komín) konkrétnej prevádzky. Napríklad emisný bod 100 HR-2 zodpovedá emisnému bodu 2 prevádzky HR 100. Emisné body za každú prevádzku uviedli prevádzkovatelia v dotazníkovom hárku Body emisií do ovzdušia. Každý emisný bod so špecifickým druhom emisií (napr. emisie prachu z mechanickej úpravy) sa v grafe zobrazuje ako jeden bod na osi x, s minimálnymi, priemernými a maximálnymi hodnotami na osi y. Preto môže byť v grafe niekoľko emisných bodov pre tú istú prevádzku, ak v prevádzke existuje niekoľko emisných bodov s rovnakým druhom emisií, napr. 100 HR-1, 100 HR-2. V niektorých prípadoch bol pre rovnakú prevádzku dodaný viac ako jeden dotazník (zodpovedajúci rôznym prevádzkam) a vedľa písmen odvetvia bolo pridané číslo na označenie tohto rozdielu, napr. 193 HR2-3.

Vzhľadom na vyššie uvedené sa kód emisného bodu skladá z týchto údajov:



Keďže pri niektorých emisných bodoch sa vykazujú periodické aj kontinuálne merania, na koniec kódu emisného bodu sa pridáva písmeno C pri všetkých bodoch s údajmi z kontinuálneho merania. V tomto prípade sa prevádzky s oboma druhmi meraní zobrazia ako dva emisné body v grafoch (napr. emisné body 37 HR-1 a 37 HR-1C pre emisie NO_x a CO).

Pre BG je bežnejšie mať len jeden emisný bod na proces a/alebo výrobnú linku, preto sa kódovanie prevádzky mierne líši. V podstate pozostáva z čísla prevádzky a v prípade prevádzok, ktoré majú viac ako jednu výrobnú linku, ešte z prípony –1 alebo –2, ktorá označuje, či ide o linku 1 alebo linku 2 (prevádzky iba s jednou linkou sú označené len číslom prevádzky). Čísla prevádzok sú čísla pridelené jednotlivým prevádzkam počas nominovania prevádzok na účasť na zbere údajov.

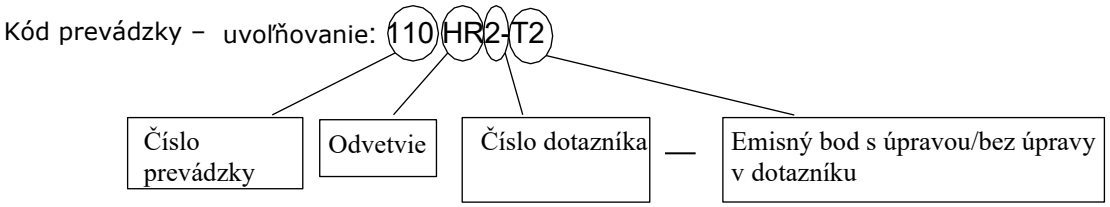
Príklad kódu prevádzky BG: 75-2 (prevádzka 75, linka 2).

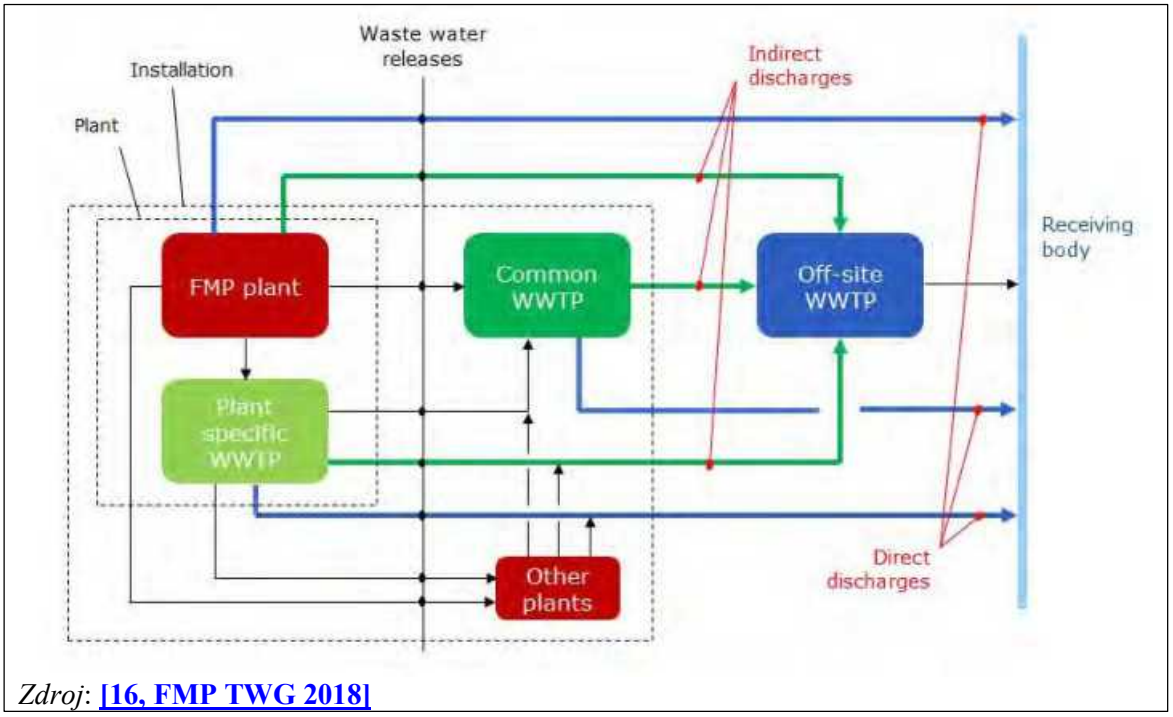
V prípade grafov rezíduí sa používa rovnaký kód, s výnimkou poslednej časti týkajúcej sa emisného bodu, ktorá je výlučne pre emisie do ovzdušia.

b. Identifikácia prevádzky/linky/emisného bodu pre emisie do vody

Uvoľňovanie (tokov odpadových vôd) z prevádzok FMP (HR, CR, WD a HDC) bolo v dotazníkoch rozdelené do dvoch druhov. Toky, ktoré opúšťajú prevádzku bez špecifickej úpravy v prevádzke (neupravené), a toky po špecifickej úprave v prevádzke (upravené). Boli vyžiadané monitorovacie údaje o vypúšťaní emisií do životného prostredia, priamo do vodného recipientu alebo nepriamo cez externú WWTP (pozri obrázok 11.1). Uvoľňovanie z miestnej CWWTP (upravujúcej odpadové vody z rôznych prevádzok, či už FMP alebo iných ako FMP) bolo posúdené v samostatnom dotazníku pre CWWTP.

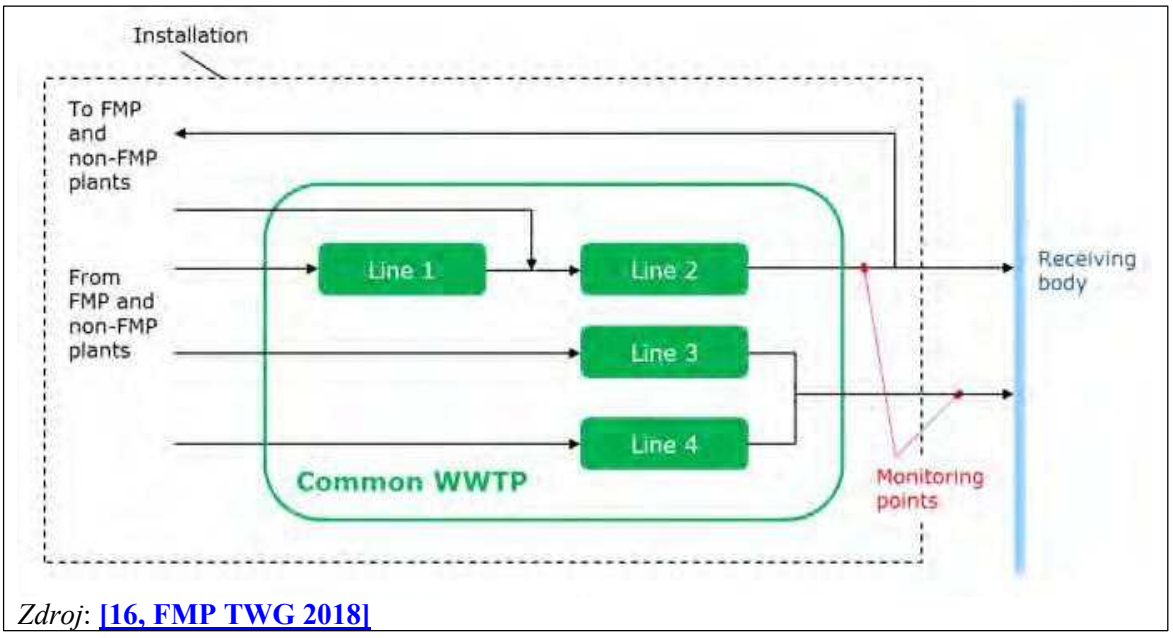
Na obrázkoch sa kód pre emisie do vody skladá z týchto údajov:





Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 11.1: Schéma všeobecného systému odpadových vôd



Zdroj: [16, FMP TWG 2018]

Obrázok 11.2: Schéma rôznych usporiadaní potrubí v spoločnej čistiarni odpadových vôd

c. Identifikácia prevádzky/linky pre spotrebu energie, spotrebu vody a spotrebu materiálu

V údajoch týkajúcich sa spotreby energie, vody a materiálu boli použité dôverné informácie poskytnuté prevádzkami. S cieľom zachovať dôvernosť prevádzok bolo vo všetkých obrázkoch použité náhodné poradové číslo. To znamená, že poradové číslo použité na týchto obrázkoch nezodpovedá číslu zariadenia uvedenému v tabuľke so zoznamom zariadení/prevádzok, ktoré sa zúčastnili na zbere údajov v roku 2018.

11.3 Informácie o druhoch ocele, kategóriách ocele a oceľových výrobkoch v priemyselnom odvetví FMP

11.3.1 Druhy ocele

Druh ocele súvisí s chemickým zložením, štruktúrou a kryštalografiou výrobku. V dotazníkoch použitých pri zbere údajov FMP boli definované druhy ocele pre štyri hlavné kategórie:

- **nelegovaná uhlíková oceľ**, v prípade ktorej je obsah legujúcich prvkov nižší ako 0,4 %, okrem kremíka (< 0,6 %) a mangánu (< 1,65 %),
- **nízkolegovaná uhlíková oceľ**, v prípade ktorej je obsah každého legujúceho prvku nižší ako 5 %,
- **nehrdzavejúca oceľ**, ktorá sa tiež považuje za vysokolegovanú oceľ,
- **vysokolegovaná oceľ**, iná ako nehrdzavejúca oceľ, v prípade ktorej je obsah niektorých legujúcich prvkov vyšší ako 5 %.

Nelegovaná uhlíková oceľ: Táto prvá kategória pokrýva široký rozsah využitia dlhých a plochých výrobkov. Zahŕňa ultranízkouhlíkovú oceľ, oceľ so stredným obsahom uhlíka (0,3 % < obsah uhlíka
< 0,6%) a vysokouhlíkovú oceľ (obsah uhlíka > 0,6 %), ako aj mikrozliatiny, ako sú vysokopevnostné nízkolegované ocele (HSLA) a pokročilé vysokopevnostné ocele. V kategórii plochých výrobkov tvoria hlavné druhy uhlíkovej ocele valcované za studena: ocele na výrobu obalov (veľmi tenké hrúbky) a plechy na stavebné účely, všeobecný priemysel, automobilový priemysel, spotrebiče. V kategórii dlhých výrobkov sú hlavnými výrobkami z uhlíkovej ocele koľajnice a oceľ so zlepšenou obrobiteľnosťou a automatové ocele. Pre tento druh produktu sa používa obsah olova (do 0,35 %) pre ľahšie obrábanie, ale môže sa použiť aj síra (do 0,4 %).

Nízkolegovaná uhlíková oceľ: Hlavné legujúce prvky (každý prvok <5 %) sú Cr, Co, Cu, Mn, Mo, Nb, Ni, Ti, W, V, P a Si. Tieto druhy ocele majú zlepšené zhášanie a zlepšené mechanické vlastnosti a zahŕňajú pružinovú oceľ, ložiskovú oceľ a oceľ odolnú proti opotrebeniu. Do tejto kategórie patrí aj elektrotechnická oceľ s obsahom Si od 1 % do 3 %. Môžu do nej patriť aj niektoré HSLA, vysokopevnostné a pokročilé vysokopevnostné ocele, najmä pre ploché výrobky.

Nehrdzavejúca oceľ: Existujú štyri hlavné triedy nehrdzavejúcej ocele: feritická, austenitická, martenzitická a duplexová. Všetky z nich obsahujú chróm (10 – 23 %). Austenitická oceľ obsahuje tiež okolo 8 – 10 % niklu. Pri valcovaní za tepla je výrobný proces nehrdzavejúcej ocele veľmi podobný výrobnému procesu uhlíkovej ocele, aj keď existujú rozdiely v spôsoboch ohrevu. Pri plochých výrobkoch sú však procesy pomerne odlišné v porovnaní s uhlíkovou oceľou. Okrem toho má nehdzavejúca oceľ vysokú úroveň medze pevnosti pre deformácie a špecifické žíhacie cykly, a to tak pri teplých, ako aj studených postupoch.

Ostatné vysokolegované ocele: Hlavné legujúce prvky (> 5 % pre niektoré z nich) sú Cr, Mo, W, V, Mn, Ni. Táto kategória obsahuje napríklad tieto druhy výrobkov: rýchloreznú oceľ, oceľ na kokily, nástrojovú oceľ, žiaruvzdornú oceľ a oceľ s vysokou pevnosťou v ťahu (martenzitické starnutie).

Okrem štyroch hlavných druhov ocele opísaných vyššie by sa za špeciálne druhy ocele mali považovať aj elektrotechnické ocele a vysokopevnostné ocele.

Elektrotechnická oceľ: Elektrotechnické ocele plochých výrobkov sa vyrábajú postupom valcovania za tepla nasledovaným valcovaním za studena. Sú prispôsobené na dosiahnutie špecifických vlastností, ktoré zahŕňajú: nízke elektrické straty a vysokú magnetickú permeabilitu. Elektrotechnické ocele sa zvyčajne vyrábajú s obsahom kremíka v rozmedzí 2 % až 3,2 %. Vo všeobecnosti ich možno klasifikovať ako súčasť kategórie nízkolegovaných uhlíkových ocelí. Zvyčajne sa rozlišujú dve hlavné skupiny elektrotechnickej ocele:

- Elektrotechnické ocele so štandardnými alebo zlepšenými elektrotechnickými vlastnosťami, označované ako ocele s neorientovanom štruktúrou (NGRO), alebo bežnejšie nazývané neorientované (NONO) ocele. Výroba

tohto druhu elektrotechnickej ocele si nevyžaduje žiadne špecifické spracovateľské kroky pri valcovaní za tepla, avšak pri valcovaní za studena je niekedy potrebné vykonať prvý krok žíhania (poklopové žíhanie) pred morením a valcovaním za studena. Taktiež v prípade laminovaných plechov, ktoré môže zákazník použiť priamo, konečný proces valcovne na valcovanie za studena zahŕňa krok kontinuálneho žíhania (s teplotami do 1 050°C) nasledovaný krokom nanášania laku.

– Elektrotechnické ocele s optimalizovanými elektrotechnickými vlastnosťami, nazývané ocele s orientovanou štruktúrou (GO), s obsahom kremíka 3 %. Tieto ocele sú spracované takým spôsobom, že optimalizované vlastnosti sa vyvíjajú v smere valcovania. To si vyžaduje prísnu kontrolu orientácie kryštálu počas výrobného procesu. Pri valcovaní za tepla je potrebné pracovať pri veľmi vysokých teplotách opakovaného ohrevu (okolo 1 400 °C), so špecifickými zariadeniami v peci na zhodnocovanie tekutých okovín a veľmi špecifickými valcovacími schémami s vysokými teplotami, a to v prípravnom poradí aj hotovnom poradí valcovacej trate. Vo valcovni na valcovanie za studena sú tiež potrebné veľmi špecifické procesné kroky, ako napríklad: žíhanie a morenie pred valcovaním za studena; valcovanie za studena pomocou reverznej viacvalcovej stolice (podobne ako pri nehrdzavejúcej oceli); kontinuálna oduhličovacia a žíhacia linka s konečným krokom poklopového žíhania.

Vysokopevnostné ocele: Tieto druhy ocele majú zlepšené alebo výborné mechanické vlastnosti súvisiace s pevnosťou, ako je medza pevnosti (Re) a pevnosť v ťahu (Rm). Tieto vysokopevnostné ocele sa vyvíjajú predovšetkým na použitie v automobilovom priemysle. Vysokopevnostné ocele všeobecne vykazujú hodnotu medze pevnosti > 420 MPa a zahŕňajú nasledujúce produkty: HSLA (vysokopevnostné nízkolegované ocele), FB (feritovo-bainitické), TRIP (plasticita vyvolaná transformáciou), DP (dvojfázové), CP (s komplexnou fázou), MS (martenzitické ocele), TWIP (plasticita vyvolaná dvojčatením), AHSS (pokročilé vysokopevnostné ocele), Mn-B+HF (mangán a bór + tvárnenie za tepla). Všetky tieto vysokopevnostné ocele sú ťažšie valcovateľné a spracovateľné vo valcovni na valcovanie za studena, aj keď pri niektorých z nich (TRIP, TWIN, MnB + HF) sa konečné mechanické vlastnosti dosahujú až po transformácii u zákazníka. V porovnaní s klasickou nízkouhlíkovou oceľou si všetky tieto vysokopevnostné ocele vyžadujú vyššiu spotrebu energie pri tvárnení za studena a veľmi špecifické tepelné cykly žíhania.

11.3.2 Oceľové výrobky

V závislosti od kategórie ocele (ploché/dlhé výrobky) možno zoznam oceľových výrobkov v priemyselnom odvetví FMP zhrnúť nasledovne:

Oceľové výrobky valcované za tepla (ploché)

- Zvitky valcované za tepla (všetky druhy ocele)
- Zvitky valcované za tepla, morené a olejované (HRPO – len uhlíková oceľ)
- Zvitky valcované za tepla na ďalšie spracovanie valcovaním za studena (všetky druhy ocele)
- Zvitky valcované za tepla na ďalšie spracovanie pri povrchovej úprave ponorením plechov do roztaveného kovu
- Hrubé plechy (všetky druhy ocele)

Oceľové výrobky valcované za tepla (dlhé)

- Nosníky (hlavne z uhlíkovej nelegovanej ocele)
- Koľajnice (hlavne z uhlíkovej nelegovanej ocele)
- Sochory (všetky druhy ocele)
- Tyče (všetky druhy ocele)
- Prúty (všetky druhy ocele)
- Prúty na ďalšie spracovanie ťahaním drôtu (všetky druhy ocele)
- Rúry (hlavne z uhlíkovej nelegovanej a nehrdzavejúcej ocele)
- Prstence (všetky druhy ocele)

Oceľové výrobky valcované za studena (ploché)
Všetky výrobky, ktoré sa majú spracovať valcovaním za studena, prichádzajú z valcovne na valcovanie pásov za tepla ako zvitky valcované za tepla. Konečnými výrobkami sú valcované zvitky za studena (CRC), ktoré sa klasifikujú najprv podľa druhy ocele a použitia.

Uhlíkové ocele

1. CRC pre stavebníctvo a všeobecný priemysel:
   - dodávané priamo ako CRC,
   - CRC na ďalšie spracovanie ponorením plechov do roztaveného kovu (najmä pre stavebníctvo),
   - CRC na ďalšie elektrolytické zinkovanie (pomerne zriedkavé a len pre úzke pásy),
   - CRC pre automobilový priemysel,
   - dodávané priamo ako CRC,
   - CRC na ďalšie spracovanie ponorením plechov do roztaveného kovu (najčastejšie),
   - CRC na ďalšie elektrolytické zinkovanie;
2. CRC pre obaly:
   - dodávané priamo ako CRC,
   - CRC na ďalšie elektrolytické cínovanie (pocínovaný plech),
   - CRC na ďalšie elektrolytické chrómovanie (bezcínová oceľ),
3. CRC na použitie s elektrinou:
   - NONO, neorientovaná elektrotechnická oceľ;
   - GO, orientovaná elektrotechnická oceľ.

Nehrdzavejúce ocele
Valcované zvitky za studena v rôznych druhoch ocele: feritické, austenitické, martenzitické a duplexové.

Oceľové výrobky na ťahanie drôtu
V prevádzke na ťahanie drôtu závisí proces odstraňovania okovín a tepelné spracovanie od kvality ocele. Pre nelegovanú uhlíkovú oceľ je obsah uhlíka (nízky, stredný, vysoký) rozhodujúci. Nízkolegovaná uhlíková oceľ môže mať tiež špecifické spracovanie.

Drôt
- Uhlíková oceľ. Zahŕňa najmä ocele s nízkym, stredným a vysokým obsahom uhlíka a niektoré nízkolegované ocele.
- Nehrdzavejúca oceľ. Zahŕňa všetky rôzne druhy ocele.
- Iné vysokolegované ocele (len pre veľmi špecifické použitia).

Oceľové výrobky na nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu
Nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu sa týka len uhlíkových ocelí. Výrobky sa používajú v stavebníctve, automobilovom priemysle, všeobecnom priemysle a pri výrobe spotrebičov. Keď sa proces začína so zvitkami valcovanými za tepla, zvitok sa morí a potom zahrieva na vhodnú teplotu na povrchovú úpravu. Keď sa proces začína so zvitkami valcovanými za studena, zvitok sa vyčistí, potom sa žíha a čiastočne ochladí na vhodnú teplotu pre nanášanie povlaku. V prípade plochých výrobkov sa používajú rôzne druhy povlakov, ale možno rozlíšiť hlavne dve skupiny:
- základný zinkový povlak, ktorý zahŕňa pozinkovaný, žíhavý a iné povlaky s prídavkom hliníka a/alebo horčíka,
- základný hliníkový povlak vrátane ďalších prísad ako zinok a/alebo kremík.

V prípade ťahania drôtu sa drôt očistí, potom nasleduje tepelné spracovanie, ponorenie do pokovovacieho kúpeľa a konečné tepelné spracovanie.

11.4 Informácie o nahlásenom používaní BAT v rôznych odvetviach FMP

Nasledujúca tabuľka obsahuje informácie predložené pracovnou skupinou FMP TWG o súčasnom používaní techník, ktoré sú prezentované v kapitole o záveroch BAT tohto dokumentu pre rôzne odvetvia FMP. Informácie v tejto tabuľke predstavujú dostupné poznatky pracovnej skupiny FMP TWG o tom, ktoré BAT sa v súčasnosti používajú (v čase prípravy tohto dokumentu) v rôznych odvetviach FMP v členských štátoch Európskej únie. Nemožno to považovať za indikáciu použiteľnosti týchto BAT podľa článku 3 ods. 10 písm. b) smernice IED. Informácie o použiteľnosti možno nájsť v ustanoveniach o použiteľnosti v kapitole záverov o BAT tohto dokumentu (kapitola 9), ako aj v podrobných opisoch techník v oddieloch X.4 pre odvetvové špecifické techniky, ktoré sa majú zvážiť pri určovaní BAT (t. j. oddiely 2.4, 3.4, 4.4, 5.4 a 6.4) alebo v kapitole 8 pre techniky uplatňované vo viac než jednom odvetví.

Tabuľka 11.1: Informácie o nahlásenom používaní BAT v rôznych odvetviach FMP

Číslo oddielu BREF	Názov techniky	Valcovanie za tepla	Valcovanie za studena	Ťahanie drôtu	Kontinuálna povrchová úprava ponorom do roztaveného kovu	Kusové zinkovanie	Príslušné číslo BAT v kapitole 9
2.4.1.1	Uzavreté čistenie plameňom (okrem manuálneho čistenia plameňom) kombinované s odsávaním vzduchu a spracovaním odpadových plynov	U	N	N	N	N	42a
2.4.1.2	Uzavreté brúsenie kombinované s odsávaním vzduchu a čistením odpadových plynov	U	N	N	N	N	42a
2.4.1.3	Počítačom riadená kontrola kvality (CAQC)	U	N	N	N	N	40a
2.4.1.4	Ohraňovanie alebo orezávanie klinovitých brám	U	N	N	N	N	40c
2.4.1.5	Rezanie brám	U	N	N	N	N	40b
2.4.2.1	Systém riadenia plynu zo spracovania	U	U	N	U	N	20b, 21, 22
2.4.2.5	Kyslíkovo-palivové spaľovanie	U	N	N	U	N	11h, 22h
2.4.2.6	Bezplameňové spaľovanie	U	N	N	U	N	11i, 22g
2.4.2.7	Pulzný horák	U	N	N	N	U	11j
2.4.2.8	Nízkoemisný horák NO_X	U	U	U	U	U	22d
2.4.2.9	Selektívna katalytická redukcia (SCR)	U	U	N	N	N	22i
2.4.2.10	Selektívna nekatalytická redukcia (SNCR)	U	N	N	N	N	22j
2.4.2.11	Recirkulácia spalín (FGR)	U	N	N	N	N	22e
2.4.2.14	Rekuperácia tepla z chladenia sklzníc	U	N	N	N	N	38c
2.4.2.15	Zachovanie tepla počas prepravy suroviny	U	N	N	N	N	38d
2.4.2.16	Horúce/priame vsádzanie	U	N	N	N	N	38b
2.4.2.17	Odlievanie na hotovo pre tenké bramy s následným valcovaním	U	N	N	N	N	38a, 39f
2.4.2.18	Odlievanie na hotovo pre oceľové profily tvaru „H" s následným valcovaním	U	N	N	N	N	38a, 39f
2.4.3.1	Odstraňovanie okovín rozprašovaním vody spúšťané snímačmi	U	N	N	N	N	19h
2.4.4.1	Kalibrovací lis	U	N	N	N	N	38g, 39a
2.4.5.1	Počítačom podporovaná optimalizácia valcovania	U	U	N	N	N	39b, 44c
2.4.6.1	Boxy na zvitky	U	N	N	N	N	38e, 39d

2.4.6.2	Pece na zhodnocovanie zvitkov	U	N	N	N	N	38f
2.4.7.1	Optimalizácia orezávania	U	N	N	N	N	41a
2.4.7.11	Kontrola tvaru suroviny počas valcovania	U	N	N	N	N	41b
2.4.7.14	Trojvalcová stolica	U	N	N	N	N	39e
2.4.7.2	Zníženie trenia valcovania	U	N	N	N	N	39c
2.4.7.8	Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií pre mechanické spracovanie a zváranie v kombinácii so spracovaním odpadových plynov	U	N	N	N	N	42b
2.4.10.1	Úprava brúsneho kalu	U	U	N	N	N	37b
2.4.10.1	Recyklácia opotrebovaných pracovných valcov	U	U	N	N	N	37c
2.4.11.2	Úprava a opakované využitie procesnej vody obsahujúcej okoviny a olej pri valcovaní za tepla	U	N	N	N	N	19g
3.4.1.2	Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií z odvíjania a mechanického predbežného odstraňovania okovín	N	U	N	N	N	46
3.4.2.1	Kontinuálne valcovanie pre nízkolegovanú a legovanú oceľ	N	U	N	N	N	44a
3.4.2.3	Optimálna voľba valcovacieho oleja a emulzného systému	U	U	N	N	N	45d
3.4.2.4	Zníženie trenia valcovania	N	U	N	N	N	44b
3.4.2.5	Monitorovanie a úprava kvality valcovacej emulzie	N	U	N	N	N	45a
3.4.2.6	Predchádzanie kontaminácii valcovacej emulzie	N	U	N	N	N	45b
3.4.2.7	Minimalizácia spotreby oleja/valcovacej emulzie	N	U	N	N	N	45e
3.4.2.8	Čistenie a opakované použitie valcovacej emulzie	N	U	N	N	N	45c
3.4.2.9	Úprava použitej valcovacej emulzie	N	U	N	N	N	45c
3.4.2.10	Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií z valcovania	N	U	N	N	N	48
3.4.3.4	Nízkoemisný NO_X horák pre žíhacie pece	N	U	N	N	N	22d
3.4.3.5	Selektívna katalytická redukcia (SCR) v kontinuálnych žíhacích linkách	N	U	N	N	N	22i

3.4.4.2	Suché popúšťanie ocele a nízkoobjemové mazanie pri mokrom popúšťaní	N	U	N	N	N	47
3.4.4.4	Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií z mokrého popúšťania	N	U	N	N	N	48
3.4.5.2	Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií z vyrovnávania a zvárania	N	U	N	N	N	46
3.4.6.1	Čistenie a opakované použitie brúsnej emulzie	U	U	N	N	N	37a
4.4.1.2	Zhodnocovanie a opakované použitie brokovacieho média	U	N	U	N	N	34h
4.4.3.1	Uzavretý ťahací stroj kombinovaný s odsávaním vzduchu a čistením emisií	N	N	U	N	N	52a
4.4.3.2	Odsávanie vzduchu pri ťahaní drôtu čo najbližšie k zdroju emisií	N	N	U	N	N	52b
4.4.4.2	Čistenie ťahacieho maziva/chladiacej kvapaliny	N	N	U	N	N	50
4.4.6.1	Plávajúce ochranné vrstvy alebo kryty nádrží olovnatých kúpeľov	N	N	U	N	N	49, 51b
4.4.6.2	Minimalizácia prenosu olova	N	N	U	N	N	51a
4.4.6.3	Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju a úprava emisií z olovnatých kúpeľov	N	N	U	N	N	51c
4.4.8.2	Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju emisií z olejových kaliacich kúpeľov	N	N	U	N	N	53a
5.4.1.1.3	Použitie pece s priamym plameňom v prípade nanášania povlakov na plechy ponorom do roztaveného kovu	N	N	N	U	N	12b
5.4.1.3.1	Vzduchové nože na kontrolu hrúbky	N	N	N	U	N	56a
5.4.1.3.2	Stabilizácia pásu	N	N	N	U	N	56b
5.4.1.5.1	Čistenie a opakované použitie fosfátovacieho alebo pasivačného roztoku	N	N	N	U	N	17a
5.4.1.5.2	Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju z chemických kúpeľov a nádrží pri následnej úprave (t. j. fosfátovaní a pasivácii)	U	U	U	U	U	28a

5.4.1.5.3	Uzavreté nádrže kombinované s odsávaním vzduchu v prípade kontinuálnej následnej úpravy	N	N	N	U	N	28b
5.4.1.5.4	Minimalizácia vynášania chemického roztoku	N	N	N	U	N	17c
5.4.1.5.5	Použitie valcových nanášacích strojov v prípade pásov	N	N	N	U	N	17b
5.4.3.2.3	Stieranie vzduchom alebo dusíkom	N	N	N	U	N	57a
5.4.3.2.4	Mechanické stieranie	N	N	N	U	N	57b
6.4.2.1	Oddelené morenie a odstraňovanie	N	N	N	N	U	58
6.4.2.3	Odstraňovanie zinku iónovou výmenou	N	N	N	N	U	59
6.4.2.5	Odstraňovanie zinku extrakciou rozpúšťadlom	N	N	N	N	U	59
6.4.2.6	Obmedzený prevádzkový rozsah pre otvorené moriace kúpele s kyselinou chlorovodíkovou	N	N	N	N	U	62d
6.4.2.7	Odsávanie bočným poklopom alebo vekom	N	N	N	N	U	62b
6.4.2.8	Uzavretá časť predúpravy s extrakciou	N	N	N	N	U	62a
6.4.5.1	Optimalizovaný čas ponoru	N	N	N	N	U	60
6.4.5.2	Pomalé vyberanie obrobkov z kúpeľa	N	N	N	N	U	60
6.4.5.4	Zhodnocovanie a využitie častíc obsahujúcich zinok z parného odfuku (konečná úprava rúr)	N	N	N	N	U	61
8.1.1	Systém environmentálneho manažérstva (EMS)	U	U	U	U	U	1
8.1.3	Systémy manažérstva chemikálií	U	U	U	U	U	3
8.2.2	Monitorovanie emisií do vody	U	U	U	U	N	8
8.2.3	Monitorovanie emisií organizovane odvádzaných do ovzdušia	U	U	U	U	U	7
8.3.1	Zostavenie a vykonávanie plánu prevencie a kontroly únikov a úkapov	U	U	U	U	U	4a
8.3.2	Používanie olejotesných záchytných nádrží alebo jám	U	U	U	U	U	4b
8.3.3	Predchádzanie úkapom kyseliny	U	U	U	U	U	4c

8.3.5	Zostavenie a realizáciu plánu riadenia OTNOC na zníženie emisií počas OTNOC	U	U	U	U	U	5
8.4.1	Predchádzanie používaniu zlúčenín šesťmocného chrómu pri pasivácii	N	N	N	U	U	9
8.5.1	Plán energetickej efektívnosti a energetické audity	U	U	U	U	U	10a
8.5.2	Záznam o energetickej bilancii	U	U	U	U	U	10b
8.5.3.1	Optimálna konštrukcia pece na ohrev suroviny	U	U	U	U	N	11a
8.5.3.2	Optimalizácia spaľovania	U	U	U	U	U	11d
8.5.3.3	Automatizácia a ovládanie pece	U	U	U	U	U	11e
8.5.3.4	Systém riadenia plynu zo spracovania	U	U	N	U	N	11f
8.5.3.5	Poklopové žíhanie so 100 % vodíkom	N	U	U	N	N	11g
8.5.3.6	Optimálna koncepcia galvanizačnej vane	N	N	N	N	U	11b
8.5.4.1	Predohrev suroviny	U	N	N	U	N	11k
8.5.4.2	Sušenie obrobkov	N	N	N	N	U	11l
8.5.4.3	Predohrev spaľovacieho vzduchu	U	U	N	U	U	11m
8.5.4.4	Kotol na rekuperáciu odpadového tepla	U	U	N	U	N	11n
8.6.1.1	Použitie vstupnej suroviny s nízkou kontamináciou olejom a mazivom	N	N	U	U	U	12a
8.6.1.2	Všeobecné techniky na zvýšenie efektívnosti odmasťovania	N	U	U	U	U	12c
8.6.1.3	Minimalizácia vynášania chemického roztoku	N	U	U	U	U	12d
8.6.1.4	Spätné kaskádové odmastenie	N	U	U	U	U	12e
8.6.1.5	Čistenie a opakované použitie odmasťovacieho roztoku	N	U	U	U	U	12f
8.6.2.1	Ohrev kyseliny pomocou výmenníkov tepla alebo ponorným spaľovaním	N	U	U	N	U	13a, 13b
8.6.2.2	Minimalizácia korózie ocele	N	U	U	N	N	14a
8.6.2.3	Mechanické predbežné odstraňovanie okovín	N	U	U	N	N	14b, 46
8.6.2.4	Elektrolytické morenie vysokolegovanej ocele	N	U	N	N	N	14c
8.6.2.5	Oplachovanie po alkalickom odmastení	N	N	N	N	U	14d

8.6.2.6	Všeobecné techniky na zvýšenie efektívnosti morenia	N	U	U	N	U	14e
8.6.2.7	Čistenie moriaceho kúpeľa a opakované použitie kyseliny	N	U	U	N	U	14f
8.6.2.8	Spätné kaskádové morenie	N	U	U	N	N	14g
8.6.2.9	Minimalizácia vynášania moriacej kyseliny	N	U	U	N	U	14h
8.6.2.10	Turbulentné morenie	N	U	N	N	N	14i
8.6.2.11	Použitie inhibítorov morenia	N	U	U	N	U	14d
8.6.2.12	Aktivované morenie pri morení v kyseline chlorovodíkovej	N	U	N	N	U	14k
8.6.3.1	Oplachovanie obrobkov po morení	N	N	N	N	U	15a
8.6.3.2	Optimalizované tavidlovanie	N	N	N	N	U	15b
8.6.3.3	Odstránenie železa a opakované použitie taviaceho roztoku	N	N	N	N	U	15d
8.6.3.4	Získavanie solí z použitého taviaceho roztoku na výrobu taviacich prostriedkov	N	N	N	N	U	15e
8.6.3.5	Minimalizácia vynášania taviaceho roztoku	N	N	N	N	U	15c
8.6.4.1	Zníženie tvorby spodnej trosky	N	N	N	U	U	16a
8.6.4.2	Prevencia, zachytávanie a opakované použitie rozstreku zinkom pri kusovom zinkovaní	N	N	N	N	U	16b
8.6.4.3	Zníženie tvorby zinkového popola	N	N	N	U	U	16c
8.6.5	Techniky na zhodnotenie použitej moriacej kyseliny	U	U	U	N	U	18
8.7.1	Plán hospodárenia s vodami a audity vodného hospodárstva	U	U	U	U	N	19a
8.7.2	Oddeľovanie tokov vody	U	U	U	U	N	19b
8.7.3	Minimalizácia kontaminácie technologickej vody uhľovodíkmi	U	U	U	U	N	19c
8.7.4	opakované použitie a/alebo recyklovanie vody	U	U	U	U	N	19d
8.7.5	Spätné kaskádové preplachy	U	U	U	U	U	19e
8.7.6	Recyklácia alebo opakované použitie oplachovej vody	U	U	U	U	U	19f

8.8.1.1	Odlučovač kvapiek	U	U	U	U	U	23c, 24c, 28d, 48b, 53b
8.8.1.2	Elektrostatický odlučovač (ESP)	U	U	N	N	N	42c
8.8.1.3	Textilný filter	U	U	U	N	U	26e, 42d, 46b, 51d, 52c
8.8.1.4	Selektívna katalytická redukcia (SCR) – regenerácia kyseliny	N	U	N	N	N	29e
8.8.1.6	Optimalizácia návrhu a prevádzky SCR	U	U	N	N	N	22k, 25g, 29f
8.8.1.7	Mokré čistenie	U	U	U	U	U	23b, 24c, 28c, 42e
8.8.2.1	Využitie elektriny vyrobenej z bezemisných zdrojov energie na ohrev	U	U	U	U	U	20, 21, 22
8.8.2.1	Používanie paliva alebo kombinácie palív s nízkym obsahom prachu alebo popola	U	U	U	U	U	20a
8.8.2.3	Obmedzenie unášania prachu	U	N	N	U	N	20b
8.8.2.4	Použitie paliva alebo kombinácie palív s nízkym obsahom síry	U	U	U	U	U	21
8.8.2.5	Použitie paliva alebo kombinácie palív s nízkym potenciálom tvorby NO_X	U	U	U	U	U	22a
8.8.2.6	Automatizácia a ovládanie pece	U	U	U	U	U	22b
8.8.2.7	Optimalizácia spaľovania	U	U	U	U	U	22c
8.8.2.8	Nízkoemisný horák NO_X	U	U	U	U	U	22d
8.8.2.9	Recirkulácia spalín	U	N	N	N	N	22e
8.8.2.10	Obmedzenie teploty predohrevu vzduchu	U	U	N	U	U	22f
8.8.2.11	Bezplameňové spaľovanie	U	N	N	U	N	22g
8.8.2.12	Kyslíkovo-palivové spaľovanie	U	N	N	U	N	22h
8.8.2.13	Selektívna katalytická redukcia (SCR)	U	U	N	N	N	22i, 29e
8.8.2.14	Selektívna nekatalytická redukcia (SNCR)	U	N	N	N	N	22j
8.8.3.1	Uzavreté odmasťovacie nádrže kombinované s odsávaním vzduchu v prípade kontinuálneho odmasťovania	N	U	N	U	N	23a

8.8.4.1	Poklopové morenie v nádržiach vybavených vekom alebo uzatváracími poklopmi kombinované s odsávaním výparov	U	U	U	U	N	24b, 25d
8.8.4.2	Kontinuálne morenie v uzavretých nádržiach kombinované s odsávaním výparov	U	U	U	U	N	24a, 25c
8.8.4.3	Mokré čistenie, po ktorom nasleduje odlučovač kvapiek	U	U	U	U	N	24c, 29d, 62c
8.8.5.1	Morenie vysokolegovanej ocele bez kyseliny dusičnej	U	U	N	N	N	25a
8.8.5.2	Pridanie peroxidu vodíka alebo močoviny do moriacej kyseliny	U	U	U	N	N	25b
8.8.5.3	Mokré čistenie s pridaním oxidačného činidla (napr. peroxidu vodíka)	U	U	U	N	N	25e
8.8.5.4	Selektívna katalytická redukcia (SCR) pri morení v nitračnej zmesi	N	U	N	N	N	25f
8.8.6.1	Málo dymiace tavidlo	N	N	N	N	U	26a
8.8.6.2	Minimalizácia prenosu taviaceho roztoku	N	N	N	N	U	26b
8.8.6.3	Odsávanie vzduchu čo najbližšie k zdroju	N	N	N	U	U	26c
8.8.6.4	Uzavreté vane kombinované s odsávaním vzduchu	N	N	N	U	U	26d
8.8.7.1	Elektrostatické olejovanie	N	U	N	U	N	27a
8.8.7.3	Kontaktné mazanie	N	U	N	N	N	27b
8.8.7.4	Olejovanie bez stlačeného vzduchu	N	U	N	N	N	27c
8.8.8.1	Použitie paliva alebo kombinácie palív s nízkym obsahom síry a/alebo dusíka – regenerácia kyseliny	N	U	N	N	N	29a
8.8.8.3	Optimalizácia spaľovania – regenerácia kyseliny	N	U	N	N	N	29b
8.8.8.4	Horáky s nízkymi emisiami NO_X – regenerácia kyseliny	N	U	N	N	N	29c
8.8.8.5	Mokré čistenie, po ktorom nasleduje odlučovač kvapiek – regenerácia kyseliny	N	U	N	N	N	29d
8.9.1	Adsorpcia	U	N	N	N	N	31d
8.9.2	Aeróbna úprava	U	U	N	N	N	31h

8.9.3	Chemické zrážanie	U	U	U	U	N	31e
8.9.4	Chemická redukcia	U	U	N	U	N	31f
8.9.5	Koagulácia a flokulácia	U	U	U	U	N	31i
8.9.6	Vyrovnávanie	U	U	U	U	N	31a
8.9.7	Filtrácia	U	U	U	U	N	31k
8.9.8	Flotácia	U	U	U	U	N	31l
8.9.9	Nanofiltrácia	U	N	N	N	N	31g
8.9.10	Neutralizácia	U	U	U	U	N	31b
8.9.11	Fyzické oddelenie	U	U	U	U	N	31c
8.9.12	Reverzná osmóza	U	N	N	N	N	31g
8.9.13	Sedimentácia	U	U	U	U	N	31j
8.9.14	Čistenie vody kontaminovanej olejom alebo tukom	U	U	U	U	N	30
8.10.1	Plán riadenia hluku a vibrácií	U	U	U	U	U	32
8.10.2	Vhodné umiestnenie zariadenia a budov	U	U	U	U	U	33a
8.10.3	Prevádzkové opatrenia	U	U	U	U	U	33b
8.10.4	Zariadenie s nízkou hlučnosťou	U	U	U	U	U	33c
8.10.5	Zariadenia na kontrolu hluku a vibrácií	U	U	U	U	U	33d
8.10.6	Znižovanie hluku	U	U	U	U	U	33e
8.11.1.1	Plán nakladania s rezíduami	U	U	U	U	U	34a
8.11.1.2	Predúprava olejových okovín na ďalšie použitie	U	N	N	N	N	34b
8.11.1.3	Použitie okovín	U	N	U	N	N	34c
8.11.1.4	Použitie kovového šrotu	U	U	U	U	N	34d
8.11.1.5	Recyklácia kovov a oxidov kovov zo suchého čistenia odpadových plynov	U	N	N	N	N	34e
8.11.1.6	Použitie olejového kalu	U	U	N	N	N	34f
8.11.1.7	Tepelná úprava hydroxidového kalu zo zhodnotenia nitračnej zmesi	N	U	N	N	N	34g
8.11.2.1	Recyklácia prachu z textilných filtrov	N	N	N	U	U	35a
8.11.2.2	Recyklácia zinkového popola a vrchnej trosky	N	N	N	U	U	35b
8.11.2.3	Recyklácia spodnej trosky	N	N	N	U	U	35c

8.11.2.4	Predchádzanie environmentálnym rizikám pri skladovaní rezíduí obsahujúcich zinok	N	N	N	U	U	36
8.11.3.1	Predchádzanie environmentálnym rizikám pri skladovaní rezíduí obsahujúcich olovo	N	N	U	N	N	55
8.11.3.2	Recyklácia rezíduí obsahujúcich olovo z ťahania drôtu	N	N	U	N	N	54
Pozn.: U: nahlásené ako používané v čase prípravy tohto dokumentu; N: nahlásené ako nepoužívané v čase prípravy tohto dokumentu; NI: žiadne informácie.							

11.5 Spaľovací proces (procesy) pri použití vzduchu obohateného kyslíkom alebo čistého kyslíka: normalizácia na základe oxidu uhličitého vznikajúceho počas spaľovania

Táto príloha obsahuje príklad prepočítania emisných koncentrácií v spaľovacích procesoch, pri ktorých i) je spaľovaný vzduch obohatený kyslíkom (zmiešané spaľovanie so vzduchom a kyslíkom) alebo ii) spaľovanie prebieha s čistým kyslíkom (spaľovanie s kyslíkom).

V procesoch spaľovania môže spaľovanie prebiehať s použitím vzduchu, čistého kyslíka (kyslíkovo-palivové spaľovanie) alebo zmesi vzduchu a čistého kyslíka (čiastočné kyslíkovo-palivové spaľovanie). Rovnice opisujúce tvorbu NO_X v rôznych druhoch spaľovacích procesov sú uvedené nižšie:

V nasledujúcich troch prípadoch sa predpokladá, že koncentrácia O_2 v suchých spalinách je rovnaká (v tomto prípade % O_2 = 0 a x<<1).

- Prípad 1 (spaľovanie vzduchom): použitie paliva (palivo ako CH_4) a vzduchu

$CH_4 + 2O_2 + 8N_2 = CO_2 + 2H_2O + 8N_2 + xNO_x$.

- Prípad 2 (kyslíkovo-palivové spaľovanie): použitie paliva (napr. CH_4) a čistého kyslíka

$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O + xNO_x$.

- Prípad 3 (čiastočné kyslíkovo-palivové spaľovanie): použitie paliva (napr. CH_4),

kyslíka a vzduchu

$CH_4 + 2O_2 + 2N_2 = CO_2 + 2H_2O + 2N_2 + xNO_x$.

Špecifické koncentrácie emisií NO_X budú v troch druhoch spaľovacích procesov výrazne odlišné kvôli rozdielom v obsahu dusíka v spalinách v jednotlivých prípadoch. Avšak vzťah medzi x (mólmi vzniknutých NOx) a počtom mólov CO_2 je rovnaký v každom z troch vyššie uvedených scenárov. Preto možno vykonať prepočet pomocou nameranej koncentrácie CO_2 a referenčnej koncentrácie CO_2 zodpovedajúcej percentuálnemu obsahu CO_2 v spalinách, ako keby sa použil vzduch a obsah kyslíka v spalinách bol 3 %.

Štandardný prepočet uvedený nižšie, ktorý sa bežne používa na prepočet emisných koncentrácií na štandardnú referenčnú úroveň kyslíka, predpokladá, že všetok O_2 nameraný v spalinách pochádza buď zo vzduchu, prebytku vzduchu horáka alebo z úniku okolitého vzduchu do pece a systému spalín.

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

kde: E_R: emisná koncentrácia pri referenčnej úrovni kyslíka O_R;
O_R: referenčná úroveň kyslíka v obj. %;
E_M: nameraná emisná koncentrácia;
O_M: nameraná úroveň kyslíka v obj. %.

Avšak, keďže nameraný obsah O_2 pri kyslíkovo-palivovom spaľovaní (úplnom alebo čiastočnom) môže pochádzať buď zo vzduchu, alebo z priemyselne čistého O_2, štandardný výpočet uvedený vyššie už nefunguje. V skutočnosti pri kyslíkovo-palivovom spaľovaní účinná riediaca zložka teoretických stechiometrických spalín neobsahuje 20,9 % O_2 a 79 % N_2. Preto vyššie uvedený vzorec už nie je platný. Alternatívne je možné vykonať normalizáciu na základe oxidu uhličitého vznikajúceho pri spaľovaní pomocou nasledujúceho vzorca:

$$E_R = \frac{CO_{2R}}{CO_{2M}} \times E_M$$

kde:

E_R: emisná koncentrácia pri referenčnej úrovni kyslíka O_R, akoby sa používal okolitý vzduch;
CO_{2R}: úroveň CO_2 pri referenčnej úrovni kyslíka, ako keby bol použitý okolitý vzduch v obj. %, a je špecifický pre palivo;
E_M: nameraná emisná koncentrácia;
CO_{2M}: nameraná úroveň CO_2 v obj. %.

Nižšie je uvedený praktický príklad ukazujúci, ako možno tento vzorec použiť.

Pre tento konkrétny príklad sa používajú nasledujúce podmienky:

- O_R = 3 % O_2 v suchých spalinách,
- CO_{2M} = 11 %,
- E_M = 100 ppm,
- hustota NO_2 = 2,053 kg/Nm^3,
- použité palivo = CH_4.

Najprv sa CO_{2R} pri 3 % O_2 určí pomocou stechiometrickej rovnice uvedenej nižšie:

$CH_4 + 1{,}15\ (2O_2 + 7{,}57\ N_2) = CO_2 + 2^oH_2O + 8{,}7\ N_2 + 0{,}3\ O_2$ (spolu 12 Nm^3 mokrých/10 Nm^3 suchých spalín)

CO_{2R} = 10 %

Po získaní hodnoty CO_{2R} je možné normalizovať koncentrácie emisií NO_x na základe oxidu uhličitého vytvoreného pri spaľovaní použitím nasledujúcich rovníc:

$$E_R = \frac{CO_{2R}}{CO_{2M}} \times E_M$$

$$E_R = \frac{10}{11} \times (100*2{,}053) = 186{,}6 \text{ ppm}$$

11.6 Príklady výpočtu špecifickej spotreby energie na opakovaný ohrev, medziohrev a dohrev v procesoch valcovania za tepla

Úvod

V tejto prílohe sa uvádzajú niektoré príklady, ktorými sa opisuje výpočet špecifickej spotreby energie na ohrev surovín (t. j. opakovaný ohrev, medziohrev, dohrev) pri valcovaní za tepla s použitím výsledkov zberu údajov v tomto BREF. Výpočty boli vykonané v súlade s definíciou špecifickej spotreby energie vo všeobecných aspektoch záverov o BAT (pozri oddiel 9.4.4.1 a oddiel 9.5.4 v kapitole 9) s použitím nasledujúcej rovnice:

$$\text{Specific energy consumption} = \frac{\text{Energy consumption}}{\text{input}}$$

kde:

spotreba energie:	celkové množstvo tepla (vyrobeného z primárnych zdrojov energie) a elektrina spotrebovaná príslušným procesom (procesmi), vyjadrená v MJ/rok alebo kWh/rok; a
vstup:	celkové množstvo spracovanej suroviny, vyjadrené v t/rok.

V prípade ohrevu surovín zodpovedá spotreba energie celkovému množstvu tepla (vyrobeného z primárnych energetických zdrojov) a elektrickej energie spotrebovanej všetkými pecami v príslušnom procese (procesoch).

Príklady výpočtu

Na výpočty sa používa vzorová prevádzka (prevádzka A) pozostávajúca z dvoch liniek. Je dôležité poznamenať, že táto prevádzka nie je súčasťou zberu údajov, slúži len na ilustráciu pomocou virtuálnych údajov.

Konfigurácia dvoch liniek prevádzky A je nasledovná:

- linka (1) pozostáva z časti opakovaného ohrevu s jednou pecou a časti dohrevu so štyrmi samostatnými pecami,
- linka (2) pozostáva z časti opakovaného ohrevu zahŕňajúcej prehohrievaciu pec a dve ohrievacie pece a časti medziohrevu s iba jednou pecou.

Konfigurácie oboch liniek boli zvolené s určitou úrovňou zložitosti (napr. niekoľko pecí, predohrievacia pec), aby ilustrovali výpočty vykonané pre špecifickú spotrebu energie. Samozrejme, možných je viac konfigurácií, ale nižšie uvedené príklady môžu slúžiť ako návod na výpočet špecifickej spotreby energie pre ďalšie možné konfigurácie.

1. Linka (1): Špecifická spotreba energie pre časť opakovaného ohrevu s jednou pecou (bez predohrievacej pece)

Spotreba energie a celkový vstup do ohrievacej pece sú uvedené v tabuľke nižšie.

Pec 1: **Vstup = 300 000 t/rok**	
Primárne zdroje energie	**Spotreba energie (GJ/rok)**
Zemný plyn	451 921,29
Koksárenský plyn	–
Vysokopecný plyn	119 453,39
Konvertorový plyn	–
Olej	–
LPG	–
Elektrina	10 721

Na základe vyššie uvedených údajov sa špecifická spotreba energie pre linku 1 (časť opakovaného ohrevu) vypočíta nasledovne:

$$\text{Specific energy consumption of reheating for Line 1} = \frac{(451\,924.29 + 119\,453.39 + 10\,721)(GJ/y)}{300\,000\,(t/y)} \times 1\,000$$

$$= \mathbf{1\ 940\ MJ/t}$$

2. Linka (1): Špecifická spotreba energie pre časť dohrevu pozostávajúcu zo štyroch pecí

Spotreba energie a celkový vstup pre každú z dohrievacích pecí v linke (1) sú uvedené v tabuľke nižšie.

Primárne zdroje energie	**Pec 1:** **Vstup =** **77 925 t/r**	**Pec 2:** **Vstup =** **33 000 t/r**	**Pec 3:** **Vstup =** **25 000 t/r**	**Pec 4:** **Vstup =** **55 000 t/r**
	Spotreba energie (GJ/rok)	**Spotreba energie (GJ/rok)**	**Spotreba energie (GJ/rok)**	**Spotreba energie (GJ/rok)**
Zemný plyn	17 598	–	52 446	94 758
Koksárenský plyn	–	–	–	–
Vysokopecný plyn	–	–	–	–
Konvertorový plyn	–	–	–	–
Olej	–	–	–	–
LPG	–	–	–	–
Elektrina	–	49 015	4 455	–

Na základe vyššie uvedených údajov sa špecifická spotreba energie pre linku 1 (časť dohrevu) vypočíta nasledovne:

$$\text{Specific energy consumption of post} - \text{heating for Line 1} = \frac{(17\,598+49\,105+52\,446+4\,455+94\,758)(GJ/y)}{(77\,925+33\,000+25\,000+55\,000)\,(t/y)} \times 1\,000$$

$$= \mathbf{1\ 143{,}3\ MJ/t}$$

3. Linka (2): Špecifická spotreba energie pre časť opakovaného ohrevu s jednou preohrievacou pecou a dvoma ohrievacími pecami

Spotreba energie a celkový vstup pre každú z pecí v linke (2) sú uvedené v tabuľke nižšie.

Primárne zdroje energie	Predohrievacia pec: Vstup = 230 489 t/r	Pec 1: Vstup = 78 831 t/rok	Pec 2: Vstup = 486 851 t/r
	Spotreba energie (GJ/rok)	Spotreba energie (GJ/rok)	Spotreba energie (GJ/rok)
Zemný plyn	13 070	148 060	783 087
Koksárenský plyn	–	–	–
Vysokopecný plyn	–	–	–
Konvertorový plyn	–	–	–
Olej	–	–	–
LPG	–	–	–
Elektrina	–	–	15 031

Na základe vyššie uvedených údajov sa špecifická spotreba energie pre linku 2 (časť opakovaného ohrevu) vypočíta nasledovne:

$$\text{specific energy consumption of reheating for Line 2} = \frac{(13\,070 + 148\,060 + 783\,087 + 15\,031)(GJ/y)}{(78\,831 + 486\,851)\,(\text{t/y})} \times 1\,000$$

= 1 695,4 MJ/t

Poznámka: V prípade predohrievacej pece sa spotreba energie predohrievacej pece zohľadňuje v čitateli, ale vstup do predohrievacej pece sa nezohľadňuje v menovateli, aby sa predišlo dvojitému započítaniu suroviny.

4. Linka (2): Špecifická spotreba energie pre časť medziohrevu len jednou pecou

Spotreba energie a celkový vstup pre pec medziohrevu v linke (2) sú uvedené v tabuľke nižšie.

Primárne zdroje energie	Pec 1: Vstup = 201 332 t/r
	Spotreba energie (GJ/rok)
Zemný plyn	–
Koksárenský plyn	–
Vysokopecný plyn	–
Konvertorový plyn	–
Olej	–
LPG	–
Elektrina	25 520

Na základe vyššie uvedených údajov sa špecifická spotreba energie pre linku 2 (časť medziohrevu) vypočíta nasledovne:

$$\text{specific energy consumption of intermediate heating for Line 2} = \frac{25\,520(GJ/y)}{201\,332\,(\text{t/y})} \times 1\,000$$

= 126,75 MJ/t

Konverzné faktory

Keď sú hodnoty primárnych zdrojov energie vyjadrené v objemovom prietoku (Nm^3/r) alebo v dodávke elektrickej energie (MWh/r), na prepočet hodnôt spotreby energie na GJ/r sa použili výhrevnosti. Čisté výhrevnosti použité na prepočet sú zhrnuté v tabuľke nižšie.

Primárne zdroje energie	Čisté výhrevnosti
Zemný plyn	36,80 MJ/Nm^3
Koksárenský plyn	19,00 MJ/Nm^3
Vysokopecný plyn	3,30 MJ/Nm^3
Konvertorový plyn	9,00 MJ/Nm^3
Olej	40,00 GJ/t
LPG	46,00 GJ/t
Elektrina (*)	3,60 GJ/MWh
Poznámka (*): V prípade elektriny sa namiesto čistých výhrevností používa energetický ekvivalent.	

11.7 Príklad výpočtu priemerného ročného výrobného výkonu pri kusovom zinkovaní

Úvod

V tejto prílohe sa uvádza niekoľko príkladov na opis výpočtu priemerného ročného výrobného výkonu vaní na kusové zinkovanie, vyjadrenej v t/m^3. Tento koncept sa používa v poznámke pod čiarou ([2]) tabuľky 9.4 v záveroch o BAT (pozri oddiel 9.5.4).

Príklad výpočtu

V tabuľke nižšie sa zobrazujú údaje za prevádzku na kusové zinkovanie W (virtuálna prevádzka nezahrnutá do zberu údajov) týkajúce sa objemu ponárania do roztaveného kovu (v m^3) a celkovej ročnej produkcie pozinkovaných výrobkov v rokoch 2014, 2015 a 2016. Ročný výrobný výkon sa vypočíta vydelením (za každý rok) výroby pozinkovaného tovaru objemom ponárania do roztaveného kovu.

Prevádzka	Objem kúpeľa (m^3)	Výroba 2014 (t)	Výroba 2015 (t)	Výroba 2016 (t)	Ročný výrobný výkon 2014 (t/m^3)	Ročný výrobný výkon 2015 (t/m^3)	Ročný výrobný výkon 2016 (t/m^3)
W	90	31 281	33 896	34 617	348	377	385

Druhý príklad uvedený v tabuľke nižšie ukazuje prevádzku na kusové zinkovanie X (virtuálna prevádzka nezahrnutá do zberu údajov) s dvoma linkami, z ktorých každá obsahuje jednu vaňu na ponáranie do roztaveného kovu. V takom prípade sa ročný výrobný výkon vypočíta nasledovne:

Prevádzka X	Objem kúpeľa (m^3)	Produkcia 2014 (t)	Produkcia 2015 (t)	Produkcia 2016 (t)
Linka 1	38,5	43 090,23	46 407,12	34 594,27
Linka 2	14,8	549,90	348,89	526,82

$$\text{Yearly production throughput of galvanised items in 2014} = \frac{(43\,090.23 + 549.90)(t)}{(38.5 + 14.8)\,(m^3)}$$

= 818,76 t/m^3

$$\text{Yearly production throughput of galvanised items in 2015} = \frac{(46\,407.12 + 348.89)(t)}{(38.5 + 14.8)\,(m^3)}$$

= 877,22 t/m^3

$$\text{Yearly production throughput of galvanised items in 2016} = \frac{(34\,594.27 + 526.82)(t)}{(38.5 + 14.8)\,(m^3)}$$

= 658,93 t/m^3

11.8 Príklady výpočtu špecifickej spotreby materiálu

Úvod

Táto príloha obsahuje príklady opisujúce výpočet 3-ročného priemeru špecifickej spotreby materiálu s použitím výsledkov zberu údajov v tomto BREF. Výpočty boli vykonané v súlade s definíciou špecifickej spotreby materiálu vo všeobecných aspektoch záverov o BAT (pozri oddiel 9.4.4.3 a oddiel 9.5.5 v kapitole 9) s použitím nasledujúcej rovnice:

$$\text{Specific material consumption} = \frac{\text{material consumption}}{\text{input}}$$

kde:

spotreba materiálu: 3-ročný priemer celkového množstva materiálu spotrebovaného príslušným procesom (procesmi), vyjadrený v kg/rok, a

vstup: 3-ročný priemer celkového množstva spracovanej suroviny, vyjadrený v t/rok alebo m2/rok.

Príklady výpočtu

V tabuľke nižšie sú zhrnuté údaje o spotrebe materiálu za vzorovú prevádzku (virtuálna prvádzka nie je zahrnutá v zbere údajov) za 3 roky (medzi rokmi 2021 a 2024).

Rok	Spotreba materiálu (kg/r)	Vstup (t/r)	Špecifická spotreba materiálu (kg/t)
2019	230	15	–
2020	250	17	–
2021	220	14	15,22
2022	235	15	15,33
2023	230	16	15,22
2024	–	15	10,11

Na základe vyššie uvedených údajov možno špecifickú spotrebu materiálu za roky 2021, 2022, 2023 a 2024 vypočítať nasledovne:

$$\text{average over 3 years for specific material consumption (year 2021)} = \frac{230+250+220\,(\text{kg/y})}{15+17+14\,(\text{t/y})} =$$

15,22 kg/t

$$\text{average over 3 years for specific material consumption (year 2022)} = \frac{250+220+235\,(\text{kg/y})}{17+14+15\,(\text{t/y})} =$$

15,33 kg/t

$$\text{average over 3 years for specific material consumption (year 2023)} = \frac{220+235+230\,(\text{kg/y})}{14+15+16\,(\text{t/y})} =$$

15,22 kg/t

$$\text{average over 3 years for specific material consumption (year 2024)} = \frac{235+230\,(\text{kg/y})}{15+16+15\,(\text{t/y})}$$

$$=$$

10,11 kg/t

Poznámka: Keď za konkrétny rok nie je nahlásená žiadna spotreba za tento rok (napr. rok 2024), spotreba materiálu za tento rok nie je zahrnutá do rovnice, ale vstup sa zohľadňuje a zahŕňa do menovateľa.

11.9 Porovnanie metód redukcie NO_x pre pece

Technika	Výhody	Nevýhody
Horáky s nízkou tvorbou NO_x	- Stredná až vysoká úroveň redukcie NO_x - Spotreba paliva nezmenená - Nízke alebo nulové zvýšenie penalizácie prevádzkových nákladov - Zlepšená rovnomernosť teploty v peci -Spaľovací systém nemá znížený výkon	- Kapitálové náklady - Dlhší plameň - Iný tvar plameňa než existujúci - Zmena rýchlosti plameňa - Znížená stabilita plameňa – bezpečnostné riziko pri teplotách pod bodom samovznietenia
Obmedzenie predohrevu vzduchu	- Môže byť jednoduché, s nízkymi alebo nulovými kapitálovými nákladmi - Stredná až vysoká úroveň redukcie NO_x	- Zvýšená spotreba paliva - Zníženie výkonu spaľovacích zariadení - Znížená stabilita plameňa - Znížená rýchlosť horáka, preto rovnomernosť teploty pece
Recirkulácia spalín	- Stredná až vysoká úroveň redukcie NO_x - Zlepšená rovnomernosť teploty - Stredné kapitálové náklady (ak nie je potrebné zvýšenie výkonu)	- Kapitálové náklady (ak je potrebné zvýšenie výkonu) - Zvýšená spotreba energie - Potrebný väčší priestor (najmä ak je potrebné zvýšenie výkonu) - Znížená stabilita plameňa - Výkon existujúceho spaľovacieho systému môže byť znížený
SCR	- Vysoká úroveň odstránenia NO_x - Výkon spaľovacieho systému nie je znížený	- Vysoké kapitálové náklady - Zvýšená spotreba energie a prevádzkové náklady - Únik amoniaku - Vyžaduje sa skladovanie amoniaku Citlivé na zmeny teploty/prietokových rýchlostí - Vyžaduje sa špecifická teplota odpadových plynov - Menej účinné, keď je koncentrácia NO_x nízka
SNCR	- Stredná až vysoká úroveň redukcie NO_x - Výkon spaľovacieho systému nie je znížený	- Kapitálové náklady - Zvýšená spotreba energie a prevádzkové náklady - Únik amoniaku - Požadované skladovanie amoniaku (ak sa nepoužíva močovina) - Citlivé na zmeny teploty/prietokových rýchlostí/stechiometrie - Vyžaduje sa špecifická teplota pece - Menej účinné, keď je koncentrácia NO_x nízka
Zdroj [25, EUROFER 2018], [48, ETSU 1996]		

SLOVNÍK

Účelom tohto slovníka je uľahčiť pochopenie informácií obsiahnutým v tomto dokumente. Vymedzenie v tomto slovníku nepredstavuje právne vymedzenie pojmov (aj keď niektoré z nich sa môžu zhodovať s vymedzeniami uvedenými v európskych právnych predpisoch), ale má čitateľovi pomôcť pochopiť niektoré kľúčové pojmy v kontexte ich používania v konkrétnom odvetví, ktorého sa týka tento dokument.

Tento slovník je rozdelený do nasledujúcich oddielov:

I. Kódy ISO krajín
II. Peňažné jednotky
III. Jednotky a miery
IV. Skratky
V. Skratky použité v grafoch

I Kódy ISO krajín

Kód ISO	Členský štát
Členské štáty (*)	
AT	Rakúsko
BE	Belgicko
BG	Bulharsko
HR	Chorvátsko
CZ	Česká republika
CY	Cyprus
DE	Nemecko
DK	Dánsko
EE	Estónsko
EL	Grécko
ES	Španielsko
FI	Fínsko
FR	Francúzsko
HU	Maďarsko
IE	Írsko
IT	Taliansko
LT	Litva
LU	Luxembursko
LV	Lotyšsko
MT	Malta
NL	Holandsko
PL	Poľsko
PT	Portugalsko
RO	Rumunsko
SE	Švédsko
SI	Slovinsko
SK	Slovensko
Nečlenské krajiny	
UK	Spojené kráľovstvo
USA	Spojené štáty

(*) Poradie krajín je založené na abecednom poradí ich zemepisných názvov v pôvodnom jazyku (jazykoch).

II. Menové jednotky

Kód (1)	Krajina/územie	Mena
Meny členských štátov		
EUR	Eurozóna (2)	euro (mn. č. eurá)
SEK	Švédsko	švédska koruna (mn. č. koruny)
Ostatné meny		
USD	Spojené štáty	americký dolár

(1) Kódy ISO 4217.
(2) Zahŕňa Belgicko, Cyprus, Estónsko, Fínsko, Francúzsko, Grécko, Holandsko, Írsko, Litva, Lotyšsko, Luxembursko, Malta, Nemecko, Portugalsko, Rakúsko, Slovensko, Slovinsko, Španielsko a Taliansko.

III. Jednotka a merania

POJEM	VÝZNAM
atm	normálna atmosféra (1 atm = 101 325 N/m^2)
bar	bar (1,013 baru = 1 atm)
°C	stupeň Celzia
cm	centimeter
d	deň
dB	decibel; jednotka merania úrovní emisií hluku
dB(A)	Hluk sa meria v decibeloch (dB). Na zohľadnenie spôsobu, akým ľudské ucho reaguje na zvuk rôznych frekvencií (výšok tónu), sa bežne aplikuje A-váženie a merania sa vyjadrujú v dB(A). Každé zníženie o 3 dB(A) zodpovedá zníženiu úrovne hluku na polovicu.
g	gram
GJ	gigajoule
Hz	hertz
h	hodina
J	joule
K	kelvin (0 °C = 273,15 K)
kcal	kilokalória (1 kcal = 4,19 kJ)
kg	kilogram (1 kg = 1 000 g)
kJ	kilojoule (1 kJ = 0,24 kcal)
kPa	kilopascal
kt	kilotona
kW	kilowatt
kWh	kilowatthodina (1 kWh = 3 600 kJ = 3,6 MJ = 0,0036 GJ)
l	liter
m	meter
m_2	štvorcový meter
m_3	meter kubický
mg	miligram (1 mg = 10^{-3} gramu)
MJ	megajoule (1 MJ = 1 000 kJ = 10^6 joulov)
MJ/t	megajoul na tonu
nm	nanometer (1 nm = 10^{-9} m)
mm	milimeter (1 mm = 10^{-3} m)
m/min.	metre za minútu
Mt	megatona (1 Mt = 10^6 ton)
Mt/rok	megatony ročne
MW_t	megawatty tepelné (energia)
ng	nanogram (1 ng = 10^{-9} gramu)
Nm^3	normálny kubický meter (101,325 kPa, 273 K)
ppm	časti na milión (hmotnostné)
s	sekunda
t	metrická tona (1 000 kg alebo 10^6 gramov)
t/d	ton za deň
t/rok	ton ročne
obj. %	objemové percentá
W	watt (1 W = 1 J/s)
hmot. %	hmotnostné percento
r	Rok
~	približne; viac-menej
µm	mikrometer (1 µm = 10^{-6} m)

IV. Skratky

BAT	Najlepšia dostupná technika, podľa vymedzenia v článku 3 ods. 10 smernice IED
BAT-AEL	Najlepšie dostupné techniky – súvisiaca úroveň emisií, ako je vymedzená v článku 3 ods. 13 smernice IED
BAT-AEPL	Najlepšie dostupné techniky – súvisiace výkonové emisné úrovne, ako sú opísané v oddiele 3.3.2 vykonávacieho rozhodnutia Komisie 2012/119/EÚ
BFG	Vysokopecný plyn
BG	Kusové zinkovanie
BOF	Konvertorový plyn
BREF	Referenčný dokument o najlepších dostupných technikách (BAT)
CEN	Európsky výbor pre normalizáciu
CHP	Kogenerácia tepla a elektrickej energie (kombinovaná výroba tepla a elektrickej energie)
CLM BREF	Referenčný dokument o BAT na výrobu cementu, vápna a oxidu horečnatého
ChSK	Chemická spotreba kyslíka
COG	Koksárenský plyn
CR	Valcovanie za studena
CWW BREF	Referenčný dokument o BAT pre systémy bežného spracovania odpadových vôd/odpadových plynov a nakladania s nimi v sektore chemického priemyslu
EK	Európska komisia
EWC	Európsky katalóg odpadov, ustanovený rozhodnutím Komisie 2000/532/ES
EFS BREF	Referenčný dokument o BAT pre emisie zo skladovania
EIPPCB	Európsky úrad IPPC
EMAS	Schéma pre environmentálne manažérstvo a audit
EMS	Systém environmentálneho manažérstva
EN	Európska normalizácia (normy EN)
EP	Elektrostatický odlučovač
ENE BREF	Referenčný dokument o BAT pre energetickú efektívnosť
ESP	Elektrostatický odlučovač
EÚ	Európska únia
FMP	Spracovanie železných kovov
HSLA	Nízkolegovaná oceľ s vysokou pevnosťou
ISO	Medzinárodná organizácia pre normalizáciu
IPPC	Integrovaná prevencia a kontrola znečisťovania
LCP BREF	Referenčný dokument o BAT pre veľké spaľovacie prevádzky
LPG	Skvapalnený ropný plyn
ČŠ	Členský štát (členské štáty) Európskej únie
MVO	Mimovládna organizácia
NO_x	Oxidy dusíka
OTNOC	Iné ako normálne prevádzkové podmienky
PAH	Polyaromatický uhľovodík
PM	Tuhé častice
SCR	Selektívna katalytická redukcia
SNCR	Selektívna nekatalytická redukcia
SO_x	Oxidy síry
TN	Celkový dusík
TOC	Celkový organický uhlík
TP	Celkový fosfor
TSS	Celkové nerozpustné látky
TVOC	Celkový obsah prchavého organického uhlíka, vyjadrený ako C (vo vzduchu)
TWG	Technická pracovná skupina
UV	Ultrafialový
VOC	Prchavá organická zlúčenina
WD	Ťahanie drôtu
WT BREF	Referenčný dokument o BAT pre spracovanie odpadu
WWTP	Čistiareň odpadových vôd

V. Skratky

Skratky používané v obrázkoch emisií do ovzdušia

Skratky používané na vyjadrenie koncentrácií a počtu meraní

Odvetvie	Skratky/použitý pojem	Informácie
Prevádzky HR, CR	Max. za rok 1/2016	Maximálna hodnota všetkých vykázaných meraní za rok 2016 alebo prvý rok vykazovania údajov
	Max. za rok 2/2015	Maximálna hodnota všetkých vykázaných meraní za rok 2015 alebo druhý rok vykazovania údajov
	Max. za rok 3/2014	Maximálna hodnota všetkých vykázaných meraní za rok 2014 alebo tretí rok vykazovania údajov
	Priemer za 3 roky	Priemerná hodnota všetkých vykázaných meraní za tri vykazované roky (buď obdobie 2014 – 2016, alebo posledné tri roky s dostupnými údajmi).
	Počet meraní	Počet meraní počas troch rokov vykazovania. Pre nepretržité monitorovanie sa používa písmeno C.
WD, HDC, BG	Znečisťujúca látka (jednotka), MxYx, napr. prach (mg/Nm^3) M1Y1	Názov znečisťujúcej látky, merná jednotka, počet meraní a rok troch rokov vykazovania
Všetky odvetvia	CO pri max. hodnote NO_X	Koncentrácia CO zodpovedajúca maximálnej hodnote NO_X za vykazované obdobie
	Referenčná úroveň O_2 (%)	Referenčná hodnota O_2 pri maximálnej koncentrácii parametra zobrazeného v grafe
	% ref. O_2 (max.)	
	Vykázaný O_2 (%)	Hodnota O_2 vykázaná pri maximálnej koncentrácii parametra zobrazeného v grafe
	O_2 (%) (parameter), napr. O_2 (%) NO_X	

Skratky používané na frekvenciu monitorovania

Skratky	Frekvencia monitorovania
C	Kontinuálne
4/r	4-krát ročne
3/r	3-krát ročne
2/r	2-krát ročne
1/r	Raz za rok
2r	Každé 2 roky
3r	Každé 3 roky
5r	Každých 5 rokov

Skratky používané pre palivá

Skratky	Palivo
NG	Zemný plyn
COG	Koksárenský plyn
BFG	Vysokopecný plyn
BOF	Konvertorový plyn
LPG	Skvapalnený ropný plyn

Skratky používané pre druh produktu

Skratky	Druh produktu
bi	Sochory
ra	Koľajnice
ro	Tyče/valcovaný drôt
ba	Tyče
tu	Rúry
st	Pásy (zvitky valcované za tepla)
pl	Plechy
be	Nosníky
ot	Iné profily
ri	Prstence

Skratky používané pre druh ocele v obrázkoch valcovania za tepla

Skratky	Kategórie ocele
CS-El	CS-elektrotechnická oceľ s orientovanou štruktúrou
CS-O	CS-ostatné (nelegované/nízkolegované)
SS-F	SS-feritická
SS-A	SS-austenitická
SS-M	SS-martenzitická
SS-D	SS-duplexová (zmiešaná feritická a austenitická)
O-HA	Ostatné vysokolegované ocele
CS	CS-nešpecifikované, inak s CS>90 %
M	Zmes produktov s 10 %<CS<90 %
SS	SS-nešpecifikované, inak s SS>90 %
CS-CR	CS-výrobky valcované za studena pre automobilový priemysel
CS-OA	CS-výrobky valcované za studena iné ako pre automobilový priemysel
CS-P	CS-výrobky na výrobu obalov

Skratky používané pre druh ocele v obrázkoch valcovania za studena

Skratky	Kategórie ocele
CS-P	CS-výrobky na výrobu obalov
CS-GO	CS-elektrotechnická oceľ s orientovanou štruktúrou
CS-GO	CS-elektrotechnická oceľ s orientovanou štruktúrou (GO)
CS-NO	CS-elektrická oceľ s neorientovanou štruktúrou (NONO)
CS-HS	CS-vysokopevnostné ocele s medzou pevnosti Re > 420 MPa, používané hlavne v automobilovom priemysle
CS-MH	CS-stredne a vysokouhlíkové ocele (C>0,3 %)
CS-O	CS-ostatné (nelegované/nízkolegované)
SS-F	SS-feritická
SS-A	SS-austenitická
SS-M	SS-martenzitická
SS-D	SS-duplexová (zmiešaná feritická a austenitická)
O-HA	Ostatné vysokolegované ocele

Skratky používané pre druh ocele v obrázkoch ponorenia do roztaveného kovu

Skratky	Kategórie ocele
CS-CR	CS-výrobky valcované za studena pre automobilový priemysel
CS-OA	CS-výrobky valcované za studena iné ako pre automobilový priemysel

Skratky používané pre druhy pecí na valcovanie za tepla

Skratky	Druh pece
Dávka	Dávkovacia pec
Narážanie	Narážacia pec
Valčeková pec	Valčeková kruhová pec
Rotačná pec	Rotačná kruhová pec
Tunel	Tunelová pec
Krok	Pec s pohyblivým nosníkom

Skratky používané v technikách v obrázkoch valcovania za tepla

Skratka	Zariadenia prispievajúce k emisiám
Zhodn.	Zhodnotenie
Suchý ESP	Suchý elektrostatický odlučovač
Mokrý ESP	Mokrý elektrostatický odlučovač
Zníženie kyslých plynov	Znižovanie kyslých plynov
Uzavr. brúsenie s čist. odp. pl.	Uzavreté brúsenie s čistením odpadových plynov
Ext. FGR	Recirkulácia externých spalín (FGR)
Oscil. spaľ. na zníž. NO_X	Oscilačné spaľovanie na zníženie emisií NOx
Sekvenčné impulzné spaľovanie	Technológia horákov so sekvenčným impulzným spaľovaním pre ohrievacie pece

Skratky pre druh moriaceej linky

Skratky	Druh moriacej linky
preč.	prečerpávacia
kont.	kontinuálne morenie
pokl.	poklopové morenie

Skratky používané pre druhy systémov regenerácie kyselín

Skratky	Systémy regenerácie kyselín
Fluidné lôžko	Regenerácia vo fluidnom lôžku
Praženie	Regenerácia pražením
Kryšt.	Zhodnocovanie kryštalizáciou
Ión. vým.	Zhodnocovanie iónovou výmenou
Dif. dial.	Zhodnocovanie difúznou dialýzou
Odpar.	Zhodnocovanie odparovaním
Neutr.	Neutralizácia
Spom.	Spomaľovanie
El. oxid.	Elektrolytická oxidácia
El. vyzr. Fe	Elektrolytické vyzrážanie Fe
Chem. oxid.	Chemická oxidácia
Vyzr. rozp.	Vyzrážanie pomocou rozpúšťadiel

Skratky používané pre druh nádrží na obrázkoch morenia

Skratky	Druh nádrží
hlb.	hlboké nádrže
plyt.	plytké nádrže
turb.	turbulentné nádrže
turb. prúd.	nádrže s turbulentným prúdením

Skratky použité pre druh mazania a olejovanie

Skratky	Druh valcového mazania/druh olejového mazania
Pr. apl.	priama aplikácia
Rec. em.	recirkulácia emulzie
Čis. rec. ol.	čistá recirkulácia oleja
Elektrostatic.	Elektrostatické
Postrek	Olejovanie striekaním
Valce	Olejovacie valce
Ostatné	Ostatné
Žiadne	Žiadne

Skratky používané v technikách na obrázkoch valcovania za studena

Skratka	Zariadenia prispievajúce k emisiám
Zniž. em. odvíj.	Zníženie emisií prachu pri odvíjačoch
Reg./zach. em. z mor.	Regulácia/zachytávanie emisií z morenia
Mokrý ESP	Mokrý elektrostatický odlučovač
Regeneračné/rekuperačné horáky	Predohrievanie spaľovacieho vzduchu/použitie regeneračných alebo rekuperačných horákov pre žíhaciu pec
Zníženie kyslých plynov	Znižovanie kyslých plynov
Externé FGR	Recirkulácia externých spalín (FGR)
Uzavretá nádrž EGS	Zníženie emisií z morenia/uzavreté moriace nádrže HCl a H_2SO_4 s čistením odpadových plynov
Uzavretá nitračná zmes EGS	Zníženie emisií z morenia/uzavretá nitračná zmes Moriace nádrže s praním odpadových plynov
Zníženie olejovej hmly	Zachytávanie a odstraňovanie olejovej hmly z činnosti olejovania
Odlučovanie olejovej hmly	Odsávanie emisií olejovej hmly a odlučovania oleja
Olejová hmla a červený prach	Zníženie olejovej hmly a prachu

Skratky používané pre druh odstraňovania okovín na obrázkoch ťahania drôtu

Skratky	Druh odstraňovania okovín
Chem.	Chemické (morenie)
Mech.	Mechanické

Skratky používané v obrázkoch ponorenia do roztaveného kovu

Skratky	Proces
SC-tepl.	Pokovovanie plechov – tepelná úprava pred ponorením
SC-pozink.	Pokovovanie plechov – galvanické žíhanie
WC-vaňa	Pokovovanie drôtov – ohrev vane

Skratky používané pre zariadenia prispievajúce k emisiám na obrázkoch ponorenia do roztaveného kovu

Skratka	Zariadenia prispievajúce k emisiám
Žíh. pec	Žíhacia pec
Predoh. sek.	Predohrievacia sekcia
HTF	Pece na tepelné spracovanie
Všetky zóny	Kombinované emisie zo všetkých zón
Žíh. sek.	Žíhacia sekcia
HTbd	Tepelná úprava pred ponorením
F	Pec (pec four coté Meuse)
Galv. pec	Pec na galvanické žíhanie
Predoh. F/NOF	Predohrievacia pec/neoxidačná pec
RTF	Pec so sálavými trubicami
Predoh. FDF	Predohrievacia pec s priamym plameňom

Skratky používané na obrázkoch o emisiách do vody

Skratky používané pre pôvod tokov

Skratky	Pôvod toku
NT	Odpadová voda sa v prevádzke FMP pred vstupom do spoločnej WWTP nečistí (kde sa N opakuje, do prevádzky vstupujú ďalšie neupravené toky)
T	Odpadová voda sa v prevádzke FMP pred vstupom do spoločnej WWTP predčistí (kde sa T opakuje, do prevádzky vstupujú ďalšie upravené toky)
WWP	Čistiareň odpadových vôd
HDC	Nanášanie povlakov ponorom do roztaveného kovu
WD	Ťahanie drôtu
CR	Valcovanie za studena
HR	Valcovanie za tepla

ODKAZY

[1] EUROFER, 'Personal communication from EUROFER (A. Thuau / 21/05/2021)', Personal communication, 2021.

[2] EUROFER, 'Global steel tube market Personal communication from EUROFER (A. Thuau / 16/11/2021)', Personal communication, 2021.

[3] EUROFER, *EUROFER comments on revised FMP BREF D1, October, 2020*.

[4] EUROFER, *EUROFER, Task Group Hot Rolling, Technical note on the BAT to the Integrated Pollution Prevention and Control. Draft: Hot Rolling Mill,* 1998.

[5] Ullmann's, *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5. edition Steel*, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 1994.

[6] EUROFER, *Technical input from EUROFER on HR related to: 1) Applied processes and techniques, 2) Present consumption and emissions levels*, Industry association – EUROFER, 2019.

[7] COM, *Panorama of EU Industry*, 1997.

[8] Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie-Leipzig, *Vortrag anlässig der Mitgliederversammlung des Industrieverbands Feuerverzinken am 1997*, 1990.

[9] ETSU - c, *Dual-Fuel Regenerative Burners on a Large Re-Heating Furnace*, Energy Technology Support Unit (ETSU), 1993.

[10] Rentz et al., *BAT in the German Ferrous Metals Rolling Industry (Chapters 1-3)*, DFIU, pp. Chapters 1-3, 1998.

[11] ETSU - b, *Continuous Steel Reheating Furnaces: Operation and Maintenance*, Energy Technology Support Unit (ETSU), 1993.

[12] SE TWG, *FMP applied processes descriptions: Hot ring rolling and Cold pilgering*, 2019.

[13] Zur et al., 'Anwendung von Zweistoff-Filtern zur Kreislauf-Wasserbehandlung in einem Warmbreitbandwalzwerk', *Stahl und Eisen*Vol. 96 No 7, 1976.

[14] Hot Rolling Shadow Group, 'Comments on 2nd draft FMP from Hot Rolling Shadow Group', Personal communication, 2000.

[15] UK, TWG member, 'Comments on 1st draft FMP from UK', Personal communication, 1999.

[16] FMP TWG, *FMP data collection 2018*, 2018.

[17] Davy Consultants, *Pollution Control for Casting and Shaping Iron and Steel, Ferrous and Special Alloys*, Department of the Environment HMIP Commissioned Research, 1993.

[18] CITEPA, *Technical Note on BAT to reduce emissions of pollutants into the air from hot and cold rolling mills in iron and steel industry*, 1994.

[19] Roederer et al., *Coordinated study "Steel-Environment"*, 1996.

[20] IT, 30-05-2019, 'Correlation between NOx emission concentrations and temperature of preheated combustion air', Personal communication, 2019.

[21] EUROFER, *EUROFER comments to the key topics listed for FMP 2nd data workshop*, EUROFER, 2019.

[22] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production (IS BREF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2013.

[23] Lecomte et al., *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants (LCP BREF)*, European Commission - Joint Research Centre, 2017.

[24] TWG, *FMP TWG comments on D1*, 2019.

[25] EUROFER, *EUROFER contribution to Draft 1 - Proposal for Revised BAT candidates (23-7-18)*, 2018.

[26] Hot Rolling Shadow Group, 'Comments on 1st draft FMP from Hot Rolling Shadow Group', Personal communication, 1999.

[27] Van Roosbroeck, 'Input-HR-1', Personal communication, 1999.

[28] AT, TWG member, 'Comments on 1st draft FMP from Austria', Personal communication, 1999.

[29] EUROFER, 'EUROFER follow-up input to decisions agreed in web-based meetings (Submitted 18/03/2021)', Personal communication, 2021.

[30] AT 31-5-17, *Austria contribution to Draft 1 - Proposal for Revised BAT candidates*, 2017.

[31] EUROFER 10-7-18, *Eurofer contribution to Draft 1 - Proposal for Revised BAT candidates*, 2018.

[32] Pre-FD comments, 'Comments received on the FMP BREF pre-final draft (08/09/2021)', Personal communication, 2021.

[33] Niemela et al., 'Formation, characteristics and utilisation of CO-rich gas formed in ferrochromium smelting', 2004.

[34] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Non-ferrous Metals Industries (NFM BREF)*, European Commission, JRC Seville EIPPCB, 2017.

[35] Münch, 'Leistungssteigerung und Einsparung von Wärmeenergie bei der Warmbandherstellung', *Stahl und Eisen*Vol. 117 No 5, 1997.

[36] Lindfors a kol., *BAT examples fom the Nordic iron and steel industry*, s. 132 – 134, 2006.

[37] ETSU, *Continuous Steel Reheating Furnaces: Specification, Design and Equipment*, Energy Technology Support Unit (ETSU), 1993.

[38] Schéele, 'Oxyfuel Combustion in the Steel Industry: Energy Efficiency and Decrease of CO2 Emissions', *In the book: Energy Efficiency, Jenny Palm (Ed.), ISBN: 978-953-307-137-4*, pp. 84 – 102, 2010.

[39] Niemi et al., 'Experiences from Oxygen Lancing in slab reheating', *The Finnish and Swedish National Committees Finnish – Swedish Flame Days 2013*, 2013.

[40] EUROFER 31-3-17, *Eurofer contribution to Draft 1 - Proposal for Revised BAT candidates*, 2017.

[41] EUROFER, 'Candidate techniques submitted 20-03-2020', Personal communication, 2020.

[42] Lantz et al., '25 % Increased Reheating Throughput and 50 % Reduced Fuel Consumption by Flameless Oxyfuel at ArcelorMittal Shelby - Tubular Products, Ohio', *AISTech 2008 — The Iron and Steel Technology Conference and Exposition*, Pittsburgh, 2008.

[43] Abuelnor et al., 'Characterisation of a low NOX flameless combustion burner using natural gas.', *Jurnal Teknologi (Sciences and Engineering)*Vol. 66:2, pp. 121-125, 2014.

[44] Iron and Steel Today, 'Wide-ranging benefits of flameless oxyfuel combustion', *Iron and Steel Today - Heating and Combustion*Vol. June No July 2008, pp. 17 -18, 2008.

[45] Curry, 'The basics of pulse firing.', *Industrial Heating*Vol. October 2011, 2011.

[46] EUROFER, 'Personal communication EUROFER (31.3.99)', Personal communication, 1999.

[47] EUROFER, 'Personal communication EUROFER (3.4.99)', Personal communication, 1999.

[48] ETSU, *NOx Reduction Technology for Steel Reheating and Heat Treatment Furnaces*, Energy Technology Support Unit (ETSU), 1996.

[49] DK, TWG member, 'Personal communication DK (30.6.99)', Personal communication, 1999.

[50] EUROFER, 'Personal communication EUROFER (2.7.99)', Personal communication, 1999.

[51] Davies et al., *The Control of the Emissions of Oxides of Nitrogen from Certain Combustion Processes*, Inspectorate of Pollution, Department of the Environment, 1995.

[52] Vercaemst, 'Personal communication Vercaemst (27.7.99)', Personal communication, 1999.

[53] Oekopol, 'Personal communication Oekopol (7.9.99)', Personal communication, 1999.

[54] EUROFER, 'Personal communication EUROFER (17.4.99)', Personal communication, 1999.

[55] Kirk, *Hot charging practice for continuous steel reheating furnaces*, Energy Technology Support Unit ETSU - Good Practice Programme ETSU, 1995.

[56] Hendricks et al., 'Energieaspekte und gegenwärtiger Verbrauch an Energierohstoffen der Weltstahlerzeugung', *Stahl und Eisen*Vol. 118 No 2, 1998.

[57] Worrell et al., *Energy efficiency improvement and cost saving opportunities for the US Iron and Steel Industry - An Energy Star® guide for energy and plant managers*, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, pp. 96-97, 2010.

[58] Brimacombe et al., 'The challenges of thin slab casting (Near-Net-Shape)', *Near-Net-Shape Casting in the Minimills, Intenational Symposium, Metallurgical Society of the Canadian Istitute of Mining*, 1996.

[59] Albedyhl et al., 'Werkstoffliche Aspekte des Dünnbrammengießens', *Stahl und Eisen*Vol. 118 No 5, 1998.

[60] www.algoma.com, *Direct Strip Production Complex (DSPC)*, 1998.

[61] Kordzadeh, E., 'An introduction to the thin slab technologies', 2016.

[62] EUROFER, *EUROFER input post 2nd FMP BREF data assessment workshop*, 2019.

[63] Grobe et al., 'Einsatz von Optimierungsrechnern an den Erwärmungsanlagen eines Rohrwalzwerkes', *Stahl und Eisen*Vol. 116 No 11, 1996.

[64] Hoedl et al., 'VAI beam-blank casting technology – Fundamentals and examples of plant installations', *Nota technical – La Metallurgia Italiana*, pp. 63-66, 2003.

[65] Klose et al., 'De-oiling of millscale sludge by a wet-mechanical procedure', 2016.

[66] Hnizdil et al., 'Experimental study of in-line treatment of 1.0577 structural steel.', *Procedia Manufacturing*Vol. 15, pp. 1596 – 1603, 2018.

[67] Kotrbacek et al., 'Experimental study of heat transfer in hot rolling', *Revue de Metallurgie - Cahier d'informations techniques*Vol. 103 No 7, pp. 333-341, 2006.

[68] Ammerling et al., 'Implementation of a new 3-roll reducing and sizing block in a wire rod and bar mill.', 2005.

[69] Seki et al., *Making to High performance and productivity improvement of steel bar and wire rod rolling process*, pp. 21-28, 2007.

[70] EUROFER 31-5-17, *Eurofer contribution to Draft 1 - Proposal for Revised BAT candidates*, 2017.

[71] Fichtner, *Hessisches Vollzugs-programm zur durchführung des restoffvermeidungs- und -verwertungsgebotes nach 5-1-3 bimschg*, 1994.

[72] Schwandtner, 'Abwasserbehandlung (Stand Mai 1990) Badische Stahlwerke Aktiengesellschaft', Personal communication, 1990.

[73] Theobald, *Hintergrundpapier zum Anhang 24 (Anforderungen an die Eisen- und Stahlindustrie) zur Rahmen-Abwasserverordnung nach § 7a Wasserhaushaltsgesetz*, 1997.

[74] Dammann et al., *Belüftete Feinzunderfäzur Behandlung von Prozeβ-wasser aus Stranggießanlagen und Warmwalzwerken*, 1994.

[75] Batisch et al., *Investitionen zur Verminderung von Umveltbelastungen Programm des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit*, Klöckner Stahl GmbH, Bremmen, 1996.

[76] Wallin et al., *Novel Techniques for the reclamation of Water and Scale-products in Steel Mill Operations (Svedala)*, Svedala Industries, 1996.

[77] Andersson, 'Pollution Prevention in the Hot Strip Mill (SSAB)', *European Symposium on Environmental Control in the Steel Industry, International Iron and Steel Institute*, 1995.

[78] Dammann, *Anlagen nach dem Stand der Technik für die Prozeβwasserbehandlung in Warmwalzwerken und Stranggießanlagen*, 1994.

[79] Lieber et al., *Altanlgenprogramm des Bundesministers des Innern Emissionsminderung durch Abgasfassung und Abgasreinigung in einem Stückverzinkungsbetrieb*, 1985.

[80] DE, TWG member, 'Comments on 2nd draft FMP from Germany', Personal communication, 2000.

[81] Haskoning, *Techno-economic Study on the Reduction Measures, Based on Best Available Technologies, of Water Discharges and Waste Generation from Primary and Secondary Iron & Steel Industry*, European Commission - Final report prepared by Haskoning NL-Nijmegen, 1993.

[82] DE, TWG member, 'Comments on 1st draft FMP from Germany', Personal communication, 1999.

[83] Foresti et al., 'Organic Rankine Cycle (ORC) waste heat recovery system at rolling mill reheating furnace', *11th European Electric Steelmaking Conference - 25th to 27th May*, Venice (Italy), 2016.

[84] Menges et al., *Badische Stahlwerke GmbH - Environmental Declaration 2017*.

[85] Wong, 'Organic Rankine Cycle (ORC) waste heat recovery system at rolling mill reheating furnace', *Technical presentation at the 2013 National Energy Efficiency Conference*, October 9-10 (2013), Singapore, 2013.

[86] Campana et al., 'ORC waste heat recovery in European energy intensive industries: Energy and GHG savings.', *Energy Conversion and Management*Vol. 76, pp. 244-252, 2013.

[87] PT, 'Personal communication from Ana Marcao (Portugal) on the electrical welding of billets technique using water spays and a spark killer device for suppression of fugitive dust emissions. (Submitted on the 04/01/2021)', Personal communication, 2021.

[88] Beddows & Co., *The EU Cold Rolled Strip Industry*, 1995.

[89] EUROFER, TG Cold Rolling, *Technical note on the BAT to the Integrated Pollution Prevention and Control. Draft: Cold Rolling Mill*, 1998.

[90] VDMA, 'Comments on 1st draft FMP from VDMA', Personal communication, 1999.

[91] EUROFER, *Technical input from EUROFER on CR related to: 1) Applied processes and techniques, 2) Present consumption and emissions levels*, Industry association – EUROFER, 2019.

[92] EUROFER, 'Additional comments to NOx and air preheating in batch annealing', Personal communication, 2019.

[93] Cold Rolling Shadow Group, 'Comments on 2nd draft FMP from Cold Rolling Shadow Group', Personal communication, 2000.

[94] Strehlau, 'Introducing cold pilger mill technology. An overview of the equipment and the process. The tube & pipe journal', 2006.

[95] AT, 'Notes on energy consumption in cold rolling and hot dip coating for advanced steel grades (high strength steel and electrical steel) - Submitted on 06/11/2020', Personal communication, 2020.

[96] Kladnig, 'New development of acid regeneration in steel pickling plants', *Journal of Iron and Steel Research*Vol. 15 No 4, pp. 1-6, 2008.

[97] Rituper, 'High-Performance Effluent-free Pickling Plants with Fluid Bed Hydrochloric Acid Regeneration', *Iron and Steel Engineer*Vol. 72 No 11, 1995.

[98] Karner, 'Comments on 1st draft FMP, e-mail from Karner', Personal communication, 1999.

[99] Agrawal et al., 'An overview of the recovery of acid from spent acidic solutions from steel and electroplating industries', *Journal of Hazardous Materials*Vol. 171, pp. 61-75, 2009.

[100] Deutschle, 'Difussion Dialysis - An Economical Technology for Recovery of Acids From Pickling Processes', *AESF Conference on Environmental Control for the Surface Finishing Industry*, 1993.

[101] Dahlgren, *Treatment of spent pickling acid from stainless steel production: a review of regeneration technologies with focus on the neutralisation process for implementation in Chinese Industry.*, University of Stockholm, pp. 17-18, 2010.

[102] Luo et al., 'Diffusion dialysis-concept, principle and applications', *Journal of Membrane Science*Vol. 366, pp. 1-16, 2011.

[103] FI, TWG member, 'Comments on 2nd draft FMP from Finland', Personal communication, 2000.

[104] Dustou et al., 'Analytical Method to Monitor Industrial Pickling Baths Initially Constituted by HF, HNO3', *Journal of Analytical Sciences, Methods and Instrumentation*Vol. 7, pp. 116-135, 2017.

[105] Bos et al., 'Operational experience of coupled pickling lines / tandem cold rolling mills', 2006.

[106] R. Woll, ZF-Getriebe GmbH, *Betriebsinterne Entsorgung von Hühlschmieremulsionen Durch Kombination von Organischer Vorspaltung und Mehrstufiger Membrantechnik - Abwasserfrei und Abfallminimiert*, ZF-Getriebe GmbH, 1995.

[107] SIDMAR, 'Personal communication SIDMAR', Personal communication, 1999.

[108] EUROFER 19-6-17, *Eurofer contribution to Draft 1 - Proposal for Revised BAT candidates*, 2017.

[109] Holz et al., 'Advanced technology in skin-pass rolling', *Millenium Steel – Finishing Processes*, pp. 129 – 133, 2010.

[110] Vanroosbroeck, 'Personal communication Vanroosbroeck (3.4.99)', Personal communication, 1999.

[111] Mello et al., 'Influence of surface texturing and hard chromium coating on the wear of steels used in cold rolling mill rolls.', *Wear*Vol. 302, pp. 1295 – 1309, 2013.

[112] Gorbunov et al., 'Texturing or rollers for the production of auto-industry sheet', *Steel in Translation*Vol. 39 No 8, pp. 696-699, 2009.

[113] Schmidt, 'ORC power plants recover waste heat and help to improve energy efficiency of steel mills', 2016.

[114] Zwickel et al., 'The world's first batch annealing plant with fully automatic crane operation ensures optimal use of energy', 2015.

[115] Comité Européen de la Tréfilerie, *The European steel wire-drawing industry: description*, 1998.

[116] EuroStrategy, *The Community Wiredrawing Industry (Final Report)*, 1995.

[117] N.V. Bekaert S.A., 'Company Information on Wire Technology', Personal communication, 1994.

[118] B. Gielen, Bekaert, *Technical info*, 1998.

[119] Gielen, 'Comments on 2nd draft FMP from Bert Gielen', Personal communication, 2000.

[120] B. Gielen, 'Short description of processes in Wire Industry', Personal communication, 1998.

[121] Gielen, 'Comments on 1st draft FMP from Bert Gielen', Personal communication, 1999.

[122] R. Grommen, 'Note received on lead emissions from the use of molten lead baths for patenting or continuous annealing of steel wires, 06/11/2020', Personal communication, 2020.

[123] Van Den Abeele L., 'The use of borax in the wire drawing process', Personal communication, 2017.

[124] El-Hindi et al., 'A study in Waste Minimization Techniques for Modern Wire and Cable Facilities (Abstract)', *El-Hindi, L. Fitertech, Inc. USA*, 1999.

[125] Gielen, 'Comments on 1st draft FMP from Bert Gielen, additional', Personal communication, 1999.

[126] EUROFER, TG Coating, *Technical note on the BAT to the Integrated Pollution Prevention and Control. Draft: Coating of Steel Coil Hot Dip Process*, 1998.

[127] Continuous Coating Shadow Group, 'Comments on 1st draft FMP from Continuous Coating Shadow Group', Personal communication, 1999.

[128] ERM, *Technical Note on BAT to Reduce Emissions of Pollutants into the Air from the Coating of Steel Coil*, ERM-Environmental Resources Management, 1995.

[129] EUROFER, *Technical input from EUROFER on HDC related to: 1) Applied processes and techniques, 2) Present consumption and emissions levels (20.2.2019)*, Industry association – EUROFER, 2019.

[130] Continuous Coating Shadow Group, 'Comments on 2nd draft FMP from Continuous Coating Shadow Group', Personal communication, 2000.

[131] ILZRO, *The Role of Aluminium in Continuous Hot-Dip Galvanizing*, 2003.

[132] Dallin, *Continuous hot-dip galvanizing – process and products*, 2015.

[133] Rentz, O., *BAT in the German Ferrous Metals Rolling Industry Final*, DFIU, 1999.

[134] EURFOER, 'Input from CC-Shadow Group', Personal communication, 1999.

[135] Dinter et al., 'Optimization of the Chemcoater process to passivate galvanised steel strip in galvanising line no. 8 of Thyssen Krupp Steel', 2006.

[136] Thuau, 'EUROFER (25.5.2020)', Personal communication, 2020.

[137] ArcelorMittal Kessales, *Press Release ArcelorMittal Kessales - Jet Vapour deposition*, 2017.

[138] EGGA, 'EGGA Statistical Report, 2019', Personal communication, 2019.

[139] EGGA - a, *Briefing note on General Galvanizing industry*, EGGA European General Galvanizers Association, 1998.

[140] UK Galvanisers, 'Comments on 2nd draft FMP from UK Galvanisers', Personal communication, 2000.

[141] Welzel, 'Maβnahmen zur Emissionsminderung bei Feuerverzinkungsanlagen', *Haustechnik - Bauphysik - Umwelttachnik*Vol. 100 No H.11, p. gi S 10/340, 1979.

[142] Hageböling, V., 'Zinkopal - A new dimension in corrosion protection for small parts', *Intergalva 1997*, 1997.

[143] EGGA, 'Comments on 1st draft FMP from EGGA', Personal communication, 1999.

[144] ABAG, *Vermeidung von Abfällen durch abfallarme Produktionsverfahren – Feuerverzinkereien*, ABAG - Abfallberatungsagentur des Landes Baden-Württemberg, 1993.

[145] DK, TWG member, 'Comments on 1st draft FMP from Denmark', Personal communication, 1999.

[146] EGGA, 'Comments on 2nd draft FMP from EGGA', Personal communication, 2000.

[147] VDI, *Emission Control Hot-Dip Zinc Galvanising Plants*, 2008.

[148] IT 18-4-17, *Italy contribution to Draft 1 - Proposal for Revised BAT candidates*, 2017.

[149] Wedge Group, 'Comments on 2nd draft FMP from Wedge Group', Personal communication, 2000.

[150] Danish EPA, *Batch Hot-dip Coating of Fabricated Steel Products (BAT-note)*, Danish Environmental Protection Agency, 1993.

[151] DE, *Information submission by DE*, 2019.

[152] EGGA, 'EGGA personal communication dated 03/02/2021', Personal communication, 2021.

[153] Piatkiewicz, 'Personal Communication Galvanizers Association (Mr. Piatkiewicz 19.9.99)', Personal communication, 1999.

[154] FI, TWG member, 'Comments on 1st draft FMP from Finland', Personal communication, 1999.

[155] P. Kunz, *Reststoffvermeidung durch ein biologisches Entfettungsspülbad in einer Feuerverzinkerei*, ABAG - Abfallberatungsagentur des Landes Baden-Württemberg, 1996.

[156] Cullivan, 'Zero Discharge Yields Enchanced Production', *Intergalva (IG) 1997*, 1997.

[157] Sprang, *New Separation Techniques for Galvanizing Plants*, 1997.

[158] Stone, *The Whys and Hows of Hydrochloric Acid Pickling*, Esco Engineering, 1997.

[159] Stone, *Economical fume control in pickle house*, 1998.

[160] BG Q 198, *Iron Sulphate recovery from pickling baths with Sulphuric acid solution and Pickling by Sulfuric Acid Solution for Galvanized Tubes Production*, 2018.

[161] DE TWG member, *Proposal for a new BAT candidate for Batch Galvanizing: 8.8.4.5 Enclosed pretreatment section with air extraction and purification by a wet scrubber*, UBA Germany, 2019.

[162] American Galvanizers Association, *Effects of Adding Pure or Scrap American Galvanizer's Association*, 2015.

[163] COM, *DG Environment: What is Emas?*, 2010.

[164] IAF, *International Accreditation Forum website*, 2010.

[165] EU, '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, pp. 1-45, 2009.

[166] CEN, *EN ISO 14001:2015 Environmental management systems – Requirements with guidance for use*, 2015.

[167] Pinasseau et al., *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Treatment (WT BREF)*, JRC Seville. European Commission, 2018.

[168] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector (CWW BREF), European Commission, Joint Research Centre, Seville, EUR 28112 EN, doi:10.2791/37535*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2016.

[169] HAZBREF, *HAZBREF Work Package 3, Activity 3.2: Methods to include information on hazardous and other substances of concern more systematically in the BREFs*, 2021.

[170] Brinkmann et al., *JRC Reference Report on Monitoring of Emissions to Air and Water from IED Installations (ROM REF), European Commission, Joint Research Centre, Seville, EUR 29261 EN, doi: 10.2760/344197*, 2018.

[171] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Energy Efficiency (ENE BREF), European Commission, JRC-EIPPCB, 2009*, 2009.

[172] EN standard 16247-1, 'EN 16247-1:2012, Energy audits – Part 1: General requirements', 2012.

[173] ISO standard 50002, 'ISO standard 50002:2014. Energy audits – Requirements with guidance for use.', 2014.

[174] ETSU, *Oxygen trim on a steel reheat furnace*, Energy Technology Support Unit ETSU - Best Practice Programme, 1995.

[175] Scheuermann et al., 'New developments in hydrogen annealing of steel coils', *MPT International*Vol. 2, pp. 90-98, 1995.

[176] Wendt et al., *Modernisation of existing industrial furnace plants*, pp. 81-90, 2015.

[177] Arnold et al., 'Strategie und Anlagentechnik der Energiewirtschaft der Preussag Stahl AG', *Stahl und Eisen*Vol. 113 No 10, 1993.

[178] Anstots et al., 'The New Annealing and Pickling Line for the Wide Stainless Strip in the Krefeld Works of Thyssen Stahl AG', *Metallurgical Plant and Technology International*Vol. 17 No 1, 1994.

[179] Finland, TWG member, 'Personal Communication Finland (28.3.98)', Personal communication, 1998.

[180] Ipek et al., 'Electrolytic pickling of duplex stainless steel', *Materials and Corrosion*Vol. 56, pp. 521 – 532, 2005.

[181] Brown C., 'Mixed acid recovery with the APU™ acid sorption system', 1999.

[182] Pempera et al., 'Turbulence Pickling Technology for Carbon Steel and Stainless Steel Strip (abstract)', *International Conference 21st Century Steel Industry of Russia and CIS*, Metallurgica, 1994.

[183] EGGA - b, 'Personal communication EGGA', Personal communication, 1999.

[184] EGGA - a, 'Personal communication EGGA', Personal communication, 1999.

[185] Choice et al., 'A continuous electrolytic preflux treatment unit', 1998.

[186] Karner et al., 'Modern Pickling and Acid Regeneration Technology', *Metallurgical Plant and Technology International*Vol. 19 No 2, 1996

[187] Rituper, *Beizen von Metallen (Schriftenreihe Galvanotechnik)*, Eugen G. Leuze Verlag Saulgan, 1993.

[188] COM, *Reference Document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems*, 2001.

[189] EUROFER, TG Cold Rolling, *Technical note on the BAT to the Integrated Pollution Prevention and Control. Draft: Hot Rolling Mill, Chapter 2*, 1998.

[190] EGGA, 'Note from EGGA (Murray Cook) on emissions from degreasing baths in batch galvanising (Submitted on 06/11/2020)', Personal communication, 2020.

[191] Stone, *The Whys and Hows of Pickle Line Fume Scrubbers*, Esco Engineering, 1998.

[192] EPA, *National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Steel Pickling – HCl Process Facilities and Hydrochloric Acid Regeneration Plants – Background Information for Promulgated Standards (EPA-453)*, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planing and Standards, Research Triangle Park, NC 27711, December 1998, No. EPA-453/R-98-010b, 1998.

[193] Sanders, 'Hydrogen Peroxide technology for NOx Suppression and Nitric Acid-free Pickling of Stainless Steel Wire and Wire Production', *Wire Industry*Vol. 64-10 No 766, 1997.

[194] UK, EA, *Chief Inspector's Guidance to Inspectors, Process Guidance Note IPR 4/11 (Processes for the Manufacture or recovery of Nitric Acid and Processes Involving the Manufacture or Release of Acid-Forming Oxides of Nitrogen)*, 1993.

[195] Pengidore et al., 'Chemical Pickling Process at Allegehy Ludlum's no 91 Anneal and Pickle Line', *AISE annual convention*, 1996.

[196] EGGA, *Smoke-reduced flux agent*, 2019.

[197] Riekehof, W., 'Emission control of air pollutants in Hot Dip Galvanizing Plants', 1994.

[198] Hähn, *Entwicklung einer fortshcrittlichen Minderungs-technologie zur Lufteinhaltung an einer Feuer-verzinkungsanlage*, 1993.

[199] BE, TWG member, 'Comments on 2nd draft FMP from Belgium', Personal communication, 2000.

[200] Ackermann et al., *Altanlgenprogramm des Bundesministers des Innern Verminderung der Emissionen einer Feuerverzinkungsanlage für Fertigtelle*, 1987.

[201] AT, TWG member, 'Comments on 2nd draft FMP from Austria', Personal communication, 2000.

[202] World Patent, *Method in Connection with Steel Production. World Patent No. WO2005/098054*, World Intellectual Property Organisation - International Bureau, 2005.

[203] Schneiker et al., 'Hydrofluss - Recycled Hazardous waste', *3rd International Conference on Process Development in Iron and Steelmaking*, Lulea, Sweden, 8-11 June, 2008.

[204] ES, TWG member, 'Comments on 1st draft FMP from Spain', Personal communication, 1999.

[205] Nyman et al., 'The Outokumpu process for pickling acid recovery.', 1986.

[206] BE, 'Technical descriptions and applicability BE comments', Personal communication, 2021.

[207] EUROFER, 'EUROFER further input to FMP BREF revised D1 (Submitted 02/03/2021)', Personal communication, 2021.

[208] EUROFER, 'Annexes to EUROFER comments to FMP BREF Pre-Final Draft (Alexis Thuau, 08/09/2021)', Personal communication, 2021.

[209] FMP TWG, *Comment received on technique: Use of electricity from fossil-free sources*, 2022.

[210] UNEP, *Workshop of the Implementation of Energy Efficiency in Re-heating Furnace In Steel Industries*, 2014.

[211] EGGA, 'Adapted VDI chart', Personal communication, 2022.

[212] Steve Andrews, *Wire drawing industry in Europe*, 2022.

[213] EGGA, *Thin film coating in batch galvanising*, 2022.

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/contact-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/publications. Viaceré kópie bezplatných publikácií môžete získať, ak kontaktujete Europe Direct alebo miestne dokumentačné centrum. (european-union.europa.eu/contact-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.

Vedecká a znalostná služba Európskej Komisie

Spoločné výskumné centrum

Misia JRC

Poslaním Spoločného výskumného centra ako vedeckej a znalostnej služby Komisie je podporovať politiky EÚ nezávislými dôkazmi počas celého politického cyklu.

Vedecké centrum EÚ

joint-research-centre.ec.europa.eu

@EU_ScienceHub

EU Science Hub - Joint Research Centre

EU Science, Research and Innovation

EU Science Hub

EU Science

Publications Office of the European Union