

apríl 2018

Oplatí sa čistiť odpadovú vodu?

Odhad environmentálnych benefítov čistenia odpadových vôd na Slovensku¹

Veronika Antalová, Stella Slučiaková, Martin Haluš

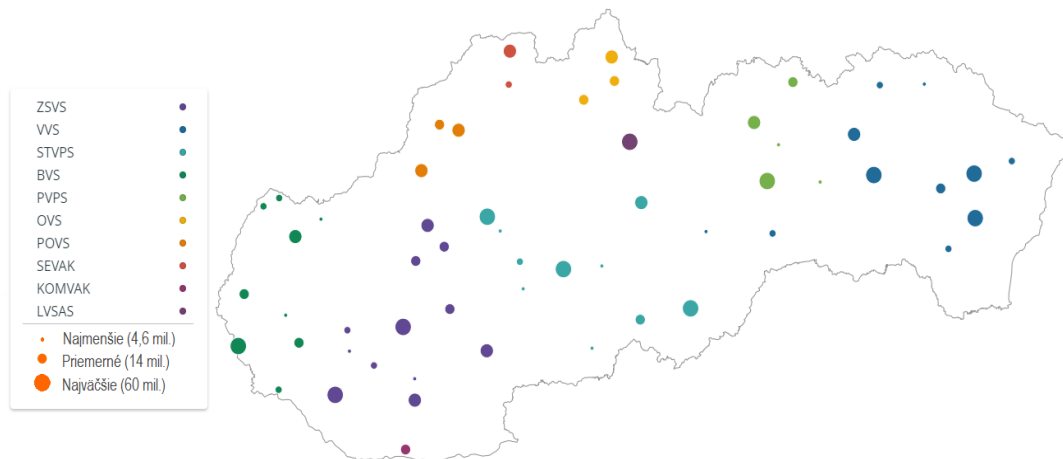
Efektívny manažment odpadových vôd prospieva verejnemu zdraviu, ekonomike aj životnému prostrediu. Štúdia vyčísluje environmentálne benefity čistenia odpadových vôd na Slovensku prostredníctvom výstupovej dištančnej funkcie na základe dát z 57 stredne veľkých čistiarní. Vycistenie odpadových vôd vytekajúcich do riek a iných povrchových vôd prinieslo Slovensku v roku 2016 environmentálne benefity minimálne vo výške 1,96 miliardy eur.

Odhad benefítov čistenia odpadových vôd zlepšuje rozhodovanie

V súčasnosti nepoznáme hodnotu prínosov čistenia odpadových vôd. Environmentálne benefity čistenia odpadových vôd, ako napríklad zamedzovanie straty biodiverzity, nemajú trhovú cenu a ich hodnota preto nie je známa. Pri porovnaní nákladov a výnosov sa potom napríklad výstavba čistiarne môže ukázať ako nevýhodná. Využívanie ekonomických analýz pri manažmente odpadových vôd predpokladá aj Rámcová smernica o vode. Cieľom komentára je preto popísať a odhadnúť veľkosť environmentálnych benefítov z čistenia odpadových vôd na Slovensku.

Zvýšením miery čistenia odpadových vôd možno dosiahnuť významné benefity. Pripojenosť obyvateľov na verejné kanalizácie sa na Slovensku zvýšila z 50% v roku 1990 na približne 66 % v roku 2016. Podiel prečistenej komunálnej odpadovej vody rastie podobným tempom. Napriek rastúcej pripojenosti však stále v porovnaní s krajinami V4 dosahujeme nižšiu mieru pripojenia. Nepripojení obyvatelia v súčasnosti žijú hlavne v menších aglomeráciách.

Odhadované environmentálne benefity (veľkosť bodu) použitých čistiarní odpadových vôd podľa vodárenskej spoločnosti (farba bodu)



Zdroj: IEP

Čistenie odpadových vôd prináša zdravotné,

Čistenie odpadových vôd poskytuje prostredníctvom nižšieho znečistenia významné zdravotné benefity. Rekreačia pri vodných tokoch, či pitie vody sa tak stáva bezpečnejším. Menej ľudí sa nakazí vodou prenosnými chorobami a klesne aj počet úmrtí. Prístup spočítavania zdravotníckych nákladov na liečbu piatich vodou prenosných chorôb využil v USA [Collier \(2012\)](#) a odhadol ich na 970 miliónov dolárov za rok.

ekonomické,

Využitie vedľajších produktov čistenia a zvýšené príjmy z turizmu a rybolovu v dôsledku čistejších riek a jazier zase znamenajú zvýšené príjmy. Na Slovensku sa takmer 25 % čistiarenskeho kalu kompostuje

¹ Komentár bol vypracovaný na základe diskusnej štúdie IEP „Estimating environmental benefits from wastewater treatment in Slovakia“, ktorá je dostupná stránke IEP v anglickom jazyku.

a ďalej využíva a 54 % slovenského bioplynu z čistiarní sa využije na výrobu elektriny. Ďalších 40 % bioplynu sa spáli na výrobu tepla. Nepriame hospodárske benefity nie sú zatiaľ pre územie Slovenska vyčíslené. Ochota platiť za čistejšiu vodu bola skúmaná už v začiatok ohodnocovania netrhových nákladov v Colorade (Walsh, 1978). Znovuvyužitie odpadovej vody v Tel Avive na zavlažovanie zase bolo ohodnotené na asi 4,83 milióna dolárov ročne (Garcia, 2015).

ale aj environmentálne benefity.

Odstránenie dusíka a fosforu z odpadových vôd prináša environmentálne benefity ako nižšie riziko premoženia rias a straty biodiverzity. Rovnako sa znižuje kontaminácia vodných tokov nebezpečnými látkami obsiahnutými v odpadových vodách. Benefity zníženia znečistenia povrchových vôd v Austrálii boli vyčíslené na úrovni 26 miliónov dolárov (Hill, 1994). V Španielsku boli benefity čistenia odpadových vôd odhadované na základe outputovej dištančnej funkcie (Hernández-Sancho, 2010).

Modelový prístup odhadu environmentálnych benefítov použitý v našej analýze vychádza z teoretickej štúdie Färeho (Färe, 2005) a praktickej štúdie zo Španielska (Hernández-Sancho, 2010). Na základe údajov z 57 čistiarní sme odhadli tieňové ceny znečisťujúcich látok, ktoré sú v procese čistenia odstránené. Celková odhadovaná hodnota benefítov tak predstavuje zabránené náklady, ktoré by vznikli v prípade nečistenia (viac v boxe). Pomocou známeho množstva odstránených znečisťujúcich látok v rámci našej vzorky a odhadnutej tieňovej ceny môžeme vypočítať celkovú hodnotu environmentálnych benefítov vyplývajúcich z čistenia vôd.

Znečisťujúca látka	Jednotkové environmentálne benefity (eur/m ³ vody)	Celkové environmentálne benefity (milióny eur/rok)	Podiel na celkovej hodnote
N	1,02	165,2	21 %
P	0,48	77,2	10 %
Nerozpustné tuhé látky	2,43	394,9	49 %
Chemická spotreba kyslíka	1,00	162,8	20 %

Zdroj: IEP

Najväčší prínos pre životné prostredie (49 %) pochádza z odstránenia nerozpustných tuhých látok a organického znečistenia (20 %). Napriek tomu, že fosfor má vysokú tieňovú cenu, k environmentálnemu benefitu prispieva iba 10 %, pretože objem odstránený pri procese čistenia je relatívne nízky. Celkový environmentálny prínos čistenia vôd je v rámci vzorky použitej v tejto štúdii na úrovni 4,92 eur na m³ odpadovej vody, teda 800 miliónov eur v roku 2016.

Celkové environmentálne benefity dosiahli 1,96 miliardy eur ročne.

Celkové environmentálne benefity z čistenia komunálnych odpadových vôd vypustených do povrchových vôd na Slovensku predstavujú minimálne 1,96 miliardy eur ročne. Túto hodnotu sme získali pre násobením environmentálnych benefítov na 1m³ objemom komunálnych a splaškových vôd, ktoré boli po prečistení vypustené do vodných tokov. V prípade neprečistenia tejto odpadovej vody by náklady na odstránenie znečistenia zo životného prostredia boli minimálne 1,96 miliardy eur. V procese čistenia odpadových vôd sa odstraňujú, okrem látok skúmaných v štúdii, aj mnohé iné znečisťujúce látky, ktoré by mohli celkovú hodnotu environmentálnych benefítov ešte zvýšiť. Po započítaní zdravotných a ekonomických benefítov, ktoré nie sú v tejto štúdii pre prípad Slovenska podrobnejšie analyzované, by sa celkové benefity zvýšili ešte viac.

Box: Odhad environmentálnych benefítov čistenia odpadových vôd

Tieňová cena sa odhaduje pomocou funkcie príjmov a tzv. smerovej výstupovej dištančnej funkcie pre každú z 57 uvažovaných čistiarní odpadových vôd. Každá čistiareň sa správa ako firma, ktorá sa snaží maximalizovať svoje príjmy pri fixných nákladoch prostredníctvom maximalizácie žiadúceho výstupu a minimalizácie nežiadúcich výstupov. V našom prípade je jediným žiadúcim výstupom vyčistená voda (y) a nežiadúcimi výstupmi (b) sú znečisťujúce látky *dusík*, *fosfor*, *nerozpustné tuhé látky* a *chemická spotreba kyslíka*. Uvažované vstupy (x_n) sú náklady na energiu, personál, údržbu a iné. Smerová výstupová dištančná funkcia sa snaží znížiť nežiadúce výstupy a maximalizovať žiadúce výstupy za daných vstupov, popisuje teda efektívnosť každej čistiarne pri fixných vstupoch. Pre účely tejto analýzy sme zvolili parametrický kvadratický tvar funkcie:

$$\begin{aligned}
& D(x^k, y^k, b^k; 1, -1) \\
& = \alpha_0 + \sum_{n=1}^4 \alpha_n x_n^k + \beta_1 y^k + \sum_{l=1}^4 \gamma_l b_l^k + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^4 \sum_{n'=1}^4 \alpha_{nn'} x_n^k x_{n'}^k + \frac{1}{2} \beta_2 y^k y^k \\
& + \frac{1}{2} \sum_{l=1}^4 \sum_{l'=1}^4 \gamma_{ll'} b_l^k b_{l'}^k + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^4 \mu_n x_n^k y^k + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^4 \sum_{l=1}^4 \delta_{nl} x_n^k b_l^k + \frac{1}{2} \sum_{l=1}^4 \rho_l b_l^k y^k
\end{aligned}$$

Za predpokladu známych údajov o vstupoch, výstupoch a zvolenom smerovom výstupnom vektore, sú parametre tejto funkcie odhadnuté nasledovne:

$$\begin{aligned}
& \min \sum_{k=1}^{57} (D(x^k, y^k, b^k; 1, -1) - 0) \\
& \text{s. t. } D(x^k, y^k, b^k; 1, -1) \geq 0, k = 1, \dots, 57 \\
& \frac{\partial D(x^k, y^k, b^k; 1, -1)}{\partial b_l} \geq 0, l = 1, \dots, 4, k = 1, \dots, 57 \\
& \frac{\partial D(x^k, y^k, b^k; 1, -1)}{\partial y} \geq 0, k = 1, \dots, 57 \\
& \beta_1 - \sum_{l=1}^4 \gamma_l = -1, \beta_2 = \sum_{l=1}^4 \rho_l, \rho_l = \sum_{l'=1}^4 \gamma_{ll'}, \mu_n = \sum_{l=1}^4 \delta_{nl} \\
& \alpha_{nn'} = \alpha_{n'n}, \quad \gamma_{ll'} = \gamma_{l'l}
\end{aligned}$$

Duálnou úlohou k minimalizácii smerovej výstupová distančnej funkcie je úloha maximalizácie nákladov vzhľadom na ceny žiadúcich a nežiadúcich výstupov.

$$R(x, p, q) = \max_{y, b} \{p_y y - qb : D(x, y, b; 1, -1) \geq 0\},$$

Následne vytvorením Lagrangeovej formy funkcie príjmov a jej podmienok prvého rádu odhadneme tieňovú cenu znečisťujúcej látky. Za predpokladu, že cena žiadúceho výstupu p_y , t. j. čistej vody, je známa a zhoduje sa s jej tieňovou cenou, tieňová cena znečisťujúcej látky q_l je daná nasledovne:

$$q_l = -p_y \frac{\partial D(x, y, b; 1, -1) / \partial b_l}{\partial D(x, y, b; 1, -1) / \partial y}, l = 1, \dots, 4$$

Tieňová cena sa dá interpretovať ako náklady obetovanej príležitosti na zníženie ďalšej jednotky nežiadúceho výstupu z hľadiska straty žiadúceho výstupu.