vodní hospodářství®

www.vodnihospodarstvi.cz

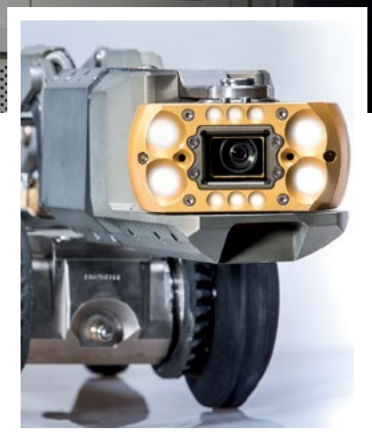
ročník 70
9
2020

disa

rausch

VML TECHNOLOGY
FullHD
1920 x 1080

Rausch systémy
RCA 4.0 FullHD
do vozidel...



...jedině od společnosti DISA

více na str. 20

14.–16. 10. Odpadové vody 2020 a Kaly a odpady 2020. Konference. Štrbské Pleso.
Info: +421/02/59325387, marta.onderova@stuba.sk

10.–11. 2. 2021. Vodárenská biologie. Konference. Praha.
Info: Bc. Klára Kánská, 602 141 508, klara.kanska@ekomonitor.cz

Přihlaste se na konferenci

PAM ACADEMY 2020

24. 9. Plzeň	Primavera hotel & Congress Centre, Nepomucká 128
25. 9. České Budějovice	Clarion Congress hotel, Pražská tř. 14
6. 10. Liberec	Wellness hotel Babylon, Nitranská 1
13. 10. Brno	Atlantis hotel, Brána 177
14. 10. Ostrava	Imperial hotel Ostrava, Tyršova 6
10. 11. Praha	Hotel DUO, Teplická 492

Více informací a registrace: **http://www.pamlinecz.cz/cs/pam-academy-2020**

Časové schéma konferencí:

Registrace účastníků 8:30 – 9:00 hod.

Základní (povinná) část 9:00 – 12:30 hod.

Uložení potrubí z TL, norma ČSN EN 545, posouzení mezních stavů (min / max krytí).
Přehled základních / speciálních ochran (vnější / vnitřní) a jejich použití.
Inovace, další vývoj, nové produkty.

Oběd 12:30 – 13:30 hod.

Pracovní skupiny 13:30 – 16:00 hod.

(např. možnost osobních konzultací nad konkrétními tématy)

Účast na konferencích je bezplatná.
Součást programu Celoživotního vzdělávání ČKAIT (1 kreditní bod).

Těšíme se na Vás.
Tým SAINT-GOBAIN PAM CZ s.r.o.

Co svět světem stojí…

…se nestalo, aby součástí lichého čísla nebyly Listy… Ale všechno je jednou poprvé. Takže v tomto čísle zprávy od CzWA nenajdete. Jde o to, že snad všechny akce, o kterých se v těchto Listech mělo psát, byly odloženy nebo dokonce i zrušeny. Abych v příštím čísle nemusel parafrázovat docenta Chocholouška (toto nedopatření se stává jednou za…), tak rovnou sděluji, že v desítce nebude Krajinář, jelikož akce se ruší i mezi vodokrajináři. Snad bude o čem psát ve dvanáctém čísle, kam byl Krajinář předběžně přesunut.

Byť asi bude hůře. Od dneška (píši tyto řádky 9. září) zase budou povinné náhubky v podstatě všude. Zvažují se další omezení ohledně hromadných akcí. Vím, že mnozí organizátoři se připravovaná (přesunutá) vodařská setkání chystají zrušit. Dokud není nic jistého, nebudu konkrétní. Budu si tajně přát, aby se ta setkání nakonec uskutečnila. Píšu „setkání“, nikoliv konference, semináře… Tím slovem SETKÁNÍ chci zdůraznit, že všechny ty akce se podle mě minimálně stejně jako pro získání vědomostí organizují i proto, aby se lidé, vodaři setkávali. Diskutovali odborně, domlouvali odbornou spolupráci, ale i jen tak si povídali o životě. Zajímalo by mě, jakou úlohu těmto osobním setkáním přisuzujete? Myslíte si, že je videokonference, webináře a jiná virtuální setkání mohou nahradit? Já tedy nééé! Ale asi už jsem starej. Nedávno mi jeden kolega řekl podle mě velkou moudrost: že jsme generací, která myslí analogicky v digitálním věku a má řídit společnost. Že tento handicap nedoženeme. Že bychom asi měli předat to řízení auta těm, kteří digitálně myslí.

Možná se ukáže, že jsem starej zkostnatělec, jako byli naši předkové, když se bránili zavádění lokomotiv, nebo když ve slovníku cizích slov z padesátých let byla kybernetika definována jako „buržoazní pavěda sloužící k ožebračování dělnické třídy v kapitalistické společnosti…“ Ale mám opravdické obavy z odosobnění… že budeme žít virtuálně práci, přátelství, lásky (i ten sex). Že nebudeme mít potřebu jít k vodě zaplavat si, zarybařit, protože si ji vyčarujeme kolem sebe. Obávám se, že opravdu zemřeme na přemíru čistoty, opatrnosti a že děti tou distanční výukou zblbnou a stanou se asociály. Nesnáším konspirační teorie, ale v tomto případě se ptám: Qui bono? Když jsem s dětmi hovořil o tom, jak onu distanční výuku prožívaly, tak mi sdělily, že se docela i naučily, ale že jim chyběl osobní kontakt s učiteli, spolužáky, kamarády. Že WhatsApp, Instagram, Twitter jim to osobní setkávání nenahradily. Snad jim to vydrží i do dospělosti: budou žít v digitálním světě, ale ne virtuálním světě.

Zmínil jsem důležitost „setkání“. To slovo mají přímo v názvu dlouhá léta, ba desetiletí pořádaná Setkání vodohospodářů v Kutné Hoře. Letos měl proběhnout půlkulatý 35. ročník. Dnes mi organizátoři napsali, že: „… s lítostí Vám oznamujeme, že vzhledem k nepříznivému vývoji koronaviru a po dlouhé úvaze rušíme náhradní říjnový termín našeho setkání v roce 2020… těšíme se na setkání příští rok v obvyklém termínu v květnu.“ Doufám, že se svět nezblázní a opravdu ten příští rok už bude (skoro) normální, nebo že se s tím strašákem naučíme žít a nebát se ho! Do Kutné Hory (a nejen tam) přijeďme v hojném počtu. Nejen kvůli kvalitnímu odbornému programu, nejen kvůli příjemným lidem, s nimiž se tam člověk setkává, diskutuje, pozdraví, poklábosí.

Ostatně v Kutné Hoře dlouhá léta pobýval Karel Havlíček Borovský. Právě příští rok uplyne 200 let od jeho narození. Dovolím si zde připomenout jeden jeho (vodařský) epigram:

Nechlubte se, vlastenci,
není to věc řádná,
že neteče odjinud
do Čech voda žádná.
Točíme-li ze sudu
nedolévajíce,
zůstanou nám naspodu
brzy jen kvasnice.

Ing. Václav Stránský

vodní hospodářství® 9/2020

OBSAH

- **Mikroplasty ve vodách –jejich analýza a toxicita pro vodní organismy (Wimmerová, L.; Henzlová, L.; Lexa, M.) 1**
- **Testování účinnosti eliminace léčiv z odpadní vody pomocí biologického nosiče Levapor (Žižlavská, A.; Macsek, T.; Hlavínek, P.; Suková, P.; Landová, P.; Hanušová, V.; Nýčová, B.) 5**
- **Nová generace hydropedologických map ČR (Vopravil, J.; Khel, T.; Heřmanovská, D.) 11**
- **Různé**
  - Diskusní poznámky k perspektivě vodních zdrojů (Hlaváč, J.) 15
  - Funkce DČOV v souvislostech (Topol J.) 16
  - Ještě k odlehčovacím komorám 19
  - Poznatky MZe z výkonu vrchního dohledu nad sektorem vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu z hlediska ochrany odběratele a problematiky odečtů a výměn vodoměrů (Hospodka, R.) 21
  - Přes kanál, do Anglie, do Hullu, do laboratoře environmentální DNA (3. část) (Blabolil, P.) 23
  - Problematika nakládání se srážkovými vodami (Nietscheová, J.) 26
- **Firemní prezentace**
  - Produktová rozmanitost, servis a inovace v Německu i po celém světě od firmy RAUSCH (Křivánek, P.) 20

CONTENTS

- **Microplastics in water – their analysis and toxicity to aquatic organisms (Wimmerova, L.; Henzlova, L.; Lexa, M.) 1**
- **The efficiency testing of pharmaceuticals removal by the Levapor bio-carriers (Zizlavska, A.; Macsek, T.; Hlavinek, P.; Sukova, P.; Landova, P.; Hanusova, V.; Nycova, B.) 5**
- **A new generation of hydropedological maps in Czech Republic (Vopravil, J.; Khel, T.; Hermanovska, D.) 11**
- **Miscellaneous 15, 16, 19, 21, 23**
- **Company section 20**

4.–5. 3. 2021. Řešení extrémních požadavků na čištění odpadních vod. Konference.
Blansko. Info: Ing. Jan Foller,
739 463 845
foller@adchem.cz

Nenechte si ujít

VEGAspol
veřejná obchodní společnost

Projektová a obchodní činnost

- **čistírny odpadních vod**
- kanalizace, vodovody
- úpravny vody
- **inženýrská činnost**
- **konzultační a poradenská činnost**

- *Použití moderních technologií*
- *Soulad s normami a směrnicemi EU*
- *Důraz na řešení kalového hospodářství*
- *Likvidace odpadů v souladu s předpisy*
- *Řešení staveb vychází z architektury oblasti výstavby*

VEGAspol v.o.s.
Jiráskova 219/12
602 00 Brno

tel. 549 247 183
fax 549 247 183
mobil 608 711 413
e-mail: vegaspol@vegaspol.cz
web: www.vegaspol.cz

Mikrobublinná flotace

envi pur
hospodaříme s vodou

Inovativní způsob tvorby mikrobublinek pro flotaci.
Bublinky plynu jsou vytvářeny přímou dodávkou tlakového vzduchu do keramických elementů, místo tlakového sycení recirkulované vody.

Použití:
- **Průmyslové odpadní vody** (potravinářský, petrochemický, strojírenský, či metalurgický průmysl)
- **Úprava pitné vody**

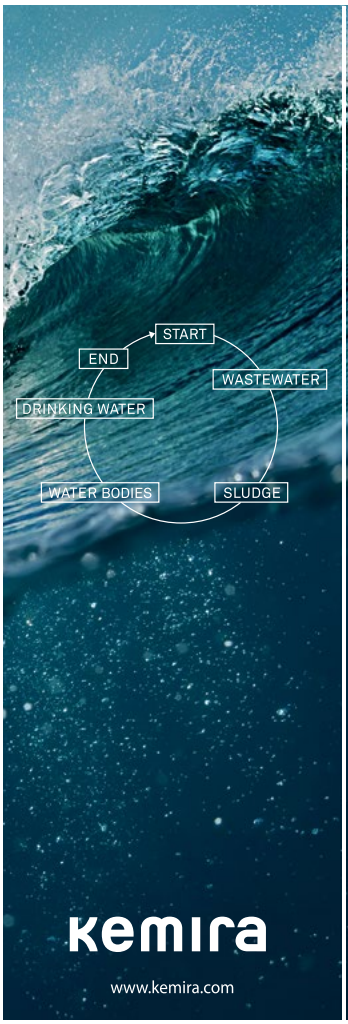
Výhody:
- **Úspora provozních nákladů** – velmi nízká spotřeba energie (několikanásobně nižší než u tlakovzdušné flotace).
- **Jednoduchost zařízení** – není potřeba saturátor, recirkulační čerpadlo ani speciální sytící trysky, pracuje s nižším tlakem vzduchu.
- **Robustnost zařízení** – vysoká chemická odolnost keramických elementů, nehrozí ucpávání trysek.
- **Menší potřebná separační plocha** díky absenci recyklu.
- **Proces flotace není ovlivňován faktory** ovlivňujícími rozpouštění vzduchu, jako je salinita nebo teplota vody.

Nabízíme možnost ověření účinnosti mikrobublinné flotace v praxi formou poloprovozních testů.

Keramické generátory mikrobublin lze využít i v dalších aplikacích – ozonizace a jiné rozpouštění plynů v kapalinách.

www.envi-pur.cz

ENVI-PUR, s.r.o.
Na Vlčovce 13/4
160 00 Praha 6 – Dejvice



kemira
Where water meets chemistry™

Aplikační portfolio
- Úprava pitné a technologické vody
- Čištění odpadních vod
- Zpracování kalů
- Obnova jezer – lake restoration
- Bioplynové stanice
- Odstranění zápachu
- Papírenství a stavební průmysl

Produktové portfolio
- Anorganické a organické koagulanty
- Organické flokulanty
- Externí substrát
- Odpěňovače, antiinkrustanty
- Směsné produkty

kemira
www.kemira.com

Kemifloc
Kemifloc Slovakia
Kemwater ProChemie

www.kemifloc.cz www.prochemie.cz

Mikroplasty ve vodách – jejich analýza a toxicita pro vodní organismy

Lenka Wimmerová, Linda Henzlová, Martin Lexa

Abstrakt

Výskyt mikroplastů ve vodním prostředí je potvrzenou realitou, jak v mořských, tak ve sladkých vodách. Rovněž lze považovat za potvrzený přestup mikroplastových částic do vodních organismů, ať již do drobných korýšů či větších ryb. Otevřenou otázkou zůstává vypovídací schopnost uváděných počtů mikroplastů, ať již v m³ nebo litrech, kdy jsou v rámci analýzy mikroplastových částic využívány různé analytické koncovky a chybí standardní operační postup pro jejich stanovení. Chybí rovněž standardní postup pro odběr vzorků, řada autorů neřeší odběr slepých vzorků a používá při předúpravě vzorků nevhodné postupy, které vedou ke znehodnocení malých mikročástic. Realizované vlastní ověření využitelnosti optické analýzy bez obarvení a po obarvení roztokem bengálské červeně potvrdilo využitelnost této metody pro analýzu mikroplastů. Nicméně je třeba věnovat dostatečnou pozornost předúpravě vzorků (zejména oxidaci v případě vyššího obsahu organické hmoty) a také realizovat odběr slepého vzorku, protože přestup kontaminace z ovzduší a oblečení pracovníků či používaných pomůcek významně ovlivňuje dosahované výsledky. Na základě naměřených výsledků byla sestavena sestupná řada obsahu mikroplastů v analyzovaných vodách: odpadní voda (vstup na čistírnu odpadních vod, dále ČOV) > odpadní voda (výstup z ČOV) > povrchová voda (hranice města) ≈ povrchová voda (centrum města) ≈ slepý vzorek > pitná voda. V případě hodnocení tvaru mikroplastů převládaly u všech vzorků odebraných vod mikroplastová vlákna nad fragmenty. Analýza rovněž potvrdila, že většina mikroplastů zůstává v provozu ČOV a pravděpodobně dále přechází do čistírenských kalů. Screening ekotoxicity neprokázal žádný vliv na mortalitu a chování perloočky druhu *Daphnia pulex*.

Klíčová slova

mikroplasty – voda – analýza – bengálská červeň – ekotoxicita – vodní organismy

1. Úvod

Problematika výskytu mikroplastů v životním prostředí, zejména pak ve vodách a sedimentech, ale nověji i v půdách, je v současnosti velmi aktuální téma. Tato problematika je v médiích častěji diskutována od roku 2017, kdy byly zveřejněny výsledky malé pilotní studie analýzy vzorků pitných vod z různých kontinentů. Ve většině vzorků byla nalezena vlákna plastů v počtu jednotek na litr a o velikosti od 2,5 μm do cca 1 mm [1]. Spolu s výskytem je dále diskutován možný dopad mikroplastových částic na vodní živočichy, zejména pak na drobné vodní korýše a problém doprovodné kontaminace mikroplastů perzistentními látkami (např. polyaromatickými uhlovodíky), které adsorbují na jejich povrch a mohou vést ke zvýšení jejich toxicity [2]. Významným aspektem problematiky mikroplastů je také její složitost, kvůli níž se zatím nepodařilo vytvořit jednotný vzorkovací protokol a standardizovat analytický postup. A to i přesto, že mikroplasty jsou zařazeny již od roku 2018 mezi tzv. „žhavá témata“ (*hot topics*) Evropskou chemickou agenturou (ECHA) a přes skutečnost, že je plánováno jejich rozsáhlé omezení, které by mělo snížit emise mikroplastů o více než 90 % a zabránit uvolnění dalších 500 tis. tun mikroplastů během dvaceti let po zavedení omezení [3]. Problematika mikroplastů byla rovněž diskutována na 13. bienální konferenci VODA v loňském roce, kde jí byla věnována jedna z plenárních sekcí.

2. Mořské versus sladkovodní prostředí

Většina odborných prací, týkající se výskytu mikroplastů ve vodách byla v minulosti realizována v mořském prostředí. Současně byla (a stále je) v této oblasti financována řada projektů, které přinesly také zajímavé poznatky o chování a toxicitě mikroplastů. Nelze na tomto místě vyjmenovat všechny, ale zmínit v této souvislosti lze například projekty BASEMEN, EPHEMARE, PLASTOX a WEATHER-MIX financované iniciativou JIP Oceans [4]. Tyto projekty byly zaměřeny jak na problematiku vlastní analýzy mikroplastů, tak na jejich chování v mořském prostředí (zejména otěr a změnu povrchové struktury, a tím i povrchové aktivity mikročástic) a na jejich toxicitu vůči mořským organismům i celým ekosystémům.

Méně je oblast mikroplastů prostudována ve sladké vodě, v balené vodě a ve sladkovodních sedimentech. Nicméně i zde lze konstatovat, že přibližně od roku 2014 zájem o studium mikroplastů v oblasti pitných a odpadních vod roste a zvyšuje se počet reálných studií a pracovních týmů řešících tuto oblast. V této souvislosti lze zmínit rozvoj této oblasti na výzkumných pracovištích ve Velké Británii, např. Univerzitě v Cranfieldu, řešící tuto oblast v odpadních vodách a kalech [5], či Univerzitě v Birminghamu, řešící výskyt mikroplastů v přírodních vodách [6]. V neposlední řadě, další britská univerzita v Exeteru realizovala analýzu mikroplastů ve vzorcích vody dodaných z České republiky v roce 2019 [7].

3. Dostupné analytické nástroje

Z pohledu analytického je v oblasti analýzy mikroplastových částic k dispozici několik různých metodik odběru vzorků a analytického monitoringu pomocí mikro-FTIR (Fourierovy transformační červené mikroskopie), zpravidla v kombinaci s ATR (zeslabenou úplnou reflektancí) a Ramanovy mikroskopie. Dále se v menší míře využívá py-GC/MS (pyrolýzní plynová chromatografie s hmotnostní detekcí). Všechny tyto techniky se používají ke stanovení kvality (tj. druhu) mikroplastů. Dále je již poměrně zdárně rozvinutá optická obrazová analýza s využitím barviv, typu bengálská červeň (Bengal Rose) a fluorescenčního Nile Red, za účelem stanovení kvantity (tj. počtu) mikroplastů [8].

Při zpracování studií výskytu mikroplastů ve sladkovodních systémech jsou opět transponovány poznatky získané z mořských studií, včetně stejných analytických nástrojů mikro-FTIR, FTIR-ATR, Raman (stanovení kvality) a optická analýza s barvivy (stanovení kvantity) [9].

Významným faktorem, a to jak v mořském, tak sladkovodním prostředí, je vazba výběru analytické metody na velikost analyzovaných mikroplastů **(obr. 1)**. Zatímco technika mikro-FTIR je vhodná ke stanovení mikroplastových částic od 10 μm do 400 μm, technika FTIR-ATR je doporučována pro větší částice nad 400 μm. Naopak mikroplasty pod 10 μm je možné analyzovat pomocí Ramanu a pyrolýzní plynové chromatografie [10].

Pozornost je také nutné věnovat návaznosti prací, kdy v případě využití fluorescenčních barviv typu Nile Red není možné kombinovat optickou analýzu s těmito barvivy s měřením na Ramanu.

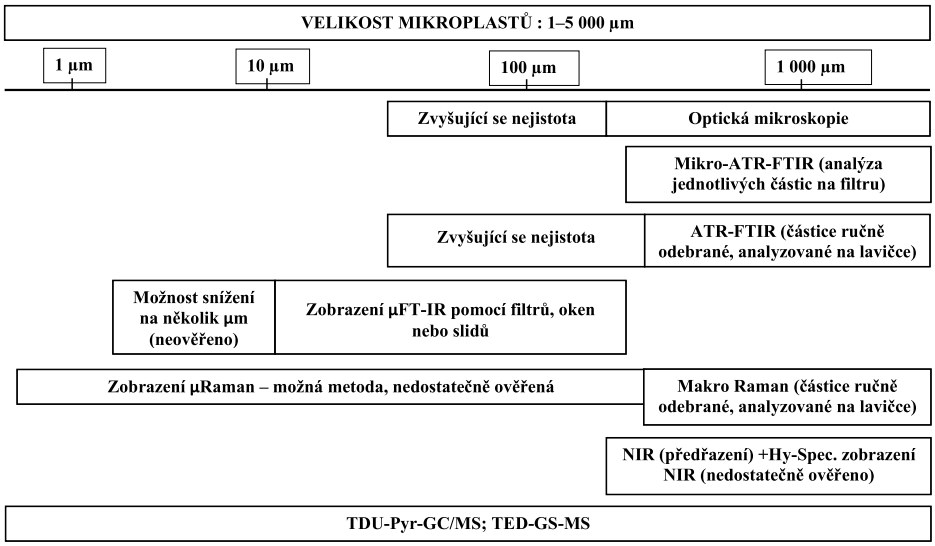
Další samostatnou kapitolou je odběr vzorků, manipulace s ním a jeho předúprava v laboratoři. To jsou procesní kroky, které přináší největší riziko druhotné kontaminace vzorků, a proto je doporučováno v rámci odběru odebírat slepý vzorek (zpravidla se jedná o ultračistou vodu, se kterou se manipuluje na lokalitě stejně jako s ostatními vzorky) a nepřímý slepý vzorek (kdy se do zpracovávaného vzorku přidává definovaný hmotností podíl mikroplastového standardu a sleduje se jeho úbytek v rámci operačního postupu) [9].

Z pohledu velikosti, tvaru a typu mikroplastových částic je v převážné míře studován rozměr mezi 10 až 350 μm, což souvisí s detekčním limitem nejčastěji používaného analytického vybavení, tj. mikro-FTIR a FTIR-ATR. V modelových studiích jsou často sledovány sférické částice mikroplastů. V poslední době se ale již také objevují studie přípravy částic mikroplastů oděrem a studována jsou také vlákna, šupinky a fragmenty mikroplastů, které se nejčastěji vyskytují v životním prostředí. Studovanými plasty jsou pak materiály typu PE (polyethylen), PS (polystyren), PP (polypropylen), PVC (polyvinylchlorid) a PET (polyethylentereftalát).

4. Reálná přítomnost mikroplastů ve sladkovodních biotopech

Přítomnost mikroplastů v povrchových a pitných vodách je již dnes možné považovat za potvrzenou realitu. Koncentrace se zde pohybují od 10^{-2} do 10^{8} částic/m³, přičemž nejčastěji detekovanými mikroplasty jsou PE ≈ PP > PS > PVC > PET. Tvarově se jedná především o vlákna, fragmenty a fólie [9].

V České republice byly doposud publikovány dvě větší odborné studie zkoumající výskyt mikroplastů v reálných vzorcích vod. První studie [7] sledovala obsah mikroplastů přímo v povrchových vodách zdrojích na vybraných místech řeky Vltavy a Labe. Vzorky byly odebírány na různých místech v Praze, Ústí nad Labem a Hřensku. V rámci analýzy byla prokázána přítomnost mikroplastových částic v řádově



Obr. 1. Závislost velikosti mikročástic a použité analytické metody (upraveno dle [10])

nižší míře než v druhé studii. Průměr počtu částic činil 3,7 částic/l a detekováno bylo celkem 12 typů materiálu, přičemž z plastových materiálů se jednalo např. o polyakrylát, ethylenvinylacetát (EVA), polyvinylacetát (PVA), polyestery, PE, polyethyltetrafluorethylen (PTFE,) PP a nylon. Pozitivním aspektem této studie je fakt, že autoři sledovali rovněž modifikaci těchto materiálů a při odběru použili procesní slepé vzorky.

Druhá studie [11] sledovala obsah mikroplastů ve vodách přitékajících na a vytékajících ze třech čistíren odpadních vod (ČOV). Mikročástice plastů byly detekovány ve všech vzorcích vod, přičemž ve vyšší míře se vyskytovaly ve vodách přitékajících na ČOV. Jejich obsah se pohyboval na vstupu ve výši 1 473 až 3 605 částic/l a na výstupu z ČOV 338 až 628 částic/l. Nejvíce byly zastoupeny částice pod 10 μm, a to ve výši 95 %. Z pohledu tvaru a typu částic byly nejvíce zastoupeny vlákna a fragmenty PET, PP a PE. Tato studie je však částečně kritizována studií Koelmans a kol. [9], protože pro předúpravu vzorků byla zde použita teplota vyšší než 75 °C a nebyly odebírány slepé vzorky. I přesto tato studie potvrdila skutečnost výskytu částic mikroplastů v reálných odpadních vodách a také fakt, že na běžných mechanicko-biologických ČOV dochází k jejich odstranění ve vysoké míře (mezi 90–99,9 %) [12]. Zachycené mikroplasty tak ve většině případů nemizí z životního prostředí, ale naopak jsou přenášeny při následné aplikaci kalů do zemědělské půdy.

5. Toxický účinek mikroplastů ve vodním prostředí

Tak jako v případě mikroplastů je problematika výskytu možných mikropolutantů na těchto částicích studována poměrně krátkou dobu. I přesto lze již dnes v obecné rovině konstatovat, že přítomnost znečišťujících látek na povrchu mikroplastů ovlivňuje toxicitu, resp. ekotoxicitu těchto částic, a dále je možné předpokládat, že míra adsorpce polutantů souvisí s povrchovou aktivitou mikroplastových částic, která se mění v závislosti na jejich stáří a vlastnostech okolního prostředí.

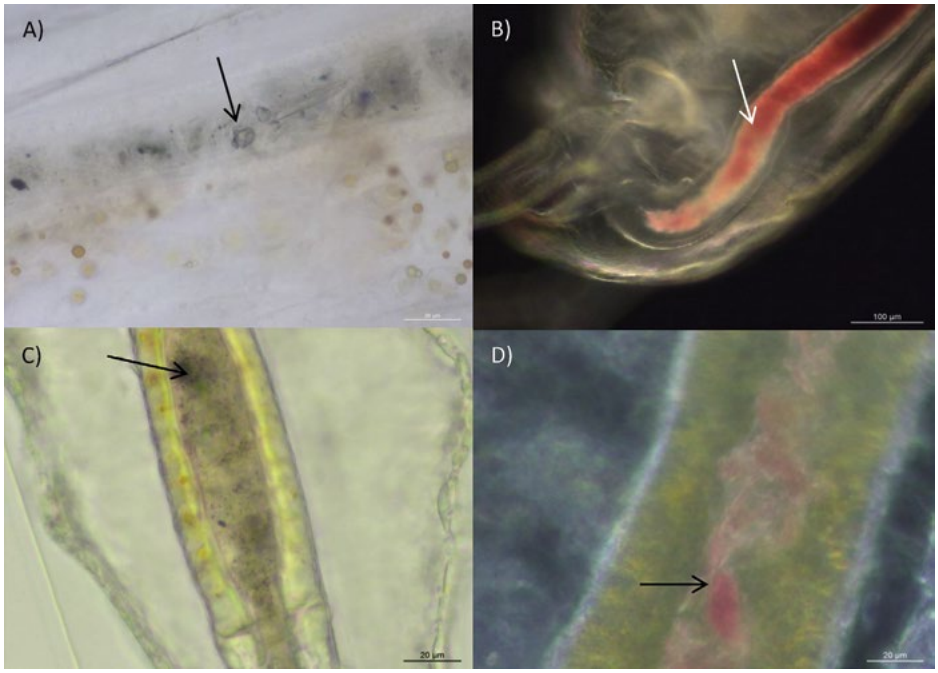
Větší počet publikací a studií je opět k dispozici k problematice výskytů mikropolutantů na povrchu mikročástic v mořském prostředí. Například byl studován efekt benzo[a] fluoranthenu, který prokázal silnou afinitu vůči PE a jehož malé frakce se prokázaly jako biodostupné. Jako velmi zajímavé se jeví také další získané poznatky. Konkrétně například skutečnost, že příjem mikroplastů s nasorbovanými mikropolutany je silně závislý na lipofilitě těchto látek, a dále, že mikropolutanty, které jsou silně akumulovány na mikroplastech, se velmi pravděpodobně v biologických systémech neuvolňují. Některé experimenty však současně poukázaly na skutečnost, že mikroplasty mohou detoxikovat organismy tím, že soutěží o znečišťující látky vyskytující se v prostředí, což lze naopak považovat za velmi překvapivé zjištění [2].

V případě nižších organismů, používaných pro standardizované testy ekotoxicity, byly například studovány účinky mikroplastů jak na sladkovodní perloočku (*Daphnia magna*) a na mořskou žábronožku (*Artemia franciscana*), kdy byl zkoumán vliv reálně se vyskytujících mikroplastů, které byly získány ze dvou čistících prostředků na obličej, plastového sáčku a PE fleecové tkaniny. Průměrná velikost studovaných částic se pohybovala mezi 20 až 250 μm. Plastové mikročástice byly nalezeny uvnitř *D. magna* a *A. franciscana* při všech expozicích (**obr. 2**), avšak pouze u dafnií byla zjištěna jasná exponenciální korelace mezi absorpcí mikročástic a jejich velikostí. Dafnie preferovaly mikročástice menší než 100 μm. V rámci studie nebyly zjištěny žádné akutní toxické účinky na oba organismy, nicméně v případě *A. franciscana* byl částečně ovlivněn růst [13].

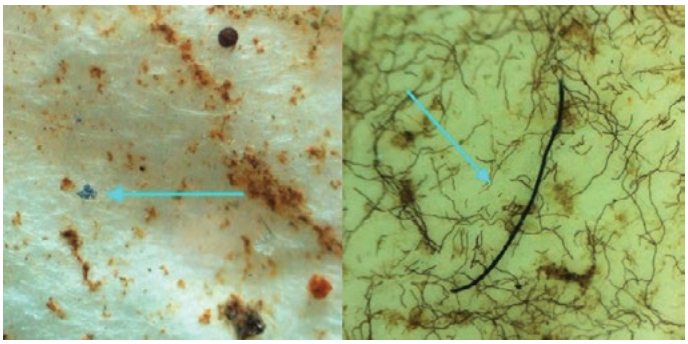
6. Vlastní testování – ověření optické analýzy a screening toxicity

Odběr vzorků

Odběr vzorků pitné a odpadní vody pro účely analýz proběhl v listopadu 2019 na vybraných místech města Chebu. Odběr na konci roku byl volen z důvodu předpokladu nižší přítomnosti rostlinné hmoty v povrchových tocích. Město Cheb bylo k odběru vybráno na základě požadavku studentky zpracovávající na téma mikroplastů bakalářskou práci [14]. Z každého odběrového místa byl uskutečněn odběr 1 500 až 1 700 ml vody do skleněné vzorkovnice se zábrusem. Odběr byl realizován nerezovým vědrem o objemu 15 litrů. Celkem bylo odebráno 5 vzorků vod (1× pitná voda, 2× odpadní voda a 2× povrchová voda). Kromě výše uvedených vzorků byl také odebrán slepý vzorek, pro kontrolu případné vzdušné kontaminace při odběru, do 120 ml skleněné vzorkovnice. Jednalo se o ultračistou vodu vyrobenou v zařízení PURELAB flex 1 (ELGA LabWater, Velká Británie) přepravovanou v kovovém barelu, se kterou bylo po celou dobu odběrů manipulováno a která sloužila k oplachu odběrového náčiní.



Obr. 2. Mikroplastové částice obsažené v trávicím traktu *D. magna* (A, B) a *A. franciscana* (C, D) [13]

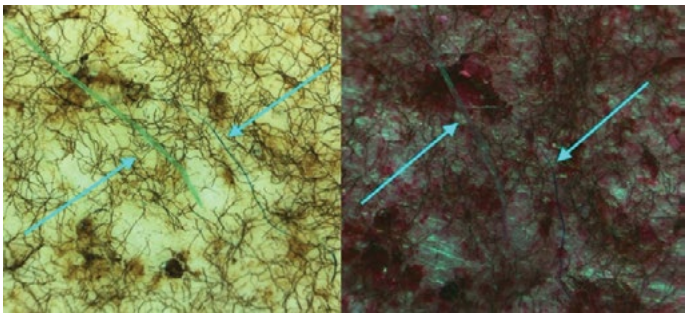


Obr. 3. Ukázka mikroplastového fragmentu a mikroplastového vlákna, nebarveno, rozlišení 40×10 (oba vzorek odpadní vody – výstup ČOV)

Obr. 4. Nalezená mikroplastová vlákna, nebarveno, rozlišení 40×10 (vlevo slepý vzorek, vpravo povrchová voda centrum města)

Předúprava vzorků

Každý z odebraných vzorků byl samostatně pomocí membránové vývěvy Laboport N 86 KT.18 (KNF Neuberger SAS, Francie) 3x přefiltrován přes celoskleněné filtrační zařízení Sartorius (Sartorius AG, Německo) se skleněným filtrem Whatman GF/B 47 mm (Whatman™, Velká Británie). Filtrace probíhala v digestoři Q-Cell 2 s nuceným odsáváním přes HEPA filtry (MERCI, Česká republika). Skleněné filtry byly po třetí filtraci umístěny do Petriho misek o průměru 60 mm a při 45 °C sušeny 24 hodin v laboratorní sušárně ED 115 (Binder, Německo). Vzorky nebyly před filtrací upravovány, kromě odpadní vody, která musela být před samotnou filtrací zoxidována pomocí 20 ml 30% peroxidu vodíku (CAS 7722-84-1, 30 hm. % roztok p.a., Sigma-Aldrich Chemie, Německo) z důvodu přítomného vyššího podílu organického znečištění.



Obr. 5. Ukázka čitelnosti filtru bez obarvení (vpravo) a po obarvené bengálskou červení (vlevo) u vzorků s vyšším podílem organické hmoty, rozlišení 40x10 (oba vzorek povrchová voda centrum města)

Analýza vzorků

Po úplném vysušení, po prvotním nafocení pod optickým mikroskopem MBL 2000-T Trinokular (A.Krüss Optronic, Německo) při zvětšení 40×10, byly filtry následně obarveny 1,5 ml roztoku bengálské červeně (CAS 632-69-9, 0,1 M roztok, Sigma-Aldrich, USA). Po obarvení byly filtry opět vysušeny při 45 °C v Petriho miskách v laboratorní sušárně ED 115 (Binder, Německo) a následně nafoceny při stejném rozlišení. K focení byl použit video okulár VOPC93 USB 2.0. s rozlišením 3 megapixly (A.Krüss Optronic, Německo). Pro zpracování dat byl použit Tablet PC Acer Iconia Tab W700 (Acer, USA) se software Vimicro USB 2.0 UVC PC Camera (Microsoft, USA). Hodnocen byl počet a tvar plastových mikročástic.

Testování toxicity

Při testování ekotoxicity bylo postupováno dle ČSN EN ISO 6341 s odchylkami uvedenými níže. Doba expozice byla oproti normě prodloužena na 7 dnů s cílem zachytit chronické působení mikroplastových částic. Pro zkoušku toxicity nebyla použita perloočka druhu *Daphnia magna* Straus, ale *Daphnia pulex*, která se běžně vyskytuje v přírodních vodách (Petra Aqua, Česká republika). Vodní korýši byli vystaveni expozici mikroplastových částic PE o velikosti 10 až 300 μm (sférické mikroplastové standardy Cospheric, USA) v Petriho miskách o průměru 55 mm naplněných 10 ml komplexního roztoku živin (Microbiotest, Belgie) s pěti dospělými jedinci *Daphnia pulex*. Petriho misky byly inkubovány při teplotě 20±2 °C s fotoperiodou 16/8 hodin (světlo/tma), zajištěnou luminiscenční destičkou LightPad 930 LX light box (Microbiotest, Belgie). Dafnie byly sledovány vizuálně každých 24 hodin. V intervalu 1–2 dny pak byly vybrané kusy pozorovány pod optickým mikroskopem při zvětšení 40×10. K optické analýze, focení a zpracování dat bylo použito stejné vybavení jako v případě analýzy mikroplastů.

7. Výsledky

Počet mikroplastů a jejich tvar

V rámci studie byla potvrzena přítomnost mikroplastů ve všech odebraných vzorcích vody, a to včetně vzorku slepého. V případě vzorků reálných vod měl na počet jednoznačně vliv jejich zdroj. Ve vzorku pitné vody byl nález mikroplastů nejnižší; nejvíce mikroplastů bylo nalezeno ve vzorku přitékajícím na ČOV. Obsah mikroplastů ve slepém vzorku byl na úrovni obou vzorků povrchových vod. Ve všech odebraných vzorcích převládala mikroplastová vlákna nad jejich fragmenty. Ukázka tvaru fragmentu a vlákna je k dispozici na **obr. 3**. Jejich počet v jednotlivých vzorcích je uveden v **tab. 1**.

Na základě naměřených výsledků bylo možné sestavit následující řadu obsahu mikroplastů (od nejvyššího po nejnižší): **odpadní voda (vstup na ČOV) > odpadní voda (výstup z ČOV) > povrchová voda (hranice města) ≈ povrchová voda (centrum města) ≈ slepý vzorek > pitná voda**. Z řady je zřejmé, že obsah mikroplastových částic ve slepém vzorku prakticky odpovídá úrovni kontaminace povrchové vody mikroplasty. Výskyt mikroplastů ve slepém vzorku byl jednoznačně způsoben kontaminací vzorků při manipulaci na lokalitě a při zpracování v laboratoři, kdy kontaminace velmi pravděpodobně pocházela především ze vzduchu a oblečení pracovníků s ohledem na délku mikroplastových vláken, která byla shodná se vzorky povrchové vody (**obr. 4**). Proto je odběr slepého vzorku na lokalitě a jeho zpracování současně s hodnocenými vzorky při analýze mikroplastů považován za významně důležitý.

Rovněž tak bylo potvrzeno, že většina mikroplastů zůstává na ČOV. V našem případě bylo odstraněno 163 mikroplastů z celkového počtu 197 (tj. 82,74 %). Vyšší podíl odstranění byl pak zaznamenán u mikroplastových vláken než u fragmentů (86,09 % vs. 71,74 %). Lze předpokládat, že většina ze zadrženého množství mikroplastů končí v čistírenských kalech, které jsou následně vyváženy na zemědělskou půdu a dostávají se tak zpět do životního prostředí.

V případě využití barvení bengálskou červení se ukázalo, že tento typ barviva je pro optickou analýzu nevhodný, pokud se ve vzorku nachází větší množství organické hmoty, která nebyla zoxidována nebo nebyla zoxidována zcela při předúpravě vzorku. Toto se projevilo

Tab. 1. Počet mikroplastů a jejich tvar nalezený ve vzorcích

Zdroj vody	Počet vláken	Počet fragmentů	Celkový počet
Pitná voda	12	5	17
Odpadní voda (vstup do ČOV)	151	46	197
Odpadní voda (výstup z ČOV)	21	13	34
Povrchová voda (centrum města)	16	8	24
Povrchová voda (hranice města)	13	13	26
Slepý vzorek (ultračistá voda, průměr)	21	1	22

zejména u zpracování povrchových vzorků vod, kdy množství rostlinné hmoty bylo i přes vzorkování v podzimním období vysoké a po obarvení byly filtry prakticky nečitelné (**obr. 5**). Naopak u vzorků odpadních vod, kde oxidace proběhla, tento problém zaznamenán nebyl.

Ekotoxicita mikroplastů

Výsledky jednoduchého screeningového testu ekotoxicity standardizovaných mikroplastových kuliček (tj. bez přítomnosti mikropolutantů na povrchu) ukázaly, že přítomnost mikroplastů ve vodném prostředí, ani jejich samotné požití nemají vliv na mortalitu ani chování perloočky druhu *Daphnia pulex*. Naopak jedinci s prokazatelně přítomnými mikroplasty ve střevech přežily po celou dobu kultivace, tj. 7 dnů. Jako zajímavá se jeví skutečnost, že v žádné z dafnií nebyla nalezena více než jedna požitá částice mikroplastu a že příjem mikroplastů byl zaznamenán pouze u třetiny jedinců. Preference ve velikosti částic nelze z experimentu jednoznačně hodnotit, nicméně žádná z pohlcených částic neměla rozměr pod 100 μm.

8. Závěr

Článek shrnuje základní poznatky o analytickém hodnocení obsahu a kvality mikroplastů ve vodách a dále o možných toxických vlivech mikroplastů, ať již čistých či s naadsorbovanými mikropolutanty, na vodní živočichy, zejména drobné vodní korýše. Zde je třeba uvést, že se s ohledem na obsáhlost problematiky rozhodně nejedná o kompletní výčet dostupných publikací z této oblasti. Výsledky vlastního ověření provedeného na reálných vzorcích pitných, povrchových a odpadních vod prokázaly jednoznačně výskyt mikroplastů v těchto vodách. Pro kvantitativní analýzu obsahu mikroplastů byla použita optická mikroskopie bez obarvení a s obarvením roztokem bengálské červeně, která se ukázala jako vhodná pro tyto účely. Nicméně jedná se o metodu procesně velmi náročnou z důvodu nutnosti kvalitní předúpravy vzorku a z pohledu velkého počtu zpracovávaných snímků. Nezbytností je rovněž odběr slepého vzorku na lokalitě a jeho zpracování stejným postupem jako analyzované vzorky pro zohlednění druhotné kontaminace vzorků vod, které při odběru v terénu nelze zabránit. Závěr vedoucí k potvrzení přechodu mikroplastů z odpadních vod do čistírenských kalů pak vede k otázce možné rizikovosti aplikace těchto částic na zemědělskou půdu. Také možný toxický vliv mikroplastů s naadsorbovanými polutanty pro vodní organismy je otázkou, které bude muset zodpovědět další výzkum v této oblasti.

Poděkování: Článek byl vytvořen v rámci řešení projektu č. FV40126 *„Pokročilé sorbenty pro separaci mikroplastů a mikropolutantů z vod“ realizovaného za finanční podpory z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím Ministerstva průmyslu a obchodu ČR v programu TRIO.*

Literatura/References

[1] Kožíšek. F.; Kazmarová, H.: Mikroplasty v životním prostředí a zdraví. *Vodní hospodářství* 2019, 9: 1–3.

[2] Heinrich, P.; Braunbeck, T.: Microplastic testing in vitro: Realistic loading of pollutants, surfactant-free solid surphase-dosing and bioanalytical detection using a sensitivity-optimised EROD assay. *Toxicol. in Vitro*, 2019, 54, 194–201.

[3] ECHA (EUROPEAN CHEMICALS AGENCY). News - Hot topics - Microplastics. ©2018–2020. Link: https://echa.europa.eu/hot-topics/microplastics.

[4] JPI OCEANS. Ecological aspects of microplastics. ©2016-2020. Link: https://www.jpi-oceans.eu/ecological-aspects-microplastics.

[5] Campo, P., Holmes, A., Coulon, F. A method for characterisation on microplastics in sludge. *MethodsX* 2019, 6, 2776–2781.

[6] UNIVERSITY OF BIRMINGHAM. 1000 Plastics Rivers – a global investigations. ©2020. Link: www.birmingham.ac.uk/research/water-sciences/projects/plastic--rivers.aspx.

[7] Greenpeace Research Laboratories. A 'snapshot' survey of microplastics in surface waters of the Vltava and Labe (Elbe) Rivers in the Czech Republic. Analytical Results 2019-01. Link: www.greenpeace.to/greenpeace/wp-content/uploads/2019/03/Czechia-river-microplastics-Analytical-Results-report-March-2019.pdf.

[8] Silva, A. B.; Bastos, A. S.; Justino, C. I. L.; da Costa, J. P.; Duarte, A. C.; Richa-Santos, T. A. P. Microplastics in the environment: Challenges in analytical chemistry - a review. *Anal. Chim. Acta* 2018, 1017, 1–19.

[9] Koelmans, A. A.; Nor, N. H. M.; Hermsen, E.; Kooi, M.; Mintenig, A. M.; De France, J. Microplastics in freshwaters and drinking water: critical review and assessment of data quality. *Water Res.* 2019, 155, 410–422.

[10] Vollertsen, J. Overview of methods and challenges for microplastic analysis. Prezentace projektu BASEMAN, Aalborg University. ©2016–2020.

[11] Pivokonsky, M.; Cermakova, L.; Novotna, K.; Peer, P.; Cajthaml, T.; Janda, V. Occurrence of microplastics in raw and treated drinking water. *Sci Total Environ.* 2018, 643, 1644–1651.

[12] Kabelková, I.; Růžičková, I.; Benáková, A.; Bareš, V. (Eds.): 13. Bienální conference VODA – elektronický sborník přednášek a posterových prezentací, Poděbrady 18.–20. 9. 2019. CzWA service, Brno 2019, 575 s. ISSN 2694-7013.

[13] Kokalj, A. J.; Kunej, U.; Skalar, T. Screening study of four environmentally relevant microplastic pollutants: uptake and effects on *Daphnia magna* and *Artemia frasciscana*. *Chemosphere* 2018, 208, 522–529.

[14] Henzlová, L. Mikroplasty v pitných a odpadních vodách. Bakalářská práce. ČZU v Praze, Fakulta životního prostředí, Praha 2020, 67 s.

Ing. Lenka Wimmerová, MSc., PhD.[1)]
(autor pro korespondenci)
Bc. Linda Henzlová[1)]
Mgr. Martin Lexa[2)]

[1)] Katedra aplikované ekologie
Fakulta životního prostředí
Česká zemědělská univerzita v Praze
Kamýcká 129
165 21 Praha 6 – Suchdol

[2)] Katedra zpracování dřeva a biomateriálů
Fakulta lesnická a dřevařská
Česká zemědělská univerzita v Praze
Kamýcká 129
165 21 Praha 6 – Suchdol

Microplastics in water – their analysis and toxicity to aquatic organisms (Wimmerova, L.; Henzlova, L.; Lexa, M.)

Abstract

The occurrence of microplastics in the aquatic environment is a confirmed reality in both sea and fresh waters. What can also be considered as confirmed is the transfer of microplastic particles into aquatic organisms, whether into small crustaceans or larger fish. An open question remains the validity of the stated numbers of microplastics, either in m^3 or liters, when various analytical methods are used in the analysis of microplastic particles and there is no standard operating procedure for their determination. There is also a lack of a standard sampling procedure. Many authors do not deal with blank sampling and use inappropriate procedures during samples' pre-treatment, which leads to the degradation of small microparticles. The performed self-verification of the usability of optical analysis without and with staining by a solution of Bengal rose confirmed the validity of this method for microplastics analysis. However, it is necessary to pay sufficient attention to pre--treatment of samples (especially oxidation in the case of higher content of organic matter) and also to take blank samples, because the transfer of contamination from air and clothing or used sampling tools significantly affects the microplastics numbers. Based on the obtained results, a descending series of microplastic contents in the analyzed waters was compiled: wastewater (entrance to the wastewater treatment plant, hereinafter WWTP) > wastewater (exit from the WWTP) > surface water (city limits) ≈ surface water (city center) ≈ blank sample > drinking water. In the case of microplastic shape evaluation, microplastic fibers prevailed over fragments in all water samples. The analysis also confirmed that most of the microplastics remain at the WWTP and are likely to pass into sewage sludge. Ecotoxicity screening showed no effect on mortality and behavior of *Daphnia pulex*.

Key words
microplastics – water – analysis – Bengal rose – ecotoxicity – aquatic organisms

Tento článek byl recenzován a je otevřen k diskusi do 30. listopadu 2020. Rozsah diskusního příspěvku je omezen na 2 normostrany A4, a to včetně tabulek a obrázků.
Příspěvky posílejte na e-mail stransky@vodnihospodarstvi.cz.

Testování účinnosti eliminace léčiv z odpadní vody pomocí biologického nosiče Levapor

Adéla Žižlavská, Tomáš Macsek, Petr Hlavínek, Petra Suková, Pavlína Landová, Veronika Hanušová, Barbora Nýčová

Abstrakt

Článek vznikl z výsledků projektu inovačního voucheru s názvem „Testování bionosičů Levapor z hlediska účinnosti odbourávání vybraných druhů léčiv z odpadní vody“, a jak vyplývá z názvu, zabývá se testování bionosičů Levapor za účelem dosažení poklesu vstupních koncentrací vybraných druhů léčiv. Bionosiče Levapor jsou plovoucím druhem bionosičů požívaných v systémech IFAS či MBBR vyrobené z lehké PU pěny a impregnované aktivním práškovým uhlím. Při testování v poloprovozních podmínkách se prokázal jejich vliv na snižování koncentrací léčiv v odpadní vodě. Cílem testování bylo tuto možnost ověřit i laboratorně v rámci uzavřeného cyklu, kde by byly minimalizovány okolní vlivy. V rámci testování bylo vybráno šest zástupců léčiv izolovaných z vodní matrice extrakcí na pevné fázi. Finální metodou identifikace a kvantifikace byla vysoce účinná kapalinová chromatografie s detekcí hmotnostní spektrometrie.

Klíčová slova

bionosiče Levapor – čištění odpadní vody – léčiva – přisedlá biomasa – biodegradace – IFAS

1. Úvod

Dosavadní hledání řešení, které by snížilo vstup léčiv do životního prostředí skrze čištěné odpadní vody, zahrnovalo převážně fyzikálně-chemické metody jako filtraci, AOP technologie, membránové procesy apod., jež jsou v současné době typickým procesem odstraňování organických mikropolutantů z odpadních vod v zahraničí. Nicméně všechny tyto další terciární stupně čištění zvyšují spotřebu energie a náklady na údržbu související s úpravou odpadních vod, a proto byla během několika posledních let zahájena šetření týkající se účinného odbourávání organických mikropolutantů během biologického stupně čištění. Při porovnávání účinků systému s aktivovaným kalem a biofilmových reaktorů (technologii MBBR – Moving Bed Biofilm Reactor a IFAS – Integrated Fixed Film Activated Sludge) k odstranění mikro-znečišťujících látek Falås et al. [1] zjistili, že došlo k výrazným rozdílům v účinnosti odstraňování léčiv, kde prokazatelně docházelo k vyšší rychlosti degradace na jednotku biomasy v biofilmovém reaktoru. Technologie biofilmových reaktorů s pohyblivým ložem (MBBR a IFAS) byly vyvinuty začátkem 90. let v Norsku a Švédsku pro lepší řízení BSK a procesu nitrifikace a denitrifikace. Pro tyto technologie jsou široce využívány různé typy bionosičů vyrobené z materiálu s vysokou hustotou blízkou hustotě vody (1 g.cm^{-3}), například HDPE, které má hustotu až 0,95 g.cm^{-3}, či PU pěna. Bionosiče Levapor jsou lehké plovoucí nízkohustotní (o něco méně než 1,0 g.cm^{-3}) pěnové bionosiče užívané především v systémech IFAS za účelem biologického čištění odpadních vod. Levapor v mnoha vlastnostech vyniká nad ostatními bionosiči, například HDPE, hned v několika ohledech, jako jsou dosažení rychlejší kolonizace, ochrany biomasy, vyššího přenosu hmoty, lepšího míchání a homogenizační kapacity a snížení spotřeby energie, vyšší vnitřní poréznosti, vyšší smáčivosti a fluidizace. Bionosiče Levapor jsou vyráběny ve tvaru kvádrů o rozměrech 20 x 7 x 7 mm a jejich velkou výhodou ve srovnání s plastovými médii je nízká hmotnost kolonizovaných nosičů (65–80 kg.m^{-3}), která výrazně snižuje spotřebu energie při míchání. Bylo také dosaženo lepší hospodárnosti procesu, neboť optimálního výkonu dosáhly bioreaktory naplněné pouze 12 až 15 % objemu Levaporem, zatímco HDPE nosiče musely vyplnit 40 až 60 % objemu bioreaktoru, aby dosáhly stejných výsledků. Tvar, hustota a rozměry bionosiče Levapor byly přizpůsobeny požadavkům optimálního použití, což umožňuje snadnou a energeticky úspornou fluidizaci pomocí hustoty aerace v rozmezí 5 až 6 m^3.m^{-2}.h^{-1}, ve srovnání s 10 až 11 m^3.m^{-2}.h^{-1} pro plastové nosiče. Impregnace aktivního uhlí zvyšuje adsorpci toxických a inhibičních látek, což zajišťuje stabilitu procesu proti zatížení toxickým šokem a je prokázáno, že minimalizuje problémy se zápachem a znečištěním. Aktivní uhlí také umožňuje mikroorganismům rychlejší kolonizaci nosného materiálu, což zkracuje časy spuštění procesů na biologickém stupni (**tabulka 1**).

2. Testování bionosičů Levapor

2.1 Testovaná léčiva

Pro testování byl použit směsný zásobní roztok sledovaných léčiv obsahující sulfamethoxazol, fluoxetin, diklofenak, klaritromycin, propranolol a karbamazepin. Vzorek byl připraven v laboratořích Ústavu životního prostředí na Fakultě chemické VUT Brno Petrou Sukovou a Pavlínou Landovou.

Použité standardy: Sulfamethoxazol (Sigma Aldrich, čistota ≥ 99 %), Fluoxetine (Sigma Aldrich, čistota ≥ 99 %), Diclofenac (Sigma Aldrich, čistota ≥ 99 %), Clarithromycin (Dr. Ehrenstorfer GmbH, čistota ≥ 99 %), Propranolol(Sigma Aldrich, čistota ≥ 99 %), Carbamazepim (Sigma Aldrich, čistota ≥ 99 %).

Sulfamethoxazol (zkratka „SMX“) je antibiotikum ze skupiny sulfonamidů a patří mezi širokospektrální bakteriostatická antibiotika, která nalezla široké uplatnění jak v humánní, tak veterinární medicíně [3, 4]. V minulosti byl velmi široce aplikován jako antibiotikum pro humánní léčbu. V dnešní době však je jeho použití omezováno kvůli rostoucí bakteriální rezistenci, potenciálu nežádoucích účinků a dostupnosti aktivnějších antibiotik. Nicméně jeho využití v rámci veterinární medicíny přetrvává a velmi často se používá u prasat a skotu k léčbě bakteriálních onemocnění [5]. Jeho kompetitivní působení je založeno na inhibici kyseliny listové, která je růstovým faktorem bakterií. Během procesu čištění na ČOV často dochází ke vzniku metabolitu N 4-acetylsulfonamidu [6, 7]. Sulfamethoxazol a jeho acetylovaný metabolit N 4-acetylsulfamethoxazol [8] jsou v odpadních vodách nejčastěji detekovaným sulfonamidovým antibiotikem.

Diklofenak je nesteroidní protizánětlivé léčivo používané ve veterinární a humánní medicíně od 70. let 20. století. Diklofenak často

Tab. 1. Porovnání parametrických vlastností bionosičů používaných v technologiích IFAS a MMBR [2]

Vlastnosti	Levapor	PU – pěnové bionosiče	Plastické nosiče
Celkový povrch (m²/m³)	do 20 000	do 2500	300 až 1200
Adsorpční kapacita	Velmi vysoká	Střední	Nízká
Požadovaný stupeň plnění obejmu reaktoru nosiči	12–15 %	20–40%	30–70%
Pórovitost	75–90%	75–90%	50–75%
Smáčivost	1–3 dny	Do 3 měsící	Až v řádech měsíců
Absorpce vody	Do 250 %	Nízká	Zanedbatelné
Doba kolonizace nosiče	60–90 minut	Několik týdnů	Několik týdnů až měsíců
Plná fluidizace pomocí provzdušňování	4–7 (m³/m².h)	-	Hrubobubliná aerace
Retence nosiče	8–10 mm	8–10 mm	
Typ aerace	Jemnobublinná aerace	Jemnobubliná aerace	Hrubobublinná aerace
Energie k dodatečné fluidizaci	Není vyžadována	Požadováno 20–25 %	Vyšší spotřeba z důvodů užití hrubobublinné areace
Odstraňování nadbytečného kalu	Pomocí fluidizace	-	Fluidizací

vzbuzuje obavy s ohledem na jeho vliv na životní prostředí; proto byl zařazen do seznamu sledovaných látek Rámcové směrnici EU o vodě. Je prokázáno, že zvýšená expozice diklofenaku vyvolává zdravotní komplikace u dravých ptáků, vodních organismů a vyšších rostlin, ale také vlivem biomagnifikace způsobuje vážné ohrožení savců. Téměř 75 % použitého diklofenaku vstupuje do vodního a půdního prostředí [9]. Velký problém také představuje vysoká konjugatibilnost diklofenaku, která umožňuje vznik obrovského množství různých typů jeho hydroxylových, methoxylových a acylglukuronidových konjugátů. Diklofenak se vyskytuje v relativně velkých koncentracích i v povrchových vodách, například v ČR v Živném potoku (přítok řeky Blanice) se nachází koncentrace až 94 $ng.l^{-1}$. Z evropských států je možné zmínit Německo, kde v řece Labi byla detekována koncentrace 370 $ng.l^{-1}$. Nejvyšší koncentrace diklofenaku v povrchových vodách pak byly zjištěny v Číně v hladině 717 $ng.l^{-1}$. Diklofenak byl dokonce detekován v upravené pitné vodě v zemích, jako je Francie [10], Japonsko [11], Švédsko a Španělsko [12] na úrovni $ng.l^{-1}$.

Fluoxetin (zkratka „FXT“) je po celém světě znám pod obchodní značkou Prozac a je určen k léčbě deprese u dětí a adolescentů, na trhu v České republice je dostupný od června 2007. Stejně jako u mnoha jiných léků není účinná látka Prozacu – fluoxetin – úplně absorbována lidským tělem a přechází do odpadní vody. Vzhledem ke konzervativní povaze fyziologie obratlovců je pravděpodobné, že mnoho léčiv určených pro člověka bude mít podobné účinky na vodní obratlovce a bezobratlé. Fluoxetin má schopnost bioakumulace a je prokázán jeho významný vliv na snížení agresivity (tzv. lateralita) u bojových ryb druhu *Betta splendins*, kdy už při dávce koncentrace jen 0,54 $\mu g.l^{-1}.d^{-1}$ dochází k významnému snížení agrese [13]. Koncentrace FXT v odpadních vodách z odtoku ČOV leží v rozmezí 30–82 $ng.l^{-1}$ [14], a v povrchových vodách až 12 $ng.\ l^{-1}$ v USA [15], a až 99 $ng.\ l^{-1}$ v Kanadě [16]. Fluoxetin je však možné rychle odstranit z povrchových vod adsorpcí do sedimentu, kde ale v nezměněné formě přetrvává relativně dlouho [17].

Klaritromycin (6–O–methylerytromycin) patří do skupiny makrolidových antibiotik a je to jeden z nejpředepisovanějších léků v humánní medicíně [18]. Karbamazepin a klaritromycin vždy vzbuzovaly velký zájem jako znečišťující látky kvůli jejich vysoké perzistenci v různých matricích životního prostředí [19] a jejich nízké nebo žádné degradaci během čištění odpadních vod [20]. Neúplné odstranění mechanickými a chemickými procesy [21, 22] vede k poměrně vysokým koncentracím těchto kontaminantů v povrchových nebo odpadních vodách a nalezeny byly i v pitné vodě [23]. Biologické testy prováděné na bakteriích, řasách a prvocích navíc prokázaly, že karbamazepin a klaritromycin patří mezi léčiva, která výrazně ohrožují tyto organismy [24].

Propranolol hydrochlorid je neselektivní látka blokující beta--adrenergní receptory, předepisovaná převážně pro léčbu vysokého krevního tlaku (hypertenze) a k léčbě pacientů po srdečních záchvatech, pro předcházení dalším recidivám, dále pro léčbu anginy pectoris, migrény a úzkosti. Přestože se propranolol považuje za snadno biologicky rozložitelný, jeho rostoucí spotřeba vede ke zvyšujícímu se výskytu v povrchových vodách a byl zjištěn ve vysokých koncentracích v povrchových vodách několika zemí EU, jako jsou Francie, Německo, Velká Británie a jižní Španělsko. Ačkoliv je určen pro lidské použití, jeho účinky mají stejný dopad i na ryby [25]. Při testování pstruha duhového bylo prokázáno, že při vystavování koncentracím v rozsahu 100 $ng.l^{-1}$–1 $\mu g.l^{-1}$ dochází ke zmenšení jater, další studie ukázala schopnost inhibice fotosyntézy zelené řasy (*Desmodesmus subspicatus*). Jiná studie také naznačila vliv propranololu na hladinu steroidů a reprodukci druhu ryby medaky japonské (*Oryzias latipes*) při expozicí propranololu 0,5 $\mu g.l^{-1}$ [26].

Karbamazepin (zkratka „CBZ“) je antikonvulzivní, antiepileptický prostředek a stabilizátor nálady, který se používá především k léčbě epilepsie a bipolární poruchy. Může být také podáván pacientům, kteří mají jiná onemocnění, včetně schizofrenie, neuromyotonie, poruchy pozornosti s hyperaktivitou (ADHD) a posttraumatické stresové poruchy. Podle monitorovací kampaně provedené ve Francii je nejčastěji se vyskytujícím lékem na duševní zdraví ve sladkých vodách právě karbamazepin a jeho hlavní metabolit Oxazepam (anxiolytikum). Okuda et al [27] odhalili, že při porovnání celkových koncentrací karbamazepinu na přítoku a v odtoku ČOV bylo během procesu čištění účinně odstraněno méně než 30 %. Například koncentrace Ibuprofenu, který je přítomen ve významných množstvích na přítoku odpadních vod do ČOV, je během procesu čištění snížena o 60 až 96 %, zatímco karbamazepin, kterého jsou vylučována v nezměněné podobě pouze 3 % z podané dávky, vykazuje míru biologické degradace na ČOV nižší než 10–30 % [20]. Vulliet et al. [28] analyzovali přítomnost léčivých přípravků včetně hormonů ve francouzských pitných vodách, karbamazepin byl přítomen ve více než 30 % vyhodnocených vzorků. V Německu byla koncentrace karbamazepinu v povrchových vodách naměřena dokonce v hodnotách 500–1500 $ng.l^{-1}$.

2.2 Konstrukce testovací jednotky

Pro potřeby testování byla ve venkovních prostorech výzkumného centra AdMaS – Fakulty stavební VUT v Brně sestavena testovací jednotka. Jednotka sestávala ze dvou nádrží – sběrné a aktivační (**obr. 1**).

Sběrná nádrž o objemu 1000 litrů (1200 x 1000 x 1160 mm) je umístěna na kovové paletě a opatřena vnější ochrannou kostrou z pozinkované oceli, materiál vnitřní nádoby je vyroben z HDPE. Sběrná nádrž byla ve spodní části opatřena odtokem s uzavíratelným kohoutem o průměru DN 32. Odtok z nádrže byl do aktivační nádrže díky dostatečnému spádu zajištěn gravitačně, přičemž na odtok byla napojena PP hadice o průměru DN 25 a délce 1,35 m. Přítok do aktivační nádrže kolísal v rozmezí 0,38–0,53 $l.s^{-1}$.

Aktivační nádrž je nádrž z PP o objemu 200 litrů s obdélníkovou základnou, která se pozvolna směrem k hornímu okraji kónicky rozšiřuje (průměrné parametry 800 x 600 x 800 mm). Uvnitř aktivační nádrže bylo osazeno čerpadlo PSP9-7,5/ 0,25 I od firmy Pumpa a.s. opatřené plovákovým spínačem. Čerpadlo, které odčerpávalo vodu zpět do sběrné nádrže, bylo zavěšeno na okraji sudu, přičemž nátok čerpadla byl umístěn 50 cm pod jeho okrajem. Spínací hladina plováku byla v úrovni 20 cm pod horním okrajem aktivační nádrže a vypínací hladina 40 cm pod okrajem aktivační nádrže. Nátok do nádrže byl pod úrovní vypínací hladiny, a to 45 cm pod okrajem nádrže, přičemž byl otočen čelně k hladině, aby byla zajištěna cirkulace vody. Do prostoru aktivační nádrže byly vsypány aktivované bionosiče Levapor o objemu 40 litrů. Čerpadlo bylo před nasátím bionosičů chráněno síťkou z perlinky.

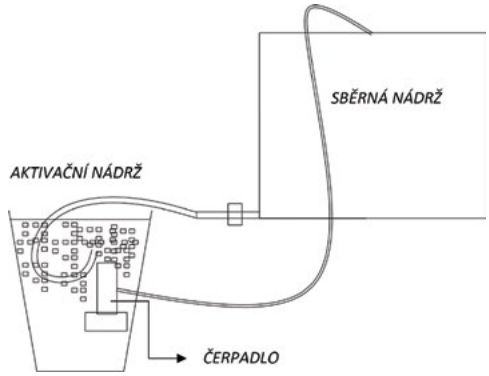
V rámci jednoho čerpacího cyklu bylo přečerpáno 80 litrů vody. Celkový objem vody byl přečerpán v rámci celé jednotky za 4 hodiny a 53 minut; během 24 h tak proběhlo téměř 5 přečerpávacích cyklů.

2.3 Proces aktivace bionosičů Levapor

Aktivace bionosičů Levapor byla provedena na ČOV v Modřicích, konkrétně v sekundární části neprovzdušňovaných nádrží aktivačního systému ČOV. Bionosiče Levapor o celkovém objemu 40 litrů byly umístěny do rašlového pytle spolu s dvěma dlažebními kostkami. Pytel byl následně umístěn do neprovzdušňované aktivační nádrže tak, aby pokud možno většina bionosičů byla pod hladinou vody. Pytel byl v aktivaci ponechán po dobu 9 dnů. Následně byl pytel převezen do testovací jednotky (**obr. 2**).

2.4 Průběh testování

Dne 23. 9. 2019 byl zahájen proces aktivace bionosičů Levapor na ČOV Modřice. Po 9 dnech byly bionosiče z ČOV Modřice převezeny do prostor výzkumného centra AdMaS a bylo zahájeno testování v jednotce. Pro potřeby testování byla sběrná nádrž naplněna 750 litry odpadní vody z odtoku ČOV Modřice (parametry odtoku ČOV Modřice viz **tab. 2, graf 1**). Před započetím testu byl nejprve odebrán 1 litr surové vody, poté byl do prostoru sběrné nádrže s odpadní vodou přidán roztok vybraných léčiv – propranololu, klaritromycinu, diklofenaku,



Obr. 1. Schéma zapojení jednotky

karbamazepinu, sulfamethoxazolu a fluoxetinu se vstupními koncentracemi dle **tab. 3**.

Následně byl roztok v nádrži důkladně rozmíchán a ponechán po dobu následujících 4 hodin zcela v klidu, aby bylo zajištěno rozptýlení roztoku rovnoměrně v celém prostoru nádrže. Po prvním napuštění aktivační nádrže byl opět odebrán vzorek a byl spuštěn kontinuální proces čerpání. Během testování byly z prostoru aktivační nádrže průběžně odebírány vzorky o objemu 1 litru, a to každý den po dobu 9 dnů. Vzorky byly ihned po odebrání zamraženy. Ke dni 11. 10. 2019 byl test ukončen.

Obr. 2. Aktivace bionosičů Levapor v sekundární části neprovzdušňované aktivační nádrže na ČOV v Modřicích

3. Vyhodnocení testování

Analýza vzorku byla provedena v laboratořích FCh Ústavu životního prostředí kolegyněmi Pavlínou Landovou a Petrou Sukovou, a to dne 22. 10. 2019, tj. 11 dní po ukočení testování. Po ukončení testování byly použité bionosiče LEVAPORU podrobeny vizuálnímu srovnání nárustu biomasy na povrchu s binosiči Levapor použitými v poloprovozním testováním na ČOV (**obr. 3** a **4**).

3.1 Materiál a přístroje použité při analýze vzorků

Použité přístroje: Analytické váhy HR-120-EC, A&D Instruments Ltd., Millipore QGARD, Academic*;* pH-metr InoLab WTW series, Nameko, ČR*;* ultrazvuková vodní lázeň Kraintek 5*;* přístroj pro sušení pod dusíkem Evaterm, LABICOM s. r. o.*;* kapalinový chromatograf Agilent 1100 Series*;* kolona Kinetex C18, délka 150 mm, vnitřní průměr 2,1 mm, velikost částic 2,6 μm*;* hmotnostní spektrometr Agilent Ion Trap 6320 LC/MS*;* generátor dusíku Peak Scientific*;* SPE extraktor SUPELCO a J. T. Baker*;* vakuová pumpa KNF LAB LABOPORT.

SPE kolonky: Supel Select HLB 200 mg, 6 ml.

3.2 Výsledky a diskuse

Účinnost aktivovaných bionosičů od firmy Levapor při odstraňování cílových léčiv při expozici po dobu 9 dnů je uvedena v **tab. 4** a **grafu 2**.

Celkové souhrnné koncentrace jednotlivých léčiv v jednotlivých dnech jsou uvedeny v **tab. 5**.

4. Závěr

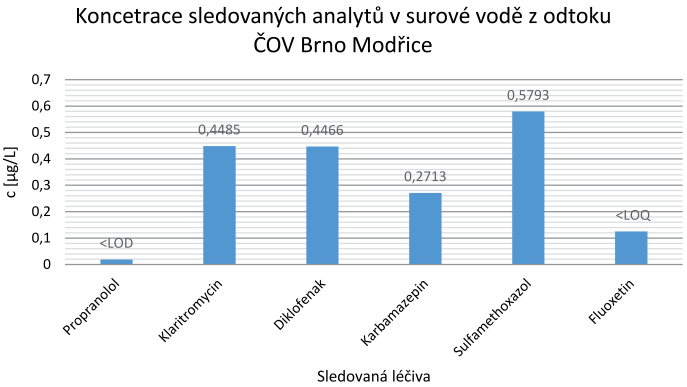
Dle naměřených údajů je možné zhodnotit, že aktivované bionosiče Levapor jsou schopné po době 9denního zdržení odstranit až 80,04 % celkové koncentrace všech analytů vybraných léčiv. Při porovnávání koncentrací ve vzorku surové vody s léčivy a ve vzorku po 24 hodinách došlo k navýšení koncentrací v případě klaritromycinu, diklofenaku, karbamazepinu a sulfamethoxazolu, to bylo pravděpodobně ovlivněno hydrodynamickými podmínkami v zařízení, kdy k rovnoměrné distribuci léčiv pravděpodobně došlo později než po 4 hodinách (**tab. 5**).

Jako nejproblematičtější se ukázal diklofenak, jehož koncentrace v průběhu testování velmi kolísaly. Diklofenak jako takový je schopen tvořit obrovské množství metabolitů. Do dnešního dne je známo až 28 konjugátů, jež je diklofenak schopen vytvořit. Při vyhodnocování vzorků mohlo toto způsobit velkou rozkolísanost hodnot, neboť během procesu čerpání mohly vznikat různé konjugáty s dalšími léčivy či jejich koprodukty. Diklofenak stejně jako acylpyrin či ibuprofen patří mezi kyselá léčiva (a jeho disociační konstanta kyseliny pKa se pohybuje v rozmezí 4,1–4,9), jež jsou při pH = 7 vysoce rozpustné ve vodě, ale mají velmi nízký adsorpční potenciál, což pravděpodobně znemožňovalo jeho zachycení na biofilmu, případně na aktivním uhlí. Úprava pH by tak mohla vést k zachycení diklofenaku pomocí adsorpce. Systém byl také po celou dobu chráněn před slunečním zářením (aby byly eliminovány případné účinky nepřímé fotolýzy); pokud by byl systém světelným podmínkám vystaven, nejspíše by-

Tab. 2. Parametry jakosti vody na odtoku z ČOV BRNO Modřice [29]

Ukazatel	Jednotka	Odtok
Teplota odpadní vody:	°C	12~20 °C (min. ~ max.)
BSK5	mg.l^{-1}	<15
CHSK$_{Cr}$	mg.l^{-1}	<75
N-NH4	mg.l^{-1}	<5
P$_{celk}$	mg.l^{-1}	<1,5
NL	mg.l^{-1}	<45
Escherichia coli	KTJ·10 ml^{-1}	<11 000
Koliformní bakterie	KTJ·10 ml^{-1}	<22 000
Enterokoky	KTJ·10 ml^{-1}	<3 000
Suma pesticidů a jejich metabolitů*	μg.l^{-1}	<6 000
Suma léčiv**	μg.l^{-1}	<35 000

**Zahrnuje acetochlor, atrazin, atrazin-2-hydroxy, atrazine-desethyl, atrazine-desisopropyl, azoxystrobin, karbofuran, karbofuran-3-hydroxy, chloridazon, chloridazon-desphenyl, chlorpyrifos, diuron, diuron desmethyl (DCPMU), imidacloprid, Isoproturon, isoproturon-desmethyl, isoproturon-monodesmethyl, terbuthylazin, terbuthylazindesethyl, terbuthylazin-desethyl-2-hydroxy, terbuthylazin-hydroxy, terbutryn).*
***Zahrnuje kofein, karbamazepin, ciprofloxacin, kyselina klofibrová, diazepam, diklofenak, furosemid, ibuprofen, iohexol, iomeprol, iopamidol, iopromid, naproxen, paracetamol, kyselina salicylová, sulfamethoxazol, tramadol, warfarin, 17 α-ethinylestradiol, 17 β-estradiol, estriol, estron, mestranol.*



Graf 1. Grafické zpracování koncentrací vybraných léčiv na odtoku z ČOV ze dne 2. 10. 2019, < LOD pro propranolol – 0,01894 μg.l^{-1}, < LOQ – pro fluoxetin – 0,125 μg.l^{-1}

Tab. 3. Vstupní koncentrační parametry kontaminačního roztoku (očekávané koncetrace v 750 l)

Léčiva	Propranolol	Klaritromycin	Diklofenak	Karbamazepin	Sulfamethoxazol	Fluoxetin
Navážka [mg]	10	10,1	10,1	10,2	10,3	10,3
Koncentr. počáteční [μg.l^{-1}]	13,33	13,47	13,47	13,60	13,73	13,73

chom získali vyšší hodnoty účinnosti, neboť poločas rozpadu u diklofenak pomocí fotolýzy v povrchových vodách je 39 min.

V případě **karbamazepinu** došlo k velkému poklesu hodnot po 24 h měření. Karbamazepin je sice vysoce rozpustný, ale při běžném čištění odpadních vod s technologiemi s aktivovaným kalem se běžně účinnost eliminace pohybuje okolo 10–30 %, v našem případě jsme dosáhli až 60 %. Takto vysoké hodnoty mají přímou souvislost s obsahem aktivního uhlí v bionosičích.

Propranolol byl během testování účinně odstraněn až na 98,14 %. Na křivce účinnosti je pozorovatelný čistý trend v poklesu hodnot bez jakéhokoliv rozkolísání a po 24 hodinách byla účinnost eliminace 80 %. Takto dobrých hodnot bylo dosaženo, protože propranolol má obecně slabou bázi a pKa nad 9, je to lipofilní sloučenina, a má tedy tendenci se bioakumulovat. Také hodnoty rozdělovacího koeficientu oktanol-voda 3,48–3,37 vypovídají o jeho velké schopnosti vázat se na aktivovaný kal.

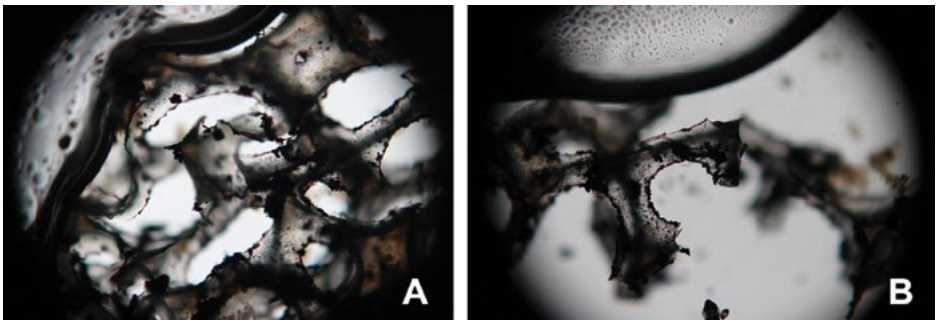
Fluoxetin (Prozac) byl během testování odstraněn na 99,99 %, přičemž po 24 hodinách bylo dosaženo odstranění 86,53 %. Koncentrace fluoxetinu v odpadních vodách z odtoku na ČOV (hodnoty v rámci EU) leží v rozmezí 30–82 ng.l^{-1}. Fluoxetin je hydrolyticky a fotolyticky stabilní ve všech vodných roztocích kromě syntetické humínové vody (pH = 7), kde se rychlost jeho degradace zvyšuje. Fluoxetin se rychle odstraňuje z vodné fáze v systémech voda/sediment, především díky jeho vysoké distribuci do sedimentů. Je prokázáno, že po 24 h je fluoxetin schopen navázat až 60 % své koncentrace z vodní matrice do kalu. Vzhledem k velmi vysokému poločasu rozpadu, který může být až 100 dní a vysokých hodnot odstranění z vody, kterých bylo dosaženo, by v budoucnu jistě bylo vhodné analyzovat i koncentrace Fluoxetinu v biofilmu na nosičích.

Klaritromycin byl během testování účinně odstraněn na 61,66 % a po 24 hodinách byl účinně odbourán na 32,02 %. Při nízkých hodnotách pH je poločas rozpadu klaritromycinu 76,5 hodin. Klaritromycin je dle OECD vyhodnocován jako „nesnadno biologicky rozložitelný“ (při lahvových testech po 28 dnech byl rozložen na méně než 60 %). Vstupní koncentrace klaritromycinu byla 9,586 μg.l^{-1}, což je v přepočtu 25x vyšší koncentrace, než se běžně vyskytuje na přítoku na ČOV, a i při tomto zatížení bylo dosaženo velmi dobrých výsledků. Lepší dostupnost klaritromycinu je pro biomasu dána také tím, že s klesajícím pH stoupá rozpustnost a také klesá rozdělovací koeficient oktanol–voda 4,89–7,19 a klaritromycin se stává lipofilnější a má větší vazebnou afinitu vůči biomase.

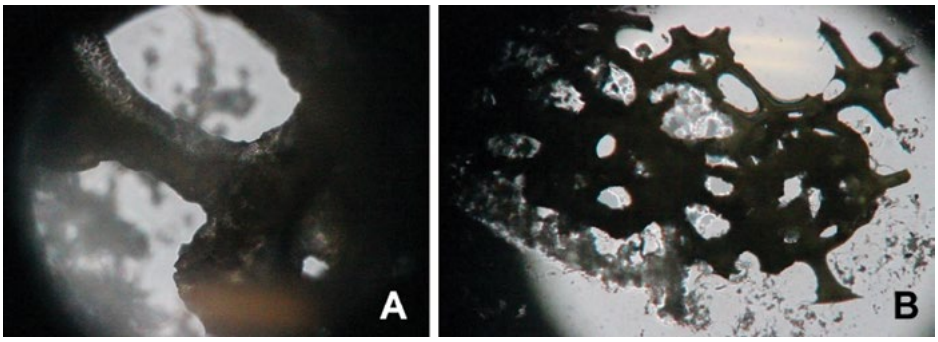
Sulfomethaxazol byl během testování odstraněn na 70,44 % a po 24 hodinách byl odbourán na 47,55 %. Hodnoty účinnosti odbourávání sulfamethoxazolu z vodní matrice v průběhu testování několikrát poklesly, a to 3., 6. a 8. den. Při konvenčních biologických způsobech čištění na ČOV u sulfamethoxazolu často dochází ke vzniku N 4-acetylsulfamethoxazolu nebo se tento acetylovaný metabolit naopak vrací zpět do formy mateřského sulfamethoxazolu. Je tedy možné, že tyto výkyvy koncentrací byly způsobeny konjugačním a dekonjugačním přechodem mateřské látky na metabolit. Bohužel v rámci testování byla měřena pouze koncentrace mateřské látky a koncentrace metabolitu nebyla hodnocena. U sulfomethoxazolu je prokázána závislost jeho adsorpce do biomasy na pH a na množství a složení organické hmoty v odpadní vodě.

Toto testování potvrdilo možnost aplikovatelnosti bionosičů Levapor za účelem zvýšení potenciálu odbourávání vybraných léčiv z odpadní vody na komunálních ČOV.

Testování bylo prováděno v uzavřeném systému s mnohem vyššími koncentracemi, než se běžně vyskytují v odpadních vodách, a podařilo se dosáhnout vysokého procenta odstranění z vodní matrice. Přesto je zde nutné vzít v úvahu, že v případě aplikace v reálných podmínkách by bylo potřebné zhodnotit i vliv neustálého navyšování či poklesu koncentrací léčiv v nátoku, zhodnotit sorpční kapacitu nasycení práškového aktivního uhlí a analyzovat koncentrace jednotlivých analytů i v kalu a biomase. Přesto je dle výše uvedených dat a grafického zpracování účinnosti eliminace možné prokázat trend poklesu vybraných koncentrací léčiv z vodní matrice během testování při použití bionosičů Levapor s přisedlou biomasou v uzavřeném systému. Na základě výstupu testování je možné doporučit další testování bionosičů Levapor i v rámci sekundárního biologického stupně na ČOV za účelem zlepšení likvidace nedegradovatelných a nepřeko-



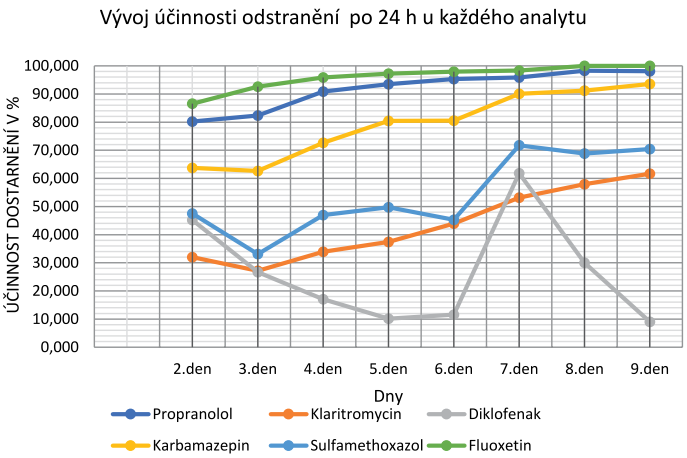
Obr. 3. Nárůst biomasy na nosičích Levapor po 9denním testu



Obr. 4. Nárůst biomasy na nosičích Levapor při poloprovozním testováním na ČOV Rychnov nad Kněžnou

Tab. 4. Učinnost eliminace sledovaných analytů v jednotlivých dnech testu v %

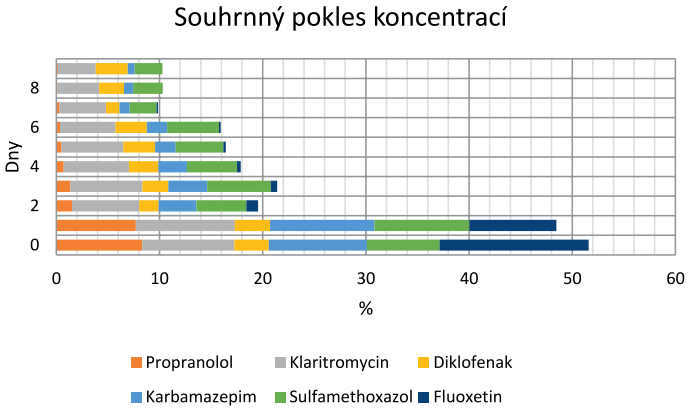
Léčivo/Den odběru	04. 10.	05. 10.	06. 10.	07. 10.	08. 10.	09. 10.	10. 10.	11. 10.
Propranolol	80,22	82,37	90,85	93,47	95,35	95,85	98,27	98,14
Klaritromycin	32,02	27,16	33,94	37,39	43,92	53,19	57,98	61,66
Diklofenak	45,19	26,71	17,10	10,13	11,54	61,82	30,02	9,06
Karbamazepin	63,72	62,64	72,62	80,42	80,56	90,03	91,21	93,57
Sulfamethoxazol	47,55	33,09	46,96	49,72	45,33	71,75	68,85	70,44
Fluoxetin	86,53	92,60	95,91	97,26	97,93	98,36	99,99	99,99



Graf 2. Grafické znázornění účinnosti odbourávání vybraných léčiv v procentech

Tab. 5. Vývoj koncentrace jednotlivých analytů vybraných léčiv během testování

	Propranolol	Klaritromycin	Diklofenak	Karbamazepin	SMX	Fluoxetin
	c [μg.l^{-1}]					
Surová OV z odtoku ČOV	<LOD	0,4485	0,4466	0,2713	0,5793	<LOQ
Přidání roztoku s léčivy	8,312	8,952	3,329	9,515	7,033	14,46
24 h	7,712	9,586	3,423	10,12	9,186	8,448
2. den	1,525	6,517	1,876	3,672	4,817	1,138
3. den	1,360	6,983	2,508	3,781	6,146	0,6251
4. den	0,7054	6,333	2,837	2,771	4,872	0,3454
5. den	0,5038	6,002	3,076	1,982	4,618	0,2317
6. den	0,3583	5,375	3,028	1,968	5,022	0,1748
7. den	0,3204	4,487	1,307	1,009	2,595	0,1386
8. den	0,1331	4,028	2,395	0,889	2,861	<LOQ
9. den	0,1434	3,675	3,113	0,651	2,716	<LOQ



Graf 3. Souhrnný pokles koncentrací během testování

natelných farmaceutických produktů, které se vyskytují ve vodních ekosystémech.

Poděkování: *Článek byl vytvořen v rámci řešení projektu CZ.01.1.02/0.0/0.0/18_215/0018679 „Testování účinnosti eliminace léčiv z odpadní vody pomocí biologického nosiče Levapor“ podpořeného z operačního programu „Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost“ v rámci programu „Inovační vouchery“.*

Literatura/References

[1] Falås, P.; Longrée, P.; La Cour Jansen, J.; Siegrist, H.; Hollender, J.; Joss, A. Micropollutant removal by attached and suspended growth in a hybrid biofilm-activated sludge process. Water Research. 2013, 47(13), 4498-4506. DOI: 10.1016/j.watres.2013.05.010. ISSN 00431354. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0043135413004181

[2] Pascik, I.; Christian, A. LEVAPOR: IFAS PROCESS [online]. In: . 2014, s. 6 [cit. 2020-01-09].

[3] Baran, W.; Adamek, E.; Ziemiańska, A.; Sobczak, A. Effects of the presence of sulfonamides in the environment and their influence on human health. 2011, 196(30).

[4] Liu, X.; Lu, S.; Guo, W.; Xi, B.; Wang, W. Antibiotics in the aquatic environments: A review of lakes, China. Science of The Total Environment. 2018, 627, 1195-1208. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.01.271. ISSN 00489697. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969718303140

[5] Hruška, K.; Fránek, M. Sulfonamides in the environment: A review and a case report. 2012, (57), s. 1–35.

[6] Chang, H.; Hu, J.; Asami, M.; Kunikane, S. Simultaneous analysis of 16 sulfonamide and trimethoprim antibiotics in environmental waters by liquid chromatography–electrospray tandem mass spectrometry. Journal of Chromatography A. 2008, 1190(1-2), 390-393. DOI: 10.1016/j.chroma.2008.03.057. ISSN 00219673. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021967308004949

[7] Göbel, A.; McArdell, C.; Joss, A. Fate of sulfonamides, macrolides, and trimethoprim in different wastewater treatment technologies. Science of The Total Environment. 2007, 372(2-3), 361-371. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2006.07.039. ISSN 00489697.

[8] Rößler, M.; Marx, C.; Diamond, S.; Schubert, S.; Oertel, R.; Fauler, J. Occurrence and removal of frequently prescribed pharmaceuticals and corresponding metabolites in wastewater of a sewage treatment plant. Science of The Total Environment. b.r., 532, 762-770. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.06.067. ISSN 00489697. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969715302631

[9] Schmidt, W.; Rainville, L. Ch.; Mceneff, G.; Sheehan, D.; Quinn, B. A proteomic evaluation of the effects of the pharmaceuticals diclofenac and gemfibrozil on marine mussels (Mytilus spp.): evidence for chronic sublethal effects on stress-response proteins. Drug Testing and Analysis. 2014, 6(3), 210–219. DOI: 10.1002/dta.1463. ISSN 19427603. Dostupné také z: http://doi.wiley.com/10.1002/dta.1463

[10] Togola, A.; Budzinski, H. Multi-residue analysis of pharmaceutical compounds in aqueous samples. Journal of Chromatography A. 2008, 1177(1), 150-158. DOI: 10.1016/j.chroma.2007.10.105. ISSN 00219673. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021967307018602

[11] Simazaki, D.; Kubota, R.; Suzuki, T.; Akiba, M.; Nishimura, N.; Kunikane, Sch. Occurrence of selected pharmaceuticals at drinking water purification plants in Japan and implications for human health. Water Research. 2015, 76, 187-200. DOI: 10.1016/j.watres.2015.02.059. ISSN 00431354. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0043135415001645

[12] Rodil, R.; Quintana, J. B.; Concha-Graña, E.; López-Mahía, P.; Muniategui-Lorenzo, S.; Prada-Rodríguez, D. Emerging pollutants in sewage, surface and drinking water in Galicia (NW Spain). Chemosphere. 2012, 86(10), 1040-1049. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2011.11.053. ISSN 00456535. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0045653511013452

[13] Huerta, B.; Rodriguez-Mozaz, S.; Nannou, C.; Nakis, L.; Ruhí, A.; Acuña, V.; Sabater, S.; Barcelo, D. Determination of a broad spectrum of pharmaceuticals and endocrine disruptors in biofilm from a waste water treatment plant-impacted river. Science of The Total Environment. 2016, 540, 241–249. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.05.049. ISSN 00489697. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969715301078

[14] Wert, E. C.; Rosario-Ortiz, F. L.; Snyder, Sh. A. Using Ultraviolet Absorbance and Color To Assess Pharmaceutical Oxidation during Ozonation of Wastewater. 2009, 43(13), 4858-4863. DOI: 10.1021/es803524a. ISSN 0013-936X. Dostupné také z: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es803524a

[15] Kolpin, D. W.; Furlong, E. T.; Meyer, M. T.; Thurman, E. M.; Zaugg, S. D.; Barber, L. B.; Buxton, H. T. Pharmaceuticals, Hormones, and Other Organic Wastewater Contaminants in U.S. Streams, 1999−2000: A National Reconnaissance. 2002, 36(6), 1202-1211. DOI: 10.1021/es011055j. ISSN 0013-936X. Dostupné také z: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es011055j

[16] Metcalfe, Ch. D.; Koenig, B. G.; Bennie, D. T.; Servos, M.; Ternes, T. A.; Hirsch, R. Occurrence of neutral and acidic drugs in the effluents of canadian sewage treatment plants. Environmental Toxicology and Chemistry. 2003, 22(12), 02-469. DOI: 10.1897/02-469. ISSN 0730-7268. Dostupné také z: http://doi.wiley.com/10.1897/02-469

[17] Kwon, J. W.; Armbrust, K. L. Laboratory persistence and fate of fluoxetine in aquatic environments. Environmental Toxicology and Chemistry. 2006, 25(10), 05-613. DOI: 10.1897/05-613R.1. ISSN 0730-7268. Dostupné také z: http://doi.wiley.com/10.1897/05-613R.1

[18] Kümmerer, K.; Henninger, A. Promoting resistance by the emission of antibiotics from hospitals and households into effluent. Clinical Microbiology and Infection. 2003, 9(12), 1203-1214. DOI: 10.1111/j.1469-0691.2003.00739.x. ISSN 1198743X. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1198743X14632274

[19] Mcardell, Ch. S.; Molnar, E.; Suter, M. J. F.; Giger, W. Occurrence and Fate of Macrolide Antibiotics in Wastewater Treatment Plants and in the Glatt Valley Watershed, Switzerland. 2003, 37(24), 5479-5486. DOI: 10.1021/es034368i. ISSN 0013-936X. Dostupné také z: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es034368i

[20] Joss, A.; Keller, E.; Alder, A. C.; Göbel, A.; Mcardell, Ch. S.; Ternes, T.; Siegrist,H. Removal of pharmaceuticals and fragrances in biological wastewater treatment. Water Research. 2005, 39(14), 3139-3152. DOI: 10.1016/j.watres.2005.05.031. ISSN 00431354. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0043135405002733

[21] Gross, A.; Kaplan, D.; Baker, K. Removal of chemical and microbiological contaminants from domestic greywater using a recycled vertical flow bioreactor (RVFB). Ecological Engineering. 2007, 31(2), 107–114. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2007.06.006. ISSN 09258574. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925857407001322

[22] Miao, X.; Bishay, F.; Chen, M.; Metcalfe, Ch.D. Occurrence of Antimicrobials in the Final Effluents of Wastewater Treatment Plants in Canada. 2004, 38(13), 3533-3541. DOI: 10.1021/es030653q. ISSN 0013-936X. Dostupné také z: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es030653q

[23] Benotti, M. J.; Trenholm, R. A.; Vanderford, B. J.; Holady, J. C.; Stanford, B. D.; Snyder, Sh.A. Pharmaceuticals and Endocrine Disrupting Compounds in U.S. Drinking Water. 2009, 43(3), 597–603. DOI: 10.1021/es801845a. ISSN 0013-936X. Dostupné také z: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es801845a

[24] Isidori, M.; Lavorgna, M; Nardelli, A.; Pascarella, L.; Parrella, A. Toxic and genotoxic evaluation of six antibiotics on non-target organisms. Science of The Total Environment. 2005, 346(1-3), 87-98. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2004.11.017. ISSN 00489697. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969704007545

[25] Perry, S.; Montpetit, C.; Borowska, M. The effects of acute hypoxia on chemically or neuronally induced catecholamine secretion in rainbow trout (oncorhynchus mykiss) in situ and in vivo. The Journal of Experimental Biology. 2000, 203, 1487–1495.

[26] Huggett, D. B.; Brooks, B. W.; Peterson, B.; Foran, C. M.; Schlenk, D. Toxicity of Select Beta Adrenergic Receptor-Blocking Pharmaceuticals (B-Blockers) on Aquatic Organisms. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 2002, 43(2), 229–235. DOI: 10.1007/s00244-002-1182-7. ISSN 0090-4341. Dostupné také z: http://link.springer.com/10.1007/s00244-002-1182-7

[27] Okuda, T., Kobayashi, Y.; Nagao, R. Removal efficiency of 66 pharmaceuticals during wastewater treatment process in Japan. Water Science and Technology. 2008, 57(1), 65-71. DOI: 10.2166/wst.2008.822. ISSN 0273-1223. Dostupné také z: https://iwaponline.com/wst/article/57/1/65/14030/Removal-efficiency-of--66-pharmaceuticals-during

[28] Vulliet, E.; Cren-Olivé, C. Screening of pharmaceuticals and hormones at the regional scale, in surface and groundwaters intended to human consumption. Environmental Pollution. 2011, 159(10), 2929-2934. DOI: 10.1016/j.envpol.2011.04.033. ISSN 02697491. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0269749111002417

[29] Vyhodnocení testovaných technologií a Soubor postupů k výběru vhodné technologie pro terciární dočištění komunálních odpadních vod: Zpráva je souhrnem výstupů C4d1 a C4d2 projektu LIFE2Water. Brno, 2017. Dostupné z: http://www.life2water.cz/dwnld/C4d1-2_souhrnna_zprava.pdf

[30] Gardner, M.; Comber, S.; Scrimshaw, M. D.; Cartmell, E.; Lester, J.; Ellor, B. The significance of hazardous chemicals in wastewater treatment works effluents. Science of The Total Environment. 2012, 437, 363–372. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.07.086. ISSN 00489697. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S004896971201039X

[31] Oetken, M.; Nentwig, G.; Löffler, D.; Ternes , T.; Oehlmann, J. Effects of Pharmaceuticals on Aquatic Invertebrates. Part I. The Antiepileptic Drug Carbamazepine. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 2005, 49(3), 353–361. DOI: 10.1007/s00244-004-0211-0. ISSN 0090-4341. Dostupné také z: http://link.springer.com/10.1007/s00244-004-0211-0

[32] Pharmaceuticals in the Environment – A first Compilation of German Monitoring Data: Federal Environment Agency [online]. In: . b.r. [cit. 2019-11-22].

Ing. Adéla Žižlavská, Ph.D.
(autor pro korespondenci)[1)]
Ing. Tomáš Macsek[1)]
prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc., MBA[1)]
Ing. Petra Suková[2)]
Ing. Pavlína Landová[2)]
Ing. Veronika Hanušová[3)]
Ing. Barbora Nýčová[3)]

[1)]Centrum AdMaS
Fakulta stavební
VUT Brno
Purkyňova 139
Brno, 602 00
gotzingerova.a@fce.vutbr.cz

[2)]Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí
Fakulta chemická
Purkyňova 118
Královo Pole
61200 Brno 12

[3)]Akvopro s.r.o.
Hořenice 45
551 01 Hořenice

The efficiency testing of pharmaceuticals removal by the Levapor bio-carriers (Zizlavska, A.; Macsek, T.; Hlavinek, P.; Sukova, P.; Landova, P.; Hanusova, V.; Nycova, B.)

Abstract

The article is based on the results of an innovative voucher project entitled "Testing of Levapor Bio-Carriers for the perspective of degradation of selected pharmaceuticals from Wastewater" and as it follows from the title, it deals with testing of Levapor Bio--Carriers. Levapor bio-carriers are a floating type of bio-carriers used in IFAS or MBR systems, made of lightweight PU foam and impregnated with activated carbon, originally designed for better biomass colonization. In pilot plants, their effect on the reduction of drug concentrations in wastewater was also demonstrated. The aim of the testing was to verify this possibility even in a closed cycle, where ambient influences would be minimized. Six drug representatives were selected for testing and isolated from the water matrix by solid-phase extraction. The final method of identification and quantification was high-performance liquid chromatography with mass spectrometry detection.

Key words
Levapor bio-carriers – waste water treatment – pharmaceuticals – biomass – biodegradation – IFAS

Tento článek byl recenzován a je otevřen k diskusi do 30. listopadu 2020. Rozsah diskusního příspěvku je omezen na 2 normostrany A4, a to včetně tabulek a obrázků.
Příspěvky posílejte na e-mail stransky@vodnihospodarstvi.cz.

Nová generace hydropedologických map České republiky

Jan Vopravil, Tomáš Khel, Darina Heřmanovská

Abstrakt

V roce 2018 byly Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy, v.v.i., publikovány aktualizované mapy hydropedologických funkcí půd. Mapy pokrývají celé území České republiky (Mapa hydrologických skupin půd, Mapa retenční vodní kapacity), resp. Mapa využitelné vodní kapacity zobrazuje tento parametr pro zemědělské půdy. Mapy byly vytvořeny na základě systému bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ) a kategorizace půd vychází ze stovek reálně naměřených dat o hydrologických a hydraulických parametrech půdy. Odběry vzorků minimálně ze dvou svrchních genetických půdních horizontů umožnily definovat daný parametr na půdní profil se zahrnutím možné heterogenity zrnitostního složení či vlivu půdotvorného procesu. Pro lesní půdy byla při tvorbě map zahrnuta mocnost a kvalita nadložního humusu v kombinaci s hydrogeologickým charakterem podloží. Mapy přispívají k pochopení významu půdy při koloběhu vody a potřebě zdůraznění nutnosti uvědomění si vazby mezi stavem půdy a schopností půdy vodu infiltrovat, zadržovat a poskytovat ji pro potřeby rostlin.

Klíčová slova

hydrologická skupina půd – retenční vodní kapacita – využitelná vodní kapacita

Úvod

Stanovení hydrologických vlastností půdy v terénu je často technicky nebo časově náročné. Proto je snaha o odvození těchto parametrů z jiných, snadněji dostupných, půdních vlastností.

V roce 1999 byly publikovány [1] výsledky evropského projektu HYPRES (HYdraulic PRoperties of European Soils). V rámci jeho řešení byla sestavena databáze dostupných hydropedologických dat z 12 států EU. Po standardizaci posloužila data k tvorbě pedotransferových funkcí umožňujících predikci a mapové zobrazení vybraných hydrologických parametrů půd v evropském měřítku. Data pro území České republiky byla doplněna v rámci řešení projektu HYPRESCZ [2, 3, 4, 5].

V roce 2015 byla publikována nová generace hydropedologických pedotransferových funkcí pro území Evropy [6] vycházející z databáze EU-HYDI (European HYdropedological Data Inventory), kterou naplnilo 18 Evropských zemí, včetně České republiky [7]. Na podkladě těchto funkcí byla vytvořena „Mapa indikátorů půdních hydraulických vlastností půd Evropy“ [8]. Na rozdíl od předchozí verze map zahrnují pedotransferové funkce kromě fyzikálních parametrů také vybrané chemické indikátory.

První mapy hydropedologických parametrů půd pro celé území České republiky však byly vytvořeny již v roce 2007 [9]. Hodnoty retenční vodní kapacity, využitelné vodní kapacity a propustnosti vznikly na podkladě systému bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ), kdy byly jednotlivé charakteristiky určeny pro hlavní půdní jednotky (HPJ). Mapy definovaly parametry kromě zemědělských půd také pro půdy nezemědělské na podkladě hydrogeologické klasifikace půdotvorných substrátů [10]. Hodnoty byly odvozeny z dostupných pedologických databází.

V letech 2011–2012 byly certifikovány Národní mapy hydrolimitů [2] a Mapa ČR – odhad zásoby půdní vody dostupné pro rostliny [3]. Mapy byly vytvořeny za pomoci vypočtených pedotransferových funkcí vycházejících z dostupných databází retenčních křivek v ČR. Mapy navazovaly na projekt HYPRES (viz výše) a doplňovaly informace pro Českou republiku. Plošné celorepublikové vymezení hydrologických parametrů bylo provedeno s využitím podkladových map popisujících zrnitostní ráz orničního horizontu a zrnitostních map charakteru půdotvorného substrátu [11].

Metodika

Využité datové zdroje

Plošné datové zdroje

Zpracování map proběhlo s použitím databáze BPEJ, hydrogeologické charakteristiky půdotvorných substrátů ČR [10], půdní databáze oddělení Pedologie a ochrany půdy Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i. (VÚMOP), databáze terénních měření infiltrace VÚMOP, rámcové kategorizace kvality lesního opadu a vymezení odvodněných půd (historická data pořízená Zemědělskou vodohospodářskou správou).

Celorepublikovou geneticko-agronomickou klasifikaci půdy zemědělského půdního fondu přináší digitální prostorová vrstva BPEJ, kterou v současnosti spravuje Státní pozemkový úřad. Tato vrstva je vymapována na základě terénního průzkumu v přesnosti 1:5 000. Každá jednotka vrstvy BPEJ nese pětimístný číselný kód. Ten na prvním místě popisuje příslušnost jednotky ke klimatickému regionu, druhé dvě číslice charakterizují hlavní půdní jednotku (HPJ), dále stojí sdružený kód sklonitosti a expozice terénu a na posledním místě sdružený kód skeletovitosti a hloubky půdy [12]. Z kódu BPEJ se dá tudíž komplexně usuzovat na klimatickou, morfologickou i pedologickou charakteristiku každé mapované jednotky. Pro tvorbu map byly využity kódy hlavních půdních jednotek (HPJ) a sdružený kód pro popis hloubky půdy a skeletovitosti.

Dalším datovým zdrojem byla mapa hydrogeologického charakteru půdotvorných substrátů ČR [10]. Jedná se o celorepublikový mapový

Tab. 1. Hydrogeologická charakteristika půdotvorných substrátů [10]

Sk.	Rychlost infiltrace	Retence	Hornina
1	Vysoká	Nízká	aluviální štěrky a písky, naváté písky, terasové štěrky a písky, koluviální štěrky, fluvioglaciální štěrky a písky, terciérní štěrky a písky, zvětraliny terciérních pískovců, zvětraliny flyšových pískovců, zvětraliny křídových pískovců, mělké, lehké až středně těžké, výrazně skeletovité zvětraliny efuziv, mělké, lehké, výrazně skeletovité zvětraliny intruziv, mělké, lehké, výrazně skeletovité zvětraliny metamorfik, mělké, lehké, výrazně skeletovité zvětraliny permokarbonských hornin (pískovce, arkozy), mělké, lehké, výrazně skeletovité rozpady hornin staršího paleozoika (křemence, slepence), výrazně skeletovité rozpady mesozoických a paleozoických vápenců, výrazně skeletovité rozpady proterozoických hornin (buližníky)
2	Vyšší střední	Nižší střední	aluviální písčité hlíny, mesozoické zajílené písky, středně hluboké až hluboké, středně těžké' zvětraliny efuziv, středně hluboké až hluboké, středně těžké zvětraliny intruziv, středně hluboké až hluboké, středně těžké zvětraliny metamorfik, středně hluboké až hluboké, středně těžké zvětraliny permokarbonských hornin (arkozy, prachovce), středně hluboké až hluboké, středně těžké zvětraliny hornin staršího paleozoika (droby), středně hluboké až hluboké, středně těžké zvětraliny proterozoických hornin (droby)
3	Střední	Střední	aluviální hlíny, eolické pleistocenní sedimenty, glaciální hlíny (till), pleistocenní polygenetické hlíny a homogenní svahoviny, hluboké až velmi hluboké, středně těžké zvětraliny flyšových hornin, křídové písčité jíly, hluboké až velmi hluboké, středně těžké zvětraliny křídových (zčásti triasových) "opuk", hluboké až velmi hluboké, středně těžké zvětraliny permokarbonských hornin (prachovce), hluboké až velmi hluboké, středně těžké zvětraliny hornin staršího paleozoika (břidlice), hluboké až velmi hluboké, středně těžké břidlice)
4	Nižší střední	Vyšší střední	hluboké až velmi hluboké, těžké zvětraliny flyšových hornin, hluboké až velmi hluboké, těžké zvětraliny permokarbonských hornin (jílovce, lupky), hluboké až velmi hluboké, těžké zvětraliny hornin staršího paleozoika (břidlice), středně hluboké, těžké zvětraliny mesozoických a paleozoických vápenců, hluboké až velmi hluboké, těžké zvětraliny proterozoických hornin (břidlice)
5	Nízká	Vysoká	rašeliny a slatiny, glaciální jíly a varvy s vysokou bobtnavostí, flyšové jíly s vysokou bobtnavostí, terciérní jíly a slíny s vysokou bobtnavostí, křídové slíny s vysokou bobtnavostí

podklad, který podle zrnitosti podložního substrátu jej dělí do pěti skupin (**tab. 1**). Ze zrnitosti je následně možné odvození retenční a infiltrační schopnosti. Tento podklad pokrývá i lesní půdy.

Bodová data

Pro potřeby rámcové kategorizace kvality humusu lesních ekosystémů (kategorie: mul, moder, mor) byla provedena plošná interpolace dostupných bodových dat (ÚHÚL, ČZU) v ploše lesní půdy.

Při tvorbě map byla dále využita databáze oddělení Pedologie a ochrany půdy. Obsahuje taxonomickou klasifikaci sond [13], popis morfologických a morfogenetických charakteristik půdních představitelů, přítomnost novotvarů, známek oglejení, popis profilace půdy i analytické údaje o chemických, fyzikálních a fyzikálně-chemických parametrech jednotlivých horizontů. Databáze dále obsahuje informace o propustnosti půdního profilu (data o nasycené hydraulické vodivosti – K_{sat}) a záznamy z terénních měření infiltrace, které bylo provedeno za pomoci dešťových simulátorů a přetlakového infiltrometru.

Základem pro tvorbu map byly parametry naměřené na neporušených půdních vzorcích (Kopeckého válečcích). Tato data byla dostupná minimálně pro dva svrchní horizonty každé hodnocené sondy. Celkový rozbor Kopeckého válečku byl proveden v Centrální laboratoři VÚMOP. Stanoveny byly objemová hmotnost redukovaná, měrná hmotnost, pórovitost, nasáklivost, obsah vzduchu, MKVK, vlhkost 30 min a RVK ([14–18]). Bod vadnutí byl stanoven v Hydropedologické laboratoři katedry vodních zdrojů FAPPZ ČZU na přetlakovém přístroji při 1 500 kPa. Měření nasycené hydraulické vodivosti bylo provedeno na zařízení UMS KSAT [19].

Metodika tvorby map

Mapa hydrologických skupin půd

Mapa hydrologických skupin půd (HSP) vychází z jejich definic podle USDA [20]. Mapa je vytvořena na podkladě systému bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ) s využitím naměřených dat K_{sat}, ale plošné vymezení HSP je výsledkem kombinace BPEJ s hydrogeologickou charakteristikou půdotvorných substrátů ČR [10].

USDA [20] definuje HSP podle hloubky uložení nepropustné vrstvy, hloubky uložení hladiny podzemní vody a nejnižší hodnoty nasycené hydraulické vodivosti K_{sat} ($m \cdot s^{-1}$) stanovené v půdním profilu. V potaz byly brány i vyšší obsah skeletu, kvalita půdní struktury a hloubka půdy včetně hodnoty K_{sat} stanovené v několika hloubkách v profilu o mocnosti 1 m.

U zemědělských půd došlo na podkladě půdních charakteristik každé sondy k ověření jejího zařazení do HPJ bonitačního systému. Následně byla provedena základní popisná statistika databázových dat pro jednotlivé HPJ, a to pro orniční horizont/podorničí, popř. 3. genetický půdní horizont; získána tedy byla data popisující K_{sat} minimálně do 1 m mocnosti půdního profilu. S využitím kódu BPEJ a taxonomické klasifikace jednotlivých HPJ byla definována hloubka půdy a byla odvozena hloubka uložení hladiny podzemní vody. Jednotlivé HPJ byly kategorizovány do čtyř hydrologických skupin (A, B, C a D) půd podle hodnoty K_{sat} při zahrnutí podmínek definovaných USDA [20] (**tab. 2**). U půd/HPJ hydromorfních, splňujících podmínku přítomnosti HPV < 60 cm (odvozeno z morfologie profilu), byly dále definovány tzv. duální hydrologické skupiny (X/Y), kdy první písmeno popisuje hydrologii odvodněné půdy, druhé půdy neodvodněné. V případě HPJ popisujících heterogenní zrnitostní klasifikaci byly v několika případech pro jednu HPJ definovány dvě hydrologické skupiny a mapová kategorizace v rámci jedné HPJ pak byla provedena podle skeletovitosti a hydrogeologické charakteristiky půdotvorných substrátů. Při řazení lesních půd do HSP byla opět využita hydrogeologická mapa půdotvorných substrátů [10] (**tab. 3**).

Mapa retenční vodní kapacity

Retenční vodní kapacita (RVK) udává maximální množství vody, které je půda schopna vlastními silami zadržet po nadměrném zavlažení [21]. Tento hydrolimit odpovídá rozmezí mezi kapilární a gravitační vodou.

Mapové vymezení RVK navazuje na předchozí vymezení [9] a jeho cílem bylo zpřesnění těchto map na podkladě využití všech nově dostupných a doplněných datových zdrojů. Proto byla schopnost půdy dlouhodobě zadržet vodu (retence) stanovena ve shodě s metodikou předchozího přístupu na Kopeckého válečcích, kdy RVK odpovídá vlhkosti po 24 hodinách odsávání Kopeckého válečku na filtračním papíru. Pro část databázových sond byla z důvodu absence vlhkosti zjištěné po 24 hodinách tato hodnota nahrazena hodnotou maximální kapilární vodní kapacity.

Hodnocení retenční vodní kapacity zemědělských půd bylo vztaženo k HPJ. Vzhledem ke skutečnosti, že do HPJ 66–72 a 77–78 jsou řazeny půdy všech zrnitostních kategorií, neboť hlavním třídícím znakem je kromě taxonomické příslušnosti i vymezení ploch HPJ v terénu (nivy, deprese, svahy, strže), pro každou z vyjmenovaných HPJ tak byly definovány hodnoty RVK pro půdy zrnitostně lehké, střední i těžké. Byla provedena základní popisná statistika databázových dat pro jednotlivé HPJ, a to pro orniční horizont a podorničí. Následně byly využity tabulky redukcí RVK (**tab. 4**) prezentované v předchozích pracích [9], které odrážejí hloubku půdy a dále redukují RVK podle zaplnění pórů HPJ vodou.

Tab. 2. Zatřídění a hodnoty K_{sat} jednotlivých HSP

Hydrologická skupina půd	K_{sat} nejméně propustné vrstvy v profilu ($\mu m\ s^{-1}$)
A	> 10,0
B	4,0–10,0
C	0,4–4,0
D	< 0,4

Tab. 3. Přiřazení skupin substrátů [10] lesních půd k HSP

HSP	Skupina substrátů
A	1
B	2, 3
C	4
D	5

Tab. 4. Redukce RVK podle hloubky profilu a hydromorfizmu (převzato z [9])

HPJ	hloubka profilu (m)	redukce na vodu (%)	HPJ	hloubka profilu (m)	redukce na vodu (%)	HPJ	hloubka profilu (m)	redukce na vodu (%)
1	1	-	27	0,8	-	53	1	-25
2	1	-	28	0,8	-	54	1	-25
3	1	-	29	0,8	-	55	1	-
4	1	-	30	0,8	-	56	1	-
5	1	-	31	0,8	-	57	1	-
6	1	-	32	0,8	-	58	1	-50
7	1	-	33	0,8	-	59	1	-50
8	1	-	34	0,8	-	60	1	-
9	1	-	35	0,8	-	61	1	-
10	1	-	36	0,8	-	62	1	-10
11	1	-	37	0,3	-	63	1	-25
12	1	-	38	0,3	-	64	0,8	-50
13	0,6	-	39	0,2	-	65	0,5	-60
14	1	-	40	0,6	-	66	0,5	-60
15	1	-	41	0,6	-	67	0,5	-60
16	1	-	42	1	-10	68	0,5	-60
17	1	-	43	1	-10	69	0,5	-75
18	0,6	-	44	1	-10	70	0,6	-60
19	0,6	-	45	1	-10	71	0,6	-60
20	0,6	-	46	1	-10	72	0,5	-75
21	1	-	47	1	-25	73	0,5	-75
22	1	-	48	0,8	-25	74	0,5	-75
23	1	-	49	0,8	-25	75	0,6	-75
24	0,8	-	50	0,8	-25	76	0,6	-75
25	0,8	-	51	0,8	-25	77	1	-25
26	0,8	-	52	1	-25	78	1	-25

Tab. 5. Mapová hodnota RVK pro lesní půdy odvozená od hydrogeologických charakteristik půdotvorných substrátů

skupina	RVK (mm)
1	100
2	150
3	200
4	250
5	300

Tab. 6. Kategorizace RVK pro mapové zobrazení

Retenční vodní kapacita (mm)	Slovní popis
< 100	nízká
100–200	střední
200–300	vysoká
> 300	velmi vysoká

Pro popis RVK lesních půd byla využita kombinace hydrogeologické charakteristiky půdotvorných substrátů [10] a dat popisujících kvalitu humusu lesních půd, kdy kvalita humusu (mul 1,2; moder 1,1; mor 1,0) násobila základní mapovou hodnotu RVK (**tab. 5**) každé z pěti skupin substrátů (**tab. 1**).

Pro celorepublikové mapové vymezení RVK do maximální hloubky profilu 1 m byla zvolena kategorizace, kterou ukazuje **tab. 6**.

Tab. 7. Parametry van Genuchtenovy retenční křivky pro texturní třídy podle USDA stanovené pro půdy ČR [5]

Texturní třída USDA		θ_s	θ_r	α	n
Svrchní vrstva půdy	Coarse	0,400	0,111	0,0265	1,3911
	Medium Coarse	0,384	0,035	0,0375	1,1798
	Medium	0,396	0,010	0,0103	1,1526
	Medium Fine	0,444	0,010	0,0508	1,0899
	Very Fine	nedostatek dat			
Spodní vrstva půdy	Coarse	0,375	0,071	0,0657	1,3383
	Medium Coarse	0,355	0,010	0,0276	1,1641
	Medium	0,370	0,010	0,0072	1,1939
	Medium Fine	0,395	0,010	0,0066	1,1321
	Very Fine	0,405	0,010	0,0023	1,1328

Mapa využitelné vodní kapacity zemědělských půd

Při stanovení využitelné vodní kapacity (VVK) jako zásoby vody v půdě, která je využitelná rostlinami, se vycházelo z analýz provedených na Kopeckého válečcích. Konkrétně byla VVK určena z rozdílu hodnoty RVK a bodu vadnutí (BV), a to pro každou HPJ. Přes množství odebraných vzorků se díky časové náročnosti stanovení BV i omezeným finančním kapacitám projektu nepodařilo nashromáždit hodnoty BV pro všechny HPJ bonitační soustavy. Pro dopočet hodnoty BV u těchto HPJ tak byla využita pedotransferová funkce vycházející z dat odebraných v rámci specifických podmínek ČR [4, 5] a tato hodnota byla vzata do výpočtu VVK u HPJ, kde chyběla reálně naměřená data:

$$BV = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{(1 + (15000\alpha)^n)^{1-1/n}}$$

kde parametry θ_r, θ_s, α a n obsahuje **tab. 7**. Parametry jsou vypočteny na základě zrnitostního složení podle USDA:

Hodnoty VVK zemědělských půd jsou opět vztaženy k HPJ. Stejně jako u map RVK byly pro HPJ 66–72 a 77–78 definovány hodnoty VVK pro půdy zrnitostně lehké, střední i těžké. Byla provedena základní popisná statistika databázových dat pro jednotlivé HPJ, a to pro orniční horizont a podorničí. Dále byly využity základní hodnoty RVK bez prezentovaných redukcí. VVK každé HPJ byla spočtena jako součet VVK svrchní 30cm vrstvy (využita analytická data popisující humusovou vrstvu) a VVK zbytku půdního profilu (vzorky z podorničí/podloží) buď do maximální hloubky 1 m, nebo do hloubky odpovídající redukci na hloubku půdního profilu.

Pro celorepublikové mapové vymezení VVK do maximální hloubky profilu 1 m byla zvolena kategorizace, kterou ukazuje **tab. 8**.

Tab. 8. Kategorizace VVK pro mapové zobrazení

Využitelná vodní kapacita (mm)	Slovní popis
< 50	nízká
50–100	střední
100–150	vysoká
> 150	velmi vysoká

Tab. 9. Kategorizace hydrologických skupin půd na území ČR

Hydrologická skupina půd	Plocha v ČR (km²)
A	20 434
B	39 149
C	11 384
D	6 987
B/D	811
C/D	101

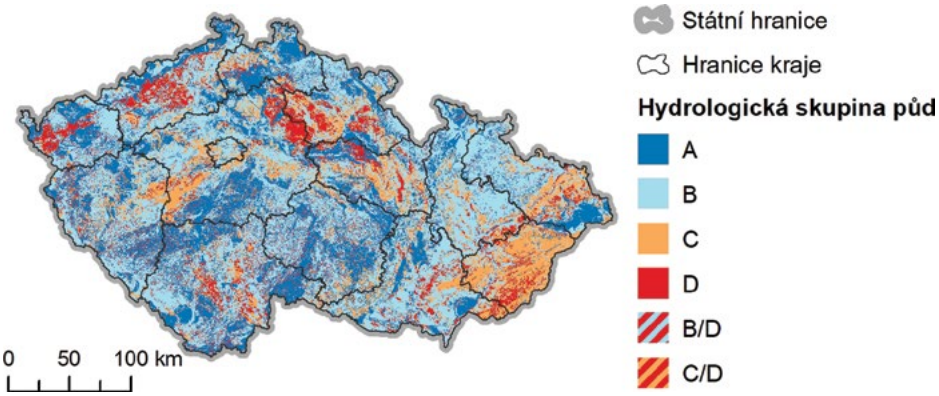
Tab. 10. Kategorizace RVK pro mapové zobrazení

Retenční vodní kapacita (mm)	Slovní popis	Plocha v ČR (km²)
< 100	nízká	3 997
100–200	střední	26 878
200–300	vysoká	32 540
> 300	velmi vysoká	15 453

Výsledky

Popsaná metodika využití dat a tvorby mapových výstupů vedla k definování celorepublikových plošných hodnot RVK, VVK a kategorizaci vymezení HSP. Využití aktuálních, reálně naměřených dat umožnilo zpřesnění předchozích přístupů k vymezení těchto hydropedologických funkcí půd [9]. Mapové vymezení a plošné zastoupení jednotlivých HSP ukazuje **obr. 1** a **tab. 9**. Celorepublikové plošné zastoupení vymezených kategorií RVK do maximální hloubky profilu 1 m ukazují **obr. 2** a **tab. 10**. Celorepublikové plošné zastoupení vymezených kategorií VVK do maximální hloubky profilu 1 m ukazují **obr. 3 a tab. 11.**

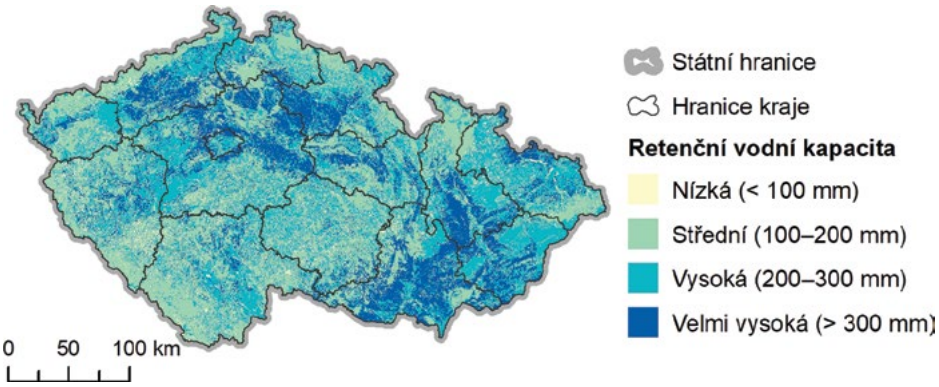
Tvorba map hydropedologických funkcí ukazuje, jak významný vliv na koloběh vody v krajině má samotná půda. Kapacita hydrologických funkcí je však významně ovlivněna degradací, především utužením, které je v České republice velkým problémem [22].



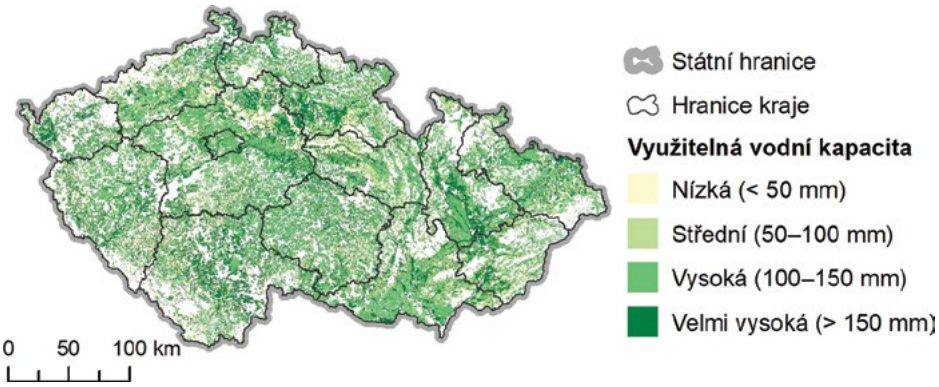
Obr. 1. Mapa hydrologických skupin půd ČR

Nežádoucí stav půdy omezuje infiltraci vody do půdy, ale i retenci vody, kdy se i hluboké a kvalitní půdy chovají díky utuženému podorničí jako půdy mělké. Srážkové úhrny pak nasytí povrchovou vrstvu půdy a následně je podpořen povrchový odtok omezující retenci vody v půdě a akcelerující negativní dopady vodní eroze. Podpora zadržení vody v krajině tak musí být dvojího druhu. Primárně je potřeba zlepšit stav našich půd, aby byla v zemědělské krajině voda lépe využita. Tato opatření na půdě a v krajině je vhodné kombinovat s technickými opatřeními. Jedno bez druhého vodu do naší krajiny nenavrátí.

Poděkování: *Prezentovaný výsledek vznikl v rámci řešení projektu NAZV QJ1520026 a TAČR TH02030125.*



Obr. 2. Mapa retenční vodní kapacity půd ČR



Obr. 3. Mapa využitelné vodní kapacity zemědělských půd ČR

Tab. 11. Kategorizace VVK pro mapové zobrazení

Využitelná vodní kapacita (mm)	Slovní popis	Plocha v ČR (km²)
< 50	nízká	3 251
50–100	střední	10 542
100–150	vysoká	24 497
> 150	velmi vysoká	11 839

Literatura/References

[1] Wösten, J. H. M.; Lilly, A.; Nemes, A.; Le Bas, C. (1999): Development and use of a database of hydraulic properties of European soils. Geoderma 90: 169–185.

[2] Matula, S.; Miháliková, M.; Špongrová, K.; Janků, J.; Kozák, J.; Němeček, J.; Němeček, K. (2011): Národní mapy hydrolimitů. Česká zemědělská univerzita v Praze. Soubor specializovaných map s odborným obsahem. Certifikováno MZe ČR 25. 5. 2011.

[3] Matula S.; Miháliková, M.; Báťková, K.; Doležal, F.; Vopravil, J. (2012): Mapa ČR – odhad zásoby půdní vody dostupné pro rostliny. Česká zemědělská univerzita v Praze. Specializovaná mapa s odborným obsahem. Certifikováno MZe ČR 26. 11. 2012.

[4] Miháliková, M.; Matula, S.; Doležal, F. (2013): HYPRESCZ – database of soil hydrophysical properties in the Czech Republic. Soil and Water Research 8(1): 34–41. ISSN: 1801-5395.

[5] Miháliková, M.; Matula, S.; Doležal, F. (2014): Application of k-Nearest Code for the Improvement of Class Pedotransfer Functions and Countrywide Field Capacity and Wilting Point Maps. Soil & Water Res. 9(1): 1–8.

[6] Tóth, B.; Weynants, M, Nemes, A.; Makó, A.; Bilas, G.; Tóth, G. (2015): New generation of hydraulic pedotransfer functions for Europe. European Journal of Soil Science 66: 226–238.

[7] Weynants, M.; Montanarella, L.; Tóth, G.; Strauss, P.; Feichtinger, F.; Cornelis, W.; Javaux, M.; Matula, S.; Daroussin, J.; Hennings, V.; Schindler, U.; Bilas, G.; Makó, A.; Tóth, B.; Romano, N.; Iovino, M.; Morari, F.; Kværnø, S.; Nemes, A.; Riley, H.; Arnoldussen, A.; Nyborg, Å.; Børresen, T.; Haugen, L. E.; Slawinski, C.; Lamorski, K.; Gonçalves, M.; Patyka, N. V.; Shein, E.; Houšková, B.; Anaya-Romero, M.; Kätterer, T.; Wösten, H.; Hannam, J.; Keay, C.; Lilly, A.; Laktionova, T. (2013): European Hydropedological Data Inventory (EU-HYDI). Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability. ISBN 978-92-79-32355-3.

[8] Tóth, G.; Weynants, M. (2016): Maps of indicators of soil hydraulic properties for Europe. European Soil Data Centre, esdac.jrc.ec.europa.eu.

[9] Novák, P.; Vopravil, J.; Chramostová, B.; Lagová, J.; Vetišková, D. (2007): Analýza a mapování infiltračních a retenčních schopností půd České republiky. Závěrečná zpráva projektu VaV 1D/1/5/05. VÚMOP, Praha.

[10] Tomášek, M. (2002): Hydrogeologická charakteristika půdotvorných substrátů ČR. Podkladová mapa k řešení projektu, archiv VÚMOP.

[11] Kozák, J.; Němeček, J.; Borůvka, L.; Kodešová, R.; Janků, J.; Jacko, K.; Hladík, J. (2010): Soil Atlas of the Czech Republic. 1st Ed.; Czech University of Life Sciences, Prague.

[12] Novotný, I.; Vopravil, J.; Kohoutová, L.; Poruba, M.; Papaj, V.; Khel, T.; Žigmund, I.; Vašků, Z.; Novák, P.; Tomiška, Z.; Koutná, R.; Pacola, M.; Novotný, J.; Pírková, I.; Havelková, L.; Brouček, J.; Žížala, D. (2013): Bonitace zemědělského půdního fondu ČR – Metodika mapování a aktualizace bonitovaných půdně ekologických jednotek. 4. přepracované a doplněné vyd.; Praha, VÚMOP, v. v. i. ISBN 978-80-87361-21-4

[13] Němeček, J.; Mühlhanselová, M.; Macků, J.; Vokoun, J.; Vavříček, D.; Novák, P. (2011): Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. 2. upravené vydání. Česká zemědělská universita Praha. 94 s. ISBN 978-80-213-2155-7.

[14] Klika, J.; Novák, V.; Gregor, A. (1954): Praktikum fytocenologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství. Nakldatelství Československé akademie věd, Praha. 776 s.

[15] Zbíral, J. a kol. Jednotné pracovní postupy. Analýza půd I. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, 2010. s. 290. ISBN 978-80-7401-031-6.

[16] Valla, M.; Kozák, J.; Němeček, J.; Matula, S.; Borůvka, L.; Drábe,k O. (2006): Pedologické praktikum. 2. vydání, ČZU Praha, 151 s.; ISBN 80-213-0914-8.

[17] ISO 11272: Soil quality – Determination of dry bulk density. 1998. ISO, Geneva.

[18] ISO 11508: Soil quality – Determination of particle density. 1998. ISO, Geneve.

[19] UMS (2013): Operation Manual – KSAT. UMS GmbH, Munich. 34 s.

[20] United States Department of Agriculture (2009): Hydrologic Soil Groups – National Engeneerong Handbook, chapter 7. Part 630 Hydrology. 13 s.

[21] Borůvka, L. (2005): Pedogeochemie. 1. vydání, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha. 246 s. ISBN 80-213-1309-9.

[22] Vopravil, J.; Khel, T.; Vlček, L.; Holubík, O.; Řeháček, D. (2019): Retrospektivní monitoring změn vybraných půdních vlastností. Úroda, č. 1, 3 s. ISSN 0139-6013.

Ing. Jan Vopravil, Ph.D. (autor pro korespondenci)
Ing. Tomáš Khel
Ing. Darina Heřmanovská, Ph.D.

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.
Žabovřeská 250
156 27 Praha 5 – Zbraslav
vopravil.jan@vumop.cz

A new generation of hydropedological maps in Czech Republic (Vopravil, J.; Khel, T.; Hermanovska, D.)

Abstract
In 2018 updated hydropedological maps for the Czech Republic were published by the Research Institute for Soil and Water Conservation. The maps of hydrologic soil groups and water retention capacity cover the whole territory of the Czech Republic, whilst the map of available water capacity shows parameters for agricultural land only. The maps were developed on the basis of ecological soil units and map categories are based on hundreds of measured hydraulic parameters of the soil. Soil samples at least from the topsoil and subsoil described parameters for the whole soil profile including the heterogeneity of a texture or of a soil-forming process. For forest soils, the quality and depth of the organic layer combined with hydrogeological properties of soil substrate were used. The maps contribute to understanding of the role of water in the hydrologic cycle and highlight the linkage between soil condition and its ability to infiltrate and retain water.

Key word
hydrologic soil group – water retention capacity – available water capacity

Tento článek byl recenzován a je otevřen k diskusi do 30. listopadu 2020. Rozsah diskusního příspěvku je omezen na 2 normostrany A4, a to včetně tabulek a obrázků.
Příspěvky posílejte na e-mail stransky@vodnihospodarstvi.cz.

OHLASY

Diskusní poznámky k perspektivě vodních zdrojů

Jaroslav Hlaváč

Tento krátký text reaguje na články z Vodního hospodářství 3/2020, jejichž autory jsou RNDr. Pavel Punčochář, CSc., spolu s Ing. Martinou Dubskou (Budoucnost vodních zdrojů a územní hájení lokalit v Generelu lokalit pro akumulaci povrchových vod) a Dr. Ing. Antonín Tůma (Voda nad zlato). Autoři jsou uznávanými a zkušenými odborníky, takže není třeba s nimi polemizovat, spíš je snad vhodné upozornit na některé další souvislosti. Potřeba přípravy a budování dalších a rozšiřování stávajících akumulací povrchových vod je nesporná, stejně jako propojování vodohospodářských a vodárenských soustav.

Jako závažný až dominantní problém v delší časové perspektivě se jeví nárůst teplot a s tím spojené zvyšování výparu a evapotranspirace. Pro výpar je důležitá nejen samotná teplota, ale i vítr a poměr vodní plochy k jejímu objemu. S větrem se při stavbě a provozu vodních nádrží mnoho dělat nedá, snad jen nezapomínat na funkci pobřežních porostů, hlavně u méně rozsáhlých vodních ploch, kde okrajovou pozitivní roli může sehrát i zastínění litorálu a jistý větrolamový efekt. Poměr plochy a objemu nádrže je zpravidla příznivější ve vyšších nadmořských výškách, v nichž je většinou dynamičtější reliéf, a kde je navíc i vyšší srážkový úhrn a nižší průměrná teplota. K tomu by bylo vhodné při lokalizaci akumulací přihlížet, a to i přesto, že to může komplikovat řešení distribuce vody. To však je technický problém, zatímco výpar je fenomén přírodní, obtížněji ovlivnitelný.

Oprávněnou poznámku si zaslouží složité vyjednávání s frontou ochránců přírody, a to jak na bázi institucionální, tak i se skupinou dobrovolných a zájmových organizací. Je potřeba respektovat tyto subjekty, protože řada z nich má vysoký étos a nebývají zpravidla motivovány utilitárně. Na druhé straně je potřeba připomenout, že i v této oblasti dochází k vývoji, vzpomeňme příkladně na složité kompromisy kolem nádrže Nové mlýny, od projektu přes tzv. akci Špunt až po hledání možností, jak akumulaci eventuelně navýšit. I ochránci přírody si začínají uvědomovat, že nádrže mají i pro ně nezanedbatelný význam (např. pro vodní ptactvo) a také, pokud by se vývoj ubíral směrem k aridní krajině, nebude v budoucnu co ochraňovat. Určité potýkání můžeme zaznamenat při hledání řešení lokálních zájmů. V této oblasti lze doporučit hledání shody a motivace pro lokální a regionální zájmy. Lze pochopit určitou nostalgii po zatopených osadách, ale nedá se předpokládat, že by např. obyvatelé nových Kníniček byli ochotni se ze svých moderních domků hypoteticky vrátit do romantických, ale nekomfortních obydlí svých předků.

Ještě lze doporučit věnovat pozornost souvislosti povrchových a podzemních vod, což je sice dobře známo, přesto se zatím málo využívá umělé i břehové infiltrace, což by mohlo význam akumulace povrchových vod ještě podtrhnout.

Poznámku si zaslouží i kritika využívání zadržených dešťových vod pro údržbu zeleně. To je námět k diskusi, zde by se mohlo hospodařit nejen s dešťovou, ale i s dobře upravenou a zabezpečenou recyklovanou vodou, ovšem nikoliv málo hospodárným postřikem, ale spíš některou progresivní závlahovou technologií. Vsakování dešťové vody v urbanizovaných územích jistě má svůj význam, ovšem s pečlivým uvážením případných dopadů na základové konstrukce budov, eventuelně i na účinek netěsností městského odvodnění. Také je zapotřebí určitá obezřetnost při budování okrasných vodních ploch přírodního charakteru a revitalizaci toků v urbanizovaném území: s rostoucí teplotou nelze vyloučit výskyt hmyzem přenášených patogenů – je známo, že na jižní Moravě se vyskytovala malárie ještě na počátku minulého století. To může být i dalším úskalím pro vodní nádrže ve volné krajině v nižších a teplejších polohách.

Na druhé straně není možno opomenout význam akumulace povrchových vod pro závlahy. Při předpokládaném nárůstu suchých epizod v důsledku jak nerovnoměrného rozdělení srážek, tak i zvyšujícího se výparu se dá usuzovat, že poptávka po vodě pro závlahy spíše poroste, přestože se asi zemědělství bude orientovat na plodiny suchu odolávající a na závlahové techniky úsporné z hlediska potřeby vody.

Uvádí se, že příprava a budování přehrad se počítá na desetiletí, to je ovšem důsledek komplikací organizačního, právního a ekonomického charakteru. Při dobré vůli by se tyto lhůty daly zkrátit z technického hlediska minimálně na polovinu, musela by však k tomu nastat situace poněkud vyhrocenější, než je v současnosti. Zatím jsme vystačili s dovozem pitné vody do vodojemů, což je opatření relativně snadné, ale má nouzový charakter a rozhodně není dlouhodobě udržitelné. Další krok – propojování vodárenských soustav je poněkud průchodnější, než zcela nové nádrže, ale těm se stejně nevyhneme, jak z důvodů bilančních, tak i distribučních.

Konečně je třeba si uvědomit, že Česká republika je území celkem malé a s ohledem na globální charakter problému ve vzdálenějším horizontu není vyloučeno, že bude zapotřebí hledat vodní zdroje i mimo její území, což také není myšlenka nikterak nová.

Literatura

[1] Hlaváč, J.: Několik poznámek ke strategickým otázkám našeho vodárenství. Pitná voda Tábor 2020, 4 s.
[2] Punčochář, P.: Voda a změna klimatu – téma Světového dne vody v roce 2020, SOVAK, č. 3/2020, s. 4–6.

doc. Ing. Jaroslav Hlaváč, CSc.
vodárenský penzista
Brno
hlavac.jaroslav@volny.cz

Funkce DČOV v souvislostech

Jan Topol

Vážení čtenáři Vodního hospodářství, dovolte mi, abych s odstupem reagoval na článek Daniela Křenka publikovaný ve Vodním hospodářství číslo 10/2019. Autor je pracovníkem vodoprávního úřadu. Ve svém příspěvku se zabývá územním plánováním ve vztahu k ochraně vod. Zároveň hodnotí ze svých zkušeností funkci a provozování domovních čistíren odpadních vod (DČOV). Protože DČOV vyrábíme a prodáváme včetně zajištění servisu již více jak 25 let, myslím si, že mám dostatek zkušeností, abych se k této problematice mohl vyjadřovat. Na první pohled by se mohlo zdát, že s panem Křenkem stojíme každý na jiné straně barikády. Ale není to pravda, protože výrobce DČOV a státní správa nemusí stát proti sobě. Spíše bych to přirovnal k situaci, kdy oba dva stojíme u jednoho znečištěného potoka, každý na svém břehu, ale cíl máme stejný: aby voda byla čistá. Je tedy třeba za tímto účelem spolu komunikovat a hledat cestu, jak společného cíle nejlépe dosáhnout.

V oboru vodního hospodářství pracuji více jak 40 let. Nejprve v podniku Vodovody a kanalizace Kolín a od r. 1990 jako podnikatel. Neberte tedy tento příspěvek jako odborný článek, ale spíše jako povídání člověka, který si již v 70 letech může dovolit napsat, co si myslí a nazývat věci pravými jmény.

Legislativa

Daniel Křenek cituje platné zákony na ochranu vod a dochází k závěrům, že jsou v podstatě napsané dobře, jenom je problém s jejich dodržováním a vymáháním. To je právě největší problém. Pokud je možné zákon nedodržovat, pak takový zákon nedává smysl. Máme dlouholetou zkušenost z období socialismu, kdy kdo chtěl přežít, nemohl jinak, než zákony vrchnosti nedodržovat. Tento zvyk je v nás hluboce zakořeněný. Kreativitu v obcházení legislativy, kterou popisuje Daniel Křenek ve svém příspěvku, jsem ve své praxi nezažil, ale asi to bude tím, že nestojím na tom jeho břehu. Ale naprosto věřím tomu, že Daniel Křenek si nevymýšlí a jen popsal své osobní zkušenosti – někdy dost drsné.

Dovolte mi podělit se o jednu zkušenost z doby hlubokého socialismu. Nepamatuji si přesně rok, ale bylo to v době, kdy došlo k prvnímu skokovému zdražení ropy. V té době jsem pracoval na Vodovodech a kanalizacích v Kolíně. Obvykle 1x za rok dělala místní organizace státostrany (pro mladší ročníky uvádím, že to nebyla strana ANO, ale jmenovala se v té době KSČ – bez M) veřejnou schůzi své pobočky, na kterou přizvala i občany druhé kategorie – nestraníky. Na této schůzi jsme se vždycky měli přesvědčit, jak strana všechno perfektně řídí ku prospěchu celého národa. Jako host na této schůzi byl pozván předseda Městského výboru KSČ (jméno si již nepamatuji). Ten se vyjadřoval k aktuální problematice – úsporám pohonných hmot v souvislosti se zdražením ropy. Jeho citát zde uvedu doslova, protože jsem si ho také doslova zapamatoval. „Soudruzi, já to nechápu, Angličané snížili spotřebu ropy o 30 % během měsíce, Rakušani o 25 %, a my nic. Máme taková perfektní usnesení Ústředního výboru strany a vlády, a přitom v praxi, soudruzi, na co sáhneme, nic nám nejde.“

Je zřejmé, že kvalitní usnesení a zákony ještě nemusejí v praxi nic pozitivního znamenat a méně bývá někdy více. Ještě uvedu jeden příklad. Dodáváme čistírny také do Ruska. Přísnější legislativa než ruská ve světě snad neexistuje: BSK_5 pod 3 mg/l, CHSK do 30 mg/l, P maximálně 0,3 mg/l. Když jsem pátral po příčině tak přísných a nereálných limitů, bylo mi vysvětleno, že to je jen přání, jaké hodnoty by měly být dosahovány. Stačí však, když poteče vizuálně čistá voda. Ostatní se již zařídí. Možná to máme dáno historicky v genech, nevím. Jako v té pohádce „O chytré horákyni“, která přijela a zároveň přišla pěšky, oblečená i neoblečená. Tak i u nás má důvěru premiér, který sice vlastní svěřenecké fondy, které mají v majetku Agrofert, ale on přitom Agrofert nevlastní. Asi to opravdu máme v národních genech.

Ještě mi dovolte jeden příklad z praxe, tentokrát z Kanady. Tam jsme prodávali DČOV před cca 18 lety. V té době v Kanadě prakticky neznali, co je to DČOV, a u každého domku byl dvoukomorový septik a pak zasakovací drenáž. Na kvalitě čištění nikomu nezáleželo. Zájem o čistírny byl hlavně z důvodu získání vody pro zálivku. Je fakt, že v té době byla voda v okolí Vancoveru zdarma, rodinné domky neměly ani vodoměry, podobně jako u nás před 40 lety. Problém byl v tom, že když přišlo v létě sucho, byl vydán zákaz zalévat zahrádky. A občané se museli dívat na to, jak jim všechna ta krása na zahradě usychá. Už jen z tohoto důvodu chtěli čistírnu, aby mohli zalévat, když je zákaz. Když jsem na toto téma se zákazníky diskutoval, dlouho jsme si nerozuměli, myslel jsem si nejdříve, že je to překladem. Já jsem říkal: „A jaký je problém, že je zákaz. Tak se zalévá v noci.“ To byla moje zkušenost z práce na Vodovodech a kanalizacích v Kolíně, kde, když bylo sucho, tak jsme taky vyhlašovali zákaz zalévání. (Vidíte, suché roky byly už před 35 lety.) Výsledek byl ten, že na mnoha zahrádkách byla přes noc tak obrovská rosa, že v tom holínky čvachtaly. Český kreativní přístup k nařízení vrchnosti. Když Kanaďan pochopil, co mu radím a vysvětluji, byl v šoku. Jak může v noci zalévat, když je zákaz. To přece nejde, to je zakázáno. Když jsem mu vysvětloval, jak to funguje u nás, nemohl to zase pochopit on a díval se na mě, jako že jsem přijel z úplně jiného světa. Je to stále stejné. Ten nekonečný příval zákazů a příkazů vrchnosti během koronaviru nešlo ani sledovat, natož se jím řídit.

Konstrukce a funkce DČOV

Myslím, že tak dlouhý úvod nebyl zbytečný, protože na ochranu vod, a tudíž i na funkci DČOV, je třeba se dívat ze širšího společenského hlediska. Konec konců voda je majetkem celého národa. Daniel Křenek vyslovuje názor, že není v silách kontrolních orgánů uhlídat funkci DČOV, a proto jako nejvhodnější řešení doporučuje problémům s DČOV předcházet tím, že územní plány budou nastaveny na centrální systémy, kdy se postaví jen větší čistírny, které bude možné účinně kontrolovat. Ze svého hlediska má pravdu, ale z hlediska praktického to není vždy realizovatelné. Trochu mi to připomíná plánování v socialismu, kdy jsme projektovali soustředění odpadních vod (OV) vždy na jednu velkou ČOV, protože byl trvalý nedostatek pracovních sil na obsluhu menších čistíren. Většinou ale zůstalo jen u plánů, protože ještě nebyly peníze z EU. Druhá věc je, že tím odvedeme vodu mimo území a nemůžeme ji zpětně využít, což je v rozporu s trendem v současném období nedostatku srážek.

Tady mi dovolte odbočku. Kdysi jsem četl knihu o archeologických nálezech ve starém Sumeru. Tam objevili 5 tisíc let starou hliněnou tabulku s textem: „Chceš-li udělat z pouště zahradu, daruj ji. Chceš-li udělat ze zahrady poušť, pronajmi ji.“ No a naši nájemci, kteří půdu užívají již přes 70 let a místy pouště téměř dosáhli, plánují za naše daně „boj“ se suchem. Zatím je výsledek očekávatelný – „na co sáhnem, nic nám nejde“. Vrátím se raději k čistírnám!

Jak tedy zajistit, aby DČOV fungovaly dle certifikace? Dovolte mi pár slov k certifikaci EN 12566-3+A2. Platí, že čistírny označené značkou CE mohou být povoleny jak na ohlášení, tak vodoprávním řízením. V podstatě závisí na stanovisku úředníka, jak v konkrétním případě rozhodne. V době, kdy vznikala EN 12566-3+A2, jsme se zúčastnili vzniku této normy za Francii. Je to humorné, ale většina odborníků v ČR se o vznik této normy vůbec nezajímala. Až náš partner z Francie nás oslovil, že pokud se norma schválí v navrhované podobě, DČOV nebudou smět být vyráběny z polypropylenu (PP) a on je nebude tedy moci dovážet a prodávat. Je to logické, protože norma vznikala v západních státech, které pracují s nádržemi z betonu, polyetylenu (PE) a sklolaminátu. Nádrže z PP se tam v té době nepoužívaly. Proto jsme zpracovali celou přílohu č. 6.5.7 normy o podmínkách použití PP pro výrobu DČOV. Syn se zúčastnil několika výjezdních zasedání odborné skupiny, která tvořila pravidla normy. Požadavek na PP se nám podařilo prosadit. Dále jsme požadovali, aby do výsledné tabulky CE, tak jak ji známe, byl ještě doplněn údaj ze závěrečné zprávy zkoušky typu o četnosti vyvážení kalu během zkoušky typu a údaje o počtu hodin obsluhy a údržby. Bohužel, toto se nám již nepodařilo prosadit. Tyto údaje závěrečné zpráva obsahuje, ale v současné době je to důvěrná informace mezi zadavatelem (výrobcem) a notifikačním orgánem. Vzhledem k tomu, že v EN 12566-3+A2 se píše doslova, že notifikační orgán při zkoušce účinnosti postupuje přesně podle návodu výrobce z hlediska údržby a obsluhy, certifikace neříká vůbec nic o funkci čistírny v provozu. Když se začalo mluvit o certifikaci, byli jsme všichni pro. Předpokládali jsme, že z trhu po

certifikaci odejdou nepoctiví tzv. „garážoví výrobci“ a podstatně se zjednoduší legislativa povolování DČOV – tzv. výrobkový přístup. V praxi se stal pravý opak. Garážoví výrobci si pořídili certifikaci a následně zahájili hromadnou a levnou výrobu provzdušňovaných soudků. Na internetu pak jsou srovnávací tabulky, kde se hodnotí nejlevnější DČOV s CE. Z cenových důvodů pak již část renomovaných výrobců, kteří mají alespoň základní představu o technologii čištění OV, z trhu DČOV odešla. Těžiště výroby a prodeje DČOV v ČR se tedy přeneslo na „bazénáře“, kteří v létě vydělávají na bazénech a v zimě mají „výplňovku“ v DČOV.

Jak asi mohou v praxi fungovat DČOV bez kalojemu na principu „superaktivace“, kde se kal netvoří, když jednoduchým výpočtem za 5 minut zjistíte, že pro 5 EO se musí daná čistírna odkalovat 1x za měsíc, pokud má platit zákon o zachování hmoty, a ne za deklarovaných 6 měsíců? Jak může DČOV s dosazovákem, jehož povrch se nečistí min. 2x za den, dosahovat účinnosti 99 %? Nebo jak pohlížet na výrobky, kde máte několik kohoutů a každý máte nastavit o daný počet otáček, aby průtok vzduchu nebyl „ani velký, ani malý“ a odtok z dosazováku se čistil 5 bublinkami za 1 min, přičemž zároveň platí, že jak se po odkalení čistírny zvyšuje postupně koncentrace kalu v aktivaci, je třeba kohouty doregulovat? A nakonec vtip z VÚV Praha z testování DČOV: „Některé čistírny jsme nastavit ani nedokázali a museli jsme si pozvat ke správnému nastavení výrobce.“ Nesouhlasím s panem Křenkem v tom, že když se občan o čistírnu stará, tak funguje, protože mnoho výrobků nemá šanci fungovat, i když se majitel stará. Faktem je, že v některých západních státech ještě nevymysleli „superaktivaci“, kdy se kal netvoří, a musíme tedy pro export zvětšovat kalojem např. z 0,5 m^3 na 2 m^3. Samozřejmě, že to zvyšuje cenu a v ČR bychom byli neprodejní. Připravuje se novela EN12566-3+A2, kde bude stanovena podmínka pro export do některých států, že během 10 měsíců zkoušky účinnosti nesmí být kal vyvážen.

Jaká je cesta ke zlepšení?

Dle mé zkušenosti platí, že uživatel DČOV se o ni stará, pokud mu přináší užitek vyčištěná voda, nebo pokud by měl jinak praktické problémy s likvidací odpadní vody. Souhlasím s panem Křenkem, že současnou legislativou ohlídat funkci velkého množství DČOV nelze. Českou kreativitu obcházení zákonů popsal názorně. Proto při návrhu potřebných opatření ke zlepšení situace s DČOV, které jsem shrnul do 3 bodů, se na platnou legislativou neohlížím:

1) způsob instalace DČOV;
2) požadovaná minimální kvalita výrobku;
3) kontrola funkce DČOV.

Ad 1) Způsob instalace DČOV

Zásadně není možné u malé čistírny povolit odtok do povrchových vod – trubka do potoka. Situace pak dopadne tak, jak popisoval pan Křenek, anebo dle mé zkušenosti, když mi před cca 2 roky volal nespokojený zákazník: „Dodnes lituji, že jsem si koupil Vaši čistírnu a ne konkurenční, jako má soused. Mně tam stále něco píská, musím otevírat víko a starat se o provoz čistírny. Soused zavřel před 2 lety víko, od té doby ho neotevřel a má pokoj.“ Proto nikdy ne „trubku do potoka“. Vyčištěná nebo – jak říká legislativa – předčištěná OV by se měla vždy využít nebo zlikvidovat na pozemku vlastníka. Co to konkrétně znamená: Za každou čistírnou musí být nádrž na vyčištěnou vodu o objemu minimálně 0,5 m^3, což je běžná produkce OV z jednoho domku. Tam je vidět, co z čistírny odtéká. V nádrži musí být čerpadlo a voda se bude čerpat vždy na povrch pozemku. Nikdy ne do zasakovací drenáže. Při takovéto instalaci budou perfektně fungovat i DČOV se „superaktivací“ a bez kalojemů a ještě navíc dojde k doplnění organické hmoty (přebytečný kal) do půdy, což bude jen ku prospěchu vegetace. Platí, že kdo má peníze na čistírnu, nepěstuje na pozemku brambory apod., kdy by se mohla rezidua z OV dostat do potravního řetězce. Je fakt, že až na výjimky jsou již zimy tak mírné, že se dá čerpat na pozemek voda celý rok. Dešťová voda padá také na povrch i v zimě a vsákne se. Za rok naprší cca 600 mm, tj. 0,6 m^3/m^2. Při produkci OV z jednoho domku 0,4 m^3/den je roční produkce OV cca 150 m^3. Pokud bychom uvažovali pozemek o velikosti 800 m^2, jedná se o zvýšení cca o 200 mm, tedy navýšení o 30 %. Neměl by tedy být problém zacházet s předčištěnými OV jako s vodou dešťovou. Co na pozemek spadne nebo doteče, to tam musí zůstat. Nemělo by být umožněno zasakovat předčištěnou OV pomocí drenáží nebo jiných podzemních zasakovacích zařízení. Pro zimní období postačí zasakovat přes vrstvu štěrkopísku v tloušťce 30 cm, která bude nasypána na povrchu terénu – na orniční vrstvě v ploše minimálně 3 m^2/EO. Předčištěná voda bude čerpána na toto zasakovací zařízení pod tlakem, kde bude roztříknuta na povrch písku. Celá vrstva štěrkopísku bude pokryta fólií a zeminou tak, že vznikne „hrbeček“ o výšce cca 50 cm, který nikomu nebude vadit. Toto zasakovací zařízení může být používáno celoročně nebo jen v době mrazů.

Moje zkušenost říká, že pokud majitel čistírny vodu využívá nebo by vypouštěním nedočištěné vody hrozilo zanešení zasakovacího zařízení (což je problém především v těžkých půdách), požaduje při problému s čistírnou okamžitý servis. Nemá čas se starat o legislativu a falšovat rozbory. Problémy s nefunkční čistírnou, kdy občan nemá zájem vodu využívat a je mu jedno, co mu vytéká, se k nám na servisní středisko obvykle nedostanou. To je to, když jsem začal mluvit o dvou březích na stejné řece. Vzpomínám na jednu diskusi s pracovníky vodoprávních úřadů na výstavě. Tam jsem kritizoval postup vodoprávních úřadů s tím, že to na mě dělá dojem, že někteří legislativci žijí v přesvědčení, že OV se nejlépe vyčistí filtrací přes štosy papírů a dokladů v projektové dokumentaci. Vytýkal jsem jim, proč neprovádějí kontroly v terénu. Odpověď z jejich hlediska byla jednoduchá. Nemají na to kapacity, někdy ani ne auto, a navíc se dostávají do ostrého konfliktu s občany a ne každý na to má žaludek – viz zkušenost pana Křenka. Proto jediné, co mohou dělat, je bazírovat na veškeré dokumentaci a doufat, že čistírna bude provozována a fungovat tak, jak je napsáno v povolovací dokumentaci.

Ad 2) Požadovaná minimální kvalita DČOV

Nesouhlasím s názorem pana Křenka, že všechny DČOV jsou v podstatě stejné a výsledek provozu závisí jen na tom, jak se majitel o čistírnu stará. Je třeba si uvědomit, že i DČOV prošly za posledních 20 let technologickým vývojem. Ale je pravda, že někteří výrobci to nezaznamenali. Pokud se má občan o čistírnu starat obden, aby dosáhl trochu přijatelného výsledku čištění, tak samozřejmě v krátké době rezignuje. Platí jeden fakt, že OV z jedné domácnosti se fakticky neliší od OV z tisíce domácností. Čistí se však hůře, protože je větší nárazovost přítoku a je větší proměnlivost v kvalitě OV. Před 40 lety jsme jezdili na kontrolu obecních ČOV. Ať už to byly známé oxidační příkopy, ocelové VHS nebo kombibloky apod., problémy s funkcí byly vždy stejné. Projekt je v pořádku, realizace je v pořádku, problém je ve špatné a nekvalifikované obsluze. Obsluha byla většinou na jednu směnu. Byla tedy tendence soustřeďovat menší obce na jednu velkou čistírnu, kde bude obsluha na tři směny. Technologie, které se používaly na obecních ČOV před 40 lety, dnes nikdo nerealizuje pro vysoké nároky na obsluhu. Prakticky na všech ČOV je dnes různý stupeň automatiky a dálkového přenosu dat. Základní problém DČOV je v tom, že prakticky stejné technologie, které se používaly na městských ČOV, když jsem nastoupil do praxe, se bez podstatných změn používají mnohými výrobci na stále prodávaných DČOV s CE. Důvodem je někdy cena, někdy absolutní neznalost technologie čištění OV a obvykle obojí dohromady. Výsledky jsou takové, jaké je známe.

První vlaštovkou v požadavcích na minimální kvalitu DČOV jsou požadavky na dotované DČOV od roku 2020. Zde je zkrácená citace.

Nedílnou součástí každé DČOV musí být:

- Akumulace přitékajících OV, a to minimálně na 50 % jednodenní kapacity, na níž je DČOV projektována.
- Oddělený prostor pro akumulaci kalu.
- Monitorovací zařízení.
- Automatické řízení provozu DČOV v závislosti na množství přitékající OV (bez zásahu uživatele).
- U DČOV s režimem vypouštění OV do vod podzemních musí být zajištěna akumulace vyčištěné OV s možností jejího dalšího využití.

Nevidím žádný důvod, proč by takové čistírny nemohly být prodávány i bez dotací. Občan k tomu musí být donucen buď zvýšenými náklady na instalaci tak, jak jsem popsal výše, nebo zvýšenými náklady na kontrolu funkce čistírny.

Ad 3) Dohled nad funkcí DČOV

Je samozřejmé, že technická kontrola výrobku jednou za 2 roky není žádná kontrola. Smysluplná kontrola by měla být min. 2x ročně. Zvlášť přihlédneme-li k faktu, že kontrolu konkrétní čistírny obvykle provádí servisní pracovník výrobce nebo spolupracující osoba. Je pak logické, že výsledek kontroly je pro majitele vždy pozitivní. Jinak přece kontrolu nebude platit. Zároveň je prakticky nemožné najít specialistu, který by rozuměl všem typům DČOV na trhu.

Pojďme si představit opačnou situaci. Technickou kontrolu – revizi zaplatí majitel čistírny z vystavených pokut za nesprávnou funkci čistírny. Revizor bude mít právo ukládat blokové pokuty (cca 2 000 Kč) při zjištění špatné

funkce čistírny, případně zahájí správní řízení. Bude to jeho živnost, ze které bude platit daně, a patrně bude muset mít i EET. Obdoba revizora v MHD. Bude mít oprávnění vstupovat na pozemek kdykoli a bez ohlášení, ale jen ve společnosti majitele a za účelem kontroly čistírny. Seznam povolených DČOV dostane na vodoprávním úřadu včetně všech technických informací. Pokud je majitel čistírny přesvědčen, že je šikanován, může se obrátit na soud, přičemž důkazní břemeno bude vždy na revizorovi. Může se stát, že jednu DČOV budou kontrolovat různí revizoři i několikrát týdně. Ale musí platit, že pokutovat se dá jen 1x měsíčně. To je doba nutná na opravu a následné zapracování čistírny.

Mohlo by jít o výnosný byznys, protože kontroloři pojedou především tam, kde vědí, že si vydělají a vyplatí se jim cesta. Ale zároveň na stránkách výrobců těchto čistíren budou asi někteří tvrdit, jak tyto čistírny perfektně fungují. Podstatné ale je, že pokuty prospějí životnímu prostředí a za hloupost se holt platí. Samozřejmě, že pokud si majitel zaplatí za dálkový monitoring a bude platit servisnímu středisku např. roční paušál za dohled a servis DČOV, pak by případnou pokutu měl platit majitel servisního střediska.

Jsem přesvědčen, že při nasazení dostatečně citelných pokut a jasných pravidel nebude do dvou let v ČR žádná nefunkční DČOV, stát ušetří na platech úředníků a ještě vydělá na daních, případně si může i zaúčtovat procenta z pokut. Jestli někde proběhnou kontroly bez EET a stát o pár korun přijde, nevadí, hlavně že vyděláme všichni na zlepšení stavu vod.

Co se týká vyvážení žump a předkládání dokladů o vývozu, tam je řešení v podstatě obdobné. Každý majitel žumpy by měl mít smlouvu s provozovatelem čistírny, který obvykle zajišťuje vyvážení. Do žumpy stačí dát jednoduchý snímač hladiny s přenosem dat na firmu zajišťující vývoz. V okamžiku, jak se žumpa naplní, realizuje se vývoz a majitel žumpy dostane 1x za rok fakturu za stočné. V podstatě tak, jako by byl napojen na kanalizaci. Případné doklady pro úřad dodává firma, která provozuje čistírnu – ta také za vývoz odpovídá. Majitel žumpy se o nic nestará, jen platí.

Závěr

Závěrem bych chtěl poukázat na jednu věc. V rámci DČOV, jejich konstrukce, povolování, provozování a kontroly stále uvažujeme v kategoriích minulého století, jako by se zde vývoj zastavil. Znovu ještě připomenu dálkové odečty vodoměrů, EET, chytré domácnosti, kam je možné zapojit i DČOV apod. Bylo by dobré legislativu podstatně zjednodušit tak, aby ji bylo možné dodržovat a kontrolovat. Pro zajištění funkčnosti DČOV není třeba měnit složitě vodní zákon. Postačí řešení nařízením vlády, případně metodickým pokynem vodoprávním úřadům. Jinak budeme o stejných problémech, jako psal pan Křenek, mluvit ještě za 20 let.

Ing. Jan Topol
TopolWater, s.r.o.
Nad Rezkovcem 1114
286 01 Čáslav
topol@topolwater.com

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. se zabývá výzkumem v oblastí ochrany půdy, komplexních meliorací, pedologie, hydrologie, tvorby a využití krajiny a informatiky k těmto oborům se vztahující. Provádí rozbory půdy a vody, provozuje geoportál SOWAC-GIS, tvoří interpretační mapy, poskytuje data pro kvalifikovaná rozhodování odborníků, manažerů a orgánů státní správy a samosprávy.

- **Dlouholetá tradice hydrologického a pedologického aplikovaného výzkumu**
- **Silné propojení s vodohospodářskou, územně-plánovací a zemědělskou praxí**
- **Odborné zpracování podkladů pro analýzy hydromelioračních zařízení (odvodnění a závlahy)**
- **Přenos výsledků výzkumu do praxe**
- **Specializované poradenství pro soukromé osoby i společnosti**
- **Hydropedologická laboratoř**
- **Analýzy vzorků vod, půd, biomasy v akreditované laboratoři**

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.
Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5 – Zbraslav
Telefon 257 027 262 · E-mail: podatelna@vumop.cz
Datová schránka: 77jfd47
www.vumop.cz
https://geoportal.vumop.cz/

Ještě k odlehčovacím komorám

Vážený pane,

reaguji na stanovisko Ing. E. Zavadila na Váš úvodník k odlehčovacím komorám. Nepřeji si uveřejnit svoje jméno, ale svůj názor jsem již prezentoval na několika konferencích.

Jestliže chce ministerstvo řešit problém odlehčovacích komor, tak musí nejdříve zrušit § 20 odst. 6 zákona č. 274/2001 Sb.: *Povinnost platit za odvádění srážkových vod do kanalizace pro veřejnou potřebu se nevztahuje na plochy dálnic, silnic, místních komunikací a účelových komunikací veřejně přístupných, plochy drah celostátních a regionálních včetně pevných zařízení potřebných pro přímé zajištění bezpečnosti a plynulosti drážní dopravy s výjimkou staveb, pozemků nebo jejich částí využívaných pro služby, které nesouvisí s činností provozovatele dráhy nebo drážního dopravce, zoologické zahrady, veřejná a neveřejná pohřebiště a plochy nemovitostí určených k trvalému bydlení a na domácnosti.* Tento paragraf je totiž prapříčinou odporu provozovatelů kanalizací proti požadavkům Ministerstva životního prostředí.

Vodní zákon 254/2001 Sb. v § 5 odst. 3 definuje požadavky na hospodaření s dešťovou vodou: *Při provádění staveb nebo jejich změn nebo změn jejich užívání jsou stavebníci povinni podle charakteru a účelu užívání těchto staveb je zabezpečit zásobováním vodou a odváděním, akumulací nebo čištěním odpadních vod s následným vypouštěním do vod povrchových nebo podzemních odpadních vod z nich v souladu s tímto zákonem a zajistit vsakování nebo zadržování a odvádění povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby (dále jen „srážkové vody") v souladu se stavebním zákonem. Bez splnění těchto podmínek nesmí být povolena stavba, změna stavby před jejím dokončením, užívání stavby ani vydáno rozhodnutí o dodatečném povolení stavby nebo rozhodnutí o změně v užívání stavby.* Tento požadavek ale není při povolování staveb vůbec vyžadován.

Projektanti staveb hledají vždy nejjednodušší a nejlevnější řešení, což je odvedení dešťových vod do kanalizace. Když po projektantech chce správce kanalizace řešení v souladu s vodním zákonem, tak je tím obtěžuje. U správců komunikací a jejich projektantů budí požadavek na doložení, kam odtékají dešťové vody, zděšení, protože pro ně tento problém končí vtokem do uliční vpusti, a to i v případě, že VaK tvrdí, že v uvedené lokalitě kanalizaci nemá a obec nebo správce silnice mu také žádné podklady nedal. Jestliže chceme řešit sucho, tak nemůžeme odvádět dešťové vody do kanalizace a do toku ji vypouštět třeba až 10 km od místa vtoku. Obdobně je to s druhým mediálním tématem, mikroplasty. Neřeší se jejich vnos z kosmetiky, zubních past apod., ale řeší se úprava pitné vody a čištění vypouštěné odpadní vody.

Veškeré problémy by se měly řešit tam, kde vznikají, tj. mikroplasty zakázat používat v kosmetickém průmyslu a dešťové vody zakázat vypouštět do jednotné kanalizace s tím, že po dobu přechodného období, navrhuji 10 let, by se za vypouštění dešťových vod do jednotné kanalizace platilo. Ekonomická motivace je jediná, která zajistí řešení uvedeného problému.

Argument, že se tím zdraží stočné, neberu, jen se stávající náklady rozpočítají na větší množství fakturované vody. Možná by se k tomu mělo vyjádřit i Ministerstvo zemědělství, protože zrušení § 20 odst. 6 je podle Ing. Zavadila věcí MZe, a ne MŽP.

Všichni, kdo o odvádění odpadních vod něco víme, tak víme, že nejdříve byly suché záchody, následně splachovací s vypouštěním do nejbližšího příkopu, a když už to bylo neudržitelné, příkop se zatrubnil a odpadní vody se odvedly do nejbližší vodoteče. Když i ta vodoteč byla jen stokou, tak se jednotlivé volné výusti osadily odlehčovací komorou a splašky se odvedly až pod obec. U větších obcí byla následně postavena čistírna odpadních vod.

Moje osobní zkušenost je, že čistírnou odpadních vod protéká cca 3x více vody, než je množství vody fakturované. Když byl tento údaj uveden v žádosti o dotaci, zaměstnankyně SFŽP volala a ptala se, jak je to možné. Na odpověď, že se jedná o jednotnou kanalizaci, se v telefonu rozhostilo ticho a bylo nutné to podrobněji vysvětlit.

V rámci své pracovní náplně se vyjadřuji ke stavbám jak našich, tak i cizích investorů. Denně řeším likvidaci dešťových vod a skoro vždy to skončí na otázce: proč řešit dešťové vody za desítky tisíc korun, když přípojka do kanalizace stojí jen jednotky tisíc korun?

Na tuto otázku neexistuje odpověď, když placení za odvádění většiny dešťových vod podléhá výjimce, a proto se nemusí platit. Jako provozovatel ani nevím, kolik dešťové vody a od koho do kanalizace natéká, protože správce a vlastník komunikace s námi nechce uzavřít smlouvu o odvádění vod kanalizací, kde by bylo toto množství vyčísleno. I přes stanovisko MZe, že je to jejich povinnost, odpovídají, že jejich zaměstnanci mají na práci důležitější věci než vyčíslovat množství vypouštěné dešťové vody, za kterou se stejně neplatí.

Tyto problémy by měl pomáhat řešit SOVAK jako profesní sdružení vlastníků a provozovatelů vodovodů a kanalizací. Problém je ale v tom, že od doby projednávání novely NV 61/2003 je mezi zástupci MŽP a SOVAK osobní averze (můj pocit z probíhajících jednání a jejich prezentací na jednotlivých seminářích). MŽP mělo zajistit slíbenou čistotu českých řek, a ani přes vysoké dotace do kanalizací a ČOV toho nebylo schopno dosáhnout, a tak hledá viníka. Nezastírám, že z odlehčovacích komor odtékají znečištěnější vody než z čistíren odpadních vod, ale nelze přenést problémy s odváděním dešťových vod na provozovatele kanalizací. Jestliže nedojde ke zrušení § 20 odst. 6, tak za vlastníky komunikací budou za likvidaci dešťových vod platit občané a podnikatelé.

Zrušení § 20 odst. 6 není v zájmu státu (vlastník železnic, dálnic a silnit I třídy), krajů (vlastník silnic II a III tříd) a obcí (vlastníci ostatních komunikací a veřejných prostranství). Pro uvedené subjekty by to znamenalo velmi vysoké náklady, které nejsou ochotny platit, a proto stát rezignoval na naplnění požadavků EU „znečišťovatel, uživatel služby, za ni platí".

Opětovně se ukazuje, že **není zájem řešit problém v místě jeho vzniku a na náklady toho, kdo to způsobil,** ale přenést problém na někoho jiného.

Obdobně byl řešen problém s fosforem v odpadních vodách. Zakázali jsme ho používat v pracích prášcích pro malospotřebitele, ale velkospotřebitelé používají prací prášky s obsahem fosforu do současnosti.

Poznámka redakce: *Toto stanovisko redakce obdržela už minulý rok. Bohužel z technických důvodů ho otiskujeme až nyní. Myslíme si, že i s tímto odstupem je stále aktuální. K odlehčení diskuse o odlehčovacích komorách jsme od Ing. Rostislava Procházky z městského úřadu v Třeboni obdrželi přiloženou fotku* ***Odlehčovací komora při svíčkách.*** *Rádi ji otiskujeme. Snad vybudí ve vás příjemné emoce a úsměv ve tváři. Pokud byste sami měli nějakou obdobnou fotku s vodohospodářskou tematikou, rádi ji uveřejníme. Posílejte ji i s případným komentářem na stransky@vodnihospodarstvi.cz.*

Produktová rozmanitost, servis a inovace v Německu i po celém světě od firmy RAUSCH

Už 35 let firma Rausch vyvíjí a vyrábí ta nejkvalitnější televizní inspekční zařízení pro optickou kontrolu potrubí a kanalizace a také systémy pro kontrolu těsnosti. Požadavek kvality je nedílnou součástí všech servisních služeb a výrobních procesů.

Splnit vždy požadavky zákazníka a předat takové produkty, které budou individuálně přizpůsobené a v souladu s vysokými očekáváními, to je ve firmě Rausch ta nejvyšší priorita.

Pro efektivní naplnění této priority a pro trvalé zabezpečení kvality podstoupila firma Rausch certifikaci podle národně i mezinárodně uznávané normy řízení jakosti ISO 9001.

Firemní ústředí ve Weißensbergu u Bodamského jezera se věnuje vývoji, výrobě, administrativě a servisu. Servisní pobočky Rausch v Düsseldorfu, Winsenu a Hoerdtu u Štrasburku a servisní partneři v Drážďanech, Lünenu, Wiesentheidu, Ingolstadtu a Berlíně pak nabídku v Německu doplňují. Rozsáhlá a spolehlivá síť prodejců a zákaznického servisu je k dispozici také v západní i východní Evropě, Austrálii, Asii a v USA. **V Česku ve společnosti DISA.** Zákazníci po celém světě tak dostávají ten nejlepší servis přímo.

Inovativní – modulární – efektivní! Za to Rausch ručí i v budoucnu.

RCA 4.0 s Full HD rozlišením

Vývoj řady RCA Rausch začal už v 90. letech a díky soustavné práci se dařilo uvádět na trh stále nové trendy. V roce 2018 jako první na světe představila televizní inspekční systém **RCA 4.0 Full HD**. Přenos dat s Full HD rozlišením 1920x1080 pixelů je umožněn pomocí měděného kabelu bez optického vodiče.

Za tím účelem firma Rausch speciálně vyvinula technologii VML a zaregistrovala ji jako patent. **Díky použití efektivní technologie VML je servis snazší a náklady zákazníků na údržbu jsou sníženy na minimum.**

Systém se ovládá pomocí průmyslového PC v kombinaci s 15“ dotykovou obrazovkou a také pomocí multifunkčních joysticků, které společně přebírají celkovou kontrolu kamer, vozíků a satelitního systému. Druhý PC přebírá dokumentování prováděných inspekcí. Pro zaměření poškozených míst od DN 150 a změření deformací je k dispozici osvědčená kamera KS 135 Scan, nyní s Full HD rozlišením. Pro oblast použití do DN 2500 se dá kamera použít volitelně na plováku nebo ve spojení s vozíkem C 135 a lafetou.

RCA 4.0 se dá pro zkoušku těsnosti rozšířit o zkoušku jednotlivých hrdel, šachty a odlučovače.

LATRAS

Zaměřovací systém LATRAS (LAterales TRAcking System) společnosti Rausch slouží k automatickému zaměřování a grafickému zakreslení trasy potrubí u domovních přípojek. Snímač LATRAS se umisťuje za kameru KS 60 DB. Pohyb vpřed je zajištěn buď posuvným kabelem, nebo vysokotlakou proplachovací technikou.

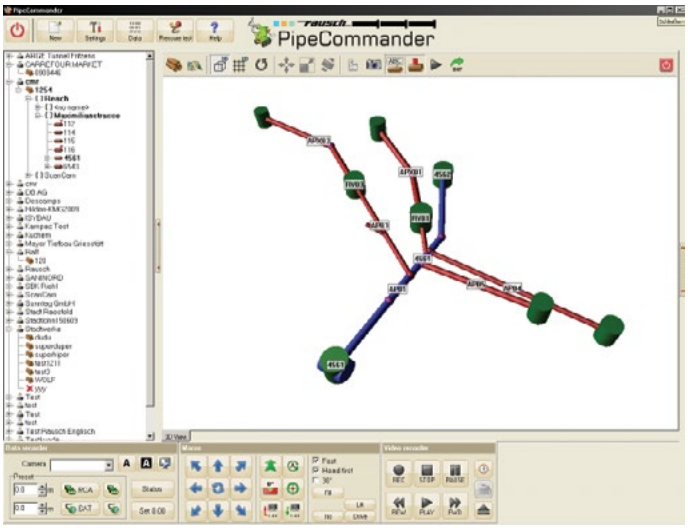
Řídicí elektronika zaznamenává směr pohybu senzorové hlavy LATRAS. Tyto souřadnice XYZ se permanentně registrují paralelně s inspekcí a umožňují zaznamenávat trasu potrubí současně a bez významných vícenákladů pro subjekt provádějící inspekci. Díky novým důležitým informacím o potrubním systému je kvalita průzkumu výrazně vyšší.

U systémů, které jsou vybaveny řadou M a kamerou KS 60 DB, je možné LATRAS přidat dodatečně.

PipeCommander

Systémy Rausch se kompletují se softwarem PipeCommander a kartovým modulem PicoMaps. Hardware a software se propojují jednotně a účinně. V PipeCommander se evidují všechna relevantní kmenová data a dosažené výsledky inspekce. Data se zde dají později snadno editovat. Všechny projekty se spravují v přehledné struktuře menu a kdykoliv je lze cíleně exportovat a vytisknout. Průběh a výsledky inspekce se dají vyvolat v podobě videí, fotografií, protokolů, statistik a 3D zobrazení.

PipeCommander je jako detekční software k dostání pro vozidla a jako kancelářská verze pro administrativní práce, popř. dodatečné zpracování dat z průzkumů. PicoMaps jako výkonný doplňkový model detekčního systému PipeCommander získává všechny dostupné geodetické souřadnice automaticky z inspekční databáze. Na základě těchto dat se vizualizují kompletní kanalizační sítě. Trasy potrubí zaznamenané pomocí LATRAS se rovněž integrují do PicoMaps a obohacují vyobrazení o výrazně větší přesnost trasy potrubí.



Vozidlová vestavba – lehká váha od společnosti Rausch

Rausch nabízí mobilní řešení a vestavná zařízení pro vozidla, která jsou konstruována jako lehké konstrukce s inovativní voštinovou technologií. Při plné výbavě, včetně pokročilého modulárního systému řady M a napájení pomocí Li-Ion-akumulátorů, dosahují celkové hmotnosti 3 100 kg S řidičským průkazem třídy B je možné přepravovat celkovou hmotnost až 3 500 kg.

V případě dotazů ohledně produktů firmy Rausch jsme Vám ochotně k dispozici.

Kontakty naleznete na **www.disa.cz**.

Petr Křivánek
DISA s.r.o.
Barvy 784/1, 638 00 Brno
krivanek@disa.cz

INFORMUJEME

Poznatky Ministerstva zemědělství z výkonu vrchního dohledu nad sektorem vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu z hlediska ochrany odběratele a problematiky odečtů a výměn vodoměrů

Radek Hospodka

Úvod do problematiky

V působnosti resortu Ministerstva zemědělství (dále jen „MZe“) je mj. regulace oboru vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu (dále jen „VaK“). Základní právní normou pro obor VaK je zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (dále jen „ZVK“), ve znění pozdějších předpisů. Tento zákon obsahuje řadu ustanovení, která přímo nebo nepřímo souvisejí s nějakou formou ochrany odběratele. V České republice je ve většině případů pro stanovení množství dodané vody využíváno měření vodoměrem a současně i pro stanovení množství vypouštěných odpadních vod se používá naměřené množství dodané vody zjištěné pomocí (fakturačního) vodoměru. S nadsázkou lze říci, že slovo vodoměr je jedno z klíčových slov používaných v sektoru VaK, které téměř každého napadne v souvislosti s jakoukoli vodárenskou společností nebo platbou za vodu. Zjištěné množství dodané vody pak představuje společně s jednotkovou cenou pro vodné a stočné, příp. cenou pevné složky vodného a stočného rozhodující údaj pro vyúčtování (fakturaci) úhrady za dodávku vody, za službu spojenou s jejím dodáním a rovněž službu spojenou s odváděním a čištěním odpadních vod odběrateli. Podíváme-li se na toto konstatování očima odběratele, je jasné, že všechny činnosti vykonávané vodárenskou společností ve vztahu k „vodoměru“ jsou jedním ze základních předpokladů pro vytváření dobrých dlouhodobých vzájemných vztahů mezi odběrateli a poskytovateli služeb VaK, a to již od momentu, kdy vlastník, popřípadě provozovatel vodovodu určil odběrateli podmínky pro umístění vodoměru v rámci svého vyjádření ke stavbě vodovodní přípojky, následného prvního osazení vodoměru, uzavření písemné odběratelské smlouvy a první faktury za vodné a stočné na základě prvního zjištěného stavu na vodoměru.

Problematika zajišťování pravidelných odečtů vodoměrů pro fakturaci vodného či stočného nebo výměn vodoměrů patří k častějším dotazům odběratelů, které jsou na MZe také řešeny. Z výkonu kontrolní činnosti MZe nad vlastníky a provozovateli vyplývá, že tato problematika je v sektoru VaK zdrojem častějších sporů s odběrateli než v jiných činnostech při správě a provozu VaK. Z podstaty této věci a vzhledem k počtu odběrných míst to však není žádné překvapivé zjištění.

Cílem příspěvku je stručný náhled této problematiky ve vztahu k ochraně odběratele, upozornění na možná rizika vzniku reklamací či sporů mezi poskytovatelem služby a odběratelem při odečtech a výměnách vodoměrů a úvaha o možnostech, jak případně těmto situacím předcházet.

Ochrana odběratele vymezená v § 36 ZVK, právo na informace k podmínkám služby VaK

Každý vlastník a rovněž provozovatel vodovodu nebo kanalizace má řadu práv a povinností vymezenou ZVK. Obecně tato práva a povinnosti rovněž nepřímo směřují k ochraně odběratele, aniž si toho v naprosté většině případů odběratelé jsou vůbec vědomi. Za jednu z povinností každého vlastníka VaK, popřípadě provozovatele, pokud je vlastníkem zmocněn, lze uvést povinnost plynoucí z ustanovení § 36 odst. 3 ZVK, a to předat obecnímu úřadu obce, v jejímž obvodu zajišťuje provozování vodovodu nebo kanalizace, informaci s platnými údaji pro možné odběratele k uzavření písemné smlouvy. Vezmeme-li v potaz, že tyto informace mají mimo jiné zahrnovat např. technické požadavky na přípojky, informaci o jakosti a tlaku dodávané pitné vody, způsobu zjišťování množství odebírané vody včetně stanovení požadavků na umístění vodoměrů, o technických požadavcích na vnitřní vodovod atd., jedná se ve skutečnosti o první informace o budoucím nastavení základních pravidel mezi odběratelem a poskytovatelem služby VaK v dané obci nebo regionu, které budou ovlivňovat poskytování služby jako takové ve vztahu k danému odběrnému místu. O odpovědnosti každého vlastníka a provozovatele VaK za vstupování do tohoto procesu, ovlivňování technického rozvoje infrastruktury, který vyvolává i související potřebu informovanosti veřejnosti s cílem aplikovat poznatky ze své praxe, za rozvoj a efektivní provozování každé předmětné vodárenské infrastruktury, nelze vůbec pochybovat.

Význam písemné smlouvy

Písemná smlouva o dodávce pitné vody nebo odvádění odpadních vod s odběratelem je základním dokumentem upravující vztah mezi odběratelem (zákazníkem) a poskytovatelem uvedené služby. Povinné náležitosti odběratelské smlouvy o dodávce pitné vody, resp. smlouvy o odvádění odpadní vody nebo smlouvy o odvádění a čištění odpadní vody byly stanoveny novelou zákonem číslo 275/2013 Sb., který s účinností od 1. ledna 2014 novelizoval ZVK. V současném znění ZVK jsou uvedeny v § 8 odst. 16, resp. odst. 17. Současně tato novela obsahuje přechodné ustanovení odkládající povinnost uvést smlouvy uzavřené před datem 1. 1. 2014 do souladu s požadavky § 8 odst. 16 a odst. 17 ZVK nejpozději do 1. 1. 2024. Smyslem této právní úpravy je posílení ochrany odběratele. MZe je známo, že ne vždy to odběratelé tak vnímají. Na základě kontrolní činnosti MZe nad vlastníky a provozovateli VaK přetrvává častější zjišťování absence části povinných náležitostí těchto smluv zejména u menších provozních společností a u obcí, které si zajišťují správu a provoz svým jménem a na vlastní odpovědnost. U velkých provozo-

vatelů je tato problematika na lepší úrovni. V případě jakékoli reklamace, která může vést k dlouhodobějšímu sporu, nabývá uzavřený smluvní vztah na ještě větším významu. Od každého vlastníka a provozovatele VaK lze oprávněně očekávat nesrovnatelně vyšší míru technických, právních a dalších odborných znalostí než od běžného odběratele. Z tohoto vyplývá i odpovědnost vlastníků či provozovatelů VaK za úroveň uzavíraných odběratelských smluv.

Odečty vodoměrů

Odečty vodoměrů úzce souvisejí s povinnou náležitostí odběratelské smlouvy, kterou je sjednání způsobu fakturace a způsobu plateb. ZVK blíže proces odečtů u odběratele neregluje. Je zde věcí smluvní volnosti a zavedené praxe, jaká četnost odečtů bude sjednána v odběratelské smlouvě a kdy odečty během kalendářního roku budou prováděny. Nelze pochybovat o tom, že správný odečet stavu vodoměru je podkladem pro řádnou fakturaci, včetně ročního konečného vyúčtování, pokud je služba hrazena zálohovým způsobem. Určitým rizikem zde může být situace, pokud vůbec nedochází během roku alespoň k jednomu prokazatelnému fyzickému odečtu, reálně hrozí riziko přenosu do dalšího období nepřesné či chybné hodnoty spotřeby vody takovým odběratelem, a to v krajním případě až po celou dobu platnosti ověření vodoměru (tedy až do jeho zákonné výměny)! Tato situace může nastat i v případě, že provozovatel akceptuje pouze samoodečty prováděné odběratelem.

Ze závěrů některých řešených stížností MZe vyplývá, že by vodárenské společnosti měly vyvinout maximální možné úsilí pro zajištění alespoň jednoho fyzického odečtu vodoměru u odběratele ročně, a to nejen z pohledu potřeby odečtu stavu na vodoměru, ale i z pohledu účelnosti provedení kontroly odběrného místa. Jedná se zejména o vizuální kontrolu vodoměru, případně jednoduchou kontrolu jeho funkce, kontrolu neporušenosti plomby s úřední značkou a rovněž o kontrolu zajištění vodoměru proti neoprávněné manipulaci, pokud bylo provozovatelem aplikováno.

V této souvislosti je nezbytné upozornit na povinnosti odběratele vyplývající ze ZVK ve vztahu k měření, jako jsou: dodržení podmínek umístění vodoměru, povinnost umožnění přístupu pracovníkům provozovatele či vlastníka vodovodu k vodoměru, ochrana vodoměru před poškozením nebo povinnost bezodkladně oznámit provozovateli závady v měření.

Odběrateli je vhodné v odběratelské smlouvě uzavřené podle § 8 odst. 6 ZVK doporučit provádění vlastních kontrolních odečtů stavu vodoměru v intervalech kratších, než jaké jsou dohodnuty, aby případná porucha vodoměru nebo zvýšená spotřeba vody mohla být v zájmu odběratele zjištěna a řešena v co nejkratším termínu.

Zvýšená pozornost by v tomto ohledu měla směřovat zejména na zranitelnější část společnosti, jako jsou např. senioři, ale také na odběrná místa, kde dochází k větším objemům odběru pitné vody.

Uvedený postup musí směřovat k cíli řádné fakturace odpovídající skutečnosti u každého odběratele a také ke kontrole hospodaření s vodou.

V této věci nelze opomenout význam činnosti pracovníků vodárenské společnosti, kteří se dostávají do přímého kontaktu s odběrateli. Pokud je možnost např. informovat odběratele o předchozí spotřebě vody v daném odběrném místě, může ho tato informace včas upozornit na možná rizika nadspotřeby. Pracovníci vodárenské společnosti mohou být odběrateli nápomocni i upozorněním na neoptimálně nastavenou výši záloh nebo i jiný zjevný problém na odběrném místě.

Výměna vodoměru

Výměnu vodoměru u odběratele vyvolanou zejména z důvodu ukončení platnosti ověření vodoměru lze považovat za jednu z nejrizikovějších situací pro vznik sporu v otázce fakturace, a to zejména v těch případech, kdy v předchozím období nedocházelo k řádnému odečtu vodoměru nebo pokud v odběrném místě došlo k nadspotřebě oproti předchozímu období.

Zmíněné riziko vyplývá z toho, že podle § 17 odst. 3 ZVK má-li odběratel pochybnosti o správnosti měření nebo zjistí-li závadu na vodoměru, má právo požádat o jeho přezkoušení. Toto právo lze uplatnit nejpozději při výměně vodoměru.

Z hlediska zajištění jednotného postupu při osazení, údržbě a výměně vodoměru svěřuje zákon tyto činnosti výhradně provozovateli vodovodu. ZVK současně specifikuje povinnosti provozovatele vůči odběrateli při výměně vodoměru v ustanovení § 16 odst. 3 ZVK takto:

Osazení, údržbu a výměnu vodoměru provádí provozovatel. Jeho povinností je oznámit odběrateli výměnu vodoměru alespoň 15 dní předem, současně s vymezením času v rozsahu maximálně 3 hodin, a to i v případě, že vodoměr je pro provozovatele přístupný bez účasti odběratele, pokud se s vlastníkem nedohodne jinak. Přítomnému odběrateli se současně s výměnou předává potvrzení obsahující zaznamenaný stav měření odebraného vodoměru a u nově osazeného vodoměru jeho číslo, zaznamenaný stav a termín, do kterého musí být vyměněn.

Uvedené ustanovení zákona dává zejména odběrateli dostatek času se na výměnu vodoměru připravit. Přípravu a možnost předcházet riziku možné reklamace však může i provozovatel. Jedná se zejména o predikci, zda může být na odběrném místě s ohledem na předchozí spotřebu a průběh prováděných odečtů očekávána „nadspotřeba“ oproti předchozímu období. V těchto případech se zákonná povinnost vyhotovit výše zmíněné potvrzení stává průkazným dokladem o zaznamenaném stavu odebíraného i nově osazovaného vodoměru. Čitelnost, srozumitelnost, řádné vyplnění tohoto potvrzení, účast odběratele nelze v žádném případě podceňovat.

Ke zvážení mohou být i jiná doplňková opatření nad rámec vyžadovaný zákonem, jako je např. bližší zdokumentování výměny vodoměru fotografií, vícestupňová kontrola souladu zaznamenaného stavu odebíraného vodoměru s údajem v potvrzení před zadáním pokynu k fakturaci, ale také bližší informovanost o právech odběratele již ve fázi sjednávání termínu pro výměnu vodoměru.

Otázka možností předcházení reklamacím a sporům

Je na zvážení, zda je např. nad rámec plynoucího povinného obsahu odběratelských smluv z titulu určité prevence vhodné informovat odběratele o zkušenostech z praxe, které mohou riziku případných reklamací předcházet. Můžeme zde zmínit již uvedené doporučení ohledně provádění vlastní kontroly odečtů stavu vodoměru, informování o obvyklé spotřebě vody v domácnostech, vhodnosti či možnostech redukce tlaku ve vnitřním vodovodu, kontroly funkce splachovačů WC, kontroly uzávěru vody, kontroly funkce ohřevu teplé užitkové vody, ale i možnosti pojištění funkce systému vnitřního vodovodu, výdajů za ztráty vody a dalších situací, které mohou být v určitých oblastech provozování VaK specifické, aniž se týkají bezprostřední odpovědnosti vyplývající vlastníkům a provozovatelům VaK.

S ohledem na zákonnou povinnost oznámit odběrateli výměnu vodoměru se jeví současně jako vhodné odběratele poučit i o postupu, co má učinit, má-li pochybnosti o správnosti měření včetně postupů při přezkoušení vodoměru či o jeho právu zajistit si na vlastní náklady metrologickou zkoušku vodoměru na místě instalace, popřípadě odběratele alespoň odkázat na postup podle reklamačního řádu.

Zvýšená snaha o vstřícnost v těchto otázkách by měla směřovat zejména na zranitelnější část veřejnosti. Zvýšená potřeba informovanosti může směřovat k úvaze o využití fakturace doplněné o srozumitelné, návodné informace směřované na odběratele. Je třeba také vzít na vědomí, že část veřejnosti stále nevyužívá elektronické nástroje komunikace.

Závěr

Procesy odečtů a výměn vodoměrů jsou jedny z rozhodujících činností provozovatelů VaK ve vztahu k odběratelům. S ohledem na počty odběrných míst, existenci reálně možných sporných situací, které život přináší, žádoucí snahy předcházet možným sporům s cílem posilovat důvěru a obraz vodárenských společností v ČR, může být důvodem, proč některé ověřené postupy praxe stále zlepšovat a přizpůsobovat době, ve které žijeme.

Snahou MZe je dosáhnout posílení dohledové role v sektoru VaK, a to jak při své kontrolní činnosti nad vlastníky a provozovateli VaK v ČR, tak při řešení podnětů a podání jednotlivými odběrateli.

Ing. Radek Hospodka
Ministerstvo zemědělství ČR
Odbor hlavního regulátora a vrchního dohledu sektoru VaK
Těšnov 65/17
110 00 Praha 1
Radek.Hospodka@mze.cz

Ministerstvo zemědělství ČR v těchto dnech vydalo zprávy o stavu vodního a lesního hospodářství za rok 2019. V příštím čísle přineseme více. Samotné zprávy naleznete mj. i na www.vodnihospodarstvi.cz.

Přes kanál, do Anglie, do Hullu, do laboratoře environmentální DNA (3. část)

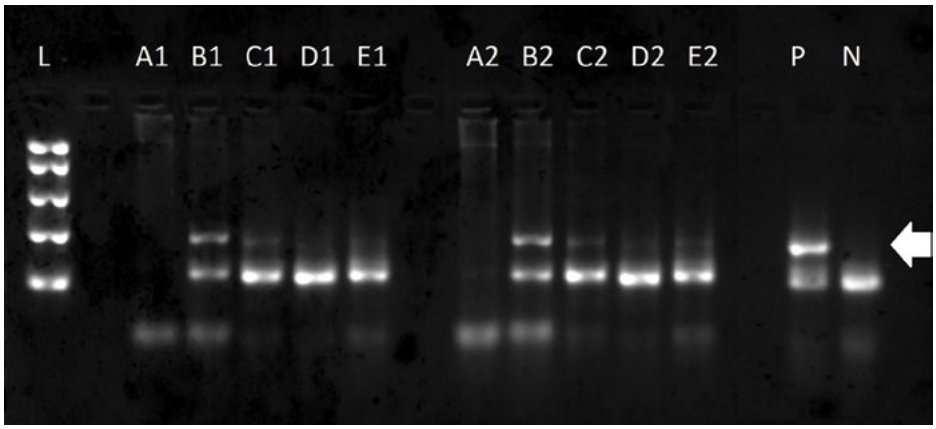
Petr Blabolil

Čas plyne jako voda a než jsem se nadál, vystoupil jsem v půli ledna na letišti v Humberside a přes Humberský most zamířil opět do Hullu. O druhé části stáže na místní univerzitě jsem měl jasnou představu, vzorky odebrané v předchozí sezoně zpracovat v laboratoři, následně počítačově, a během volného času podnikat výlety na místa blízká i vzdálenější spjatá s vodou. Na počátku stáže jsem si myslel, že nejvýznamnější událostí během stáže bude brexit. Ale 31. ledna se prakticky nic nepřihodilo, důležité budou až vyjednané podmínky, které začnou platit od 1. ledna 2021. Zásadní se stala až celosvětová pandemie koronaviru SARS-CoV-2, kvůli které jsem se předčasně vrátil do vlasti.

Práce na univerzitě v Hullu

Organizace vědecké skupiny Evolutionary Biology Group na Univerzitě v Hullu zůstala stejná jako před rokem, včetně pravidelných formálních (semináře, diskuse o probíhajícím výzkumu i výsledky kolegů z jiných pracovišť) i neformálních (páteční večer v centru města) setkání. Struktura laboratoří na zpracování environmentální DNA (eDNA), kde jsou jednotlivé kroky prováděny v různých prostorách pro omezení kontaminace, se rovněž nezměnila. Během předchozí sezony jsme na Biologickém Centru AV ČR, v.v.i., zavedli standardní odběr vzorků a metody k extrakci DNA, díky tomu jsem v laboratoři mohl začít s krokem namnožení části DNA (ustálené pro cílovou skupinu organismů, ale variabilní mezi druhy) pomocí polymerázové řetězové reakce (PCR). Práce spočívala především v úpravě poměrů chemikálií a extrahované DNA k docílení optimálního výsledku (**obr. 1**). V dalším kroku jsou PCR produkty s individuálním označením normalizovány na obdobné koncentrace a zbaveny vedlejších produktů selektivními magnetickými kuličkami. Při druhé PCR jsou ke genetickým knihovnám připojeny individuální značky k rozpoznání vzorků při sekvenování. Knihovny jsou normalizovány podle koncentrace a počtu vzorků v knihovnách, jejich kvalita ověřena na přístroji TapeStation a kvantita pomocí kvantitativní PCR. Následuje závěrečná příprava vzorků k sekvenaci pomocí MiSeq Illumina. Po laboratorním zpracování mělo následovat bioinformatické na výkonných počítačích.

Precizní zpracování získaných sekvencí vyžaduje úpravy nastavení v několika krocích, které jsem na místě již nestihl uskutečnit. K dispozici jsou zatím jen předběžné výstupy, jež jsou i tak velmi nadějné. Ve studovaných nádržích Klíčava, Římov a Žlutice byla zjištěna přítomnost DNA celkem 31 druhů ryb, v přítokové části do Římova navíc mihule potoční. Vzhledem k namnožení části DNA ustálené pro obratlovce jsme získali i záznamy o výskytu čtyř druhů žab, jednoho druhu čolka, 11 druhů ptáků a 27 druhů savců. Některé sekvence se nepodařilo přiřadit konkrétním druhům v důsledku jejich genetické podobnosti, z ryb například jeseteři, karasi, síhové a tolstolobici. Více záznamů bylo získáno ze vzorků odebraných na podzim než v létě, což souvisí s rychlejším rozkladem eDNA vlivem vyšší teploty, UV záření, mikrobiální aktivity a dalších procesů. V rámci nádrží byl nejvyšší počet druhů zjištěn v přítocích, velmi podobný v příbřežních částech a hladinové vrstvě volné vody a naopak nejnižší v hlubokých vrstvách. Tyto výsledky lze opět vysvětlit fyzikálními vlastnostmi vody (chladnější voda v přítoku, horizontální výměna vody při teplotní stratifikaci, rozkladné procesy v afotické zóně), ale odráží i aktuální výskyt druhů v nádrži či její blízkosti. Regresní analýzy potvrdily, že sumec velký a většina kaprovitých ryb preferují prostředí s teplejší vodou a opačně – lososovité ryby preferují chladnější vodu. Relativní zastoupení vzorků s detekcí jednotlivých druhů odpovídají biomase zjištěné během průzkumů tradičními od-



Obr. 1. Zobrazení produktů polymerázové řetězové reakce při testu různých objemů extrahované DNA gelovou elektroforézou. Zobrazeny jsou měřítko (L, ladder), vzorky 1 a 2 o objemech 5 (A), 2 (B), 1 (C), 0.2 (D) a 0.1 (E) μL DNA, pozitivní (P) a negativní (N) kontroly. Cílový produkt je označen šipkou, vysoká koncentrace DNA (5 μL) způsobila inhibici reakce, při nízké (≤1 μL) je výtěžek reakce rovněž nízký

Obr. 2. Kontejner na plastový odpad s informační tabulí

Obr. 3. Vysloužilý trawler Ross Tiger kotvící před Střediskem dědictví rybářství v Grimsby

Obr. 4. Kaskáda dvou plavebních komor na kanále spojující Leeds a Liverpool

Obr. 5. Tower Bridge s proplouvající lodí

lovnými prostředky. Mezi ostatními obratlovci byly zjištěny druhy vázané na člověka (kráva, pes, ovce, slepice…) i druhy volně žijící, jimiž jsou z ptáků kachny, kormorán, volavka a ze savců bobr, jelen, netopýr, nutrie, rejsek, srnec a vydra. Metoda eDNA metabarcoding se jeví jako vysoce nadějný doplněk tradičních průzkumů.

Místa spojena s vodním prostředím

Vzhledem k časové náročnosti prací spojených se stáží jsem podnikl pouze tři cesty mimo okruh města. Kratší byly návštěvy města, kde v akváriu The Deep oproti roku minulému přibyly expozice zaměřené na třídění odpadu (**obr. 2**) a problematiku znečištění moří a dále nové prostory demonstrující čištění vody.

Má první cesta vedla na protější břeh Humberu do přístavního města Grimsby, kde se nachází Středisko dědictví rybářství (Fishing herirage centre). V muzeu jsou tematické výstavy nejčastěji lovených ryb, přístrojů k navigaci, techniky a typy sítí k rybolovu, a především místnosti vytvořené stejně, jako jsou na lodi, včetně zvukového, čichového a teplotního doprovodu. Návštěvník tak prochází kapitánským můstkem, kuchyní, jídelnou, ledovou místností k uchovávání ryb, přes palubu, kde se zrovna přebírá úlovek, až po kotelnou. Jsou zde scény z přístaviště, obchodu z padesátých let, vzpomínky na zmizelé námořníky, modely i reálné lodě, nechybí dětský koutek (možnost převlečení za námořníka, tematické knihy, hry, omalovánky, křížovky,…), videa a tabule odkazující na významné mořeplavce, mezi kterými byli James Cook a William Bligh. Na muzeum navazuje prohlídka trawleru Ross Tiger, který se plavil po Severním moři a ledovém oceánu v letech 1957–1984 (**obr. 3**). Vybavení lodi je původní a živé vyprávění bývalých námořníků působivé.

Dalším městem, které mne přilákalo, je Leeds. Městem protéká řeka Aire, ústící do Ouse a zálivu Humber. Roku 1816 byl otevřen kanál spojující Leeds s Liverpoolem na západním pobřeží. Kanál je funkční dodnes, jen místo zboží se po něm plaví obytné houseboaty a rekreační lodě. Již ve městě jsou výškové rozdíly vyrovnávány samoobslužnými dřevěnými plavebními komorami (**obr. 4**). U řeky se tyčí opuštěný cisterciánský klášter Kirkstall Abbey, ovšem opuštěné rozhodně nejsou četné mlýny. V Armley Mills sídlí průmyslové muzeum (expozice dopravního, filmového, potravinářského, chemického, textilního a tiskařského průmyslu), v Thwaite Watermill lze spatřit tradiční funkční mlýn včetně autentického vybavení z poloviny minulého století. Průmyslu se v Leeds dařilo díky dopravnímu spojení i místním surovinám, zejména uhlí. Mnohé domy jsou upravenými továrnami s komíny a velkými halami a jsou využívány jako soukromé či veřejné budovy. Z těch nemohu opomenout městské muzeum (Leeds city museum, s expozicemi o starověku, dějinách města, módě, sbírkami technických vynálezů i přírodnin dovezených z Britských kolonií), královskou zbrojnici (Royal Armouries, expozice lovu včetně rybolovu a myslivosti, sebeobrana, války, turnaje, hrdinové z historie i novodobých filmů a seriálů) a galerii umění (jedna z nejvýznamnějších po Londýně). Umělecká expozice se nachází i v bývalém pivovaře Tetley. Leeds je znám rovněž univerzitou, jedno z mot města je „domov pro vylepšení“ (Home for innovations), sova ve znaku města nebude náhodou.

O prodlouženém víkendu jsem zavítal do hlavního města Londýna. Počet obyvatel města je srovnatelný s Českou republikou a i když jsem si k návštěvě vybíral jen místa spojená s vodním prostředím, ani ta jsem si nestačil prohlédnout. Město rozděluje řeka Temže a spojuje jej množství mostů, z nichž jsou nejznámější Tower Bridge (**obr. 5**) a London Bridge, nicméně řeku lze překonat loděmi i tunelem pro pěší. Nejlepší výhled na město je z výšky 135 m vyhlídkového kola (oka, London Eye), na jehož výrobě se mezi dalšími podílela firma Škoda. Do blízkosti vody se dostanete v každém parku, kde vám budou dělat společnost pravděpodobně kachny, husy, rackové a drzé veverky. Za živými rybami jsem se musel vypravit do Sea Life v centru města a do vzdálenější ZOO. Exponáty ryb, velryb, paryb a mnoha přírodnin je možné si prohlížet v Národním přírodovědném muzeu (National history museum, **obr. 6**), kde mají i „Kokon“ (Cocoon), ve kterém návštěvníci pozorují vědce při práci, či v Grantově muzeu zoologie (Grant Museum of Zoology), ve kterém jsou Blaschkovy skleněné modely plžů, sbírky mravenců Friče a mikrárium. Za návštěvu stojí i Národní muzeum námořnictva (National Maritime Museum) nacházející se v rozlehlé třípatrové budově a obchodní plachetnice Cutty Sark, která bývala nejrychlejší lodí pro plavby mezi Indickým oceánem a Anglií. Na muzeum válečných událostí (Imperial War Museum) je upravena i bitevní loď HMS Belfast kotvící na Temži. Pro technicky zaměřené návštěvníky doporučuji Národní vědecké muzeum (National science Museum), kde jsou vystaveny vynálezy všech odvětví včetně biologie (např. mikroskopy, dalekohledy, váhy a míry). Téměř na okraji Londýna je na řece vystavěna hráz bariér, která chrání město proti velkému přílivu a bouřím ze Severního moře (**obr. 7**). Jedná se o druhý největší protipovodňový systém na světě.

Předčasné přerušení stáže

Šíření koronaviru SARS-CoV-2, který způsobuje onemocnění COVID-19, začalo na konci roku 2019 v čínském městě Wu-chan. V lednu byl virus díky intenzivnímu leteckému spojení zavlečen z Číny i do Anglie. První případ v Anglii byl oficiálně potvrzen 31. ledna. Anglie dlouho váhala s testováním

Obr. 6. Vstupní hala Národního přírodovědného muzea se zavěšenou kostrou plejtváka obrovského délky 25,2 m

Obr. 7. Protipovodňové bariéry na Temži

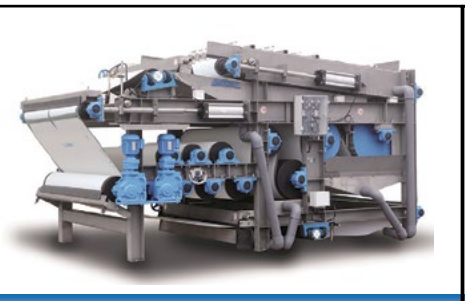
Obr. 8. Vyprodané zboží v úseku pečiva supermarketu

obyvatel, čemuž se vžilo označení „spoléhání na kolektivní imunitu“. Prvních deset nakažených bylo potvrzeno až 23. února, 100 nakažených pak 5. března společně s prvním úmrtím. Tisíc nakažených a 10 úmrtí bylo překonáno 14. března, 10 000 a 100 pak 26. března a ke konci měsíce počty přesáhly 30 000 nakažených a 550 úmrtí. Anglie spoléhala na mírná preventivní opatření, jako první byla zavedena zvýšená hygiena (mytí rukou mýdlem či dezinfekcí minimálně 20 sec), na univerzitě byly zrušeny veškeré aktivity mimo areál a cestující ze zahraničí museli být v karanténě. 11. března došlo k přerušení výuky ve třídách a odjezdu většiny studentů do svých domovů. V této době zaměstnanci mohli nadále pokračovat v práci, i když doporučena byla práce z domova. Po příchodu do práce bylo povinností ohlášení bezpečnostní službě, dodržování vzdálenosti dvou metrů mezi kolegy, časté mytí rukou a při odchodu opět odhlášení. Po uzavření tříd následovalo v rychlém sledu přerušení činnosti knihovny a obchodů v kampusu. Vyučující během krátké doby vytvořili elektronické materiály, které sdíleli se studenty, on-line komunikace probíhala pomocí několika programů a serverů (Canvas, Ponopto, Skype či Zoom). Univerzita zajistila zapůjčení osobních počítačů a vzdálené přístupy do sítě pro studenty. Kromě studijních materiálů studenti dostávali za úkol vypracování esejí a rešerší. Prakticky každý den přicházely e-maily s aktuálními pokyny, informacemi a možnými scénáři pokračování situace. Důležité byly především pozitivní zprávy o vyléčení, kladných testech vakcín, úspěšném řešení projektů i stručná sdělení od studentů. Tyto zprávy byly často doprovázeny odkazy na videa vytvořená pracovníky z vedení univerzity. 20. března došlo k úplnému uzavření univerzity, nejvíce dotčeni budou pravděpodobně studenti v závěrečných roč-

CENTRIVIT
ENVIRONMENT AND PROCESS TECHNOLOGIES

- autorizované zastoupení ANDRITZ Separation
- dodávka, montáž a servis zařízení na zpracování kalu
- více než 150 instalací v České republice a na Slovensku
- více než 20 let zkušeností v tuzemsku i zahraničí

Pásové a rotační zahušťovače přebytečného kalu



Sítopásové lisy na odvodňování kalu

Dekantační odstředivky na odvodňování kalu

Šnekové lisy na odvodňování kalu

Nízkoteplotní pásové sušárny kalu

Nízkoteplotní fluidní sušárny kalu

CENTRIVIT, spol. s r.o.
Urxova 9, 186 00 Praha 8 • tel. 602 206 539, e-mail: info@centrivit.cz
www.centrivit.cz

ANDRITZ Separation

nících a studenti ze zahraničí s dočasným povolením k pobytu.

Mimo univerzitu byla synchronizace preventivních aktivit složitější. Vytváření domácích zásob potravin vedlo k nedostatku potravin v obchodech (**obr. 8**) a nervozita lidí narůstala. Postupně docházelo k omezování hromadné dopravy až na úplné zastavení. Uzavřeny byly i restaurace, hotely, kulturní a sportovní zařízení, následně obchody krom potravin. Často diskutované bylo zrušení fotbalového šampionátu a odklad Olympijských her. Informace z větších měst o naplněných kapacitách zdravotnických zařízení a onemocnění lékařů byly více než znepokojivé. Ambasády doporučovaly okamžitý návrat do vlasti a vypravovaly nouzové transporty. Na druhou stranu, v extrémních případech si lidé nebezpečí nepřipouštěli, setkal jsem se s názorem, že „dobrého křesťana Bůh ochrání, je třeba jen častěji chodit do kostela a modlit se“. Byl vydán zákaz shromažďování více než dvou osob kromě příslušníků sdílené domácnosti. Virem byli nakaženi princ Charles, premiér Boris Johnson a další významné osobnosti. Lidé prostřednictvím médií vyjadřovali podporu zdravotníkům a záchranným složkám, ti pak žádali, aby lidé zůstávali ve svých domovech. Pozitivní byla informace o vytvoření univerzitní skupiny provádějící testování na nový typ koronaviru SARS-CoV-2 (COVID19) a sbírce ochranných pomůcek pro zdravotníky. Krize je přirovnávána k válce, i při té se lidé semknou. V Anglii je to například aktivita komerčních laboratoří při laboratorní diagnostice a vývoji vakcín, automobilové závody zahájily výrobu ventilačních zařízení a výrazně se zvyšuje kapacita zdravotnických zařízení v provizorních prostorách.

Návrat k poměrům před vypuknutím pandemie bude trvat dlouhé měsíce. V každé situaci je třeba chovat se zodpovědně k sobě a svému okolí. Nadále sleduji dění na ostrovech a jsem v kontaktu s tamními kolegy i s kolegy v dalších státech. Již nyní se těším na osobní shledání s přáteli z pracoviště, kde dokončím analýzu sekvencí získaných během letošní stáže a jistě si najdu čas i na návštěvu dalšího zajímavého místa spojeného s vodním prostředím. V každém případě jsem na cestování a mezinárodní spolupráci nezanevřel, ba naopak, získávání informací z různých míst je velmi hodnotné pro posílení pozitivního myšlení.

Poděkování: *Výzkum environmentální DNA je podpořen projektem QK1920011 „Metodologie kvantifikace dravých druhů ryb ve vodárenských nádržích pro optimalizaci managementu vodních ekosystémů“, spolupráce s Univerzitou v Hullu projektem MSM200961901 „The true picture of eDNA“ a AV ČR v rámci programu Strategie AV 21.*

RNDr. Petr Blabolil, Ph.D.
Biologické centrum AV ČR, v.v.i.
Hydrobiologický ústav
Na Sádkách 702/7
370 05 České Budějovice
Blabolil.Petr@seznam.cz

PRÁVNÍ PORADNA

Problematika nakládání se srážkovými vodami

Jaroslava Nietscheová

Za jakých podmínek a zda vůbec může soukromá osoba z rodinného domku svádět dešťovou vodu do silničního příkopu. Svod vede ze soukromého pozemku přes obecní pozemek (předzahrádka) a ústí do silničního příkopu přilehlé silnice. Vztahuje se na to § 12 odstavec (3) zákona č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích? Jak je to s ohledem na to, že takto dešťovou vodu odvádí celé ulice po dlouhá desetiletí a nyní nás správce nutí svody odpojit?

Vodní zákon (zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů) v rámci stanovení práv a povinností vlastníků nemovitosti definoval srážkové vody jako povrchové vody vyskytující se na stavbách následkem deště, případně padání sněhu – „dopadem atmosférických srážek“ – § 5 odst. 3 vodního zákona. Toto ustanovení ukládá vlastníkům staveb „zajistit vsakování nebo zadržování a odvádění povrchových (srážkových) vod“. Ačkoliv tyto srážkové (povrchové) vody nejsou vlastnictvím vlastníka stavby, respektive pozemku – § 3 odst. 1 vodního zákona – má odpovědnost za jejich řádné zneškodňování tak, aby byly přednostně zasakovány co nejblíže místa výskytu, a není-li to možné, zadržovány a regulovaně odváděny oddílnou „dešťovou“ kanalizací do vodního toku – do povrchových vod, případně svedeny do jednotné kanalizace.

Požadavky na řešení problematiky srážkových vod na pozemcích stanoví, při vymezování stavebního pozemku, vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, ve znění pozdějších předpisů, jako prováděcí předpis k platnému stavebnímu zákonu (zákon č. 183/2006 Sb.).

V souvislosti se stavebními záměry na pozemcích, je příslušný vodoprávní úřad, jako dotčený správní orgán, kompetentní dávat závazná stanoviska pro stavební a územní řízení konkrétně také ke splnění povinnosti k zneškodňování srážkových vod z povolovaných staveb (§ 104 odst. 9 vodního zákona).

V rozporu s tímto stanoviskem, tedy bez splnění povinnosti stavebníka řádně zneškodňovat srážkové vody z jeho budoucí stavby, nemůže být takový stavební záměr povolen (§ 5 odst. 3 vodního zákona).

Jde-li o existující stavby a zpevněné plochy je jejich vlastník povinen zneškodňovat srážkové vody z nich způsobem, který nezpůsobuje škody v jejích okolí.

Zpravidla se přitom jedná o tzv. obecné nakládání s povrchovými vodami, které nevyžaduje povolení nebo souhlas vodoprávního úřadu, protože k němu není třeba zvláštního technického zařízení – např. odvedení srážkových vod ze střechy přímo do záhonu.

Odvádění srážkových vod do zařízení, respektive vodního díla, určeného k zasakování srážkových vod do vod podzemních nebo jejich odvádění do vod povrchových může být v případě, že by mohlo docházet k ovlivnění vodních poměrů v lokalitě pokládáno za nakládání s vodami, které je možné jen na základě povolení příslušného vodoprávního

EKOEKO s.r.o.
Projektová a inženýrská kancelář
PROJEKTOVÉ PRÁCE:
• kanalizace, čerpací stanice, čistírny odpadních vod, vodovody, vodojemy, úpravny pitné vody, AT stanice
• základní technická vybavennost území
• studie, investiční záměry
• území plánovací dokumentace
• generely odkanalizování a zásobování pitnou vodou
• provozní řády, kanalizační řády
• technologické návrhy
Senovážné náměstí 1
370 01 České Budějovice
tel.: 385 775 111, www.ekoeko.cz
e-mail: ekoeko@ekoeko.cz
EKOEKO s.r.o.

VODATECH WASTE WATER TECHNOLOGY
VYVÍJÍME, VYRÁBÍME A INSTALUJEME MODERNÍ ZAŘÍZENÍ PRO ČIŠTĚNÍ PRŮMYSLOVÝCH ODPADNÍCH VOD
Od roku 2002 jsme dodali přes 1000 zařízení do více než 25 zemí celého světa

• FLOTAČNÍ JEDNOTKY • CHEMICKÉ JEDNOTKY • TRUBKOVÉ SMĚŠOVAČE • KOAGULAČNÍ REAKTORY
• ROTAČNÍ SÍTA • SEPARÁTORY • ŠNEKOVÉ DOPRAVNÍKY A ŠNEKOVÉ LISY • ŠNEKOVÉ ČESLE
• ŠNEKOVÉ ZAHUŠŤOVAČE KALU • SEPARÁTORY PÍSKU • PRAČKY PÍSKU • DALŠÍ ZAŘÍZENÍ PRO ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD
VODATECH, s.r.o. • Milotická 499/40, 696 04 Svatobořice-Mistřín
tel.: 518 620 962-4 • fax.: 518 620 965 • e-mail: vodatech@vodatech.net • web: www.vodatech.net

úřadu (§ 8 odst. 1 písm. b), bod 5 nebo písm. a), bod 5 vodního zákona).

V pochybnostech o tom, zda se jedná o nakládání s vodami, které je možné jen s povolením vodoprávního úřadu, je kompetentní rozhodnout příslušný krajský úřad (§ 8 odst. 4 vodního zákona).

Prakticky tedy, pokud ke zneškodňování srážkových vod z nemovitostí není třeba stavby vodního díla – tedy např. uváděný „svod“ nebo oddílná dešťová kanalizace – ani povolení k nakládání s vodami, je možné tyto srážkové vody odvádět do vod povrchových po vlastním pozemku tak, aby nepůsobily žádné škody.

Stejně tak je lze „zasakovat“ do vod podzemních s tím, že nesmí být ohrožena jakost podzemních vod nebo ohroženy stavby v okolí (podmáčením).

Je-li toto odvádění řešeno vodním dílem vybudovaným před 1. 1. 2002, je vlastník pozemku toto vodní dílo povinen strpět, tj. nemůže jej o své vůli odstranit nebo vyloučit z provozu, protože je povinen strpět je na základě zákonného věcného břemene (§ 59a vodního zákona).

Odvádění srážkových vod přes cizí pozemky, které by bylo realizováno nově, je možné jen se souhlasem vlastníka pozemku. Odvádění takových srážkových vod do silničního příkopu je možné za stejných podmínek – buď se souhlasem, respektive nikoliv proti vůli vlastníka komunikace nebo vlastníka pozemku.

Pokud tedy je vodním dílem existujícím před rokem 2002 – oddílnou dešťovou kanalizací – odváděná srážková voda přes cizí pozemky do silničního příkopu a toto nakládání s ní je řádně povoleno, vlastník silničního příkopu musí takový stav nadále, respektive po dobu platnosti povolení k nakládání s vodami strpět – § 59a vodního zákona.

Pokud k takovému nakládání nemá vlastník nemovitosti, z níž je srážková voda odváděna, povolení k nakládání s vodami, porušuje vodní zákon – § 8 odst. 1, vyjma případů, kdy jde o obecné nakládání s vodami (v pochybnostech je kompetentní rozhodnout příslušný krajský úřad – § 107 odst. 1, písm. p) vodního zákona), které nevyžaduje povolení vodoprávního úřadu – § 6 vodního zákona).

Vlastník komunikace, pokud je i vlastníkem silničního příkopu, do nějž jsou srážkové vody odváděny, však může požadovat, aby mu byly uhrazeny zvýšené náklady na provoz silničního příkopu vzniklé takovou činností nebo nahrazena vzniklá škoda.

Z hlediska práva soukromého mohou být práva a povinnosti obou stran řešeny smlouvou o věcném břemeni – nový Občanský zákoník (zák. č. 89/2012 Sb.) – tzv. služebnost okapu – § 1270 NOZ. Tento právní vztah může vzniknout také vydržením. Tím by byl nahrazen souhlas vlastníka cizí nemovitosti – např. silničního příkopu se zaústěním Vašeho „svodu“.

Taková služebnost musí být zapsána v katastru nemovitostí.

Prosazení takového vzniku služebnosti je však složité a v konečné fázi by to bylo na rozhodnutí soudu.

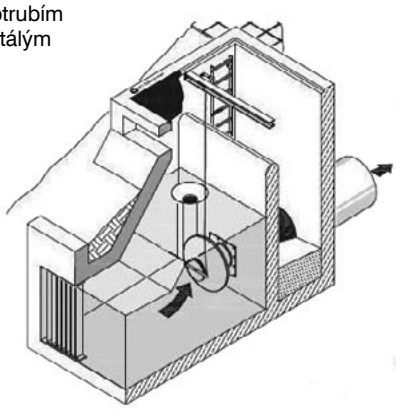
Jaroslava Nietscheová, prom. práv.
Jaroslava.Nietscheova@pvl.cz

Přejeme příjemný podzim

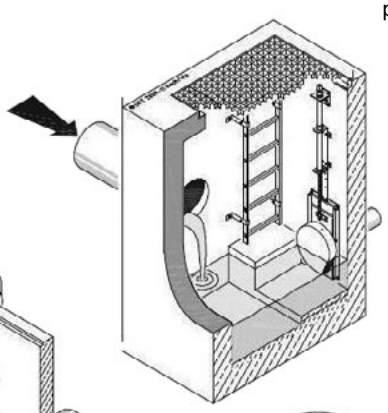
Regulace malých odtoků na dešťové kanalizaci

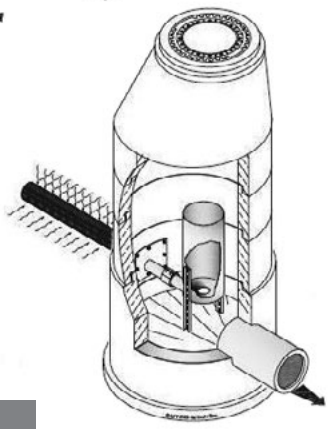
PFT, s.r.o.
www.pft-uft.cz

Vertikální vírový ventil s přelivem *FluidVertic – Pond*
Regulace odtoku s dlouhým vertikálním přelivným potrubím pro dešťové nádrže se stálým nadržením. Tento objem je využitelný na závlahy nebo pro požární účely. Konstrukce z nerezu a PVC, bez pohyblivých dílů. Není třeba el. přípojka. Přesná regulace malých a středních hodnot odtoků díky strmé odtokové křivce. Potrubí zakončené trychtýřem funguje jako bezpečnostní přeliv nádrže.



Vertikální vírový ventil *FluidVertic*
Regulace odtoku z retenčních dešťových nádrží. Odvodnění silnic, parkovišť a dálnic na oddílné dešťové kanalizaci. Velké průtočné profily v porovnání se škrtícími šoupaty či clonami pro stejné návrhové parametry. Konstrukce z nerezu a PVC, odolná, bez pohyblivých dílů. Díky stále zatopenému přítoku zachytává ventil oleje a benzín.
Při požadavku uzavírání potrubí za ventilem lze navrhnout konstrukci spojenou s vřetenovým šoupětem. Regulace malých hodnot odtoků (od 0,5 do 50 l/s). Snadná změna odtoků pomocí vyměnitelné clony. Jednoduchá údržba a provoz.





Drenážní vírový regulátor *FluidVortex – R*
Tento regulátor je vyvinut pro drenážní systémy. Omezuje odtok během plnění zasakovacího příkopu a po jeho naplnění umožňuje odlehčení přes přeliv do pokračující kanalizace. Konstrukce z nerezu a PVC, odolná, bez pohyblivých dílů. Jednoduchá kontrola odtokové clony přes zabudovaný přeliv. Regulace velice malých hodnot odtoků (od 1 do 10 l/s). Regulátor lze namontovat do standardní betonové šachty.

Zašleme referenční projekty na vyžádání.

PFT, s.r.o., Nad Bezednou 201, 252 61 Dobrovíz
tel: 233 311 389, pft@pft-uft.cz

VODOHOSPODÁŘSKÝ ROZVOJ A VÝSTAVBA
akciová společnost
150 56 Praha 5 - Smíchov, Nábřežní 4

tel.: 257 110 338 fax: 257 322 321 e-mail: vrv@vrv.cz web: www.vrv.cz

- **příprava a řízení investičních projektů, výkon TD a správce stavby**
- **projektové práce, včetně výkonu autorského dozoru**
- **výkon koordinátora BOZP dle zák. 309/2006 Sb.**
- **koncepce, strategické plánování, analýzy rizik**
- **finanční montáže pro zajištění investic s účastí finančních zdrojů ČR a EU**
- **digitální povodňové plány**
- **zajištění koncesních projektů a organizace koncesních řízení**

AQUATEAM spol. s r. o.

Vše pro sledování kvality pitných, technologických, odpadních vod

- **on-line analyzátory pro měření – TOC, TC, TIC, CHSK, BSK, TNb, TP, toxicity, ropných látek**
- **provozní měření - koncentrace kalu a nerozpuštěných látek, koncentrace rozpuštěného kyslíku** (optické senzory)
- **analyzátory pro měření na úpravnách vod**
- **průtokoměry pro měření v otevřených a uzavřených profilech** (přenosné, stacionární)

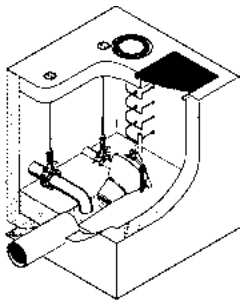
e-mail: aquateam@aquateam.cz
tel.: 461 725 306
www.aquateam.cz

chemcomex
divize geologie a sanace
156 00 praha 5, elišky přemyslovny 379

hydrogeologický průzkum
geotechnický průzkum
studny
speciální vrtné práce
hospodaření se srážkovou vodou

PFT
Prostředí
a fluidní technika, s.r.o.

Nad Bezednou 201, 252 61 Dobrovíz
telefon: 233 311 389
fax: 233 311 290
www.pft-uft.cz
e-mail: pft@pft-uft.cz



Vírový ventil v regulační šachtě
FluidCon

Dodavatel vystrojení kanalizačních objektů

- regulace odtoku z odleh. komor
- automat. stírané česle GIWA
- monitoring OK systémem AQASYS
- pneu. ČSOV GULLIVER

NAVRHOVÁNÍ
PROVOZOVÁNÍ
OPTIMALIZACE
ŘÍZENÍ
MĚSTSKÉ VODY

Pozvánka na konferenci

MĚSTSKÉ VODY 2020

1. a 2. října 2020
Velké Bílovice

Přihlášky na konferenci na
www.mestskevody.cz

Mediální partner *vodní hospodářství*

vodní hospodářství® water management®

9/2020 ◆ ROČNÍK 70

Specializovaný vědeckotechnický časopis pro projektování, realizaci a plánování ve vodním hospodářství a souvisejících oborech životního prostředí v ČR a SR

Specialized scientific and technical journal for projection, implementation and planning in water management and related environmental fields in the Czech Republic and in the Slovak Republic

Redakční rada: doc. RNDr. Jana Říhová Ambrožová, PhD.; RNDr. Petr Blabolil, Ph.D.; prof. Ing. Igor Bodík, PhD.; Ing. Václav David, Ing. Pavel Dobiáš; Ph.D.; Ing. Pavel Hucko, CSc.; Ing. Tomáš Just; prof.Ing. Tomáš Kvítek, CSc.; Jaroslava Nietscheová, prom. práv.; RNDr. Pavel Punčochář, CSc.; Ing. Jiří Švancara; Ing. Lenka Wimmerová, MSc., Ph.D.

Šéfredaktor: Ing. Václav Stránský
stransky@vodnihospodarstvi.cz, mobil 603 431 597
Objednávky časopisu, vyúčtování inzerce:
administrace@vodnihospodarstvi.cz
Adresa vydavatele a redakce (Editor's office):
Vodní hospodářství, spol. s r. o., Bohumilice 89,
384 81 Čkyně, Czech Republic
www.vodnihospodarstvi.cz

Roční předplatné 966 Kč, pro individuální nepodnikající předplatitele 690 Kč. Ceny jsou uvedeny s DPH. **Roční předplatné na Slovensko** 30 €. Cena je uvedena bez DPH.

Objednávky předplatného a inzerce přijímá redakce.

Expedici a reklamace zajišťuje DUPRESS, Podolská 110, 147 00 Praha 4, tel.: 241 433 396.

Distribuce a reklamace na Slovensku:
Mediaprint–Kapa Pressegrosso, a. s., oddelenie inej formy predaja, P. O. BOX 183, Vajnorská 137, 830 00 Bratislava 3, tel.: +421 244 458 821, +421 244 458 816, +421 244 442 773, fax: +421 244 458 819, e-mail: predplatne@abompkapa.sk

Sazba: Martin Tománek – grafické a tiskové služby, tel.: 603 531 688, e-mail: martin@tomanek.cz

Tisk: Tiskárna Macík, s.r.o., Církvičská 290, 264 01 Sedlčany, www.tiskarnamacik.cz

6319 ISSN 1211-0760. Registrace MK ČR E 6319.

© Vodní hospodářství, spol. s r. o.

Rubrikové příspěvky nejsou lektorovány
Obsah příspěvků a názory v časopise otištěné nemusejí být v souladu se stanoviskem redakce a redakční rady.
Neoznačené fotografie – archiv redakce.

Časopis je v Seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v České republice. Časopis je sledován v Chemical abstract.

MIKROSÍTOVÝ BUBNOVÝ FILTR

IN - EKO TEAM s.r.o.
Trnec 1734, Tišnov 666 03
tel.: +420 549 415 234
e-mail: sales@in-eko.cz
www.in-eko.cz

TO NEJLEPŠÍ ŘEŠENÍ
POKUD PŘEMÝŠLÍTE
O ČISTÉ VODĚ

ALL FOR WATER IN-EKO TEAM

Culligan®

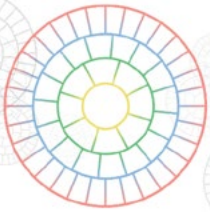
Technologie úpravy vod

CULLIGAN.CZ – nový a jediný nástupce tradiční osvědčené značky výrobce a dodavatele technologií úpravy vody, člen skupiny ENVI-PUR, s.r.o.

Originální patentovaná filtrační technika pro:
- úpravu pitných vod
- průmysl a chladící okruhy
- domácnosti a rodinné domy
- membránové technologie

CULLIGAN.CZ s.r.o.
Chráštany 140, 252 19 Rudná u Prahy
Tel. 731 629 796, e-mail: kancelar@culligancz.cz
www.culligancz.cz

MBBR
Moving Bed Biofilm Reactor



www.pro-aqua.cz

AQUATIS

INŽENÝRSKÁ A PROJEKTOVÁ ČINNOST VE VŠECH OBOREC VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

AQUATIS a. s.
Botanická 834/56, 602 00 BRNO
tel.: 541 554 111, fax: 541 211 205
E-mail: info@aquatis.cz, www.aquatis.cz

Pobočka: Praha, Třebohostická 14, 100 31 Praha 10, tel.: +420 602 612 153
Organizační složka Trenčín, Jesenského 3175, 911 01 Trenčín, tel.: +421 326 522 600

Projekt Povodí Moravy ve finále environmentální soutěže

Projekt napojení odstavených ramen Dyje, které Povodí Moravy společně s rakouskými partnery dokončilo v loňském roce na Břeclavsku, vybrala odborná porota mezi 21 finalistů environmentální soutěže Adapterra Awards 2020. Projekt, který soutěží pod názvem Nový prostor pro řeku Dyji, může ocenit i veřejnost hlasováním na webu soutěže.

Soutěž Adapterra Awards hledá inspirativní projekty, které pomáhají přizpůsobit města, domy a krajinu klimatické změně. V letošním roce posuzovala odborná porota 78 projektů, z nichž vybrala nejlepších 21. Mezi ně patří i projekt Povodí Moravy, s. p., v rámci kterého vodohospodáři společně s rakouskými kolegy z Viadonau prodloužili cestu Dyji o 900 metrů napojením tří meandrů zpět do koryta řeky. „Napojením odstavených ramen na vodní tok jsme zabránili jejich vysychání, úhynu vodních živočichů a zániku na vodu vázaných ekosystémů. Zároveň došlo ke zpomalení odtoku vody z krajiny. Každý metr koryta, který řece vrátíme, zvyšuje šanci, že voda zůstane na jižní Moravě, kde ji tolik potřebujeme. Neodteče pryč a zlepší vodní bilanci zdejších lužních lesů," popisuje význam projektu generální ředitel Povodí Moravy, s. p., Václav Gargulák.

Projekt Povodí Moravy, s. p., se nyní může stát vítězem v jedné z kategorií. Kterých šest projektů si odnese ocenění Adapterra Awards, to se dozvíme 4. listopadu 2020 v Praze na celostátní konferenci věnované adaptacím na změnu klimatu. Zapojit do hodnocení se může každý. Veřejnost totiž může hlasovat v kategorii Cena sympatie. Hlasování probíhá na webu soutěže **www.adapterraawards.cz/cs/Hlasovani**. Hlasovat je možné do 30. září a každý hlasující může udělit dva hlasy.

Vedle napojení odstavených ramen Dyje realizuje Povodí Moravy, s. p. řadu dalších adaptačních projektů. Mezi nejvýznamnější aktuální revitalizace státního podniku patří například dokončená renaturace Moravy u Štěpánova, probíhající revitalizace Baštýnského potoka u Novosedel, revitalizace Bečvy u Černotína a Skaličky či probíhající revitalizace Knínického potoka u Brna. Řekám vracíme původní charakter, realizujeme přírodě blízká opatření a revitalizujeme řeky v povodí Moravy v místech, kde jsou taková řešení možná. Je ale důležité mít na paměti, že v osídlených oblastech není možné dělat stejná opatření jako v krajině. Podobné přírodě blízké úpravy jsou součástí komplexu opatření a musí být prováděny v souladu s opatřeními pro posílení vodních zdrojů. Bez nich postrádají smysl, neboť nenahrazují vodní zdroje," vysvětlil generální ředitel Povodí Moravy, s. p., Václav Gargulák při přihlašování se do soutěže.

Soutěž Adapterra Awards patří mezi adaptační projekty Nadace Partnerství, která pomáhá lidem pečovat o životní prostředí.

Petr Chmelař

Jako s.r.o.
aktivní uhlí,
aktivní koks,
antracit
tel.: 283 980 128, 603 416 043
www.jako.cz e-mail: jako@jako.cz

Sweco Hydroprojekt a. s.
Projektové, konzultační a inženýrské služby pro vodní hospodářství, životní prostředí a infrastrukturu
www.sweco.cz
SWECO
PRAHA 4 Táborská 31 Tel. 261 102 242 praha@sweco.cz
BRNO Minská 18 Tel. 541 214 973 brno@sweco.cz
OSTRAVA Varenská 49 Tel. 596 638 329 ostrava@sweco.cz
ČESKÉ BUDĚJOVICE Zátkovo nábřeží 7 Tel. 386 103 511 c.budejovice@sweco.cz

EUROWATER
PURE WATER TREATMENT
• odkyselování, odželezování, odmanganování, odstranění amonných iontů a další procesy úpravy surové vody na pitnou
• návrh technologie, dodávka, montáž, servis
• vlastní výroba automatických tlakových filtrů
• 25 roků na trhu v Čechách a na Slovensku
• více o nás a našich metodách úpravy vody bez použití chemikálií na tel. čísle 321 727 745 a na www.eurowater.cz
ÚPRAVA VODY

REKUPER®
www.rekuper.cz
Efektivní regulace a usměrňování průtoků vod v kanalizacích
komplexní vystrojování odlehčovacích komor a dešťových zdrží • plovákové regulátory štítové česle • štítové oddělovače
REKUPER SYCHROV, s.r.o.
Husa 28 • CZ - 463 44 Pacerice • e-mail: info@rekuper.cz
tel.: + 420 482 464 611 • fax: +420 482 464 630
Návrh • dodávka • montáž • servis

hydrotech

BRINGING WATER BACK TO LIFE

- Čištění splaškových a průmyslových odpadních vod
- Vysokoúčinné anaerobní technologie
- Odsíření bioplynu a čištění vzdušiny
- Rekonstrukce a intenzifikace ČOV
- Řídicí systémy a softwarové vybavení
- Vybavení pro pravoúhlé i radiální dosazovací nádrže
- Čerpací stanice a úpravny vody
- Návrh technologie na míru
- Vypracování studií
- Projekční práce všech stupňů
- Výroba, dodávka a montáž technologie
- Uvedení do provozu
- Záruční a pozáruční servis
- Sledování a vyhodnocování provozu
- Poloprovozní zkoušky
- Provozování ČOV
- Návrhy financování
- Konzultační a inženýrské služby
- Stavby na klíč

Sídlo společnosti
HYDROTECH s.r.o.
Tyršova 1132
664 42 MODŘICE
tel.: +420 543 243 430
info@hydrotech.cz

Obchodní oddělení
HYDROTECH s.r.o.
Třebohostická 5
100 31 PRAHA 10
tel.: +420 274 773 986
rostik@hydrotech.cz

HYDROTECH a.s.
Modranská 153
902 01 VINOSADY
Slovensko
tel.: +421 336 461 045
hydrotech@hydrotech.sk

www.hydrotech-group.com

PRŮMYSLOVÁ & KOMUNÁLNÍ FILTRACE VODY

Aqua Global
INTELIGENTNÍ ŘEŠENÍ FILTRACE A ÚPRAVY VODY

ŠPIČKOVÁ IZRAELSKÁ ZAŘÍZENÍ A TECHNOLOGIE PRO FILTRACI, ÚPRAVU A DOČIŠTĚNÍ PITNÉ, TECHNOLOGICKÉ A ODPADNÍ VODY

info@aquaglobal.cz +420 602 727 230 +420 566 630 843

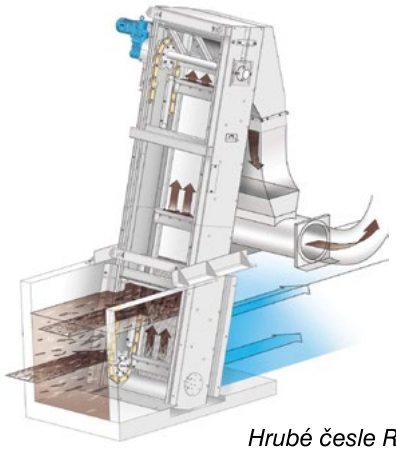
www.aquaglobal.cz

VÝROBCE ZAŘÍZENÍ PRO ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD

FONTANA R, s.r.o., Příkop 4, 602 00 Brno; fontanar@fontanar.cz
telefon: +420 545 175 847; www.fontanar.cz

HUBER TECHNOLOGY
WASTE WATER Solutions

Moderní řešení pro ČOV



Hrubé česle RakeMax

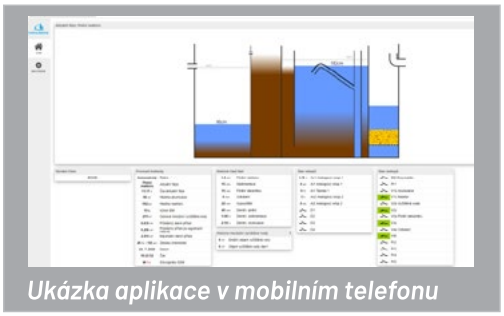
Nejlepší je originál

HUBER CS spol. s r.o.
Cihlářská 19, 602 00 Brno
tel.: 532 191 545 info@hubercs.cz
www.hubercs.cz

TOPAS

... DČOV JINAK ...

- Plně automatická DČOV, řízená přes mobilní telefon.
- Certifikovaná čistírna (CE) s konstrukcí, která splňuje **všechny podmínky** výzvy pro dotační DČOV v roce 2020, kterými jsou:
  - ***akumulace přitékajících odpadních vod,***
  - ***oddělený prostor pro akumulaci kalu,***
  - ***nepřetržitý vzdálený monitoring*** *provozu DČOV,*
  - ***automatické řízení provozu DČOV*** *v závislosti na množství přitékajících odpadních vod (bez zásahu uživatele),*
  - ***akumulace vyčištěné odpadní vody*** *s možností jejího dalšího využití.*
- Vhodná pro kapénkovou zálivku a splachování WC po dočištění na vestavěném **pískovém filtru** a **dezinfekci UV lampou**
- Technologie s **odvodněním kalu** – odstraňování kalu stačí cca 1x za rok
- Technologie čištění a konstrukce pískového filtru jsou chráněny **mezinárodními patenty**
- Nový patent na způsob zpětného využití **tepelné energie odpadní vody**
- Kontejnerové čistírny **bez nutnosti obetonování** pro obce a firmy až do 500 EO v cenách cca 4 000 – 4 500 Kč/EO
- Technologie kontejnerových ČOV standardně obsahuje zařízení **pro zachycení a odstranění vlhčených ubrousků**


Ukázka aplikace v mobilním telefonu

ČOV Topas 5 EO

ČOV Topas 400 EO

TOPOLWATER

TopolWater, s.r.o.
e: topas@topolwater.com w: www.topolwater.com t: 327 313 001-3 m: 602 688 362

INVENT iBC-mix® - míchadla pro IBC kontejnery

invent® umwelt und verfahrenstechnik

KUNST

Společnost Invent nabízí prostřednictvím společnosti Kunst možnost přímého nákupu míchadel určených pro IBC kontejnery s vnější kovovou konstrukcí, na kterou je míchadlo uchyceno pomocí nosné konzole.

15 % sleva při zadání kódu KUNST2020 v eshopu www.shop.invent-uv.de

iBC-MIX® 6/0,75 iBC-MIX® 200/0,75 iBC-MIX® 300/1,5

		iBC-MIX® 6/0,75	iBC-MIX® 200/0,75	iBC-MIX® 300/1,5
Příkon [kW]		0,75	0,75	1,5
Otáčky [1/min]		1 000	200	300
Typ míchadla	1	vrtulové	lopatkové sklápěcí	lopatkové sklápěcí
	2	vrtulové	lopatkové	lopatkové
Průměr míchadla	1	130 / 150	350	350
	2	130 / 150	140	140
Viskozita [mPa.s]		1 ÷ 500	501 ÷ 2 000	2 001 ÷ 10 000