

## Ku koreňom

Zhodnotenie alternatív čistenia odpadových vôd so zameraním na koreňové systémy.

Marianna Bodáčzová

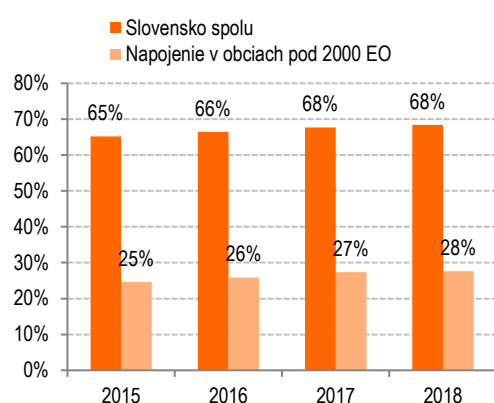
Odstránenie znečistenia v odpadovej vode prostredníctvom koreňových systémov je vhodnou alternatívou k bežným čistiarnam pre menšie obce, najmä na východnom a južnom Slovensku. Hoci počiatočná investícia môže byť v porovnaní s klasickými čistiarnami vyššia, vďaka lacnejšej prevádzke sa tento rozdiel v nákladoch môže vrátiť v priemere už od štyroch do desiatich rokov. Koreňové čistiarne dosahujú limitné požiadavky pre čistenie odpadových vôd a majú potenciál esteticky spríjemniť krajinu, či vytvárať útočisko pre biodiverzitu. Na druhej strane si ich vybudovanie vyžaduje veľkú plochu a precízne projektovanie.

V malých obciach má odvádzanú a čistenú odpadovú vodu len 28 % obyvateľov.

## Viac ako dve tretiny obyvateľov v menších obciach<sup>1</sup> nemá pripojenie na verejnú kanalizáciu.

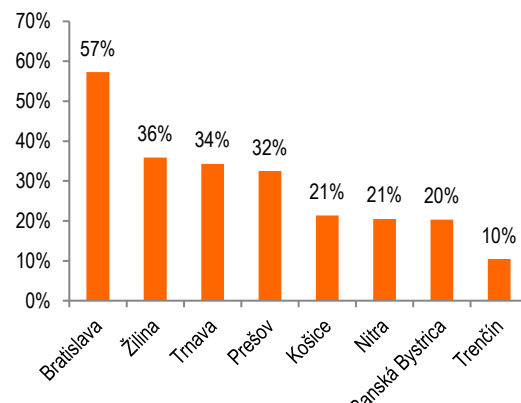
V menších obciach žije spolu takmer tretina obyvateľov Slovenska, ale len 28 % z nich má odpadovú vodu odvádzanú verejnou kanalizáciou. Najnižší podiel je v Trenčianskom kraji, kde je pripojený len takmer každý desiaty človek, pričom v ostatných krajoch je v priemere napojený každý štvrtý. Navyše do roku 2030 je v malých obciach potrebných na stokovú sieť pripojiť minimálne 430 tis. obyvateľov<sup>2</sup>. Kvôli malému počtu obyvateľov a nízkej hustote osídlenia sú investičné náklady na výstavbu stokových sietí v malých obciach vysoké. Preto je potrebné hľadať aj iné alternatívy čistenia odpadových vôd, ktoré budú spĺňať predpísané normy čistenia a budú ekonomicky udržateľné.

### Napojenie obyvateľov na stokovú sieť pomaly narastá



Zdroj: IEP podľa VÚVH

### Napojenie na verejnú kanalizáciu v malých obciach podľa krajov v 2018



Zdroj: IEP podľa VÚVH

<sup>1</sup> Pod malými, resp. menšími obcami pre účely tohto komentára rozumieme aglomerácie do 2 000 ekvivalentných obyvateľov.

<sup>2</sup> Podľa Envirostratégie 2030 by malo mať v aglomeráciách pod 2 000 EO aspoň 50% obyvateľov odvádzanú a čistenú odpadovú vodu.

### Box 1: Spôsoby odvádzania a čistenia odpadovej vody jednou vetou

V závislosti od počtu pripojených domácností na kanalizačný systém rozlišujeme dve základné možnosti odvádzania odpadovej vody, a to centralizovaný a decentralizovaný systém. Pri centralizovanom zbere odteká odpadová voda cez kanalizáciu do jednej **centrálnej čistiareň odpadových vôd (ČOV)**. Pri decentralizovanom systéme je v obci, resp. v aglomerácii odpadová voda odvádzaná do viacerých ČOV. V prípade napojenia jednej alebo niekoľko domácností na domovú alebo malú ČOV do 50 obyvateľov ide o **klastrový (skupinový) systém**. Domácnosti môžu využívať aj **vodotesné žumpy**, ktorých obsah je následne **odvázaný do ČOV**.

Technológie na čistenie odpadových vôd sú založené na rovnakom princípe samočistiacich procesov ako prebiehajú v prírode, pričom rozdiel je v rýchlosti čistiaceho procesu. Najčastejším spôsobom čistenia je **aktivačná ČOV**. Zintenzívnenie prírodných procesov na aktivačných ČOV spočíva hlavne vo zvýšení koncentrácie mikroorganizmov a prispôbení fyzikálno-chemických podmienok kultivácie, čo umožňuje efektívne riadiť proces čistenia.

#### Aktivačná čistiareň odpadových vôd



Zdroj: wateronline.com

#### Koreňová čistiareň odpadových vôd



Zdroj: wecf.eu

Alternatívou ku konvenčným ČOV pre malé obce sú **prírodné čistiarene**, pod ktoré spadajú aj koreňové systémy. Ide o umelo vybudované mokrade s rastlinami, ktoré svojimi vlastnosťami pomáhajú odstraňovať znečistenie v odpadových vodách. Okrem „koreňoviek“ môžeme medzi prírodné čistiarene zaradiť aj biologické rybníky, žaburinkové systémy alebo iné aquakultúry.

**Koreňové čistiarene tiež účinne odstraňujú znečistenie v odpadových vodách.** Pri vhodnej kombinácii stupňov čistenia môžu byť dokonca dosiahnuté najprísnejšie požiadavky<sup>3</sup>. Na druhej strane v prípade neprimeraného projektu, výstavbe alebo zlej prevádzky môže účinnosť čistenia koreňovej čistiarene výrazne klesnúť. Existujú [štúdie](#), podľa ktorých koreňové ČOV vykazujú vyššiu účinnosť odstraňovania liečiv v porovnaní s konvenčnými čistiarnami.

Investičné náklady bývajú pri koreňových ČOV vyššie ako pri klasických, ...

**Priemerné investičné náklady bývajú oproti klasickým čistiarnám vyššie a podľa literatúry sa odhadujú od 484 – 556 eur na 1 ekvivalentného obyvateľa<sup>4</sup> (EO).** Pre klasickú, ale aj koreňovú čistiareň odpadových vôd (ČOV) platí, že čím viac obyvateľov, tým sú náklady nižšie. Je niekoľko dôvodov, prečo koreňová čistiareň býva drahšia ako aktivačná ČOV. Pre výstavbu prírodnej čistiarene je potrebná niekoľko násobne väčšia plocha pozemku ako pri klasických ČOV. Preto výšku investície ovplyvňuje najmä cena pôdy, kde bude stavba realizovaná a dostupný materiál na jej výstavbu. Jednotkové náklady českých koreňových čistiarní<sup>5</sup> sa v rokoch 2008 a 2009 pohybovali medzi 156 – 1 804 eur na EO (Vymazal, 2016). Ak má obec vo vlastníctve vhodné pozemky a dostupné ceny potrebného materiálu na koreňové čistiarene, výsledná cena výstavby môže byť tak výrazne nižšia.

<sup>3</sup> Sumegová, L. (2019). Alternatívne spôsoby čistenia odpadových vôd na Slovensku, VÚVH.

<sup>4</sup> Ekvivalentný obyvateľ (EO) je jednotka znečistenia. Ide o množstvo biologicky odstrániteľného organického znečistenia vyjadreného hodnotou ukazovateľa biochemická spotreba kyslíka za päť dní (BSK5), ktorá je ekvivalentná znečisteniu 60 g BSK5 produkovaného jedným obyvateľom za deň.

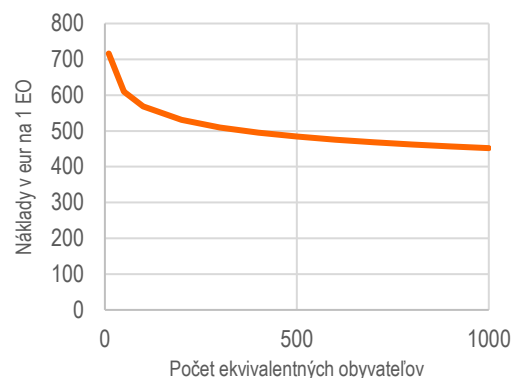
<sup>5</sup> Jednotkové náklady zahŕňujú výstavbu horizontálne koreňové filtre. V súčasnosti sa postupne prechádza na vertikálne koreňové filtre, resp. kombináciu vertikálnych a horizontálnych.

### Prehľad dostupných referenčných hodnôt v eur na EO

Zdroj údajov <sup>6</sup>	Koreňová ČOV	Aktivačná ČOV
OPKŽP		560*
IEP (vlastné výpočty)		458,5
CEROGEMA (2017)	556	407
J. Vymazal (ČR, 2016)	484	
OPŽP ČR	412 – 568	412 – 568

\* Benchmarky pre ČOV nad 2000 EO

### S vyšším počtom EO sa potrebné náklady na výstavbu na 1 EO znižujú



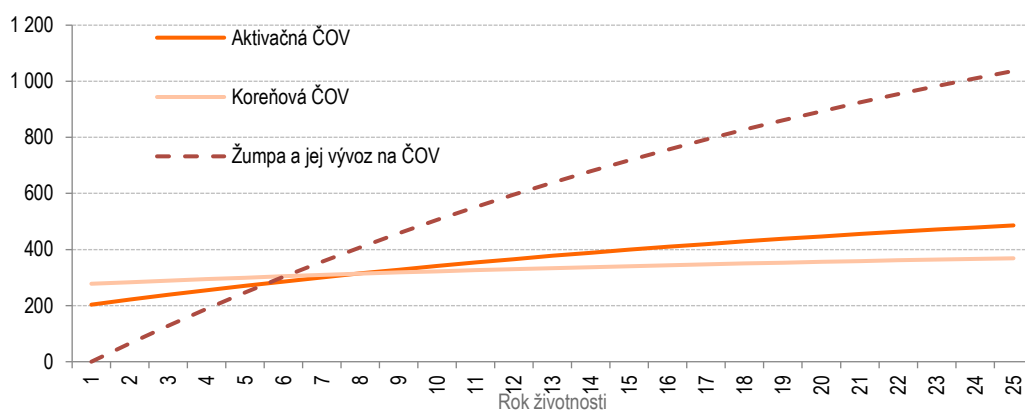
Zdroj: J.Vymazal (2016)

... vďaka výrazne nižšej prevádzke sa však investícia vráti.

**Vďaka výrazne nižším prevádzkovým nákladom sa rozdiel medzi investíciou na klasickú a koreňovú ČOV vráti v priemere od 4 do 10 rokov, pričom pre obce s nižším počtom obyvateľov je návratnosť vyššia.** Koreňové čistiare si vyžadujú jednoduchú manuálnu obsluhu a v závislosti od sklonu terénu si nemusia vyžadovať ani napojenie na elektrickú energiu. Prevádzkové náklady tak bývajú výrazne nižšie oproti klasickým ČOV. Náklady boli v Českej republike<sup>7</sup> odhadnuté v rozpätí od 0,24 – 0,53 eur za m<sup>3</sup>, pričom pri aktivačných ČOV sa náklady môžu pohybovať okolo 0,82 – 1,02 eur za m<sup>3</sup>. Na Slovensku boli priemerné náklady odhadované na približne 1,11 eur za m<sup>3</sup> pre bežné ČOV a pre koreňové čistiare okolo 37 centov za m<sup>3</sup>. Pre hrubý výpočet jednotkových investičných nákladov sme použili náklady na skutočné projekty v ČR a tiež odhady nákladov na projekty na Slovensku.

Aplikovaním jednotkových investičných a prevádzkových nákladov podľa CEROGEMA pre modelovú obec s 500 obyvateľmi vyšla koreňová čistiareň za ideálnych podmienok ako finančne najvýhodnejšia<sup>8</sup>. Hoci kvôli vyšším investičným nákladom je spočiatku koreňová čistiareň nákladnejšou možnosťou, po 8. rokoch sa akumulované náklady vyrovnajú s konvenčnou čistiareňou. Najdrahšou alternatívou je prevádzkovanie žump. V príklade uvažujeme, že jednotlivé domácnosti majú vybudované žumpy, preto sú investičné náklady nulové. Náklady na prevádzku žump sú pomerne vysoké kvôli pravidelnému odvážaniu obsahu žump do ČOV. Kumulatívne náklady na využívanie žump sa vyrovnajú s koreňovými či klasickými čistiareňami už po 6 rokoch. Presná výška nákladov závisí od konkrétneho projektu.

### Modelový príklad pre obec s 500 EO v tis. eur



Zdroj: IEP podľa CEROGEMA a vlastný prieskum trhu

<sup>6</sup> OPKŽP – Operačný program Kvalita životného prostredia; IEP – Inštitút environmentálnej politiky; CEROGEMA - Centrum rozvoja Gemera-Malohontu; OPŽP ČR – Operační program Životní prostředí v České republice

<sup>7</sup> Prevedené podľa stredového kurzu českej koruny uvedeného na stránke NBS.

<sup>8</sup> Modelový príklad vychádza z jednotkových nákladov uvedených v publikácii CEROGEMA [22] a z prieskumu trhu. Výpočet ráta so 4% diskontným faktorom. Na jedného obyvateľa pripadá produkcia odpadovej vody v objeme 34 m<sup>3</sup> za rok.

Koreňové čistiare majú pozitívny vplyv na miestne životné prostredie ...

**Koreňové ČOV majú potenciál produkovať nižšie množstvo skleníkových plynov, vytvárať útočisko pre biodiverzitu a esteticky spríjemniť tvar krajiny.** Analýzou životného cyklu výstavby a prevádzky čistiarní sa ukázalo, že koreňové čistiare môžu produkovať počas celej životnosti až **o 70 %** menej emisií CO<sub>2</sub> ako aktivačné čistiare. Počas prevádzky sa tvorí však viac metánu, ktorý počas prevádzky ovplyvňuje množstvo **faktorov**, ako je množstvo a zloženie odpadovej vody, environmentálne podmienky prostredia, zloženie a množstvo rastlín, ako aj typ samotnej koreňovej čistiare. Okrem toho koreňové čistiare môžu mať aj pozitívny vplyv na biodiverzitu. Pozorovaním umelej mokrade na **Sardinii** sa napríklad zistilo, že v priebehu 8 rokov sa zvýšila rozmanitosť jej flóry až o 224 %.

#### Box 2: Je pravda, že ...

##### „Koreňovky“ zapáchajú?

Pri čistení odpadovej vody sa nepríjemné pachy vyskytujú najmä pri anaeróbných procesoch rozkladu, napr. pri zakrytých septikoch, alebo otvorených sedimentačných nádržiach. Súčasťou koreňových ČOV je aj septik s dlhou dobou zdržania odpadovej vody, kde existuje riziko zápachu. V prípade samotného koreňového systému je však voda krytá filtračným materiálom a rastlinami, takže tu sa nevytvára **nepríjemný zápach**. Navyše nepríjemné pachy môžu vzniknúť aj v prípade nesprávnej prevádzky, alebo pri nakladaní s **kalom**.

##### „Koreňovky“ cez zimu nefungujú?

Biologické procesy prebiehajú pomalšie v prípade nízkych teplôt, a preto účinok čistenia môže byť počas zimy nižší. Preto je dôležité správne naprojektovanie systému prispôbené aj nižším teplotám. V Rakúsku majú fungujúcu prírodnú ČOV na horskej chate vo výške 1600 m n.m.

##### „Koreňovky“ vydržia 5 max 10 rokov?

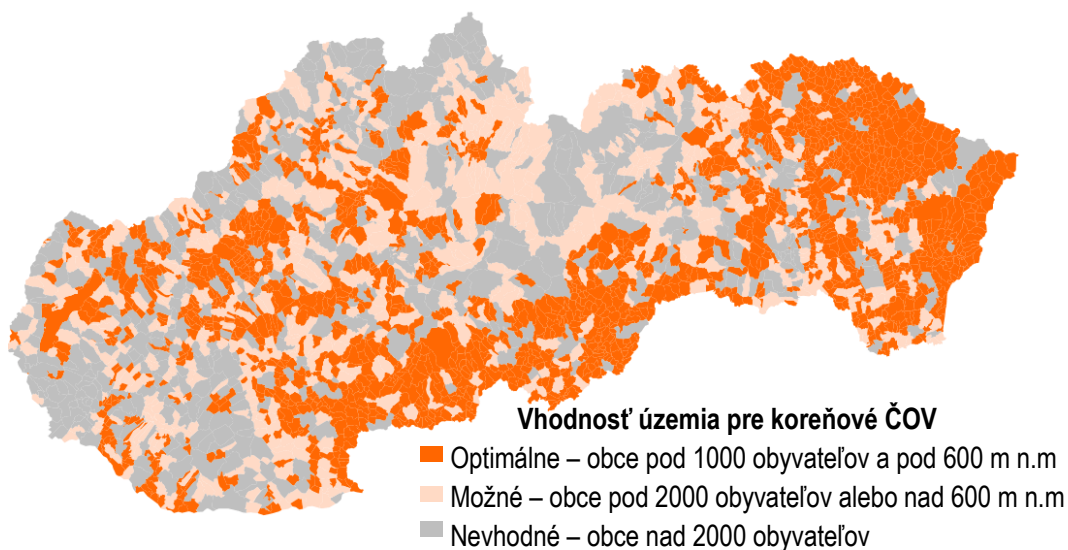
Životnosť celého systému pri správnom prevádzkovaní môže byť **20 a viac rokov**. Pri nesprávnej údržbe mechanického predčistenia, nevhodných materiáloch, či výberu lokality môže dôjsť ku skorým upchaniam filtračných polí, čo môže viesť k nesfunkčneniu systému už **do 5 rokov**.

**Nevýhodou koreňových systémov je náročnosť na rozlohu a potreba precízneho projektu a údržby systému.** Pre zabezpečenie správnej účinnosti čistenia je potrebná veľká rozloha pozemku, cca **2 – 5 m<sup>2</sup>** na jedného ekvivalentného obyvateľa. Navyše nesprávny dizajn projektu, zlá kvalita výstavby a nesprávna prevádzka vrátane nedôsledného predčistenia od pevných nečistôt (odpad, piesok a pod.) môže viesť k zníženiu účinnosti a nedodržaniu požadovaných limitov, ako aj k zníženiu životnosti celého systému. V porovnaní s klasickou aktivačnou ČOV je náprava zlého projektu výrazne náročnejšia a drahšia.

... a sú vhodné pre menšie obce, najmä na východnom a južnom Slovensku

**Koreňové ČOV sú vhodné pre väčšinu územia, no najmä pre južné a východné Slovensko.** Vzhľadom na potrebnú rozlohu sú koreňové ČOV vhodnejšie pre menšie obce do 500 obyvateľov. Koreňové ČOV je však možné budovať pri aj v ľudnatejších obciach. Príkladom sú existujúce koreňové čistiare v obciach s cca 1000 obyvateľmi v Česku. Najvhodnejšie sú obce najmä južného a východného Slovenska, kde 47% obcí s menej ako 500 obyvateľmi a ďalších 26% do 1 000 obyvateľov. Druhou podmienkou je **nadmorská výška**, kedy s vyššou nadmorskou výškou klesá aj priemerná teplota, čo môže viesť k zníženiu účinnosti čistenia. V súčasnosti však znalosti vo výstavbe koreňových ČOV pokročili, a preto vyššia nadmorská za predpokladu správneho projektu a výstavby nemusí mať negatívny vplyv na požadovanú čistiacu účinnosť. Až 92% obcí leží v nadmorskej výške pod 600 m n.m. Výstavbu koreňových ČOV ovplyvňuje aj vhodnosť recipientu, či geologického podložia. Tieto podmienky je potrebné zohľadniť pri projektovaní ČOV. **Koreňové čistiare sú vhodnou alternatívou nielen pre malé obce, ale aj pre decentralizované časti obcí, chatové oblasti, či turistické zariadenia.**

## Koreňové čistiarnie majú potenciál aj na Slovensku



Zdroj: IEP

V zahraničí sú koreňovým ČOV viac otvorení a na národnej úrovni poskytujú nielen metodickú, ale aj finančnú pomoc. Na Slovensku zbierame dáta o verejných čistiarniach, avšak údaje o domových čistiarniach vrátane tých koreňových sú obmedzené. Podľa prieskumu z roku 2012 na Slovensku bolo 10 prírodných ČOV, z toho 5 koreňových, pričom už v susednom Česku je približne 690 funkčných prírodných ČOV vrátane väčších prevádzok pre obce nad 1 000 EO. V Rakúsku je ich vyše 5 500, z ktorých asi 70% je vybudovaných pre 20 ekvivalentných obyvateľov.

### Prírodné systémy čistenia odpadových vôd v okolitých krajinách

	Počet prírodných ČOV	Počet koreňových ČOV
Rakúsko	5 600	5 450
Poľsko	1 000	500
Česko	740	690
Maďarsko	32	10
Slovensko	10	5
<b>Spolu</b>	<b>7 685</b>	<b>6 775</b>

Zdroj: Cerogema

Je potrebné posilniť osvetu o koreňových ČOV na inštitucionálnej a lokálnej úrovni.

**Štát by mal pre zvýšenie využívania koreňových ČOV podporiť uplatňovanie dobrej praxe.** Hoci legislatíva umožňuje výstavbu aj iných typov ČOV, momentálne nie sú vypracované žiadne odporúčania, či aktuálne usmernia pre alternatívne vhodné systémy zahrňujúce nové poznatky. Napríklad v Česku je vydaný [manuál postupu](#) pri schvaľovaní prírodných ČOV pre povoľovacie orgány. Navyše rozmachu koreňových ČOV chýbajú na Slovensku praktické skúsenosti pri výstavbe a prevádzke prírodných ČOV. Preto je potrebné vytvoriť a vyhodnotiť pilotné projekty v malých obciach (napr. do 100, či 200 obyvateľov) a nábrať skúsenosti ako pri projektovaní, tak aj pri samotnej výstavbe. Inšpiráciu a vedomosti je možné nájsť v susedných krajinách. Na lokálnej úrovni je potrebné zvýšiť informovanosť o dobrých príkladoch z praxe.

Materiál prezentuje názory autorov a Inštitútu environmentálnej politiky (IEP), ktoré nemusia nutne odzrkadľovať oficiálne názory Ministerstva životného prostredia SR. Cieľom publikovania komentárov IEP je podnecovať a zlepšovať odbornú a verejnú diskusiu na aktuálne environmentálne témy. Citácie textu by sa preto mali odkazovať na IEP (a nie MŽP SR), ako autora týchto názorov.

Komentár bol schválený Odborno-metodickou komisiou ako recenzovaný na základe posudkov Igora Bodíka (STU BA) a Mária Julínyho (IPP, MPaRV SR).