

# KOREŇOVÉ ČISTIARNE – PROGRESÍVNY SPÔSOB ODSTRAŇOVANIA DROG, LIEČIV A ICH METABOLITOV Z ODPADOVÝCH VÔD

Dušan Žabka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Oddelenie environmentálneho inžinierstva, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita, Radlinského 9, 812 37 Bratislava

## ABSTRAKT

Táto práca je zameraná na znižovanie koncentrácie mikropolutantov v odpadových vodách pomocou vodných rastlín. Jednou z možností odstraňovania mikropolutantov zo životného prostredia sú koreňové čistiarne, kde sa využívajú mokradné rastliny ako napríklad trst' obyčajná (*Phragmites australis*). Na koreňovej čistiarni dochádza k rôznym fyzikálnym, biologickým a chemickým procesom.

Bolo dokázané, že koreňové čistiarne sú schopné odstraňovať mikropolutanty z odpadovej vody s vysokou účinnosťou. Znížené boli koncentrácie rôznych liečiv, drog ale aj kofeínu. Tieto látky sa v nižších koncentráciách ďalej dostávali do recipientu avšak je potrebné podotknúť, že značné koncentrácie sa už v recipiente nachádzali pred výtokom z čistiarne.

## 1. ÚVOD

Aeróbne aj anaeróbne čistiarne majú často problém znížiť koncentráciu mikropolutantov ako sú napríklad drogy a liečivá v odpadových vodách. Môžu sa tvoriť rôzne degradačné produkty a metabolity, ktoré môžu mať dokonca toxickejší účinok na vodný ekosystém. Na vyriešenie tohto problému bolo navrhnutých viacero metód. Biodegradácia pomocou vodných rastlín je jednou z nich.

**Mikropolutanty** sú perzistentné a biologicky aktívne kontaminanty, ktoré sa nedajú úplne zdegradovať a ťažko sa odstraňujú z odpadových vôd. Patria sem kovy, rádioaktívne látky, organické mikropolutanty, produkty z farmaceutického priemyslu a endokrinné disruptory. Najviac drog a liečiv sa dostáva do vôd hlavne z nemocníc, zdravotníckych zariadení, farmaceutických firiem ale aj z domácností kde sa ľudia liečia doma a užívajú lieky na predpis denne [1].

**Koreňová čistiareň** sa skladá z troch stupňov: mechanického, biologického a dočist'ovacieho. Mechanický stupeň sa nelíši od mechanického stupňa klasickej aeróbnej či anaeróbnej čistiarne. Biologický stupeň sa skladá buď z horizontálne alebo vertikálne pretekaných polí (obr. 1). Môže sa však nastaviť toto pole podľa potreby odstraňovania špecifického znečistenia. Zatiaľ čo horizontálne pretekané koreňové polia odstraňujú najmä organické znečistenie a nerozpustné látky, vertikálne pretekané koreňové polia odstraňujú dusík a voľbou vhodného substrátu aj fosfor. Hlavnou funkciou rastlín v našom klimatickom pásme je v zimnom období zatepl'ovanie koreňových polí, ktoré poskytujú podklad pre rast prítomných baktérií. Medzi najviac využívané rastliny patria *Phragmites australis*, *Phalaris arundinacea*, *Glyceria maxima* a *Iris pseudacorus* [2].



Obrázok 1 - Koreňová čistiareň

## 2. MATERIÁLY A METÓDY

Sledovala sa koncentrácia mikropolutantov v odpadovej vode pred vstupom do KČOV, v odtoku z KČOV a v recipiente pred a za KČOV mimo vegetačného obdobia. Jednalo sa o dvojhodinové zlievané vzorky odoberané od 15:00 do 17:00. Vzorky boli po odbere ihneď zmrazené a následne analyzované na kvapalinovom chromatografe s hmotnostným spektrometrom (LC-MS/MS Thermo). Podrobný postup je popísaný v štúdií Fedorová a kolektív [3].

## 3. VÝSLEDKY A DISKUSIA

Detegované boli viaceré mikropolutanty. V odpadovej vode sa vyskytovali lieky na liečbu kardiovaskulárnych ochorení – atorvastatín, zníženie cholesterolu – rosuvastatín, antibiotiká – azitromycín a klaritromycín. Z analgetík bol prítomný diklofenak, ktorý sa používa aj ako liek proti bolesti. Prítomné boli aj lieky na zníženie krvného tlaku irbesartán, telmisartán a valsartán. V najväčšej koncentrácii bol prítomný kofeín, ktorý sa vyskytuje v rôznych nápojoch ako káva, kofola, energetické nápoje či čaje. V menšej miere sledujeme aj výskyt drog a ich metabolitov. Na odtoku z čistiarne sledujeme znížené koncentrácie týchto mikropolutantov (tab. 1). Najvyššia účinnosť odstránenia sa dosiahla pre liečivo rosuvastatín a to až 99%. Z pôvodnej koncentrácie atorvastatínu sa odstránilo 89%. Pre látky irbesartán, telmisartán a valsartán sa dosiahli účinnosti odstránenia 36%, 53% a 68%. Kofeín sa tiež odstránil z odpadovej vody s vysokou účinnosťou a to 82%.

Tabuľka 1 - Porovnanie koncentrácie látok na prítoku a odtoku z KČOV

Detegovaná látka	Prítok na KČOV [ng/l]	Odtok z KČOV [ng/l]
<b>Amfetamín</b>	26	15
<b>Atenolol</b>	70	24
<b>Atorvastatín</b>	140	16
<b>Azitromycín</b>	330	2,9
<b>Kofeín</b>	25 000	4500
<b>Klaritromycín</b>	870	810
<b>Diklofenak</b>	410	220
<b>Fexofenadín</b>	500	150
<b>Irbesartán</b>	450	290
<b>Metamfetamín</b>	91	88

<b>Metoprolol</b>	370	320
<b>Kys. Metoprololová</b>	2100	1400
<b>Rosuvastatín</b>	790	11
<b>Telmisartán</b>	3600	1700
<b>Teofylín</b>	2200	1600
<b>Valsartán</b>	1700	550
<b>Karbamazepín</b>	620	360

Takto vyčistená odpadová voda sa dostávala do recipientu. Koncentrácie niektorých látok sa zvýšili a niektoré naopak klesli. Zvýšenie koncentrácie sledujeme pre látky kofeín, klaritromycín, fexofenadín, karbamazepín, teofylín či kyselinu metoprolóvu. Treba však podotknúť, že tieto mikropolutanty sa už v potoku nachádzali predtým ako sa do nich odvádzala vyčistená odpadová voda z KČOV. Naopak zníženie koncentrácie sledujeme pri azitromycíne, telmisartáne a amfetamíne (tab. 2).

Tabuľka 2 – Porovnanie koncentrácií látok pred a po zmiešaní vôd z recipientu

<b>Detegovaná látka</b>	<b>Potok pred ČOV [ng/l]</b>	<b>Potok po ČOV [ng/l]</b>
<b>Amfetamín</b>	2,2	0,96
<b>Azitromycín</b>	6,1	<1,9
<b>Kofeín</b>	610	1100
<b>Klaritromycín</b>	47	120
<b>Diklofenak</b>	4,2	15
<b>Fexofenadín</b>	21	30
<b>Ibesartan</b>	36	58
<b>Metoprolol</b>	38	64
<b>Kys. Metoprololová</b>	56	250
<b>Morfín</b>	2,4	3,7
<b>Rosuvastatín</b>	2,7	2,8
<b>Telmisartan</b>	950	790
<b>Teofylín</b>	72	270
<b>Valsartán</b>	18	49
<b>Karbamazepín</b>	4,2	36

#### 4. ZÁVER

Táto práca bola zameraná na schopnosť koreňových čistiarní odstraňovať znečistenie vo forme mikropolutantov, ktoré sa nachádzajú často vo vodách. Na prítoku boli detegované viaceré z týchto mikropolutantov, najmä liečivá. Sledujeme výrazné zníženie koncentrácie statínov, sartánov ale aj ostatných látok ako napríklad kofeín. Pre niektoré látky nedošlo k dostatočnému odstráneniu z odpadovej vody, to by sa však mohlo vyriešiť nasadeným rôznych druhov rastlín. Vyčistená odpadová voda pritekajúca z čistiarne výrazne neovplyvnila koncentrácie v recipiente. V recipiente sa už tieto látky dokonca nachádzali a koncentrácie niektorých z nich sa dokonca aj znížili. Koreňové čistiarne sú teda vhodné na odstraňovanie viacerých mikropolutantov a mohli by sa zaradiť ako terciárny stupeň dočistenia za klasickými čistiarnami alebo v malých mestách a obciach ich dokonca nahradiť.

**Pod'akovanie:** Za finančnú podporu pri realizácii projektu a možnosť dosahovať originálne výsledky ďakujem Agentúre pre podporu vedy a výskumu: APVV-17-119 APVV-17-183, APVV-16-124, APVV-16-0171 a grant VEGA 1/0558/17.

## LITERATÚRA

1. <http://www.degremont.com/en/news/special-topics/what-are-micropollutants/>
2. VYMAZAL, J. – KROPFELOVÁ, L. Wastewater Treatment in Constructed Wetlands with Horizontal Sub-Surface Flow. In *Springer*, 2008, 576 s.
3. FEDOROVA, G. a i. Comparison of the quantitative performance of a Q-Exactive high resolution mass spectrometer with that of triple quadrupole tandem mass spectrometer for the analysis of illicit drugs in wastewater. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 2013, vol. 27, 1751-62 s.