vodní hospodářství®

www.vodnihospodarstvi.cz

ročník 69
9
2019

envi-pur

MEMBRÁNOVÁ ÚPRAVNA VODY

Vhodná i pro úpravu povrchové vody při snížené vydatnosti podzemního zdroje v období sucha

ENVI-PUR Vás zve 12. 11. 2019 do Soběslavi na konferenci
„Nové trendy v čistírenství a vodárenství"

23.–24. 10. Vodní nádrže. Konference. Brno. Info: www.pmo.cz

12. 11. Nové trendy v čistírenství a vodárenství. Konference. Soběslav. Info: www.envi-pur.cz

4. 12. Kalový den. Seminář. Praha. Info na straně 24

PŘÍLOHA LISTY CzWA

abess

ÚČINNÉ ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD PRO PRŮMYSL

- Čistírny průmyslových odpadních vod
- Čistírny technologických vod
- Minimalizace spotřeby

ABESS, s.r.o. je společnost s dlouholetými zkušenostmi a tradicí. Dodáváme čistírny odpadních vod vlastní koncepce. Nabízíme komplexní řešení problematiky nakládání s vodami v různých průmyslových provozech.

Aplikujeme moderní řešení a účinné technologie, které zajišťují velmi dobré výsledky.
V oblasti čištění odpadních vod jsou to především membránové technologie, které umožňují čištění i vysoce zatížených komunálních a zejména průmyslových odpadních vod při dosažení vysoké kvality vyčištěné vody.

Realizujeme projekty úspory spotřeby vody v různých průmyslových odvětvích, kdy účinným čištěním technologických vod pomocí čistíren vlastní koncepce umožníme recirkulovat vodu zpět do výrobního procesu a vytvoříme uzavřený okruh technologické vody.

MOBILNÍ TELEFON
+420 720 180 028
+420 602 461 288

www.abess.cz

EMAIL
abess@abess.cz

TELEFON / FAX
+420 233 313 086

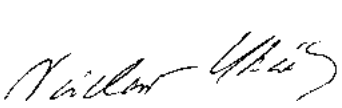
Je třeba myslet na zadní kolečka

Kolega Dragoun už je nějakou dobu v důchodu a letos skončí i s výpomocí pro Vodní hospodářství. Spolupodílel se na tvorbě časopisu více jak čtvrt století. Za to mu díky. Věřím, že zpovzdálí své chalupy bude časopis i nadále sledovat a třeba i komentovat. Já bych před důchodovou reformou dosáhl důchodového věku na konci tohoto roku. Takto mám před sebou ještě nějaký ten rok. Ostatně budu muset a chtít (bude-li o mé služby, hlavně ze strany čtenářů, zájem) nějaký časek přesluhovat. Musím totiž občas vysvětlovat, že nejsem mladý dědeček, nýbrž starý tatínek. Budu se muset ještě nějaký ten pátek o děti postarat! Stejně tak říkám, že Vodní hospodářství, ač je o deset let starší než já (příští rok začne vycházet 70. ročník, a je tak dle mého zjišťování nejstarší obdobný časopis v celém postsocialistickém světě), tak tedy časopis je sice starší než já, ale myslím, že je mé dítě, že nebýt mě, tak by už neexistovalo. Člověk by měl myslet i na zadní kolečka a začít činit kroky k tomu, aby Vodní hospodářství tady bylo i v době, kdy já tady nebudu. Člověk by se měl poohlížet po někom, kdo by po něm tu práci (poslání) převzal.

Je začátek školního roku a vlastně i výlovu rybníků, tak jsem si řekl, že je to vhodný čas k tomu, abych rozhodil sítě a začal hledat někoho, kterému bych tu káru chtěl dlouhodobě předávat, který by byl ochotný dlouhodobě spolupracovat. který bude mít chuť nejen vodnímu, ale i Vodnímu hospodářství věnovat velkou část života.

Přiznám se, že často jsem se cítil vyhořelý a měl chuť hodit flintu do žita. Na druhou stranu mě povzbuzovala slova o tom, že to dělám dobře a že pomáhám vzájemnému pochopení různých vodařských stran. Nejen ze strany těch spíše environmentálně zaměřených, kam i já sám sebe počítám, nýbrž i od těch, kteří jsou zaměřeni spíše technokraticky. Jsem hrdý na několik poklon, budou mi v uších celý život znít. Zde si některé dovolím volně citovat. Jeden majitel firmy, kterou vydupal ze země, mi kdysi řekl: „Občas si říkám, jestli bych tu reklamu do Vodního hospodářství neměl omezit. Pak si však přečtu Váš úvodník a vím, že v té inzerci musím pokračovat!“ Před pár lety mi vrcholový manager jiné firmy řekl: „Pokud budu šéfem, tak u Vás inzerujeme! Obdivuji, že dáváte prostor i názorům, které by většina chtěla spláchnout.“ Bohužel už není šéfem. Pořád mi rezonují slova jiného velkého šéfa: „Občas mě Vaše úvodníky tolika na… (naexkrementují, to opisuji já), že si říkám, já tomu Stránskýmu nedám už na inzerci ani korunu. Pak mi to ale projde hlavou a říkám si, že naopak, já tomu Stránskýmu musím dát další inzerci…“ Jiná vzpomínka. Kdysi jsem loudil na jistém generálním řediteli peníze pro Vodní hospodářství. On mi říkal: „Vždyť vy to nepotřebujete. Vy máte od ministerstev určitě peněz jako…“ exkrementů, opisuji jeho slova já. Vyvedl jsem ho z omylu, že od nich ani dotační kačku nemáme. On řekl: „To myslíte vážně? Vy nemáte řádově statisícové dotace? To jsem mu hrdě potvrdil. V té chvíli šel kolem jakýsi jeho kolega, řekněme Pepa, který měl na hlavě klobouk. Onen ředitel mu řekl: „Pepo, půjč mi klobouk, ať tady před panem Stránským můžu smeknout…“

Proč to píši? Jsem rozumný, a tak vím, že nic netrvá věčně, ani já… Hodně jsem se s kolegy bavil o tom, jaké by takový nástupce měl mít předpoklady? Má to být spíše vystudovaný žurnalista? Nebo vodohospodář? Nebo na tom až tak moc nezáleží? Já si myslím, že by měl mít hlavně srdce pro obor, měl by mít názor a za ním si stát a měl by směřovat k tomu, aby Vodní hospodářství vždy nechávalo zaznít veškeré pohledy na vodní hospodářství. Neměl byste někdo chuť? Nevíte o někom? Nebo nemáte aspoň nápad, jak by takový člověk měl vypadat? Kde ho hledat?



Ing. Václav Stránský

vodní hospodářství® 9/2019

OBSAH

- **Mikroplasty v životním prostředí a zdraví (Kožíšek, F.; Kazmarová, H.)** **1**
- **Testování účinnosti odbourávání Sulfonamidových antibiotik pomocí bionosičů inokulovaných dřevokaznými houbami druhu *Trametes versicolor* (Žižlavská, A.; Suková, P.; Hlavínek, P.)** **4**
- **Různé**
- Obor a osobnost Mgr. Jiří Paul, MBA (Stránský, V.) 10
- Sto let přehrady Les Království (Bendová, H.) 12
- K úvodníku v čísle 7/2019 o odlehčovacích komorách 15
- Konference Pitná voda v Táboře bude v příštím roce již patnáctá (Dolejš, P.; Stránký, V.) 17
- Poznatky ze zasedání Evropské komise pro normalizaci, technické komise „Kvalita vod“ 2019. (Blabolil, P.) 19
- Modrá zpráva (Bílý, V.) 21

Listy CzWA

- **Odborná skupina CZWA Životnost a obnova vodohospodářské infastruktury organizovala konferenci Voda 4.0 ve službách infrastruktury (Macek, L.)** **22**
- **Obnovený seminář Čištění průmyslových odpadních vod (Koller, M.)** **23**
- **Postřehy ze semináře ČOV pro objekty v horách (Štiková, V.; Plotěný, K.)** **25**
- **YWP CZ – exkurze na chemické úpravně vody elektrárny Ledvice** **27**
- **Informace o konferenci IWA (Wanner, J.)** **27**
- **Pozvánka: Energetická účinnost při čištění odpadních vod (Wanner, J.)** **28**

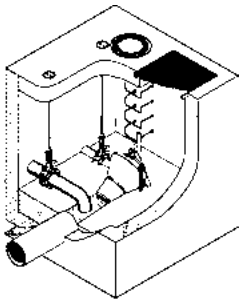
CONTENTS

- **Microplastics in the environment and health (Kozisek, F.; Kazmarova, H.)** **1**
- **Testing the efficiency of sulfonamides antibiotics degradation using bio-carriers inoculated with *Trametes versicolor* (Zizlavska, A.; Sukova, P.; Hlavinek, P.)** **4**
- **Miscellaneous** **10, 12, 15, 17, 19, 21**

Letters of the CzWA

- **Miscellaneous** **22, 23, 25, 27, 28**

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



Vírový ventil v regulační šachtě *FluidCon*

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

Dodavatel vystrojení kanalizačních objektů

- regulace odtoku z odleh. komor
- automat. stírané česle GIWA
- řídící kanal. systémy AQASYS
- pneu. ČSOV GULLIVER

www.rekuper.cz

REKUPER®

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 Pacefice • e-mail: info@rekuper.cz
tel.: + 420 482 464 611 • fax: +420 482 464 630

Návrh • dodávka • montáž • servis

AQUATIS

INŽENÝRSKÁ A PROJEKTOVÁ ČINNOST VE VŠECH OBORECH 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

Jako s.r.o.

aktivní uhlí, aktivní koks, antracit

tel.: 283 980 128, 603 416 043
www.jako.cz e-mail: jako@jako.cz

TECHNOAQUA

Výhradní zastoupení pro ČR a SR TD ISCO, AQUALABO GROUPE, EUREKA WATER PROBES, IJINUS

- měření průtoku na odlehčení
- automatické vzorkovače
- průtokoměry
- monitorovací stanice
- měřící přístroje, sondy
- pronájem, monitoring
- servis, školení

U Parku 513, 252 41 Dolní Břežany
e-mail: mail@technoaqua.cz, www.technoaqua.cz

Mikroplasty v životním prostředí a zdraví

František Kožíšek, Helena Kazmarová

Abstrakt

Článek podává stručné shrnutí, co víme o vzniku mikroplastů a jejich výskytu v životním prostředí, o expozici člověka a případných vlivech na lidské zdraví. I když stále existuje mnoho mezer v našich znalostech o mikroplastech, zatím není důvod pro nějakou paniku ohledně možných zdravotních důsledků pro zdraví člověka, protože dosud nic nenasvědčuje tomu, že by tato expozice převyšovala nějakou kritickou denní dávku.

Klíčová slova

mikroplasty – životní prostředí – lidská expozice – účinky na zdraví

Úvod

Problematika mikroplastů ve vztahu ke zdraví člověka je v médiích hojněji diskutována od léta 2017, kdy světové i české deníky a zpravodajské servery převzaly zprávu o výsledcích malé pilotní studie neziskové organizace Orb Media, která nechala vyšetřit několik vzorků pitné vody z různých kontinentů. Ve většině vzorků byla nalezena vlákna plastů v počtu jednotek na litr a o velikosti od 2,5 mikrometru do cca 1 milimetru.

Od té doby se objevila celá řada studií (a následně zpráv v médiích) o možné nebo prokázané expozici člověka mikroplastům a spekulací o souvisejícím zdravotním riziku. Tento vědecký a novinářský boom nebyl vyvolán (podložen) nějakou vážnou domněnkou o poškození zdraví, ale především touhou objevovat nové věci a informovat o nich.

Zkoumání problematiky mikroplastů má původ v mořské biologii a ekologii. Výskyt mikročástic i makročástic plastů ve světových mořích a některých povrchových sladkých vodách je totiž v posledních pár letech vnímán a diskutován jako environmentální problém. Nikoliv z hlediska dopadu na člověka, ale především na vodní živočichy (mikročástice pro drobné korýše, větší kousky plastů pro ryby a vodní ptactvo), kteří tyto plasty nevědomky (či vědomky, protože si myslí, že se jedná o potravu) požijí, a ony jim pak mechanicky škodí v jejich zažívacím traktu, protože narušují další příjem a zpracování potravy. Vzhledem k akumulaci mikroplastů např. v ústřicích se začala diskutovat také expozice člověka skrze potravní řetězec a její možný zdravotní účinek.

Výskyt mikroplastů v prostředí

Výskyt či zdroje mikroplastů v prostředí můžeme rozdělit na primární a sekundární. Sekundárním zdrojem je mechanická nebo chemická degradace vyrobených plastových předmětů. Vzhledem k enormnímu a stále rostoucímu objemu výroby a způsobu použití (ročně se ve světě vyrobí více než 320 milionů tun plastů, z nichž 40 % tvoří obaly na jedno použití, které se záhy stávají odpadem) se tak „přirozeně“ do prostředí dostává ohromné kvantum plastového materiálu, který časem degraduje, za spolupůsobení vody, větru, UV záření a dalších vlivů, rozkládá se a vytváří těžko představitelné množství mikročástic. Mechanická degradace vzniká např. při otěru pneumatik, praní výrobků ze syntetických vláken a manipulaci s nimi, používání plastových předmětů apod.

Primárním zdrojem jsou záměrně vyráběné mikroplasty přidávané do kosmetických přípravků, zubních past, léčiv či některých potravin nebo používané pro mnohé technické účely. Odhaduje se, že i když čistírny odpadních vod zachytí až 98 % mikroplastů z odpadní vody, jen v USA se každý den skrze vyčištěnou odpadní vodu dostává do vodního prostředí až 8 bilionů plastových mikrokuliček, které pocházejí převážně z primárních zdrojů.

Přes řadu publikovaných prací není ve výskytu (kvantifikaci) mikročástic plastů v prostředí dosud moc jasno. To má několik příčin:

Zatím ani není ujednoceno, co se pod pojmem „mikroplast“ vlastně skrývá, protože není žádná obecně schválená definice. Různí autoři pod mikroplasty proto zařazují částice plastů v různém velikostním rozmezí, obvykle v řádu mikrometrů, ale někteří i menší (v řádu nanometrů) i větší (až do 5 mm).

Zatím neexistují žádné standardizované metody pro stanovení mikroplastů, a proto různí autoři používají různé analytické metody, které zachycují různé velikostní frakce. Výsledky jednotlivých studií jsou proto jen obtížně porovnatelné. Jedná-li se o částice menší než 1 mikrometr, nelze už prakticky rozlišit kvalitu materiálu – tedy jedná-li se o mikroplasty (částice z organického materiálu) nebo o anorganické částice přírodního původu nebo člověkem záměrně vyrobené.

Počet prací (provedených měření) je dosud stále nízký, ve výsledcích bývají velké rozdíly dané nejen rozdílnou metodou, ale i místem odběru vzorků toho kterého média (vody, vzduchu) či komodity (potraviny). Proto není možné následně určit, jaká je typická expozice člověka či typický interval expozice. Dosavadní odhady se často liší o mnoho řádů a nelze je dosud považovat za přesné a objektivní.

Vzhledem k výše uvedenému masivnímu použití plastů člověkem a dlouhé době jejich používání nemůže být masivní výskyt mikroplastů v některých částech životního prostředí překvapující.

Podobně jako u expozice chemickým látkám představují specifický případ (vysoké) expozice mikroplastům některé druhy pracovního prostředí. Např. na pracovišti, kde se zpracovávají polyesterová vlákna, může jejich koncentrace v 1 m^3 vzduchu dosáhnout až milion vláken.

Expozice člověka mikroplastům

U člověka existují i pro mikroplasty dvě základní expoziční cesty: inhalace vzduchu a ingesce (požití) vody a potravin, popř. zbytků zubní pasty. Pomíjíme nyní úmyslné požití některých léčiv, kde jsou mikro- či nanočástice použity jako nosič účinné látky, nebo speciální případy degradace plastových protetických implantátů.

V červnu 2019 publikovaný odborný článek se pokusil na základě 26 vybraných studií odhadnout celkovou expozici člověka mikroplastům z potravy (včetně vody) a ovzduší. Základním problémem tohoto odhadu je, že dosud je znám výskyt mikroplastů jen v několika potravních komoditách (pitná voda, mořští živočichové, cukr, med a některé alkoholické nápoje), takže celkový příjem z potravy je neznámý. Autoři tedy přiznávají, že jimi odhadované množství požitých mikroplastů odpovídá jen 15 % kalorického příjmu u průměrného Američana, tedy že je velmi podhodnocené. Podle tohoto odhadu dochází ročně k požití mezi 39 a 52 tisíci mikroplastů z potravin (rozdíly jsou dané věkem a pohlavím, které ovlivňují potravní zvyklosti) a pokud přičteme ještě inhalační expozici, pak množství vzroste celkem na 74 až 121 tisíc mikroplastů. Pokud by někdo konzumoval výhradně balenou vodu oproti vodovodní, tak jeho roční příjem vzroste o dalších 90 tisíc mikroplastů (oproti 4 tisícům z vody vodovodní) – tento odhad z pitné vody však neodpovídá novějším studiím, které naznačují, že v některých pitných vodách vyrobených z povrchové vody se nacházejí až stovky mikroplastů na litr, což by dávalo roční expozici až stovek tisíc částic.

Kdybychom provedli velmi hrubou aproximaci, pak by člověk mohl za rok pozřít a inhalovat řádově několik milionů mikroplastů. Nezapomínejme však, že základní vstupní data tohoto odhadu jsou stále velmi nespolehlivá.

Vstřebávání mikroplastů v lidském organismu

Mikroplasty se v prostředí vyskytují v různých velikostech, tvarech (vlákna, sférické a nepravidelné tvary) i materiálech (celá škála vyráběných polymerů). Tyto proměnné, spolu s mnoha dalšími (elektrický potenciál povrchu částic, množství atd.), někdy zásadně ovlivňují, zda a jak se budou mikroplasty dostávat do organismu, resp. zda se budou dále vstřebávat.

I když dýchací cesty člověka jsou vybaveny obrannými mechanismy, které mají zabránit průniku částic do dolních cest dýchacích, určitá velikostní frakce částic se tam dostává a v závislosti na množství může negativně ovlivnit zdraví. Jedná se především o frakci označovanou jako $PM_{2,5}$ a $PM_{1,0}$ (aerosol o velikosti do 2,5, resp. do 1,0 mikrometru). Pokud jsou mikroplasty ve vhodné velikosti a tvaru, budou se chovat jako prašný aerosol; budou tedy pronikat až do alveolů.

Ze zažívacího traktu se podle publikovaných prací vstřebávají mikroplasty poměrně obtížně (desetiny procenta a méně), bude opět záležet na velikosti a dalších vlastnostech těchto částic. Naprostá většina částic tedy projde zažívacím traktem a je vyloučena stolicí, část může být deponována – podobně jako nerozpuštěné anorganické částice – v některých buňkách střevního epitelu. Jsou navrhovány dva možné mechanismy vstřebání: endocytóza prostřednictvím M buněk v Peyerových plátech nebo parabuněčná persorpce. Po vstřebání se mikroplasty vrací žlučí zpět do střeva a jsou vyloučeny stolicí, nebo se dostávají dál do krevního oběhu a jsou poměrně rychle vyloučeny močí. Vzhledem k inertním vlastnostem plastů a krátké době zdržení

v organismu zde nebude pravděpodobně docházet k žádné jejich degradaci. Zatím není žádný důkaz o tom, že by někde v organismu docházelo ke kumulaci mikroplastů vstřebaných ze zažívacího traktu.

Zdravotní účinky mikroplastů

I když přímé důkazy o účincích vdechnutých mikroplastů (máme nyní na mysli oblast životního, ne pracovního prostředí) chybí, vzhledem k tomu, že některé z nich se budou chovat podobně jako polétavý prach, bude i jejich zdravotní účinek podobný: zánětlivá akutní i chronická onemocnění dýchacích cest, nepříznivé účinky na kardiovaskulární systém, snížení plicních funkcí. Protože ale mikroplasty se podílejí na celkovém počtu vdechovaných částic pravděpodobně jen malým podílem, nelze jejich účinek oddělit od účinku celkového polétavého prachu ve venkovním ovzduší, a tedy ani určit, zda mohou být považovány za významný zdroj inhalační expozice. Zatím se však zdá, že nikoliv.

Jiná je v tomto směru situace u některých průmyslových provozů, především textilních továren, kde se pracuje výhradně se syntetickými vlákny a kde bylo zjištěno, že mezi pracovníky je vyšší výskyt kašle, pískotů či dušnosti než u běžné populace.

V případě požití nejsou zatím žádné negativní zdravotní účinky mikroplastů u člověka prokázány. Hypoteticky se uvažuje o těchto možných mechanismech, kterými by mohlo být zdraví ohroženo:

Z mikroplastů by se mohly uvolňovat některé toxické látky – ať už přímo ze samotného plastu (monomery či přídatné látky jako ftaláty či bromované zpomalovače hoření) nebo z povrchu, na který by se mohly sorbovat organické látky typu PAU či PCB, pokud by částice předtím procházela prostředím s vysokým obsahem těchto látek. Zatím však tento účinek nebyl prokázán ani u drobných vodních živočichů, které – na jednotku své tělesné hmotnosti – přijímají mnohonásobně vyšší dávku mikroplastů než člověk. A např. u pitné vody, když se provádí stanovení těchto látek, se stanovuje jak jejich podíl rozpuštěný ve vodě, tak podíl sorbovaný na tyto částice. Přesto i tam, kde se ve vodě vyskytují stovky mikroplastů v litru vody, nejsou tyto látky ve vodě detekovány. Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) ve své zprávě z roku 2016 odhadl, že požitím jedné porce mušlí (slávek) ani při tom nejhorším scénáři nepřijme člověk více než 0,2 % obvyklého dietárního příjmu tří obávaných toxických látek (bisfenolu A, polychlorovaných bifenylů a polycyklických aromatických uhlovodíků). Pokud jsou tedy mikroplasty nosiči některých chemických látek, jedná se o množství toxikologicky nevýznamná.

Mikroplasty jako tělu cizorodé částice by mohly v místě jejich kumulace vyvolávat zánětlivou reakci a nežádoucí imunitní odpověď organismu. Zatím však nejsou důkazy, že by ke kumulaci požitých mikroplastů někde významně docházelo a že by vyvolané reakce překračovaly běžný rámec obranné imunitní odpovědi organismu. Musíme si uvědomit, že člověk vedle mikroplastů požívá – po celou dobu své evoluce – rovněž mnohonásobně vyšší počty anorganických nerozpustných částic, které představují pro organismus podobné cizorodé tělísko jako částice mikroplastu. Ty mohou pocházet buď z přírody (mikroskopické částice křemičitanů či jiných hornin apod.) nebo jsou do potravin záměrně přidávány člověkem při jejich zpracování (látky typu křemičitanů a hlinitokřemičitanů či oxidu titaničitého, např. E554, E556 či E559, které se používají např. jako protispékavé přísady do rýže, mouky, soli, cukru, práškového mléka, ale i žvýkaček apod.). Odhaduje se, že ve Velké Británii člověk denně zkonzumuje asi 40 mg těchto látek, což představuje počet asi $10^{12–14}$ částic – tedy řádově biliony (tisíce miliard). Zdá se velmi nepravděpodobné, že by nepatrný zlomek tohoto počtu – byť ve formě organického materiálu (mikroplastu) – mohl významně ovlivnit lidské zdraví.

Uvažuje se také o přímém toxickém účinku mikročástic na buňku – poškození až zánik buňky prostřednictvím tzv. oxidačního stresu. I tento mechanismus se může jistě uplatnit, ale v organismu každý den přirozeně zanikají a zase vznikají miliony nových buněk a zatím nejsou žádné signály, že by příjem mikroplastů ze životního prostředí tento proces vychyloval na nežádoucí stranu.

Konečně se zvažuje i teorie, že mikrobiální oživení povrchu mikroplastů „tělu neznámými bakteriemi“, mechanický účinek mikročástic nebo imunitní odezva na tyto částice by mohly negativně ovlivnit fyziologické složení mikrobiomu, tedy přirozeného osídlení dýchacích cest a zažívacího traktu bakteriemi, které jsou velmi důležitým prvkem imunitního systému. Ani zde však nejsou zatím žádné důkazy, že by se tento jev v praxi nějak projevoval, což je vzhledem k početní síle mikrobiomu i očekávané.

Některé tyto představy jsou opřené o výsledky laboratorních pokusů na zvířatech nebo na buněčných kulturách, které byly za specifických podmínek vystaveny velmi vysokým dávkám nano- nebo mikroplastů. Takové dávky jsou ale u člověka, který je vystaven mikroplastům ze životního prostředí, zcela nereálné. Pokud také u mikroplastů platí jako u většiny chemických látek staré pravidlo (a zatím není žádný důvod se domnívat, že je tomu jinak), že dávka činí látku jedovatou, pak vše nasvědčuje tomu, že existující expozice nedosahuje oné kritické dávky.

V polovině srpna 2019, pár týdnů před zveřejněním tohoto článku, vydala Světová zdravotnická organizace první souhrnnou zprávu o výskytu a zdravotních účincích mikroplastů v pitné vodě. V podstatě se shoduje s tím, co je uvedeno v tomto článku. Konstatuje, že o výskytu mikroplastů v pitné vodě je dosud málo spolehlivých údajů, nicméně nelze pochybovat, že se ve vodě vyskytují – ovšem v množství, které zřejmě, podle všech dostupných informací, nepředstavuje pro člověka zdravotní riziko. Nedoporučuje, aby se v této fázi zařazovaly mikroplasty mezi povinně a rutinně sledované ukazatele pitné vody, ale vybízí k dalšímu výzkumu v této oblasti.

Závěr

Masové užití plastů a způsob nakládání s nimi vede k tomu, že nezanedbatelná část plastů končí jako odpad v životním prostředí, kde podléhají časem degradaci a rozpadají se na mikročástice. Další mikročástice jsou generovány opotřebením při běžném používání plastových výrobků (otěry pneumatik, nošení a praní oblečení ze syntetických materiálů apod.). A konečně mnoho mikroplastů je záměrně přímo vyráběno a přidáváno do různých výrobků (např. kosmetických). Jedná se o přirozené důsledky vědomého lidského rozhodnutí a chování – nemělo by nás proto překvapovat, když pomocí nových mikroskopických metod zjišťujeme, co jsme dosud na vlastní oči neviděli: že životní prostředí je „zamořeno“ mikroplasty.

Výzkum tohoto fenoménu je poměrně mladý, jedná se o posledních cca deset let, a přes exponenciální nárůst odborných publikací nerostou stejně exponenciálně naše znalosti. Stále není ujednocena metoda stanovení mikroplastů ani jejich definice. O skutečném příjmu mikroplastů potravou máme dosud jen velmi omezené představy, protože bylo zatím prozkoumáno jen málo potravních komodit.

Na druhou stranu tato vědomostní mezera o výskytu a expozici mikroplastům není zatím důvodem pro nějakou paniku ohledně možných zdravotních důsledků pro zdraví člověka, protože nic nenasvědčuje tomu, že by tato expozice převyšovala nějakou kritickou denní dávku. I tam, kde je chování mikroplastů podobné chování např. polétavého prachu (který má prokazatelné negativní účinky na zdraví), zjišťujeme podle předběžných informací, že podíl mikroplastů na celkové expozici poletavému prachu je minimální, na úrovni max. jednotek procent. Podobně v případě dietární expozice: člověk denně požije biliony anorganických mikročástic, které mají v mnohém podobné chování jako mikroplasty (kterých požijeme denně snad řádově statisíce), aniž by byly známé nějaké jejich škodlivé účinky; také případný vnos toxických látek do organismu skrze mikroplasty se odhaduje na zlomek procenta běžného příjmu.

Výzkum bude a musí samozřejmě pokračovat a musíme být otevření tomu, co může přinést za nová zjištění. Nicméně jak z hlediska principu předběžné opatrnosti, tak z hlediska prokázaných negativních vlivů na životním prostředí (hlavně mořské organismy) je již dnes

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

odůvodněné a správné, aby společnost činila urgentní kroky k tomu, aby se objem vznikajícího plastového odpadu a přímá výroba a použití mikroplastů začaly snižovat.

Literatura/References

[1] Cox K. D.; Covernton, G. A.; Davies, H. L. et al. Human consumption of microplastics. *Environ. Sci. Technol.* 2019, 53(12): 7068–7074.

[2] Galloway, T. S. Micro- and nano-plastic and human health. In: *Marine Anthropogenic Litter*, Bergmann M.; Gutow L.; Klages M (Eds.), Springer International Publishing: 2015; pp 343–366.

[3] Koelmans, A. A.; Nor, N. H. M.; Hermsen, E. et al. Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality. *Wat. Res.* 2019, 155: 410–422.

[4] Pivokonsky, M.; Cermakova, L.; Novotna, K. et al. Occurrence of microplastics in raw and treated drinking water. *Sci. Total Environ.*, 2018, 643: 1644–1651

[5] Powell, J. J.; Faria, N.; Thomas-McKay, E.; Pele LC. Origin and fate of dietary nanoparticles and microparticles in the gastrointestinal tract. *J. Autoimmun.*, 2010, 34(3): J226–33.

[6] Prata, J. C. Airborne microplastics: Consequences to human health? *Environ. Pollution*, 2018, 234: 115–126.

[7] SAPEA, Science Advice for Policy by European Academies. *A Scientific Perspective on Microplastics in Nature and Society.* Berlin: SAPEA 2018.

[8] Wang, F.; Wong, Ch. S.; Chen, D. et al. Interaction of toxic chemicals with microplastics: A critical review. *Water Res.*, 2018, 139: 208–219.

[9] Microplastics in drinking-water. Geneva: World Health Organization; 2019; 124 str.

[10] Wright, S. L.; Kelly F. J. Plastics and human health: a micro issue? *Environ. Sci. Technol.* 2017, 51(12): 6634–6647.

MUDr. František Kožíšek, CSc. (autor pro korespondenci)
MUDr. Helena Kazmarová
Státní zdravotní ústav
Centrum zdraví a životního prostředí
Šrobárova 48
100 42 Praha 10
voda@szu.cz

Microplastics in the environment and health (Kozisek, F.; Kazmarova, H.)

Abstract

This paper summarizes up-to-date information on the origin of microplastics and their occurrence in the environment, on human exposure and possible effects on human health. Although there are still big gaps in our knowlegde of microplastics, there is no reason for panic due to possible negative health effects on human health, as we have so far no indication to assume that the exposure would exceed some critical daily dose.

Key words
microplastics – environment – human exposure – health effects

Tento článek byl recenzován a je otevřen k diskusi do 30. listopadu 2019. 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 odbourávání sulfonamidových antibiotik pomocí bionosičů inokulovaných dřevokaznými houbami druhu *Trametes versicolor*

Adéla Žižlavská, Petra Suková, Petr Hlavínek

Abstrakt

Příspěvek se zabývá účinností dřevokazných hub na degradaci sulfonamidových antibiotik z odpadních vod pomocí biologických nosičů vytvořených 3D tiskem naočkovaných myceliem *Trametes versicolor*. V současné době je kontaminace životního prostředí léčivy a jejich reziduí vážným problémem. Hlavními zdroji této kontaminace jsou čistírny odpadních vod (ČOV), kde tyto sloučeniny nejsou současnými konvenčními technologiemi účinně odstraňovány. Z tohoto důvodu jsou vyvíjeny a testovány nové metody k eliminaci počtu kontaminantů vstupujících do životního prostředí. Jednou z možností je využití potenciálu enzymatického systému dřevokazných hub, zejména pak tzv. hub bílé hniloby. V rámci testování bylo vybráno šest zástupců sulfonamidových antibiotik a izolováno z vodní matrice extrakcí na pevné fázi. Finální metodou identifikace a kvantifikace byla vysoce účinná kapalinová chromatografie s detekcí hmotnostní spektrometrie.

Klíčová slova

houby bílé hniloby – bionosiče – 3D tisk – čištění odpadní vody – sulfonamidová antibiotika

1. Úvod

Problematika výskytu farmak v odpadních vodách je v současnosti velmi aktuální téma, ať už v návaznosti na zvyšující se bakteriální rezistenci vůči antibiotické léčbě či celkové účinnosti odbourávání léčiv na čistírnách odpadních vod a jejich pronikání do životního prostředí. V rámci výzkumné skupiny EGAR centra AdMaS při Fakultě stavební VUT Brno se dlouhodobě zabýváme odstraněním různých druhů mikropolutantů z vodní matrice pomocí dřevokazných hub. V současnosti se nám podařilo vyvinout funkční bionosič vyrobený pomocí 3D tisku, na kterém je možné pěstovat a uchovávat dřevokazné houby druhu *Trametes versicolor*. Nosiče s napěstovanou myceliární formou houby byly podrobeny sériím laboratorních testování za účelem ověření účinnosti odbourávání sulfonamidových antibiotik z vody.

2. Dřevokazné houby

Houby a houbám podobné organismy jsou poměrně složitá biologická skupina. Například v porovnání s běžnými zástupci rostlinné říše nemají plastidy a jim odpovídající struktury. Houby nedisponují asimilačním pigmentem (kromě lišejníku), což vede k heterotrofnímu způsobu výživy. Velké množství zástupců hub patří mezi parazity, neboť živiny získávají přímo z živých buněk rostlin (popřípadě z více či méně odumřelých tkání). V současné době je popsáno 65 000–70 000 druhů hub, přičemž se odhaduje, že může existovat ještě 1,5 milionu prozatím neodhalených druhů [1]. Jen za rok 2017 bylo objeveno 2 189 nových druhů hub [2].

Dřevokazné houby patří k parazitickým houbám z druhového oddělení bazidiomycet (stopkovýtrusné houby) a získávají svou energii z živých, či odumřelých těl dřevitých rostlin. Na základě typu barevného rozkladu dřeva dělíme dřevokazné houby na houby [1]:

- bíle hniloby;
- červené hniloby;
- hnědé hniloby.

K širšímu využívání bazidiomycet dochází zhruba v 80. letech minulého století s rozvojem enzymologie, kdy se v papírenském průmyslu začaly používat enzymy, zejména peroxidáza za účelem odstraňování barev v odpadních vodách z bělících provozů [3]. Postupně tento trend přestoupil i do dalších průmyslových odvětví za účelem odstraňování barviv z vody, neboť většina syntetických barviv odolává běžným biodegradačním procesům, což způsobovalo ve vypouštěných vodách značný estetický problém. Od roku 1990 se tak mnohem intenzivněji začaly studovat možnosti využití ligninolytického enzymatického systému hub bíle hniloby za účelem degradace organických polutantů, jako jsou polychlorované bifenyly, polyaromatické uhlovodíky, chlorfenoly a různé druhy syntetických barviv [4]. V testech byla použita buď celá houbová kultura nebo vyrobené enzymové přípravky obsahující většinu nebo všechny extracelulární enzymy ligninolytického systému. Ve studiích z této doby bylo ověřeno hned několik druhů hub – *Phanerochaete chrysosporium*, *Pycnoporus cinnabarinus*, *Pleurotus sp.*, *Trametes versicolor* a *Bjerkandera adusta*, *Irpex lacteus, Ganoderma lucidum* [5, 6, 7]. Později bylo zjištěno že významnou roli při rozkladných procesech hrají také enzymy intracelulárního systému (tj. Cytochromu P450).

Schopnost bazidiomycet a převážně pak hub bílé hniloby degradovat širokou škálu látek spočívá v jejich nespecifickém ligninolytickém extracelulárním enzymatickém systému, který zahrnuje enzymy:

- manganovou peroxidázu (MnP);
- ligninovou peroxidázu (LiP);
- pyranóza 2-oxidáza (VP);
- lakázu

a také intracelulární enzymatické komplexy (cytochrom P450).

Na základě srovnávacích studií [8] provedených na různých zástupcích z řad hub bíle plísně vychází, že mezi jedny z nejúčinnější dřevokazných hub při odstraňování mikropolutantů z vody patří prokazatelně druh *Trametes versicolor* (česky „Outkovka pestrá“).

V současné době existují tři formy aplikace dřevokazných hub při čištění vodních matric:

– enzymatické metody – využití pouze jednotlivých enzymů, popř. jejich kombinací;
– myceliární pelety a suspenze – výroba aktivovaných pelet či roztoků;
– pěstování na bionosičích – inokulace a fruktifikace nosných médií.

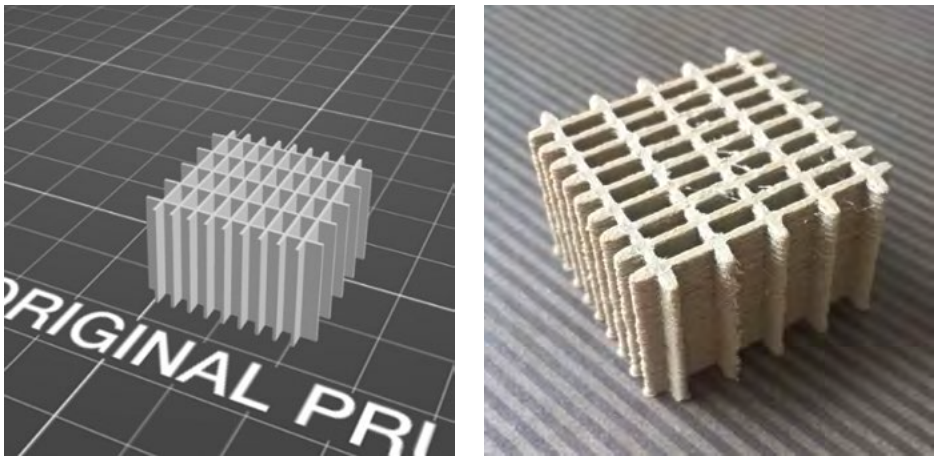
Klíčovým problémem technologii využívajících hub bílé hniloby v praxi při čištění odpadních vod je navrhnout a vytvořit vhodný reaktor, kde by mohl být proces udržitelně provozován. V zahraničí existují různé prototypové konfigurace úspěšně používané při odbourávání mikropolutantů v odpadních vodách, nejčastěji se používají míchané či provzdušňované reaktory, např. reaktor s míchanou nádrží [6] či provzdušňovaný reaktor [9].

3. Bionosiče vyrobené 3D tiskem

Z forem aplikace z hlediska dlouhodobé udržitelnosti či praktického provozu na reálných ČOV jsou jednoznačně nejlepší volbou bionosiče, neboť enzymatické metody jsou z hlediska separace jednotlivých enzymů velmi složité a finančně náročné procesy. Výroba myceliárních pelet je ve srovnání s bionosiči ekonomicky nevýhodná, přičemž zde hraje roli i fakt, že vyrobené pelety je možné přechovávat pouze 2 měsíce, a to za přísně sterilních podmínek [10]. Základní podmínkou pro fungování hub bíle hniloby jako bioremediátoru je použít pro inokulaci bionosiče obsahující dostatečné množství ligninu a celulózy. Jako nosič kultury byly doposud otestovány vysušené plody lufy, zeolity, dřevní štěpka, drcené skořápky ořechů, kukuřičné listy a nasekané paletové dřevo [11]. V rámci výzkumného centra AdMaS jsme vyvinuli zcela unikátní typ bionosiče vyrobeného 3D tiskem z materiálu PLA s příměsí dřevní hmoty až 30 %, s pracovním názvem *„3D kostky“* (**obr. 1**). Bionosiče jsou koncipovány do tvaru perforovaných kostek s bočním žebrováním tak, aby je bylo možné spojovat do kompaktních plátů. Vnitřní struktura a perforace kostek byly navrženy na základě vnitřního hierarchického uspořádání vysušeného plodu rostliny *Luffa cylindrica*.

4. Sulfonamidová antibiotika

Sulfonamidy patří mezi širokospektrální bakteriostatická antibiotika, která nalezla široké uplatnění jak v humánní, tak veterinární medicíně. V dnešní době však existuje omezení použití sulfonamidových antibiotik kvůli rostoucí bakteriální rezistenci, potenciálu nežádoucích účinků a dostupnosti aktivnějších antibiotik. Nicméně jejich využití v rámci veterinární medicíny přetrvává, velmi často se používají u prasat a skotu k léčbě bakteriálních onemocnění [12]. K jejich metabolizaci dochází v játrech a z těla jsou vylučovány v moči



Obr. 1. Grafická vizualizace bionosičů před tiskem a vytištěný bionosič (zleva)

a stolici. Značná část těchto látek se tedy do ekosystémů dostává buď ve formě metabolitů či dokonce v nezměněné podobě kvůli špatné adsorbovatelnosti a odbouratelnosti ve střevech lidí a zvířat [13]. Sulfonamidy nemohou být zcela odstraněny čistírnami odpadních vod. Během odstranění bývají dokonce často zjištěnay jako výsledek reverzní přeměny metabolitu N 4 - acetylsulfonamidu [14]. Nejčastěji jsou v odpadních vodách detekovány sulfapyridin, sulfamethoxazol a jeho acetylovaný metabolit N 4 - acetylsulfamethoxazol [15], neboť 20 % sulfamethoxazolu v moči je nezměněný lék, 15–20 % je konjugát N-glukuronidu a 50–70 % je acetylovaný metabolit.

5. Příprava a průběh testování

Příprava směsného roztoku

Pro testování byl použit směsný zásobní roztok sledovaných sulfonamidových antibiotik obsahující Sulfapyridin – SPY (Sigma Aldrich, čistota ≥ 99 %), Sulfamethoxazol – SMX(Sigma Aldrich, čistota ≥ 99 %), Sulfamethoxazol-d4 – SMXd4 (Neochema GmbH, 100 μg/ml v MeOH), Sulfamethazin – SMZ (Sigma Aldrich, čistota ≥ 99 %), Sulfathiazol – STZ (Sigma Aldrich, čistota ≥ 99 %), Sulfathiazol-d4 – STZ-d4 (Toronto Research Chemicals), Sulfamerazin – SMR (Sigma Aldrich, čistota ≥ 99 %), Sulfadiazin – SDZ (Sigma Aldrich, čistota ≥ 99 %).

Jako modelová voda byla použita v případě Printscreen testu destilovaná voda, v Setup testu běžná kohoutková voda a odpadní voda odebraná z odtoku ČOV Modřice v Brně.

Inokulace a fruktifikace

Inokulace 3D kostek probíhala ve sterilizovaných sklenicích o objemu 500 ml opatřených perforovaným šroubovacím hliníkovým víčkem s filtrem z buničité vaty. Sklenice včetně víček byly vysterilizovány ve vodě při 100 °C po dobu 30 minut. Kostky se tiskly nejméně 24 h před inokulací.

Jako inokulační materiál byly použity plně vzrostlé mateřské plodnice *Trametes versicolor* rozporcované na kousky o velikosti přibližně 2 x 2 cm, jenž byly vloženy do očkovací sklenice spolu s kostkami. Ke každému vzorku byl přidán za účelem katalýzy růstu agarovo-glukózový roztok vyrobený z 10 g glukózy, 15 g agaru a 1 l destilované vody. Všechny vzorky byly uloženy do temna při teplotě okolo 20 °C. Kontrola růstu mycelia byla prováděna min. každé 3–4 dny vždy za přidání 5 ml agarovo-glukózového roztoku. Po 10–12 dnech od inokulace už byly bionosiče plně fruktifikovány a bylo možné zahájit testování. Před započetím testů byl ze sklenic pomocí pipety odebrán veškerý přebytečný roztok.

Testování

Testování bionosičů proběhlo ve dvou testech. První tzv. „Printscreen test" byl realizován s cílem ověřit účinnost odbourávání sulfonamidových antibiotik z modelové vody, obsahující koncentraci sulfonamidových antibiotik 1 mg. l^{-1}, a jako modelové medium byla použita destilovaná voda. K takto vysoké koncentraci bylo přistoupeno kvůli obavám z možného negativního účinku matričního efektu na vyhodnocení testů.

Druhý test s názvem „Setup test" byl zaměřen na získání základních klíčových dat, jež by ověřila účinnost odbouratelnosti v závislosti na různých variacích koncentračních hladin sulfonamidových antibiotik a na době zdržení. V rámci testů pak byly použity i reálné vzorky odpadní vody z odtoku ČOV Modřice v Brně.

Základní parametry testů

Printscreen test – Koncentrace sledovaných látek byla 1 mg. l^{-1} u každého analytu v destilované vodě. Doba trvání testu byla 7 dnů. Stáří mycelia bylo 12 dní. Celkem byly v testu vyhodnoceny 3 vzorky. Jako inokulační nosič byly použity kostky o velikosti 25 x 25 x 25 mm.

Setup test – Koncentrace sledovaných látek 20 μg. l^{-1}, 100 μg. l^{-1}, 1 mg. l^{-1} a 2 mg. l^{-1} u každého analytu v kohoutkové vodě a 20 μg. l^{-1} každého analytu v odpadní vodě. Délky trvání testů pro koncentrační hladiny 20 μg. l^{-1}, 100 μg. l^{-1} byly stanoveny na 3, 5 a 7 dnů. Stáří mycelia bylo 10 dní. Testy s koncentracemi 1 mg. l^{-1} a 2 mg. l^{-1} měly charakter dlouhodobých testů s průběžnými odběry, přičemž testy s 1 mg. l^{-1} se ukončovaly po 10 dnech a test s 2 mg. l^{-1} až po 21 dnech. Jako inokulační nosič byly použity kostky o velikosti 25 x 25 x 15 mm. Průběžné odběry u vzorků se vstupní koncentrací 2 mg. l^{-1} byly prováděny 1., 4., 7., 10., 12., 14., 18. a 21. den testu. Průběžné odběry u vzorků se vstupní koncentrací 2 mg. l^{-1} byly prováděny 1., 4., 7. a 10. den testu.

Testování probíhalo po ukončení fruktifikace bionosičů po odebrání veškerého přebytečného agarovo-glukózové roztoku přímo v inokulačních sklenicích, do kterých bylo přidáno 250 ml modelové vody kontaminované směsným roztokem. U každého vzorku bylo změřeno vstupní pH a sklenice opatřené alobalovým perforovaným překryvem byly uloženy do termoskříní bez přístupu světla při teplotě 25 °C.

6. Vyhodnocení testování

Analýza vzorků byla provedena v laboratořích FCh Ústavu životního prostředí VUT Brno Petrou Sukovou.

Použité pomůcky a přístroje

Analytické váhy HR^{-1}20-EC, A&D Instruments Ltd.; Milli-Q vody Millipore QGARD, Academic; pH metr InoLab WTW series, Nameko; 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 3 mm, velikost částic 2,6 μm); kolona Ascentis Express C18 (délka 150 mm, vnitřní průměr 2,1 mm, velikost částic 2,7 μm); kolona Ascentis Express HILIC (délka 150 mm, vnitřní průměr 2,1 mm, velikost částic 2,7 μm); hmotnostní spektrometr Agilent Ion Trap 6320 LC/MS; generátor dusíku Peak Scientific; SPE extraktor SUPELCO, J. T. Baker; vakuová pumpa KNF LAB LABOPORT.

SPE kolonky: Supel Select HLB 200 mg, 6 ml; Oasis HLB 60 mg^3/ml; Supelclean™ ENVI – 18 500 mg, 6 ml.

Filtry: Munktell papírový filtr (průměr 125 mm, plošná hmotnost 84 g/m^2); filtry se skleněnými vlákny NM GF 1 (průměr 55 mm, Ma-

Tab. 1. Směrnice kalibračních závislostí intenzity výšky píku na koncentraci jednotlivých standardů a průměrná intenzita šumu analyzovaných akvatických matric

standard		směrnice kalibrační závislosti	Průměrná intenzita šumu *N*			
			ODPADNÍ VODA		MODELOVÁ VODA	
			Přítok	Odtok	Testy *Trametes versicolor*	
		k	SPE-LC/MS	SPE-LC/MS	SPE-LC/MS	LC-MS
SPY	250 m/z	16 673 912	1,2·10^5	8,0·10^4	1,05·10^5	4,0·10^4
SDZ	251 m/z	8 467 808	1,2·10^5	1,0·10^5	8,0·10^4	6,0·10^4
SMX	254 m/z	11 682 483	6,0·10^4	9,0·10^4	1,0·10^5	4,0·10^4
STZ	256 m/z	9 219 344	9,0·10^4	1,0·10^5	8,0·10^4	6,0·10^4
SMR	265 m/z	16 979 899	3,0·10^4	6,0·10^4	1,2·10^5	6,0·10^4
SMZ	279 m/z	25 735 614	1,4·10^5	6,0·10^4	6,0·10^4	4,0·10^4
STZ-d4	260 m/z	8 846 230	1,6·10^5	1,15·10^5	1,2·10^5	5,0·10^4
SMX-d4	258 m/z	21 147 499	2,2·10^5	9,0·10^4	1,25·10^5	6,0·10^4

cherey-Nagel); stříkačkové filtry PTFE (0,45 μm, průměr 13 mm); Labicom s.r.o.; stříkačkové filtry Nylon (0,22 μm, průměr 13 mm), Chromservis.

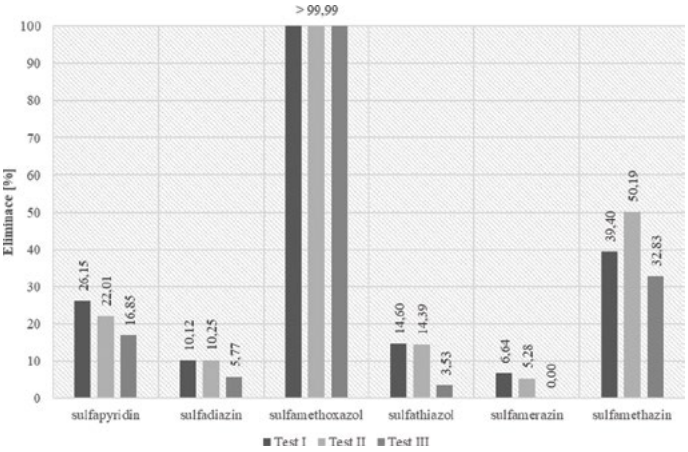
Pro zjištění LOD a LOQ bylo nutné sestrojit kalibrační závislosti intenzity výšky píků jednotlivých standardů na koncentraci, ze kterých byla určena potřebná směrnice. Průměrný šum základní linie N byl odečten z EIC chromatogramů cílových hmot, který byl získán analýzou vzorku připraveného postupem zahrnujícím celou metodu stanovení, včetně SPE extrakce, pokud byla prováděna. Vypočítané hodnoty LOD a LOQ jednotlivých metodických postupů stanovení cílových sulfonamidových antibiotik z analyzovaných vzorků akvatické matrice jsou přehledně uvedeny v **tab. 2**. V **tab. 1** jsou uvedeny směrnice kalibračních závislostí k intenzitě výšky píku na koncentraci jednotlivých standardů a průměrné hodnoty šumu N.

Tab. 2. Vypočítané LOD a LOQ všech aplikovaných optimalizovaných metodických postupů stanovení sulfonamidových antibiotik z akvatických vzorků

Specifikace vzorku	Odpadní voda				Modelová voda			
	přítok		odtok		testy *Trametes versicolor*			
Postup stanovení	SPE-LC/MS		SPE-LC/MS		SPE-LC/MS		Přímá analýza LC-MS	
Standard	LOD [μg/l]	LOQ [μg/l]	LOD [μg/l]	LOQ [μg/l]	LOD [μg/l]	LOQ [μg/l]	LOD [μg/l]	LOQ [μg/l]
SPY	0,108 0	0,359 8	0,048 0	0,159 9	0,188 9	0,314 9	0,028 8	0,096 0
SDZ	0,212 6	0,708 6	0,118 1	0,393 6	0,141 7	0,472 4	0,085 0	0,283 4
SMX	0,077 0	0,256 8	0,077 0	0,256 8	0,128 4	0,428 0	0,041 1	0,137 0
STZ	0,146 4	0,488 1	0,108 5	0,361 6	0,130 2	0,433 9	0,078 1	0,260 3
SMR	0,141 3	0,471 1	0,067 7	0,225 8	0,106 0	0,353 4	0,035 3	0,117 8
SMZ	0,128 2	0,427 4	0,035 0	0,116 6	0,072 9	0,242 9	0,028 0	0,093 3
STZ-d4	0,099 3	0,331 0	0,028 4	0,094 6	0,042 6	0,141 9	0,022 7	0,075 7
SMX-d4	0,050 9	0,169 6	0,067 8	0,226 1	0,203 5	0,678 3	0,081 4	0,271 3

Vyhodnocení Printscreen testu

Nejvyšší účinnosti v odbourání bylo dosaženo u sulfamethaxazolu, kde hodnoty dosáhly < 99,99 odstranění této látky, a to u všech vzorků. Naopak nejnižší míru odbouratelnosti vykazoval sulfonamid sulfamerazin, u kterého průměrná hodnota eliminace činila 3,97 %, přičemž u vzorku V3 byla účinnost eliminace vyhodnocena jako nulová. Z hlediska celkového obsahu odbouraných sulfonamidů byl nejúspěšnější vzorek V2, kdy průměrná hodnota na vzorek byla 31 %. Průměrné eliminované množství ze všech sledovaných analytů činilo 1,86 mg. l^{-1} (**obr. 2**).

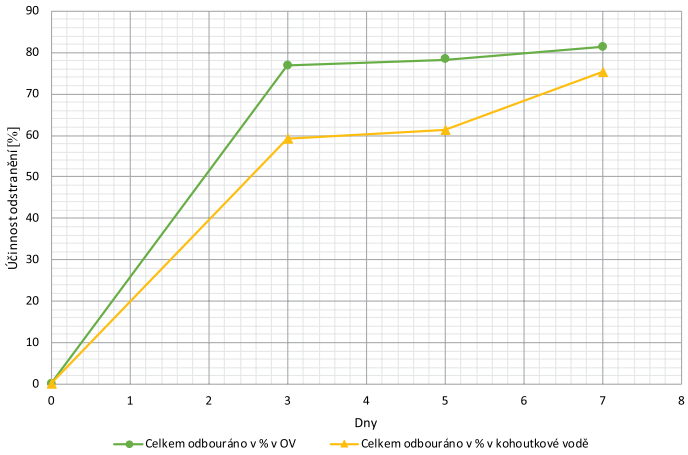


Obr. 2. Grafické srovnání výsledků Printscreen testu v účinnosti odbourávání

Vyhodnocení Setup testu

Vyhodnocení testu s počáteční koncentrací 20 μg. l^{-1} v kohoutkové vodě

Na základě průměrných hodnot účinnosti eliminace po 3, 5 a 7 dnech byla sestavena časová závislost odbourávání při vstupních hodnotách koncentrace 20 μg. l^{-1} (**obr. 3**). Z grafického znázornění je patrné, že nejlépe byl odbouráván sulfamethoxazol, a to i v rámci průměrných hodnot, jako jediný překročil hranici 90 %, nejnižší míru odstranění vykázal sulfamethazin. U sulfapyridinu a sulfamethaxazolu můžeme pozorovat, že průměrné hodnoty po 5. dni poklesnou oproti hodnotám po 3. dni, přičemž po 7. dni se hodnoty opět navýší i oproti výsledkům ze třetího dne.Z údajů taktéž jasně vyplývá, že během prvních 3 dnů je dosaženo z hlediska účinnosti největšího progresu a v dalších zbývajících dnech je vyšší míry odbourávání dosaženo pouze u sulfathiazolu, který od 3. do 7. dne navyšuje své hodnoty v průměru o 28,13 % (**tab. 3**).



Obr. 3. Grafické porovnání celkové účinnosti odbourávání sulfonamidových antibiotik v kohoutkové a odpadní vodě při vstupní koncentraci 20 μg. l^{-1}

Vyhodnocení testu s počáteční koncentrací 100 μg. l^{-1} v kohoutkové vodě

Při srovnání výsledků 7denního testu s předcházejícím testováním tří- a pětidenními testy můžeme pozorovat výrazný rozdíl v odbouraném množství jednotlivých látek (**tab. 4**). Pro 7denní test byl vybrán soubor I, přičemž inokulace proběhla 3 dny od sběru mateřské houby, a pro 3 a 5 denní test byl použit soubor II, který byl očkován až 20 dnů po sběru. Tedy z toho můžeme odvodit, že délka doby přechovávání mateřské houby hraje v účinnosti eliminace (kvalitě mycelia a funkci intracelulárního systému) významnou roli. Vzhledem k výše zmíněným problémům týkajících se porovnání hodnot testu ukončeného po 3 a 5 dnech testu se 7denním testem vyplývá, že vyhodnocení časové závislosti na základě průměrných hodnot z výsledků je poněkud zavádějící (viz **tab. 4**). Ale i pokud bychom tedy ze statistického hlediska soubor II označili jako méně relevantní z důvodů nekvalitního inokulačního materiálu (vykazující velmi širokou variabilitu výsledků) a rozhodli se časové závislosti sestavovat na základě nejlepší hodnot z tohoto souboru, abychom se přiblížili korektnějším hodnotám, které byly

Tab. 3. Souhrnný přehled výsledků Setup testu eliminace sulfonamidových antibiotik prostřednictvím *Trametes versicolor* při vstupní koncentraci 20 μg. l^{-1}

Název látky	Vzorky								
	Soubor I			Soubor II		Soubor III	Soubor IV		
	I 4	I5	I6	II 7	II8	III3	IV1	IV2	IV3
	3 d	3 d	3 d	5 d	5 d	5 d	7 d	7 d	7 d
	odstraněno v %								
Sulfapyridin	66,22	73,96	76,58	50,54	77,26	74,13	81,20	65,34	96,09
Sulfadiazin	57,47	54,03	52,74	47,80	62,81	66,17	67,44	61,82	90,77
Sulfamethoxazol	78,63	81,96	73,93	44,78	76,16	89,70	94,22	90,39	99,12
Sulfathiazol	60,74	53,76	46,08	49,98	68,59	78,75	77,83	73,23	93,92
Sulfamerazin	55,90	48,40	45,27	38,85	54,47	60,93	58,48	54,20	86,30
Sulfamethazin	55,58	44,39	39,26	44,48	52,48	63,73	48,81	37,97	77,37

pro 3 denní test u vzorku II2 a pro 5 denní test u vzorku II6, lišila by se časová závislost od průměrných hodnot pouze u sulfamethaxazolu, sulfapyridinu a sulfadiazinu, a to maximálně o 10 %.Další možností by bylo na základě linearity stanovit rozdílné meze účinnosti u koncentrace 100 μg. l^{-1} v závislosti na stáří mycelia.

Tento test byl na rozdíl od předchozích prováděn na jednom stejném vzorku po dobu 10 dní, přičemž ve 3., 5. a 7. dnu byl proveden průběžný odběr. Celkově bylo dosaženo nejvyšší eliminace u sulfamethaxazolu, a to u obou vzorků, kdy hodnota přesáhla hranici 80 %, nejhůře byl odstranitelný sulfamerazin. Po prvním dnu došlo k eliminaci sulfadiazinu a sulfamethoxazolu. Ve třetím dnu je již možné pozorovat eliminaci u všech sulfonamidů a také dochází k výraznému nárustu odbourávání sulfamethaxazolu u obou vzorků, a to v rozmezí od 35–55 %, zatímco u sulfadiazinu je hodnota navýšena pouze o jednotky procent. V 7. dnu účinnost eliminace dosáhla u vzorku III1 dokonce 97,14 % (**tab. 5**) u vzorku III2 84,52 % (**tab. 6**). U obou vzorků dochází po 7. dnu k poklesu účinnosti odstranění. V případě vzorku III1 došlo k poklesu u všech látek, ve vzorku III2 nebyl pokles tolik výrazný a byl zaznamenán pouze u tří látek. K poklesu v tomto případě dochází pravděpodobně vlivem odumírání mycelia, jež vyčerpalo zásoby polysacharidů a nemá dostatečný přístup kyslíku. Z toho lze i odvozovat, že během metabolického rozkladu dochází pravděpodobně nejprve k adsorpci látky na mycelium, posléze k rozkladu na meziprodukty a až poté k absolutnímu rozložení. Veškeré testování probíhalo za hydrostatických podmínek, v případě dlouhodobých testů docházelo ve vzorcích k poklesu množství kyslíku obsaženého ve vodě, a tím pádem i k částečnému odumírání mycelia. Nerozložené látky, jež byly zatím pouze ve fázi adsorpce, se tak mohly z odumřelé části mycelia uvolňovat zpět do vody.

Tab. 4. Souhrnný přehled výsledků Setup testu eliminace sulfonamidových antibiotik prostřednictvím Trametes versicolor při vstupní koncentraci 100 μg. l^{-1}

Název látky	Vzorky								
	Soubor II			Soubor II			Soubor I		
	II 1	II2	II3	II4	II5	II6	I1	I2	I3
	3 d	3 d	3 d	5 d	5 d	5 d	7 d	7 d	7 d
	míra odstranění v %								
Sulfapyridin	16,82	38,77	20,02	26,72	28,59	41,36	82,88	87,72	88,33
Sulfadiazin	0,00	17,30	20,78	10,18	17,63	36,29	22,05	33,87	41,52
Sulfamethoxazol	0,00	18,48	3,78	24,67	20,47	32,62	99,51	<99,99	<99,99
Sulfathiazol	0,00	0,00	0,00	0,00	6,24	9,14	46,92	45,55	58,66
Sulfamerazin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,78	24,03	22,74
Sulfamethazin	0,00	2,19	3,56	4,33	7,89	24,93	0,06	7,52	14,62

Tab. 5. Souhrnný přehled výsledků Setup testu eliminace sulfonamidových antibiotik prostřednictvím Trametes versicolor při vstupní koncentraci 1 mg. l^{-1} – vzorek III1

Vzorek	III1			
Den	1	3	7	10
Název látky	odstraněno v %			
Sulfapyridin	0,00	13,56	21,50	17,20
Sulfadiazin	33,07	37,67	50,56	42,60
Sulfamethoxazol	4,53	41,70	97,14	88,94
Sulfathiazol	0,00	11,29	47,97	35,28
Sulfamerazin	0,00	0,27	19,96	8,89
Sulfamethazin	0,00	9,70	29,19	21,54

Tab. 6. Souhrnný přehled výsledků Setup testu eliminace sulfonamidových antibiotik prostřednictvím Trametes versicolor při vstupní koncentraci 1 mg. l^{-1} – vzorek III2

Vzorek	III2			
Den	1	3	7	10
Název látky	odstraněno v %			
Sulfapyridin	0,00	16,85	15,66	15,25
Sulfadiazin	35,20	38,97	41,66	46,97
Sulfamethoxazol	8,18	66,67	84,52	88,48
Sulfathiazol	5,64	25,39	39,68	35,94
Sulfamerazin	0,00	6,21	12,51	12,58
Sulfamethazin	0,00	12,51	25,10	21,55

Vyhodnocení testu s počáteční koncentrací 2 mg. l^{-1}

Tento test měl zátěžový charakter a byla pro něj použita 100x vyšší koncentrace, než se vyskytuje v běžných odpadních vodách. Vzorek byl záměrně udržován v konstantních podmínkách bez míchání či provzdušňování po dobu 21 dní. Nejvyšší míra účinnosti se projevila opět u sulfamethaxazolu, kde během prvních 7 dnů hodnota překonala hranici 80 % a poté se pozvolně přibližovala k hodnotě 100 %. Ostatní léčiva pozvolna opět zvyšovala hodnoty účinnosti až do 7. dne, přičemž se v 7. dnu rozmezí E pohybovalo v rozsahu od 37–51 %. Po prvním dnu se obdobně jako u vzorků s koncentrací 1 mg. l^{-1} první začíná odbourávat v poměrně vyšších hodnotách sulfadiazin a přidává se k němu ještě sulfapyridin. Nenulové hodnoty do 10 % dále vykazují i ostatní látky a nulovou míru eliminace vykazuje pouze sulfathiazol. Ve čtvrtém dni je zřetelný výrazný vzestup hodnot u sulfamethaxazolu stejně jako v předchozích testech. Po 7. dni dochází k poklesu hodnot míry odstranění, pravděpodobně opět zaviněnému spotřebováním zásob polysacharidů a postupným snižováním obsahu kyslíku ve vodě. Mezi 10.–12. dnem u některých látek stále dochází k poklesu, ale celkové množství odbouraných sulfonamidů je na stejných hodnotách. Po 12. dnu začíná souhrnná hodnota eliminace stoupat, jak celkově, tak z hlediska jednotlivých látek. Dochází také překvapivě k úbytku původně hůře odbouratelného sulfamerazinu a sulfamethazinu. Hodnoty pak v dalších dnech opět stoupají. Souhrnně byl celkový obsah odbouraných sulfonamidů 50,39 %, tj. 6,05 mg. l^{-1} (**tab. 7**). Na základě předchozích měření bylo lepších hodnot dosaženo i vlivem krátké doby přechovávání mateřských plodnic před procesem inokulace.

Vyhodnocení testu s počáteční koncentrací 20 µg. l^{-1} v odpadní vodě

Na základě průměrných hodnot účinnosti eliminace po 3, 5 a 7 dnech byla sestavena časová závislost odbourávání při vstupních hodnotách koncentrace 20 μg. l^{-1} v odpadní vodě. Z grafického znázornění je patrné, že nejlépe byl odbouráván sulfamethoxazol, a to i rámci průměrných hodnot, kdy jako jediný překročil hranici 90 %, nejnižší účinnost pak byla naměřena u sulfamethazinu. U sulfapyridinu, sulfathiazolu a sulfamerazinu můžeme pozorovat, že průměrné hodnoty po 5. dni poklesnou oproti hodnotám po 3. dni, přičemž po 7. dni se hodnoty opět vrátí přibližně na úroveň výsledků ze třetího dne. Jedinou výjimkou je sulfathiazol, u nějž došlo k poklesu hodnot mezi 5. a 7. dnem, avšak pouze o necelá 2 % (**tab. 8**). Při sestavování časové závislosti se používaly průměrné hodnoty, tzn. je možné, že tento pokles je způsoben zaokrouhlením hodnot a není v rámci účinnosti směrodatný. Z údajů taktéž jasně vyplývá, že během prvních 3 dnů je v rámci účinnosti dosaženo největšího progresu, v dalších zbývajících dnech je vyšší míry odbourávání

Tab. 7. Souhrnný přehled výsledků Setup testu eliminace sulfonamidových antibiotik prostřednictvím *Trametes versicolor* při vstupní koncentraci 2 mg. l^{-1}

Název/Den	1	4	7	10	12	14	18	21
	odstraněno v %							
Sulfapyridin	22,01	28,48	47,07	31,83	25,02	34,35	40,89	44,17
Sulfadiazin	27,28	31,85	50,74	30,23	37,61	34,32	46,35	45,28
Sulfamethoxazol	5,67	48,16	86,08	92,44	94,44	95,90	98,48	99,14
Sulfathiazol	0,00	3,28	40,69	32,63	38,47	31,82	44,94	47,37
Sulfamerazin	7,66	16,95	37,21	17,13	13,29	22,34	29,51	32,49
Sulfamethazin	4,31	16,32	45,91	18,76	14,42	24,31	32,65	33,88
Celkový obsah odbouraných sulfonamidů [mg. l^{-1}]	1,34	2,90	6,15	4,46	4,47	4,86	5,86	6,05
Celkový obsah odbouraných sulfonamidů [%]	11,15	24,17	51,28	37,17	37,21	40,51	48,80	50,39

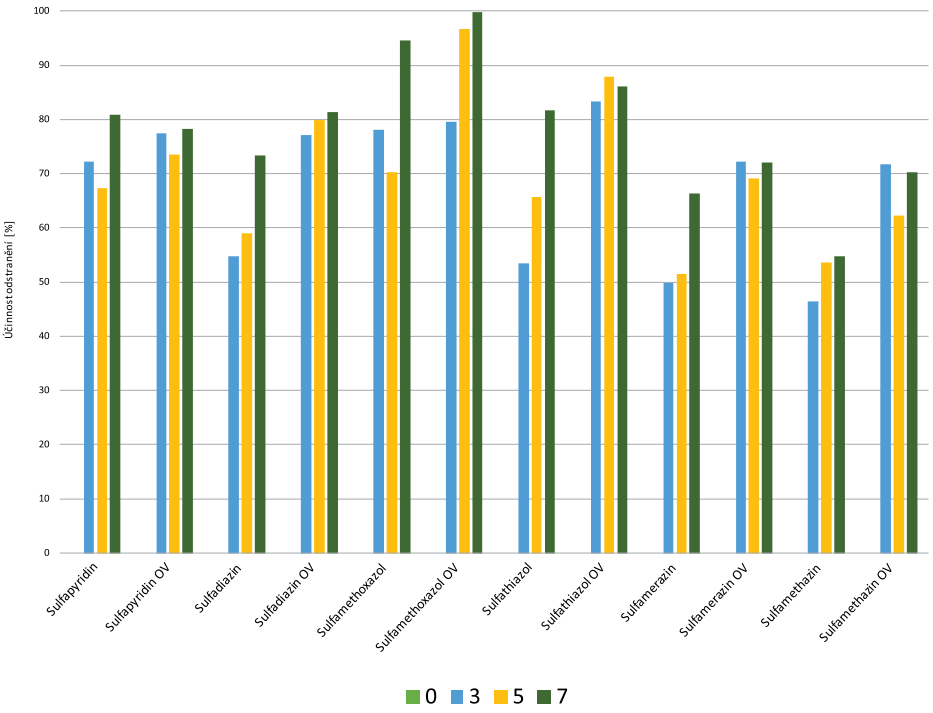
dosaženo pouze u sulfamethoxazolu, jenž od 3. do 7. dne navyšuje své hodnoty v průměru o 20 %. Účinnost bionosičů se pro koncentraci 20 μg. l^{-1} v odpadní vodě uvažuje v rozmezí 60–90 % na látku po 7 dnech.

Porovnání výsledků testů s počáteční koncentrací 20 µg. l^{-1} v odpadní a kohoutkové vodě

Na základě výsledků setup testu bylo možné provést i porovnání účinnosti při použití rozdílných vzorků vody při stejné koncentraci. Jednalo se o koncentraci 20 μg. l^{-1}. Na grafech je patrné, že z celkového množství odbouraných látek byly zcela zjevně účinnější vzorky odpadní vody (**obr. 3**). V případě detailnějšího porovnání jednotlivých analytů je viditelné, že jedinou výjimkou je sulfapyridin, jehož míra eliminace v 7. dnu je vyšší v případě kohoutkové vody, nicméně rozdíl zde činí asi 3 %. Schopnost *Trametes versicolor* odbourávat sulfonamidy lépe v odpadní vodě je pravděpodobně dána bohatšími zásobami organických látek, především pak polysacharidů, jež poskytují myceliu energii potřebnou pro metabolické procesy ligninolytického intracelulárního systému, umožňující rozklad složitějších makromolekulárních látek. Tento princip byl ověřován například přidávání rozředěného rajčatového protlaku (či rajčatového džusu) v průběhů inokulace nosičů mycelia či dokonce k samotným vzorkům vody během testování. Zvýšení účinnosti je nejlépe pozorovatelné v porovnání výsledků testů ukončených po 3. a 5. dni (**obr. 4**).

Tab. 8. Souhrnný přehled výsledků Setup testu eliminace sulfonamidových antibiotik prostřednictvím *Trametes versicolor* při vstupní koncentraci 20 μg. l^{-1} v odpadní vodě

Název látky	Vzorky								
	Soubor V						Soubor IV		
	V4	V5	V6	V1	V2	V3	IV4	IV5	IV6
	3 d	3 d	3 d	5 d	5 d	5 d	7 d	7 d	7 d
	míra odstranění v %								
Sulfapyridin	74,84	81,96	68,49	76,29	65,71	78,75	74,03	89,54	71,42
Sulfadiazin	75,39	79,48	72,17	82,73	73,85	82,99	79,20	90,87	73,84
Sulfamethoxazol	75,22	84,44	72,49	97,12	94,61	98,46	99,85	99,63	99,91
Sulfathiazol	80,91	87,03	76,32	90,25	81,84	91,50	88,31	88,74	80,98
Sulfamerazin	67,98	78,01	63,17	72,08	59,65	75,47	71,32	73,60	71,23
Sulfamethazin	66,90	79,25	60,74	64,93	52,20	69,90	64,84	84,15	61,71



Obr. 4. Porovnání účinnosti odbourávání jednotlivých sulfonamidových antibiotik v kohoutkové a odpadní vodě při vstupní koncentraci 20 μg. l^{-1}

7. Závěr

Článek shrnuje testování nového typu bionosiče vyrobeného 3D tiskem inokulovaného myceliem dřevokazné houby druhu *Trametes versicolor*. Výsledky testů prokázaly, že použití 3D kostek za účelem odbourávání sulfonamidových antibiotik je účinné, neboť během testování se v koncentrační hladině 20 μg. l^{-1} každého analytu v odpadní vodě podařilo pouze za hydrostatických podmínek dosáhnout v případě sulfomethoxazolu až 78% eliminace již po 3 dnech a nejnižší účinnost po 3 dnech ve stejné koncentrační hladině pro sulfamerazin byla až 46 %. Do budoucna je cílem výzkumné skupiny EGAR pokusit se převést použití bionosičů z laboratorního měřítka až do poloprovozních podmínek jako terciálního stupně čištění odpadních vod, což by lépe zhodnotilo jejich aplikační potenciál. Předtím však bude nutné provést další verifikační testování zaměřené na vliv hydrodynamických podmínek, rozmezí doby zdržení odpadní vody, jiných kombinací mikropolutantů, podrobnější zkoumání metod inokulace a fruktifikace a zhodnotit účinnost eliminace z hlediska větších objemů vody.

Poděkování: *Článek byl vytvořen v rámci řešení projektu č. LO1408 „AdMaS UP – Pokročilé stavební materiály, konstrukce a technologie“ podporovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy v rámci účelové podpory programu „Národní program udržitelnosti I“.*

Literatura/Reference

[1] Kalina, T.; Váňa, J. Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2010.
[2] ROYAL BOTANIC GARDENS, Kew. Kew Science. State of the World's Fungi Report 2018. 2018. Link: https://stateoftheworldsfungi.org/2018/reports/SOTWFungi_2018_Full_Report.pdf.
[3] Hakulinen, R. The use of enzymes for wastewater treatment in the pulp and paper industry - A new possibility. 1988, 20(1), s. 251-262.
[4] Field, J. A.; Jong, E.; Feijoo-Costa, G.; Bont, J. Screening for ligninolytic fungi applicable to the biodegradation of xenobiotics. 1993, 11(2), s. 44-49.
[5] Heinfling, A.; Martínez, M.J.; Martínez, A.T.; Bergbauer , M.; Szewzyk, U. Transformation of industrial dyes by manganese peroxidases from Bjerkandera adusta and Pleurotus eryngii in a manganese-independent reaction. 1998, 64(8), s. 2788–2793.
[6] Rodarte-Morales et al., Biotransformation of three pharmaceutical active compounds by the fungus Phanerochaete chrysosporium in a fed batch stirred reactor under air and oxygen suplí. 2012, 24(1), s. 145–156.
[7] Mir-Tutusaus, J. A.; Sarrà, M.; Caminal, G. Continuous treatment of non-sterile hospital wastewater by Trametes versicolor: How to increase fungal viability by means of operational strategies and pretreatments. 2016, 318, s. 561–570.
[8] Bollag, J. M.; Leonowicz, A. Comparative Studies of Extracellular Fungal Laccases. 1984, 48(4), s. 849–854.
[9] Zhou, P.; Su, C.; Li, B.; Qian, Y. Treatment of high-strength pharmaceutical wastewater and removal of antibiotics in anaerobic and aerobic biological treatment processes. 2006, 132(1).
[10] Blánquez, P.; Casas, N.; Font, X.; Gabarrell, X.; Sarrà, M.; Caminal, G.; Vicent, T. Mechanism of textile metal dye biotransformation by Trametes versicolor. 2004, 38(8), s. 2166–2172.
[11] Li, X.; Xu, J.; Toledo, R.; Shim, H. Enhanced removal of naproxen and carbamazepine from wastewater using a novel countercurrent seepage bioreactor immobilized with Phanerochaete chrysosporium under non-sterile conditions. 2015, 197, s. 465–474.
[12] Hruška, K.; Fránek, M. Sulfonamides in the environment: A review and a case report. 2012, (57), s. 1–35.
[13] Sarmah, A.; Meyer, M.; Boxall, A. A global perspective on the use, sales, exposure pathways, occurrence, fate and effects of veterinary antibiotics (VAs) in the environment. Chemosphere. 2006, 65(5), 725–759.
[14] Chang, H.; Hu, J.; Asami, M.; Kunikane, S. Simultaneous analysis of 16 sulfonamide and trimethoprim antibiotics in environmental waters by liquid chromato-

graphy–electrospray tandem mass spectrometry. Journal of Chromatography A. 2008, 1190(1–2), 390–393.
[15] 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.

Ing. Adéla Žižlavská[1] (autor pro korespondenci)
Ing. Petra Suková [2]
prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc. MBA[1]

[1] Centrum AdMaS
Fakulta stavební
Vysoké učení technické v Brně
Purkyňova 139
612 00 Brno
gotzingerova.a@fce.vutbr.cz

[2] Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí
Fakulta chemická
Purkyňova 464/118
Královo Pole
612 00 Brno

Testing the efficiency of sulfonamides antibiotics degradation using bio-carriers inoculated with Trametes versicolor (Zizlavska, A.; Sukova, P.; Hlavinek, P.)

Abstract

The paper deals with the effects of wood decaying fungi in on the degradation of sulfonamide antibiotics from wastewater by means of biological carriers created by 3D printing inoculated with the mycelium *Trametes versicolor*. At present, the environmental problem of contamination of drugs and their residues is a serious problem. The main sources of this contamination are wastewater treatment plants (WWTPs), where these compounds are not effectively removed by current conventional technology. For this reason, new methods are being developed and tested to eliminate the number of contaminants entering the environment. There is a potential to exploit the potential of the enzymatic system of wood decaying fungi, especially the so-called white rot. Six representatives of sulfonamide antibiotics were selected 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
white rot fungi – bio-carriers – 3D printing – wastewater treatment – sulfonamides antibiotics

Tento článek byl recenzován a je otevřen k diskusi do 30. listopadu 2019. Rozsah diskusního příspěvku je omezen na 2 normostrany A4, a to včetně tabulek a obrázků.
Příspěvky posílejte na e-mail stransky@vodnihospodarstvi.cz.

Mgr. Jiří Paul, MBA (*1972)

Vystudoval Gymnázium v Příbrami a následně Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy, obor biologie, fyziologie rostlin. Svoji profesní kariéru začal v letech 1997–2001 v AQUA Příbram, kde byl vedoucím provozu ÚV a ČOV. Od roku 2001 až dosud je jeho pracovní činnost spojena s VaK Beroun, zastával funkci technického ředitele, nyní je ředitelem a předsedou představenstva. Aktivní je i v CzWA. V roce 2011 spoluzakládal odbornou skupinu Vodárenství, kterou nyní vede. Od roku 2019 je místopředsedou výboru CzWA. Jeho zálibou je hudba, hraje a zpívá ve folkové kapele. Kromě toho se aktivně podílí na organizaci kulturního dění v Příbrami a Berouně.

Jak jsi se k vodohospodářskému oboru dostal?

Řízením osudu, neplánovaně. Moje matka krátce po roce 1989 začala dělat ekonomku v příbramských vodovodech a kanalizacích. V roce 1994 se pak stala jedním ze sedmi společníků nové firmy AQUA Příbram. Když jsem byl v posledním ročníku biologie na pražské Přírodovědě, hledali ve firmě někoho na pozici vedoucího provozu úpraven a čistíren. Řekl jsem si, že to od biologie není tak daleko a že to zkusím. No a diplomku jsem už dopisoval mezi šichtami na úpravně a čistírně, kde jsem si odbýval seznamovací kolečko s provozem.

Kdo byl Tvým vzorem?

Potkal jsem v životě několik důležitých lidí, kteří mě ve správnou chvíli, jak se říká, nakopli. První byl amatérský skalničkář, milovník a strážce šumavské přírody Václav Křížek. Díky němu a profesorce biologie jsem šel na přírodovědu. Tam jsem potkal Jana Pokorného, který vás dokáže v desetiminutovém rozhovoru nejen nabít informacemi, ale i nakazit nadšením do práce. Dalšími přenašeči infekční radosti z práce byla moje mamka a Josef Mladič, ke kterému jsem v roce 1997 usedl do kanceláře. On se vodařem už narodil, po škole ve Vysokém Mýtě dělal jenom vodu a skoro celou dobu na Příbramsku. Dodnes ve svých osmdesáti pomáhá ve dvou obcích a jednom městě se správou majetku. Pepa mi hodně pomohl, abych se rychle doučil vše potřebné; v postavení syna ředitelky se těžko dokazuje, že nejste v práci jen na parádu.

Důležité pro mne bylo také první setkání s Petrem Dolejšem *(poznámka redakce: doc. Petr Dolejš je významný vodárenský technolog, W&ET Team, shodou okolností je s ním rozhovor na stranách 17–18)*. Od něj jsem se naučil, že jedna z nejpodstatnějších dovedností je rozpoznání vlastních limitů. Kdo včas neuzná, že na něco nestačí a nepřizve k řešení toho správného, je svému okolí nebezpečný. Skvělý ortoped se také nepouští do neurochirurgie, že? Zmíním ještě Petera Simpsona, bývalého ředitele Anglian Water v ČR, dnes generálního ředitele celé AW. On je opravdový anglický gentleman, skvělý manažer a navíc odborník – pro mne důkaz toho, že i na nejvyšších korporátních postech může být (a podle mne i měl být) vodař-srdcař.

Nerad bych, aby to znělo jako klišé, ale pro mne jsou vzorem všichni mí kolegové a kamarádi, kteří svojí práci dělají poctivě a s láskou, to je něco, co náš obor opravdu zdobí a odlišuje.

Co zásadního se během Tvé profesní kariéry v oboru VaK stalo?

Mám-li vybrat opravdu jen zásadní věci, začnu tím, že se zprivatizovaly provozní organizace, proběhlo období dosti tvrdého konkurenčního boje a došlo k rozdělení trhu. Považuji za alarmující a neudržitelnou existenci téměř tří tisícovek provozovatelů. Ale myslím, že stát si situaci uvědomuje a pomalu hledá cesty, jak se z toho vymotat.

Mnohem příjemnější bylo v průběhu těch dvaceti let sledovat, jak se směle staví na vlastní nohy čistírenství. Ve vědeckém světě to tolik poznat nebylo, tam dlouhodobě děláme špičkovou čistírenskou vědu, ale v provozech byly kanálníci a čistírníci outsideři, popelky. Dnes je čistírenství nejen rozsahem, výbavou a personálním obsazením, ale i obratem na úrovni pitné vody.

I ten náš veskrze rigidní obor za poslední dvě dekády dohnala automatizace a komputerizace. Když jsem nastupoval, počítač měla sekretářka a ekonomické oddělení, mobil jsem dostal po kolegovi. Řešíme vše rychleji a snad i pohodlněji. Také to ale znamená, že se změnil poměr lidí na obsluhované objekty a kilometry sítí. Po období redukce zaměstnanců se teď dostáváme do krize, protože nám odchází lidé do důchodu a mladí se k nám moc nehrnou.

Obor také poznamenala ztráta koncepce zásobování a odkanalizování na úrovni okresů, kterou nenahradil Plán rozvoje na krajské úrovni. Ruku v ruce s tím šla snaha využít co nejvíce evropské dotace a postavila se tak nekoncepčně spousta malých čistíren tam, kde měla být jedna pro více obcí.

Ať ta odpověď nekončí negativně – lidé si začali uvědomovat cenu vody. Pomalu a neradi. Ale současné suché roky jsou tím nejlepším marketingem na téma dostupné nezávadné vody a jejího vyčištění před návratem do přírody.

Jaký vývoj v oboru očekáváš v budoucnosti? Podle mého patříš k lidem, kteří – snad si to mohu dovolit říci – jsou do práce zažraní. Co bys oboru doporučoval?

Já budu optimistický a spojím očekávání, doporučení a přání a budu věřit, že se to vyplní. Zanikne nejméně polovina provozovatelů, tedy ta část, která nemá dostatečnou (rozuměj základní) odbornost. Odbornost může zaštítit jeden člověk, jen když je mimořádně osvícený a zná své hranice. Tomuto procesu pomůže spojování vlastníků, kteří nebudou mít na řádnou obnovu majetku. Zruší se řada menších čistíren a místo nich se voda přečerpá na čistírny větší. Tu ztracenou koncepci budeme složitě hledat pod tlakem nákladů. Stát toto sdružování podpoří daňovými úlevami a dotacemi na investice vedoucí do úspory nákladů. Pomohou i propojení vodárenských soustav, takže bude možné nahradit nedostatečné nebo nekvalitní zdroje.

Budeme lépe hospodařit s vodou, ubude dešťových vod vypouštěných do jednotné kanalizace. Naučíme se dešťovou vodu zachytávat a využívat, nebudeme se bát šedých vod a recyklace.

Ve vodárenství se stane běžným standardem posouzení rizik tak, jako je HACCP v potravinářství – přinese to vyšší kvalitu, bezpečnost a cílené investice.

S novým stoletím, tisíciletím se objevují stále nové fenomény. Cizorodé látky, nutrienty, plasty, terciární, dokonce i kvartérní čištění. Jak na tento trend pohlížíš?

Bohužel, stopa, kterou lidstvo na planetě zanechává, je stále znatelnější a s tím souvisí i to, co se do životního prostředí dostává. Existuje sice řada mechanismů a bariér, jak vyloučit z používání látky, které škodí životnímu prostředí, ale proti tomu jde potřeba zajistit potraviny a léčit nemoci, takže se s tím budeme muset naučit žít. Je to velká výzva pro následující generaci (nejen vodařů). Musíme si uvědomit, že pro nás je to také úplně nové – před 100 lety nic takového nebylo, před 30 jsme zjistili, že to může být problém, před 20 začali hledat limity a před 10 lety jsme se dostali analytikou na řády nanogramů a zjišťujeme, že je všude všechno.

Naším úkolem bude cíleně z oběhu vylučovat látky nejrizikovější a zpřísnit uvádění nových látek na trh. Nemělo by se stávat, že po pár letech používání začneme zjišťovat, že ona ta látka zas tak bezpečná není. Jenom nevím, kdy a jak se do toho pustíme, když zatím nejsme ani schopni zakázat nebo alespoň regulovat glyfosát (Roundup).

Hodně je ventilována otázka kvality pitné vody. Jak jsme na tom s kvalitou vody z Tvého pohledu? Jak pohlížíš na použití povrchových a podzemních vod.

Kvalita se neustále zlepšuje, potvrzují to i data Státního zdravotního ústavu. Máme k dispozici mnohem lepší technologie, instrumentaci, laboratorní zázemí i znalosti. Druhou stranou mince je ale to, že nás to stojí více úsilí a peněz.

Jestliže je dnes poměr zdrojů vody vyrovnaný, měl by se při nárůstu potřeby nachýlit více k povrchové vodě. Bude tím vytvářen celospolečenský tlak na udržení a zlepšení kvality povrchových vod. Podzemní voda v kvalitě pitné vody by měla být zpoplatněna na úroveň deset a více korun za kubík. Z tohoto poplatku by se měla dotovat opatření na zadržování vody v krajině.

Mezi vodaři koluje i taková paličská myšlenka: Lidé denně spotřebují cca 100 litrů, ale vypijí ji jen několik litrů. Nebylo by lepší dodávat vodu užitkovou a vodu k pití by si lidé kupovali jako balenou?

Byl by to krok zpátky, zvykli jsme si na tenhle typ komfortu. Proč bychom to vlastně dělali? Abychom ušetřili? Nevím, zda to někdo seriózně propočítal, ale myslím, že by úspora nebyla podstatná. Rozdíl mezi

jakostí pitné vody a vody bezpečné pro osobní hygienu není takový, že bychom mohli odebírat vodu z řeky a bez úpravy jí pouštět do potrubí. Nemluvě o mytí nádobí, kde alespoň závěrečný oplach musí být pitnou vodou. Nezabezpečenou vodou můžeme tak maximálně splachovat a myslím, že i to je na hranici hygienického rizika.

Spíš vidím cestu ve využití dešťových a šedých nebo recyklovaných vod na splachování záchodu, zalévání zahrady nebo průmyslové účely.

Eutrofizace je opravdu asi problém. Kde hledat příčinu? Kdysi kdosi řekl, že se mu zdá, že tři potenciální znečišťovatelé, tedy komunál, zemědělci a rybáři, jsou jako ti tři kačeři, kteří navzájem na sebe ukazují jako na toho největšího znečišťovatele… Jak to vidíš Ty?

To je trefné. Je to podle mne nedostatkem informací. Popravdě seriózních studií, které by do toho vnesly nějaká řádně zjištěná data, mnoho není. Vlastně teprve nedávno se začaly objevovat výpočty bilancí nutrientů, což je pro identifikaci problému důležitější než jen výsledky koncentrací. My si díky těmto informacím musíme uvědomit, že i když na čistírně dostáváme fosfor na 1 mg/l, tak pravděpodobně několikrát více celkového množství fosforu se do toku dostane odlehčovacími komorami. A na druhou stranu by se pak mělo uvážlivě přistupovat k čištění a nutnosti srážení fosforu u malých ČOV. Ono to fakt vypadá podivně, když na malé ČOV odstraňujete fosfor a o pár metrů dál na tom samém potoku rybáři „krmí" ryby hnojem do rybníka.

Mně by se líbilo, aby na každém povodí pracovala malá skupinka expertů, kteří by se vzájemně informovali a tím vzdělávali v oboru těch druhých. Seděli bychom tam my, správci povodí a toků, zemědělci, lesáci, rybáři a třeba inspektoři.

Hodně se hovoří o odlehčovacích komorách. Nejen po technické stránce, ale i po stránce legislativní a finanční…

To je hrůzný příklad absolutního ignorování názorů a důkazů odborníků. Odlehčovací komory jsou podstatným zdrojem nejen nutrientů, ale i mikropolutantů a my se tomuto tématu musíme zodpovědně věnovat. Je fakt, že se kolem odlehčováků léta chodilo obloukem a všichni byli rádi, že se do toho moc nešťourá. Ale současný způsob řešení ministerstvem životního prostředí je naprosto nekoncepční. Navíc to vůbec nic nepřinese, jen snad peníze do státní kasy, ale budou to peníze zákazníků, z nichž někteří za tu dešťovou vodu již platí, takže zaplatí ještě navíc. Nikoho to nebude motivovat k tomu, aby začal s dešťovou vodou něco dělat, jenom budou všichni naštvaní na provozovatele. A ten toho moc nezmůže, pokud provozuje odlehčovák řádně. Také to odporuje principu, který jsme se zavázali udržovat – znečišťovatel platí.

V prvé řadě se musí zrušit výjimka z placení srážkových vod, tj. musí začít platit i domácnosti a vlastníci komunikací. A vlastníci, potažmo provozovatelé, musí zajistit, aby odlehčovací komory byly v technickém a provozním stavu, v jakém byly povoleny. Pokud je nějaká možnost zlepšit zřeďovací poměr, pak by na to měl vlastník dostat dotaci např. z programu Dešťovka.

A je potřeba podpořit a vzdělat úředníky a projektanty, protože v současnosti se povinnost řešit nakládání s dešťovou vodou jinak než vypouštěním do kanalizace, která je zakotvená ve stavebním zákoně, obchází a nevymáhá.

Říká se „bez peněz do hospody nelez". Jak drahé je VaK z hlediska investic a z hlediska provozního? Myslíš, že je reálné, aby byl obor samofinancovatelný a obešel se bez dotací?

Jsme síťové odvětví, k poskytování naší služby potřebujeme rozsáhlou, drahou a provozně náročnou infrastrukturu. Měli bychom bojovat o zavedení institutu minimální ceny, aby všichni z téměř 7 tisíc vlastníků nejen mohli, ale i museli z ceny tvořit fond na obnovu. Také by oboru prospělo, kdyby se účtovalo v litrech, protože bohužel většina populace myslí, že kubík je 1 vana. Pak se jim zdají ceny za vodu přemrštěné. Přitom ve srovnání s elektřinou, plynem a telekomunikací jsme s našimi 10 Kč na osobu za den kouzelníci, že za to dokážeme naše služby poskytovat.

Na otázku samofinancovatelnosti odpovím: Ano, ale… Ze zkušenosti s regionální cenou na Berounsku mohu zodpovědně říci, že při našich mírně nadprůměrných cenách vody jsme schopni udržitelného samofinancování. Od roku 2000 jsme nedostali žádnou dotaci a investiční rozpočet za tu dobu stoupl z 20 na téměř 100 miliónů ročně. Musí se ale jednat o dostatečně velký systém, kde jsou větší města a obce dohromady v jedné kalkulaci. Není ale už možné pořizovat majetek nový, to musí zůstat na bedrech těch, kteří se chtějí připojit.

V principu je to dnes nastaveno dobře – dotace jsou jen na novou infrastrukturu a zásadní koncepční řešení, obnova se má realizovat z ceny. Stát by se měl zamyslet nad jinými možnosti stanovování ceny, např. vícepásmové podle množství odběru nebo účelu apod. Ale hlavně by měl hledat cesty, jak usnadnit sdružování do větších celků. Za stávajícího stavu za několik dekád malé vodovody a kanalizace zkolabují nebo se tamní lidé nedoplatí.

Co říkáš na institut věcně usměrňované ceny?

Principiálně je něco takového potřeba, v podstatě je to ochrana pro odběratele i provozovatele. Otázkou je způsob, jak to dělat. Podle mne by bylo lepší, kdyby se regulace ceny řešila na ministerstvu zemědělství a provázala se s ostatní legislativou vodovodů a kanalizací.

Pak bychom se třeba nedočkali takové absurdity, která se teď řeší – stát na jedné straně podporuje penzijní připojištění, na druhé straně příspěvky na ně vyhání z věcně usměrňované ceny, a v důsledku tím poškozuje spotřebitele, které má regulace chránit.

Myslím, že populistické volání po zavedení regulátora oboru utichlo poté, co se největší příznivci regulace seznámili se stávajícími mechanismy a zjistili, kolik toho již funguje. Uvidíme, co přinese práce Výboru pro koordinaci regulace oboru vodovodů a kanalizací, který zřídila vláda.

A co sociálně únosná cena?

Je to sice umělý konstrukt a mohli bychom se dohadovat, proč je nastavená zrovna jen na dvě procenta průměrného příjmu domácnosti. To odpovídá zhruba polovině průměrné platby za elektřinu. Ale svůj význam má. Princip sociálně únosné ceny pomohl ukázat dvě věci – jak je u nás voda obecně levná a že je nereálné u nejmenších systémů zajistit obnovu jen z výběru vodného a stočného.

Sociálně únosná cena je ale jen indikátor, my se potřebujeme posunout zase o kus dál, jak jsme se bavili už před chvílí. Tedy hledat zdroje a cesty k trvalé udržitelnosti infrastruktury a schopnosti vypořádat se s tím, co nás bude v budoucnu ohrožovat.

Jak hodnotíš současnou právní úpravu v oblasti?

Právnická osoba v ČR se zaměstnanci má zhruba 1600 povinností plynoucích z 19 různých zákonů. V našem oboru si k tomu připočítejme zákony o vodách, VaK, ochraně veřejného zdraví a další. Provozáci a technologové musí mít dost podrobné znalosti legislativy, nemluvě o odpovědnosti managementu. K tomu si přidejme roztříštěnost kompetencí mezi pět ministerstev a máme odpověď na Tvoji otázku.

Řadu ustanovení lze vykládat vícero způsoby, což způsobuje chaos. Autoři legislativy často nereflektují podněty připomínkových míst natož nezávazné připomínky odborných organizací – to je i zmíněný případ odlehčovacích komor a třeba dříve zákona o vodovodech a kanalizacích.

Ale ministerstva zemědělství a zdravotnictví loni ukázala, že to jde i jinak, když při provádění ustanovení o zavedení rizikové analýzy ustanovila pracovní skupinu a harmonizovala novely dvou prováděcích vyhlášek tak, aby si neodporovaly a naopak se doplňovaly.

Co si myslíš o vztahu mezi vodohospodáři a ekology?

Spíše než o ekolozích bych hovořil o ochráncích životního prostředí. S nimi máme společný cíl, kterým je dobrý stav životního prostředí. Jestli se některé dvě profese musí umět dohodnout, pak bychom to měli být právě my. Je ale jasné, že čas od času na sebe narazíme a schází nám na obou stranách pochopení toho druhého. Měl jsem možnost si uvědomit řadu souvislostí a názorů „druhé strany", když jsme začali pořádat v CzWA tzv. Ideocon, tedy jakási ideová setkání. Tam se k pěti, šesti zásadním tematickým okruhům vyjadřují zástupci všech dotčených odborných skupin, takže se stává, že se na věc různě dívá čistírník, který vypouští vodu do recipientu, a vodárník, který z toku nebo nádrže pak bere vodu na úpravnu.

Jestli tu nepadla nějaká otázka, která tu padnout podle Tvého měla, prosím polož si ji a zodpověz…

Jestli dovolíš, vrátím se ještě k tomu, co bych oboru doporučil. Možná bych to pojal jako apel na všechny kolegy, kteří měli trpělivost dočíst rozhovor až sem.

Cítím stále silnější potřebu naučit se popularizovat náš obor. V médiích dramaticky převažují negativní informace, přitom podstatu a složitost naší práce veřejnost nezná. Jsme proto jako obor neoblíbení, neatraktivní a složitě tak i hledáme nové zaměstnance. Přitom lidé netuší, jak je naše práce krásná, pestrá a zodpovědná!

Je to běh na dlouhou trať a často ve firmách nemáme nikoho, kdo by se tomu mohl nebo chtěl věnovat, ale jsem přesvědčený, že by se osvěta měla stát součástí naší práce. Začít je nutné už na základních školách. Budeme si tím nejen vychovávat poučené zákazníky, ale na středních školách budou přibývat instalatéři, strojaři, stavaři a budoucí projektanti nebo chemici. My pak jednou budeme moci odejít v klidu do důchodu, tedy, abych byl přesný – najdeme si na důchod nějakou malou čistírnu na obsluhu...

Ing. Václav Stránský

Sto let přehrady Les Království

Hana Bendová

V roce 2019 si připomínáme 100 let od dokončení vodního díla Les Království. Historie přehrady skrývá mnohé zajímavosti a zatím nezmiňované události. Technický um, nasazení a osobní statečnost našich předků vzbuzují obdiv a zároveň vybízí k zamyšlení a porovnání s podobně rozsáhlým projektem v současnosti, jak do technického vybavení při stavbě, tak co se týká délky přípravných prací i realizace.

Historie přehrad na horním toku Labe, tedy přehrady Labská a Les Království, se začala psát již před jejich vznikem, na konci předminulého století. Podnětem pro jejich výstavbu byly katastrofální povodně na konci 19. století v Krkonoších, zejména povodeň v červenci 1897. Zákonným podkladem pro zahájení soustavné regulace Labe od Špindlerova Mlýna do Jaroměře včetně výstavby údolních přehrad v horní části toku byl zemský zákon č. 31 z roku 1903.

Podrobný projekt přehrady Les Království (dříve uváděné jako přehrada Tešnov nebo Bílá Třemešná) na Labi vypracovalo Technické oddělení pro úpravu řek v Praze pod vedením stavebního rady Ing. Josefa Plicky. Architektonický návrh hráze a domu hrázného v romantizujícím pseudogotickém stylu je dílem architekta J. Valečky. V roce 1909 byla stavební část vodního díla zadána firmě Ing. J. V. Velflík v Praze a dodávka železných konstrukcí firmě Fanta & Jireš v Praze.

Stavba přehrady v úzkém údolí Labe nad Dvorem Králové nad Labem začala v roce 1910. Od března probíhalo zaměřování a vytyčování a již v květnu započaly první výkopové práce. Prvními vybudovanými objekty budoucího díla byly obtokové tunely, do kterých byla při stavbě hráze převedena voda z řeky Labe. Na stavbu obtokových tunelů bezprostředně navazovala stavba budovy pro dozorce, jehož součástí je pravá šoupátková šachta. Se stavbou budovy bylo započato v březnu 1911 a ještě v tomtéž roce byla dokončena. Povolení k obývání budovy bylo vydáno obecním úřadem v Bílé Třemešné na konci prosince 1911 s platností od 1. listopadu 1911.

V roce 1912 byla již voda převedena do obtokových tunelů. V místě budoucí hráze probíhala betonáž dna výkopu v hloubce 7–9 metrů pode dnem řečiště. Zdění hráze trvalo od podzimu 1912 do konce roku 1914. Jako stavební materiál na celou přehradu byl použit místní královédvorský pískovec. K dopravě na stavbě sloužila polní dráha s kolejovými vozíky, které dělníci přemisťovali vlastní silou. Výškové rozdíly byly překonávány pomocí svážnic s lanovým pohonem. V průběhu stavby byla pořizována fotodokumentace na skleněné desky, a to i uvnitř obtokových tunelů, tedy v místech s velice špatnými světelnými podmínkami. V létě 1914 dosáhla výška hráze úrovně korunových přelivů. K datu 26. července 1914 se váže následující záznam ve stavebním deníku: *„26. července vypovězena válka Srbsku a nařízena částečná mobilizace, v důsledku které odešel značný počet pracovních sil.“* Úbytek pracovníků pokračoval i v dalších letech války a pro stavbu to znamenalo značné zpomalení postupu prací. V roce 1915 práce pokračovaly na koruně hráze a ve druhé polovině roku 1915 začíná na koruně hráze stavba průjezdových bran, které byly dokončeny v roce 1916.

Zvýšené průtoky se v průběhu stavby přehrady vyskytly několikrát. Opravdová zatěžkávací zkouška pro přehradu však přišla na přelomu let 1916/17. Po náhlé oblevě a silných srážkách na konci prosince 1916 došlo ke zvýšení průtoků v Labi a nádrž se naplnila téměř do úrovně korunových přelivů.

Situace byla podrobně popsána ve stavebním deníku – část záznamu z 30. prosince 1916: *„Současně přikročilo se k otvírání šoupátek vypouštěcích potrubí v obou obtocích. Otvírání toto nutno bylo prováděti direktně na hlavách šoupátek, dole v šachtách šoupátkových, pomocí železných tyčí, hlavou ventilů prostrčených, poněvadž pohybovací ústrojí dosud nebylo domontováno. Otevírání prováděli montéři firmy Fanta & Jireš, právě na montáži obsluhového zařízení zde meškající, a ztíženo bylo velice prodírající se vzdutou vodou betonovým zdivem šachet právě v těch místech, kde zakotveny jsou nosné části konstrukce mezipodlah, do stěn šachet.“*

Část záznamu z 1. ledna 1917: *„Vzdutá voda v nádrži pomalu dále stoupá. … Vzdutou vodou naplaveno bylo do nádrže značně mnoho dříví kmenového, palivového a klestí pocházející z oněch lesních parcel, které leží v obvodu nejvyššího vzdutí nádrže a z nichž poražené dříví nebylo majiteli včas odvezeno.“*

Část záznamu z 3. ledna 1917: *„V 1 h ráno dostoupila vzdutá voda koruny přepadů (323.80) na obou přepadových šachtách, takže počala voda přes oba přepady na stráních přepadati. Za tím účelem zorganizována byla obsluha na brlení obou přepadových šachet, aby naplavené dříví a klestí, které na brlení se zachytávalo, do šachet se nedostalo. … Hladina vzdouté vody v nádrži dostoupila maxima 324.28 v 10h večer. V tu dobu stála hladina vody nad korunama šachet 48 cm vysoko a pouze 12 cm pod přepadem uprostřed hráze.“*

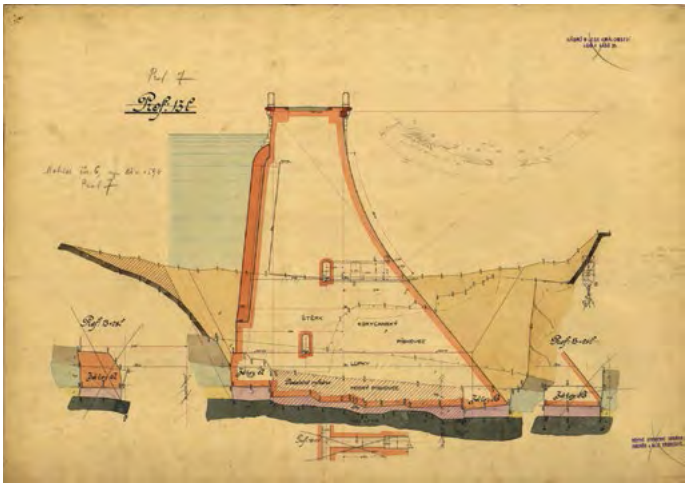
Vzhledem ke krátkému odstupu od katastrofy na Bílé Desné v září 1916 vzbudila situace všeobecný neklid a paniku.

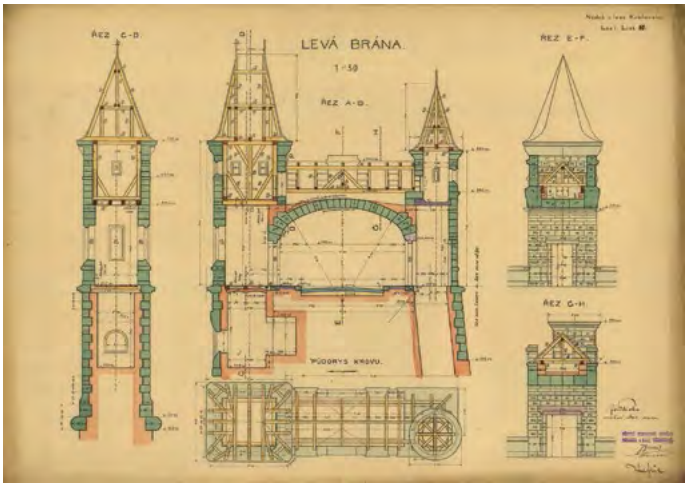
Stavba, která měla být původně hotova již v roce 1915, byla dokončena v roce 1919. Důvodem pro prodloužení doby výstavby byla 1. světová válka, která zapříčinila zejména nedostatek pracovníků. Změna poměrů zejména ke konci války se odráží na několika záznamech majitele stavební firmy Ing. Velflíka ve stavebním deníku. Ten zde poukazuje na zvýšení cen od roku 1909, kdy podal nabídku ve výběrovém řízení, a požaduje proplacení válečných vícevýloh a válečných víceprací.

Ekonomicko-technická kolaudace stavby proběhla ve dnech 2.–4. prosince 1920. *„Při kolaudaci této neshledáno na provedených objektech nejmenší závady, rovněž veškeré odpočty byly kolaudační komisí schváleny.”* (záznam ve stavebním deníku z 4. prosince 1920).

Ve své době se jednalo o největší přehradní nádrž v Československé republice, pokud se týkalo zadrženého množství vody.

V letech 1920–1923 byla na pravém břehu pod hrází firmou Ing. J. V. Velflík v Praze postavena průběžná vodní elektrárna. Technologickou část dodala firma Českomoravská-Kolben z Prahy a elektrické zařízení firma Křižík.





Původní projektová dokumentace

V hydrotechnické a průvodní části projektu elektrárny, který byl předložen vodoprávnímu řízení ve Dvoře Králové nad Labem dne 26. srpna 1919, je zdůvodněn nárok státu na využití vodní síly: *„Fakt, že země je spoluzbudovatelem nádrže, opodstatňuje nárok její na využití vodní síly zde získané, - nárok odlišný od zájmů pouhého a náhodného konkurenta.“*

K dramatickým událostem na přehradě došlo v neklidných letech 1938–1945. Po Mnichovské konferenci a obsazení Sudet Německem se Dvůr Králové nad Labem ocitl v enklávě ze tří stran obklopené zabraným územím. Hranice okleštěné Československé republiky vedla dokonce tak, že celý levý břeh přehradní nádrže včetně levé šoupátkové věže se ocitl mimo území republiky. Přehradu obsadili na několik týdnů němečtí vojáci a po jejich odchodu zůstala na místě spoušť.

Ve služební knize hrázný Josef Fejk zaznamenal: *„Dne 9. října 1938 byla z rozkazu čsl. vojenských orgánů přehrada s ustupujícím čsl. vojskem opuštěná a klíče od přehradních objektů odevzdány na četnické stanici v Bílé Třemešné. Dne 10. října byl jsem okresním úřadem ve Dvoře Král. n/L, prostřednictvím četnické stanice v Bílé Třemešné vyzván, abych se na přehradu ihned vrátil a službu vykonával dále až do odvolání. Přehrada byla okupována téhož dne ve 22 hod. za přítomnosti čsl. státní policie, při tomto aktu zaručená mi byla velícím důstojníkem něm. oddílu osobní bezpečnost.*

Dne 24. listopadu při předání přehrady zpět k Česko-Slovenské rep. byl přítomen p. vrch. tech. komisař Ing. Hüttl, za fy Ing. Filip 1 pán, vrch. stráž. Zajíček z Bílé Třemešné, finanční stráž a dozor přehrady. Klíče od přehrady byly odevzdány styčnému důst. od říšsko něm. policie a tento odevzdal je na Okres. úřadě ve Dvoře Králové n/L, kdy byly vyzvednuty.

Zjištěno bylo: Okolo domku hrázného bylo vše přeházeno, rozbito a mnoho věcí odveženo a neb zničeno. Vrata u vchodu na dvůr byly rozbity a pohozeny stranou, ve všech místnostech byly stěny poškozeny buď otlučeny a neb zaraženými hřebíky. V kanceláři scházely obě telef. stanice, některé spisy, zásuvky od stolků byly poškozeny, zámky utrhány apod. Pod přehradou scházel dálkový limnigraf, který byl odcizen. Celkově bylo shledáno vše ve velmi špatném stavu.”

Ani po předání přehrady zpět Československé republice v listopadu 1938 nebyla situace vyřešena – levý břeh včetně levé šoupátkové

Dům hrázného v době výstavby (1912, vlevo) a při rekonstrukci (2018, nahoře)

Průjezdové brány na hrázi v době výstavby (1916) a při rekonstrukci (2018)

věže zůstal za hranicí. Město Dvůr Králové nad Labem píše 8. prosince 1938 příslušným úřadům: *„…Upozorňujeme také, že v sousedství Dvora Králové nad Labem ležíce labská údolní přehrada v Tešnově, byla sice 24. listopadu 1938 uvolněna, že však její levá přepadová šachta je dosud v zabraném území a že tímto stavem je ohrožen provoz a funkce přehrady, která je důležitá nejen pro město Dvůr Králové n. L., ale i pro celou oblast, pod ní na Labi ležící. …“* (kronika města)

Až 3. ledna 1939 byla provedena *„…korektura hranic na levém břehu přehrady a sice tak, že do ČSR přišla ještě levá šoupátková věž, levá přepadová šachta a část těsnící zdi…“* (služební kniha)

Události konce 2. světové války na přehradě jsou ve služební knize též zaznamenány. Je zde popsána stavba barikád na hrázi v dubnu 1945, organizovaná německým stavebním úřadem, i jejich odstraňování z hráze dne 24. května 1945. Další záznam se věnuje opatřením proti minám, které měly být položeny ustupujícím německým vojskem v Labi. Tato opatření byla prováděna 8. května 1945, jednalo se o plovoucí překážku z kmenů spojených kramlemi a provazy. K rozebrání překážek proti minám došlo 11. a 12. června 1945, neboť sedláci, kteří zapůjčili materiál na jejich vybudování, *„…by potřebovali provazy na svážení sena.“*

Přehrada Les Království byla postavena zejména kvůli protipovodňové ochraně. Za

Výstavba hráze

Povodeň na přelomu let 1916/17

Hráz přehrady po rekonstrukci průjezdových bran

Detail jedné z rekonstruovaných bran

uplynulých sto let přehrada zachytila nebo zmírnila povodňové průtoky v desítkách případů. Několikrát hladina vody dosáhla i úrovně korunových přelivů, naposled při povodni v březnu 2000. V posledních letech se však stále častěji dostává do popředí funkce nádrže jako stabilizačního prvku v suchých letech, kdy je voda v zásobním prostoru nádrže využita pro zajištění minimálního průtoku v Labi pod přehradou.

Od roku 1964 je vodní dílo Les Království chráněno jako národní technická památka a od roku 2010 jsou přehrada i vodní elektrárna zapsány mezi národní kulturní památky.

V letech 2018–2019 proběhla obnova národní kulturní památky, která spočívala v rekonstrukci domu hrázného, obou průjezdových bran a levé šoupátkové věže. S ohledem na památkovou ochranu byly při rekonstrukci budov použity materiály a stavební prvky, které odpovídaly historickým originálům, stejně tak jako tradiční stavební postupy. Do jedné ze střech na průjezdových bránách byla na podzim roku 2018 uložena časová schránka se vzkazem pro příští generace.

Státní podnik Povodí Labe uspořádá v sobotu 28. září 2019 na přehradě Les Království den otevřených dveří. Při příležitosti 100 let od dokončení přehrady se veřejnosti představí zrekonstruované části vodního díla.

Hana Bendová
Povodí Labe, státní podnik
Víta Nejedlého 951
500 03 Hradec Králové
495 088 605
bendovah@pla.cz

chemcomex
divize geologie a sanace
156 00 praha 5, elišky přemyslovny 379
hospodaření se srážkovou vodou
hydrogeologický průzkum • studny
geotechnický průzkum • speciální vrtné práce

K úvodníku v čísle 7/2019 o odlehčovacích komorách

Ve Vodním hospodářství 7/2019 jsem si přečetl, pane Stránský, Váš úvodník ohledně povolování vody z odlehčovacích komor. Dobře, že jste to takto veřejně publikoval. Za dobu, co pracuji na vodoprávním úřadě, jsem totiž pochopil, že vodoprávní úřad není od toho, aby chránil vodohospodářské zájmy, ale od toho, aby vydával povolení. Jsme tak zavaleni nesmyslnou byrokracií, že nemáme čas ani číst odborné články a vzdělávat se ku prospěchu věci, ale ani nemáme prostor chránit to nejdůležitější: vodu. Proto doufám, že konečně přijde takové sucho, aby vyschly i zdroje vody v Praze, Vltava se proměnila v písečné koryto a politikům i veřejnosti konečně došlo, že je třeba zrušit byrokracii a věnovat se ochraně vod a životního prostředí na úplně jiné úrovni než dnes. Jen kolik papírů (a tím i kolik vody) se vyplýtvá na psaní těchto nesmyslných lejster! Tento systém musí dříve či později zkolabovat a my bohužel s ním! Děkuji za Vaše úvodníky, když už nic jiného si přečíst nestihnu, tak alespoň je.

Autor si přál zůstat v anonymitě. Tuto prosbu akceptuji. Požádal jsem MŽP ČR, aby se k příspěvku úředníka vyjádřilo:

Reakce MŽP na Slovo úvodem „Quo vadis, vodní zákone" z pera Ing. Václava Stránského v časopisu Vodní hospodářství 7/2019

Již od počátku přípravy novely vodního zákona (č. 113/2018 Sb. – dále jen Novela) bylo rozhodnuto o odstranění zjevné nesprávnosti v části § 38 odst. 2: „…Za odpadní vody se nepovažují srážkové vody z dešťových oddělovačů, pokud oddělovač splňuje podmínky, které stanoví vodoprávní úřad v povolení…". Tento text sváděl k poměrně rozšířenému, ale naprosto zavádějícímu názoru, že voda vytékající z jednotné kanalizace, není odpadní voda. Aby se zamezilo těmto spekulacím, které vedly k tomu, že i za mírné srážkové činnosti voda z jednotné kanalizace natékala bez jakéhokoliv čištění a bez jakékoliv regulace do toku, stanovila Novela najisto, že se jedná o odpadní vodu.

To samo o sobě není nic objevného a od roku 2014 to jasně říká zákon č. 274/2001 Sb. (o vodovodech a kanalizacích). V rámci vyjednávání Novely se subjekty mimo MŽP byla doplněna výjimka pro vypouštění odpadních vod z odlehčovacích komor jednotné kanalizace ve smyslu odstranění povinnosti mít pro tuto činnost povolení, a to právě z důvodu omezení zbytečné administrativy. Zároveň ale v návrhu novely došlo k navýšení poplatku z 0,1 na 10 Kč/m^3 u vypouštění nečištěných odpadních vod z „nevyhovujících" odlehčovacích komor (požadavky na to, aby komora vyhovovala, měly být stanoveny prováděcím předpisem k zákonu č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích). Tento systém měl dostatečně ekonomicky stimulovat majitele či provozovatele kanalizace k modernizaci odlehčovacích komor a hlavně k omezení množství odlehčovaných vod, tj. k provádění opatření na síti ve smyslu hospodaření se srážkovými vodami a k výstavbě retenčních nádrží na kanalizaci pro záchyt odpadních vod v období, a to bez nutnosti vypouštění těchto vod regulovat povolením k nakládání s vodami.

Zde je nutno upozornit, že výjimka z povinnosti mít povolení k vypouštění odpadních vod se vztahuje pouze na odlehčovací komory, a nikoliv na jiné objekty na stokové síti, tj. např. přepady z dešťových zdrží nebo přepady z čerpacích jímek, ze kterých také odtéká nebo může odtékat odpadní voda.

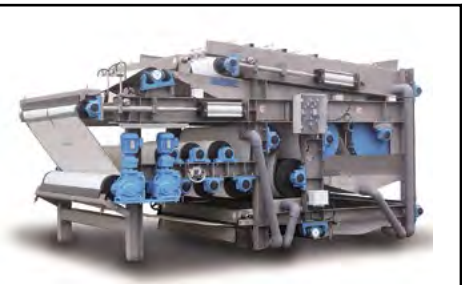
Nejednalo se proto o pouhé „plácnutí do vody", citujeme z úvodníku, ale o promyšlenou koncepci pro omezení množství znečištění vypouštěného do povrchových vod, které doposud většina provozovatelů VaK zcela ignorovala. Zároveň toto řešení mělo přimět provozovatele VaK zabývat se otázkou sledování množství a kvality odlehčovaných odpadních vod, a to s ohledem jak na zpoplatnění, tak na vykazování bilancí vypouštěného znečištění podnikům Povodí.

Ani jedna z těchto povinností není vázána na existenci povolení k vypouštění odpadních

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

vod. O nedostatečné „projednanosti“ Novely v této oblasti (tedy toho, že z jednotné kanalizace vytéká odpadní voda) nemůže být řeč! Projednána byla a schválena dvěma vládami a následně projednávána ve dvou Sněmovnách v letech 2016–2018.

Změna limitů a sazeb pro zpoplatnění však nakonec do výsledné verze Novely zahrnuta nebyla (poplatek za objem vypouštěných odpadních vod bez ohledu na to, jsou-li čištěné či nikoliv, zůstal na 0,1 Kč/m^3), a tak došlo ke ztrátě motivace pro realizaci opatření omezujících vypouštění odlehčovaných vod. Poslanecký pozměňovací návrh tak umožňuje alespoň u těchto, z hlediska ovlivnění kvality toku zásadních, odlehčení těsně před ČOV a na ČOV, vyžadovat na základě povolení k vypouštění monitoring množství a kvality vypouštěných odpadních vod. Tyto údaje zatím u většiny odlehčení chybí, nebo nejsou příliš věrohodné a neumožňují tak vodoprávnímu úřadu reagovat na požadavky ochrany vod. Teprve na základě znalosti těchto údajů bude moci vodoprávní úřad stanovit podrobné podmínky pro vypouštění odpadních vod, což čistotě našich vod jistě pomůže.

A tak zatímco odtok vyčištěné vody z ČOV je již dlouhá desetiletí pod stálou nekompromisní kontrolou, z čehož vyplývá i nezbytná administrativní zátěž, některým expertům z oblasti vodního hospodářství se zdá nepochopitelné, zbytečné, zatěžující a obtěžující, aby bylo regulováno také vypouštění nečištěných odpadních vod.

MŽP si uvědomuje jistou administrativní zátěž, která je spojena s vydáváním povolení, i to, že se jedná o nestandardní způsob vypouštění odpadních vod. Proto již od platnosti Novely, tj. ještě před její účinností, jsme zahájili aktivní komunikaci s vodoprávními úřady na téma způsobu vydávání těchto rozhodnutí. Protože se jedná o návrhová řízení, žádost o vydání povolení musí podat provozovatel VaK, a je bohužel smutným faktem, že velká většina provozovatelů s tímto aktem otálela. U zbytku, resp. většiny odlehčovacích komor, jež nemusí mít povolení k vypouštění odpadních vod, zatím při stávajících nemotivujících možnostech zpoplatnění nezbývá, než doufat v brzké přijetí, a především striktní aplikaci prováděcího předpisu pro provoz odlehčovacích komor a aktivní přístup podniků Povodí k vyžadování zákonných povinností ohledně ohlašování vypouštění odpadních vod do vod povrchových.

MŽP dlouhodobě upozorňuje na nutnost urychlené změny stávajícího a nevyhovujícího stavu ve vypouštění odlehčovaných odpadních vod a bude nadále nekompromisně prosazovat plnou aplikaci této části novely včetně možností sankcí.

MŽP bylo a nadále je ochotno opatření na snížení znečištění vypouštěného z odlehčení finančně podpořit. Ve stávajícím OPŽP 2014 až 2020 bylo možné až do loňského roku využít podporu ze zdrojů EU ve výši 64 % dotace, mj. na rekonstrukci odlehčovacích objektů, na výstavbu dešťové kanalizace v lokalitách s existující jednotnou kanalizací, stejně tak i na vybudování záchytných nádrží na jednotných kanalizacích a dešťové zdrže před ČOV, existující v systémech jednotné kanalizace apod. Bohužel zájem ze strany investorů byl zcela minimální, byť byly vyhlášeny tři výzvy. Stejná podpora je aktuálně nabízena i ve výzvě z prostředků Státního fondu životního prostředí ČR, žádosti je možné podávat od 1. 11. 2019 do 31. 1. 2020. Nezbývá tedy než doufat, že si zodpovědní provozovatelé VaK uvědomí neudržitelnost stávajícího řešení problému srážkových vod a využijí nabízenou možnost financování ke zlepšení jakosti povrchových vod v místě svého působení.

Za MŽP stanovisko vypracoval
Evžen Zavadil

Jak vidno, MŽP namísto vyjádření se k upozornění úředníka na vodoprávním úřadě na přebujelou byrokracii, poslalo stanovisko k mému úvodníku. Alespoň něco. Ač si myslím, že by bylo vhodné, aby se ústřední orgány začaly hlavně zabývat frustrací odborníků (nejen z vodoprávních úřadů). Ta je opravdu velká. Nedávno mi jeden z nich napsal: „Na konkrétní dotaz se z ministerstva vrací nekonkrétní odpověď.“ I on požádal o zachování anonymity. Je to škoda, že se obávají ti, kterým jde o věc, odkrýt svoji identitu. Něco to znamená. Ale jak znám situaci u nás, chápu je, asi bych se choval stejně… Při té příležitosti mě napadlo ono dávné moudro:

Nemysli!
Když už myslíš, nemluv!
Když už mluvíš, nepiš!
Když už píšeš, nepodepisuj!
Když už podepíšeš, tak se nediv!

Václav Stránský

Pozvánka na konferenci

MĚSTSKÉ VODY 2019

3. a 4. října 2019
Velké Bílovice

Přihlášky na konferenci na
www.mestskevody.cz

Mediální partner vodní hospodářství

Konference *Pitná voda* v Táboře bude v příštím roce již patnáctá

Petr Dolejš, Václav Stránký

Tento rozhovor s Petrem Dolejšem je neobvyklý. Původně měl být pozvánkou na konferenci Pitná voda 2020, která jistě patří k vrcholným setkáním v celém oboru vodního hospodářství, z pohledu interdisciplinárního i multidisciplinárního. Na těchto setkáních se prolíná malá i velká voda. Její vlastnosti fyzikální, chemické, biologické. Probírají se i otázky ekonomické, právní, sociologické. Nakonec rozhovor přerostl v povídání o koncepci oboru, o jeho problémech, cílech. Snad čtenáře navnadí, aby na konferenci do Tábora přijel. Určitě bude pro něj přínosem, byť by nebyl vodárník.

Stránský: *Třicet let je dlouhá doba v životě lidském i ve stupni poznání v jakémkoliv oboru, tedy i ve vodařině. Mohl by ses za tou dobou ohlédnout?*

Dolejš: Naší konferenci bude příští rok 30 let. Bude teprve patnáctá, což není ve srovnání s některými jinými žádný závratný počet. Připomeňme např. konferenci, kterou již kdysi dávno založili Vladimír a Alena Sládečkovi z VŠCHT Praha, původně jako katedrový seminář pro setkávání vodárenských pracovníků z praxe s těmi, kdo pracovali ve výzkumu. Ten od té doby pokračuje jako každoroční konference pod stejnou, jimi založenou značkou. Kdybych to řekl dnešní dobovou formulací, vytvořili vynikající podnikatelský záměr a z pozdějšího (případného) prodeje jejich zavedené značky by měli mít zajímavý finanční prospěch. Za mne, jejich žáka (a nyní i organizátora tematicky příbuzné konference) mají oba dva velké uznání a vděk za to, co pro naše vodárenství udělali (a paní profesorka Alenka Sládečková pořád ještě dělá).

Prapůvodním záměrem konference ***Pitná voda***, která se v prvním ročníku v Prachaticích (1990) jmenovala *Nádrže jako zdroj pitné vody*, bylo hledat společnou řeč a dosáhnout mnohem lepší výměny informací mezi těmi, kdo pracují na vodárensky využívaných nádržích a těmi, kdo z nich vyrábí pitnou vodu. Chtěl jsem dosáhnout také toho, aby se podstatně zlepšila komunikace mezi těmi, kdo pracují v základním i aplikovaném výzkumu nádrží, a těmi, kdo pracují v oblasti procesů a zařízení úpravy pitných vod. Oba tyto směry u nás mají dlouholetou tradici a výbornou úroveň, takže jejich interakce by posunula jistě oba obory kupředu a měla také významný pozitivní dopad na kvalitu dodávané pitné vody.

Tuto myšlenku komunikace mezi obory nádrží a úpraven jsem také předložil mezinárodně a vznikla z toho pak naše čtvrtá konference v pořadí – zatím jediná mezinárodní. Tady odbočím k podrobnějšímu vysvětlení. Spolu s vynikajícím kolegou prof. Heinzem Bernhardtem (technickým ředitelem Wahnbachtalsperrenverband) jsme se na začátku devadesátých let stali zakladateli a předsedy skupiny specialistů *IAWQ-IWSA Reservoir Management and Water Supply – an Integrated System*. První konference této skupiny (a tedy ta čtvrtá „naše“) se konala v r. 1997 v Praze za účasti 231 účastníků ze 32 zemí. Celkem na ní zaznělo 100 příspěvků, vydaných ve dvoudílném sborníku (619 str.). Vybrané příspěvky byly v r. 1998 publikovány v prestižním časopisu IAWQ Water Science and Technology, vydávaném nakladatelstvím Pergamon/ /Elsevier Science, v monotematickém čísle o 379 stranách, jehož editory byli Petr Dolejš, Jim Edzwald, Charles O´Melia a Gijs Oskam.

Přes veškerou snahu o iniciaci komunikace mezi obory, které se zabývají zdroji surové vody, a obory, které se věnují její úpravě a distribuci, musím říci, že mám pocit, že jsem s tímto záměrem skoro neuspěl. Naopak mě ale velmi těší spolupráce s kolegy, kteří se věnují hygienické problematice pitné vody, zejména z řad Státního zdravotního ústavu. I když je někdy hygienik brán jako „třídní nepřítel“ vodárenských firem, na konferenci *Pitná voda* se již mnoho let opakovaně ukazuje, že dialog je možný, potřebný a že obě strany mají opravdový zájem postupovat k lepším řešením a posunovat se dopředu. Jen je škoda, že v současné době jsou možnosti účasti hygieniků z krajských organizací velmi omezené, protože jejich zřizovatelé nedoceňují potřebu účasti jejich odborných pracovníků na podobných konferencích.

Stránský: *Zajištění pitné vody je široký pojem. Od zajištění zdroje z hlediska kvantity i kvality, přes jímání, výrobu, kontrolu až po distribuci (to jsem možná ještě na něco zapomněl). Jak za ta léta, co konferenci pořádáš, se posouvaly priority?*

Dolejš: Tematické priority v programu konference a jejich vývoj nedokážu exaktně vyjmenovat. Hlavním cílem konference je kvalitní pitná voda. Tady se mi zdá, že je to stále chápáno jen jako oblast pro klasické vodárníky – a pověstné filmově „zrcadlo“ jim nastavují hygienici. Takže účast i příspěvky z oblasti zdrojů vody jsou od opravdových profesních nadšenců, kteří myslí komplexně a dokážou si dát práci s tím, že chtějí, aby se na výsledky jejich práce podíval také někdo jiný – a jinýma očima. Tomu samozřejmě nijak nenahrává v základním výzkumu postupující cílevědomá izolace do „vlastních“ grantových problémů, snaha publikovat hlavně v impaktovaných časopisech v zahraničí a klid, který je možné takto na onu „vlastní“ práci získat. Širší souvislosti vem čert. Ovšem jen do té doby, dokud není potřeba vystoupit v médiích a přihlásit se také k tomu, že oblast pitné vody, která lidi zajímá, také řeším a rozumím jí. O to víc si vážím (jak já, tak účastníci) těch přednášejících, kteří na konferenci přijedou a mají opravdu velmi zajímavé příspěvky z celé šíře záběru konference – od zdroje ke kohoutku – i když za to ve vlastní instituci nedostanou žádné „body“ do jejich hodnocení.

Stránský: *A na co se bude soustřeďovat připravovaný ročník? Předpokládám, že bude reflektovat současné výzvy a problémy. Jaké to jsou?*

ÚV a nádrž Souš. Rekonstruované filtry perou zcela rovnoměrně a účinně

ÚV Mariánské Lázně. Když pracuje dobře první separační stupeň, je radost pohledět i na nátok do filtrů

Dolejš: Samozřejmě se snažíme vymyslet, jak konferenci udělat co nejzajímavější a nejpřínosnější pro všechny účastníky. Jak se to daří, to hodnotí účastníci. Konferenci děláme opravdu srdcem – vodaři pro vodaře – a snad je to na výsledku znát.

Na minulé jsme program vysílali pro účastníky, kteří zrovna nesedí v sále, na webu, aby mohli sledovat při případných kuloárových diskusích, co se děje v přednáškovém sále, i když nejsou u obrazovek v sále s výstavkou firem, kam jde vždy přímý přenos. Vždy se také snažíme dodržovat přesný časový harmonogram přednášek, aby se všichni mohli dobře orientovat a pokud chtějí odběhnout do kuloárů, aby nepřišli o přednášky, na které chtějí být v sále. Takže předsedající sekcí jsou navíc zatíženi tím, že musí stanovený program dodržovat a většině se daří být „přátelsky přísní". Ale to je standardem na mezinárodních konferencích, takže proč si podobné zvyky neosvojovat i doma.

Těmi mezinárodními konferencemi samozřejmě myslím skutečné mezinárodní, ne takové, které se za ně jen bombasticky prohlašují proto, že se jich účastní také kolegové ze Slovenska. Na konferenci *Pitná voda* jsme měli již přednášející např. z USA, Anglie či Německa a nikdy jsme nebyli „mezinárodní". To bych pak byl sám sobě pro smích, tohle deklarovat.

Na konferenci v roce 2020 chceme mít jednu sekci věnovanou „ztvrzování" a vlivu koncentrace vápníku a hořčíku. Nedávno jsem byl pozvaný k přednášce na semináři v Bratislavě, který k tomuto tématu měl velmi zajímavé příspěvky, a tak bych byl velmi rád, aby se tyto informace dostaly i do povědomí více kolegů v oboru.

Stránský: *Jsi pravidelným účastníkem (i aktivním) mnoha zahraničních konferencí. Mohl bys o nich něco říci?*

Dolejš: Účastníkem velkých zahraničních konferencí jsem už jen nepravidelným. Problém malé soukromé firmy je v tom, že nemáme žádné granty či institucionální peníze na cestování po konferencích. Takže na účast si musím napřed vydělat tím, že naši zákazníci jsou spokojení a můžeme pro ně pracovat. Z ušetřených prostředků pak můžeme buď investovat do nových přístrojů, zahraniční literatury – nebo i cesty na zahraniční konferenci. Samozřejmě na aktivní účast, pro kterou musíme (zase bez jakékoli státní či grantové podpory) mít takové výsledky, aby byl příspěvek přijat do programu. Každý si asi dovede představit, že je to docela těžké. A tak máme alespoň dobrý pocit, že z peněz, které jako firma odvádíme na daních, mohou jezdit naši kolegové z vědeckých institucí, kteří na to dostanou prostředky ze státního rozpočtu, kam jsme přispěli i my. Čtenář, který mě zná osobně, asi pozná, jak se u těchto vět usmívám.

Stránský: *Jak je na tom české vodárenství ve srovnání se světem.*

Dolejš: Tohle by bylo na dlouhé povídání. Krátce řečeno – zatím (!) ještě docela dobře. V oboru pracují nadšenci ve stále ještě nadkritické koncentraci, takže občas funguje i komunikace a kolegiální předávání zkušeností. Lidé, kteří v oboru zůstávají, jsou pokladem. Ti, kteří neskáčou z jednoho oboru do druhého, se stačí postupem času něco naučit, dokážou získat zkušenosti a případně je i předávat dál. Naše vodárenství stále ještě těží z obrovského rozmachu ve druhé polovině minulého století. Už jsem v oboru 45 let, takže opravdu vím, o čem mluvím.

Na druhou stranu jsem zažil v posledních několika týdnech dva velké šoky. Jeden zrovna dneska. Náhodou jsem si přečetl obhájenou diplomovou práci k získání titulu inženýra z oboru vodárenské koagulace. Tolik hloupostí, experimentálních chyb, špatných interpretací a nesmyslných výsledků na jednom místě jsem v diplomové práci snad ještě nikdy neviděl. Jestli naše školství produkuje takové inženýry, situace – i s naším vodárenstvím – bude za čas o hodně horší.

Druhým bylo zjištění, že jedna hodně velká úpravna slavně zavedla asi před rokem nenáročnou technologickou variantu, která již na mnoha jiných našich úpravnách běží od začátku devadesátých let, a mohli ji zavést (kdyby chtěli a nechali si poradit) již dávno, tedy minimálně před dvaceti lety (!). Jestli takto proudí informace i u velkých úpraven pitné vody, tak to také není zrovna něco do výkladní skříně našeho vodárenství.

Stránský: *Vím, že se nechceš chválit, ale vím i, že o výsledky Tvé práce (hlavně na vodárenských nádržích v severních Čechách) měli zájem (a speciálně i kvůli tomu přijeli) odborníci z ciziny. Mohl bys sdělit více?*

Dolejš: K tomu chci pro čtenáře Vodního hospodářství připravit krátký článek, takže slibuji, že ho sepíšu brzy.

Stránský: *Já konferenci přeji hodně úspěchů, co Ty přeješ vodárenskému oboru?*

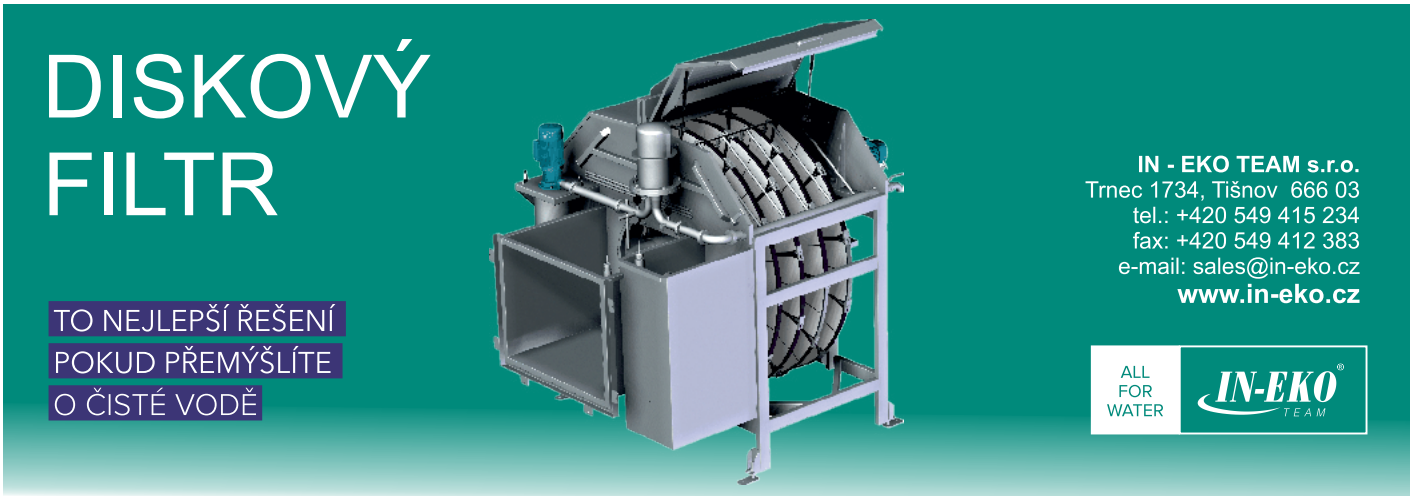
Dolejš: Přeji si opravdu velmi, aby v oboru pracovali dobří lidé, kteří nechodí jen „do práce", ale baví je to, chtějí se vzdělávat, mají zájem se učit, nenechají se zašlapat či znechutit „excelovými manažery", kteří do oboru pronikají, vědí o něm hodně málo a koukají na něj jen přes tabulky typu „má dáti – dal".

A ač to bude znít možná nekorektně či dokonce kacířsky, oborem by potřeboval zatřást nějaký závažný problém, který by se dal vyřešit jen působením opravdových odborníků. Jinak zatím skutečná odbornost není zrovna moc potřeba a všechno běží nějak samospádem. Přicházející Water safety plans (WSP) tomu jistě mohou významně pomoci.

A ze strany vzdělávání a získávání informací bych se moc přimlouval za to, aby bylo třeba i Vodní hospodářství přístupné na webu za elektronické předplatné a všechny firmy, provozující úpravny pitné vody či jinak pracující v oboru, by považovaly za profesní slušnost či čest, že tento zdroj informací mají ve své firmě dostupný. V oboru se toho děje tolik nového, že je potřeba šíření informací co nejvíce napomáhat. Druhou stranou je však i to, aby pracovníci firem měli vůbec čas se vzdělávání věnovat.

A čím dál více jsem přesvědčený, že pro funkci „vodárenský technolog" či kvalifikaci „provozovatel vodárenského zařízení" je jako sůl potřeba **zavést certifikaci**, jako to mají například v řadě zemí v zahraničí. Toho by se měl ujmout SOVAK ve spolupráci s CzWA. Když vidím, kdo všechno může rozhodovat o provozu úpraven pitné vody, je jen otázka času, kdy to, co bylo před pár roky v Trnové, bude i na větších úpravnách a kdy bude ohroženo lidské zdraví mnohem více lidí. Požadavek tzv. „příslušného vzdělání" je zcela irelevantní vzhledem k náročnosti toho, co by měl vodárenský technolog znát a zvládat. Je to naprosto nezbytné i proto, aby inženýři, kteří sice projdou vysokou školou, nemohli následně být rizikem pro provoz náročné technologické linky úpravny pitné vody. K tomu vzdělávání opravdových odborníků se snaží přispět i naše konference *Pitná voda*.

Konference Pitná voda 2020 proběhne od 18. do 21. 5. v Táboře. Informace sledujte na www.wet-team.cz/vitejte/konference-pitna-voda-2020.html.



Poznatky ze zasedání Evropské komise pro normalizaci, technické komise „Kvalita vod“ 2019

Petr Blabolil

V dnešní době snadných přenosů informací či materiálu na velké vzdálenosti a četných mezinárodních spoluprací je normalizace (či standardizace) velmi důležitá. V případě mezinárodního hodnocení jsou nejsnáze porovnatelné výsledky získané podle stejného protokolu (technické normy). Pro zajištění jednotných norem vznikla v Evropě v roce 1961 **Evropská komise pro normalizaci** (oficiálním názvem European Committee for Standardization, zkratkou CEN). CEN je nezávislou organizací tvořenou národními normalizačními orgány z 34 evropských zemí. CEN je oficiální normalizační orgán pro odvětví jiná než elektrotechnika a telekomunikace. Posláním této instituce je především vytváření jednotných evropských norem (EN) a technických zpráv, podpora jednotného využívání mezinárodních norem Mezinárodní organizace pro normalizaci (ISO, působící celosvětově) a dalších mezinárodních norem, vytvoření postupů pro vzájemné uznávání výsledků zkoušek a certifikačních systémů na evropské úrovni. CEN spolupracuje s orgány Evropské unie, Evropským sdružením volného obchodu a jinými mezivládními organizacemi tak, aby se na evropské normy a harmonizační dokumenty mohly odvolávat ve svých směrnicích a jiných nástrojích řízení (tzv. harmonizované normy jsou závazné podle práva Evropské unie). Spolupráce probíhá i s mnoha jinými mezinárodními vládními, ekonomickými, profesními a vědeckými organizacemi napojenými na normalizaci. Technické normy podporují volný obchod, bezpečnost práce a spotřebitelů, ochranu životního prostředí, využití výzkumných a vývojových programů a zadávání veřejných zakázek.

Za Českou republiku působí v CENu **Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví** (ÚNMZ). Společná činnost zahrnuje sledování tvorby nových technických norem, jejich připomínkování v průběhu vzniku a překlad přejímaných norem do češtiny. Česká republika je povinna přijmout vydané evropské normy do soustavy Českých technických norem (ČSN) do šesti měsíců od jejich vydání. Normy ISO (které se používají po celém světě) Česká republika převážně nepřejímá.

CEN se člení na 400 technických komisí. Komise CEN/TC 230 sdružuje pracovní skupiny (working groups, WG) zabývající se kvalitou vody. Pracovní skupina 1 (WG 1) se zabývá fyzikálními a biochemickými metodami (aktuálně vytváří normy postihující organické složky za celé vodní útvary), WG 4 řeší požadavky na výkonnost zařízení pro monitorování vody (skupina dokončila normu EN 17075 o testování zařízení na měření parametrů vody a plánuje navázat prací na normě pro zařízení pro kontinuální měření parametrů vody) a skupina WG 2 se věnuje biologickým metodám. WG 2 sdružuje dalších sedm skupin: WG 21 *„bezobratlí“*, WG 23 *„vodní makrofyta a řasy“*, WG 24 *„ryby“*, WG 25 *„charakteristiky vodních útvarů“*, WG 26 *„zajištění kvality“*, WG 27 *„ekologické metody pro mořské prostředí“*, WG 28 *„DNA a environmentální DNA (eDNA) metody“*.

Každý rok se uskutečňuje **minimálně jedno setkání pracovních skupin**, kde jsou probírána aktuální témata. Letošní se uskutečnilo ve dnech 21.–23. května 2019 v Srbském institutu pro standardizaci v Bělehradě. Jednání jednotlivých skupin se účastnilo 12 až 25 delegátů osobně (**obr. 1**), případně prostřednictvím on-line spojení. Delegáti nejčastěji reprezentovali státy: Česká republika, Finsko, Francie, Německo, Nizozemsko, Norsko, Rakousko, Srbsko, Švédsko, Švýcarsko a Spojené království Velké Británie a Severního Irska.

V rámci jednání **koordinační skupiny WG 2** byla podána informace o aktivitách organizací ECOSTAT (**která doporučuje vytvořené normy k implementaci Rámcové směrnice o vodách** 2000/60/ES (RSV) a **interkalibraci metod hodnocení ekologického stavu a potenciálu** na základě těchto metod uvedených v příloze 5), skupiny zabývající se implementací Směrnice o stanovištích 92/43/EHS a Rámcovou směrnicí o mořích 2008/56/ES. Všechny organizace ve svých doporučeních odkazují na normy vytvořené v CENu. V případě pracovní skupiny *„bezobratlí“* (WG 21) byla dokončena norma EN 17136 o kvantitativní analýze makrozoobenosu z vnitrozemských povrchových vod a dojde k revizi normy EN 16150 o odběru vzorků makrozoobentosu v různých prostředích broditelných vod. Ve skupině *„vodní makrofyta a řasy“* (WG 23) začínají práce na normě ke spektrofotometrickému určení chlorofylu. Mezinárodní orgány typu ECOSTAT se aktuálně odkazují na normu ISO 10260, která není běžně používána.

Ve skupině *„ryby“* (WG 24) byla formálně dokončena norma EN 17233 ke sledování ryb telemetrickými metodami na rybích přechodech. V následujícím období dojde k aktualizaci normy EN 14011 ke sledování ryb za využití elektrického proudu. Společně s revizí této normy se uvažuje o vytvoření normy o odlovech ryb elektrickým proudem z lodi. V sekci byla dále diskutována celoevropská iniciativa na podporu jeseterů ve sladkých, brakických i mořských vodách formou akčního plánu (Pan-European Action Plan for Sturgeons, WWF 2018). Skupina CEN by měla vytvořit vlastní dokument, který je legislativně silnějším nástrojem než akční plán. Ve skupině *„charakteristiky vodních útvarů“* (WG 25) byla dokončena norma EN 14614 o hydromorfologii řek a začne revize normy EN 15843 o určení významnosti ovlivnění morfologie řek. V další fázi se bude skupina věnovat normě k jednotnému přístupu při revitalizaci řek. Jako podklad využije publikaci IUCN River restoration and biodiversity (CREW 2016).

Do jisté míry mohou být zajímavé i informace ze skupiny *„ekologické metody pro mořské prostředí“* (WG 27), kde byly dokončeny normy EN 17204 k analýze mesozooplanktonu v mořích a brakických vodách, EN 17218 k odběru mesozooplanktonu v mořích a brakických vodách pomocí sítí a EN 17211 k mapování mořských trav a makroskopických řas v eulitorálu a začnou práce na normách mapování mořských trav v hlubších vodách, analýza a odběr vzorků mikrozooplanktonu. Skupina *„zajištění kvality“* (WG 26) v současnosti není aktivní a normy nevyžadují revize.

Vůbec poprvé se sešla skupina *DNA a eDNA metody* (WG 28). Jednání se účastnilo nejvíce delegátů za celé zasedání, což odráží velký zájem o moderní metody využívající molekulární biologii. První norma vytvořená touto skupinou se bude týkat vzorkování vody k zachycení eDNA. Norma bude obecně popisovat

Obr. 1. Diskuse delegátů Evropské komise pro normalizaci

Obr. 2. Soutok řek Dunaje a Sávy

Obr. 3. Obytný houseboat

Obr. 4. Plovoucí sportovní hala

Obr. 5. Most Ada přes řeku Sávu

Obr. 6. Rozestavěný komplex Belgrade Waterfront na břehu řeky Sávy

aktuálně používané metody (nebude uvedeno srážení DNA alkoholem, které se využívat přestalo) tak, aby se nemusela upravovat při drobných změnách technologií. Navazující normy budou zahrnovat vzorkování eDNA ze sedimentů a správné laboratorní praxe v laboratořích. O přestávkách se diskutovala činnost skupiny DNAqua-net, která sdružuje odborníky na eDNA (https://dnaqua.net).

Z dalších témat se na obecné úrovni řešil zájem vytvoření **normy pro využívání zařízení na měření oxidačně-redukčního potenciálu a koncentrace kyslíku v sedimentu**, ale i **využití dronů a dálkových průzkumů Země** k řešení ekologických otázek. Velmi aktuálním tématem je i **sledování mikroplastů ve vodním prostředí**. Tématem se již zabývají kolegové ze skupiny CEN/TC 249/WG 24 a CEN/SABE ENV (CEN Strategic Advisory Body on Environment organization).

Osobní účast na jednání je užitečná k získání informací o plánovaných projektech a prosazování vlastních zájmů na evropské úrovni. Během zasedání probíhají mezi delegáty diskuse o aktuálním stavu kvality vody v jednotlivých státech**. Zejména zástupci západoevropských států ocenili zájem České republiky** o činnost komise a nabízejí různé druhy spolupráce na projektech přispívajících ke zlepšení kvality vody na celém kontinentu.

Na závěr si neodpustím **několik poznatků o místním vodstvu a jeho využívání**. Bělehrad leží na soutoku Dunaje a Sávy. Oblast je osídlena po tisíciletí a v moderní historii o ni soupeřilo hned několik mocností. Dodnes se nad soutokem nachází pevnost Kalemegdan, odkud je výhled na mohutné toky se zelenými ostrovy (**obr. 2**). Při březích kotví obytné houseboaty (**obr. 3**), plovoucí restaurace, sportovní haly (**obr. 4**), mezinárodní lodě sloužící jako hotely i nákladní lodě. Sávu překlenuje několik mostů, z nichž je nejznámější Ada, dokončený v roce 2011. O Adě místní tvrdí, že se jedná o nejdelší most na světě s jedním pilířem (**obr. 5**). S vodou rovněž souvisí kontroverzní projekt Belgrade Waterfront. Jedná se o komplex moderních budov na břehu Sávy s rozpočtem tří biliónů EUR. Investorem je developer Eagle Hills z Abu Dhabi, který plánuje dokončení prací v horizontu třiceti let. Na místě jsou zatím funkční dvě hotelové budovy, sportoviště a cyklostezka. Místo je tak především rozsáhlým staveništěm (**obr. 6**), v jehož centru by měl stát skleněný mrakodrap, obchodní centrum i nová opera. Místní obyvatelé na jednu stranu vítají příliv financí a pracovních příležitostí, na druhou stranu vzpomínají, že zde bylo kulturní centrum pro mladé a rovněž poukazují na narušení prostředí v těsné blízkosti řeky, které je součástí záplavového území.

Poděkování: *Účast na zasedání byla podpořena projekty QK1920011 „Metodologie kvantifikace dravých druhů ryb ve vodárenských nádržích pro optimalizaci managementu vodních ekosystémů" a MSM200961901 „The true picture of eDNA".*

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

Modrá zpráva

Vojtěch Bílý

Sucho, které zasáhlo území České republiky v roce 2014, přetrvávalo až do roku 2018. Ten se stal se svou průměrnou roční teplotou vzduchu 9,6 °C nejteplejším rokem na našem území od roku 1961. Uvádí to Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2018, takzvaná Modrá zpráva, kterou každoročně předkládá Ministerstvo zemědělství a Ministerstvem životního prostředí vládě.

Při té příležitosti ministr zemědělství Miroslav Toman *zdůraznil, že v posledních letech čelíme projevům klimatické změny, postihují nás dlouhá období sucha s nerovnoměrnými srážkami, klesá například dostupnost vodních zdrojů pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou. To vše jsou důsledky několikaletého suchého období, které nám působí starosti o budoucnost. Modrá zpráva podává ucelený přehled aktivit nejen ministerstev, ale i jejich rezortních organizací. Lze se v ní kromě jiného dočíst o propojování vodárenských soustav, výstavbě malých rybníků i nádrží. Každý den vybudujeme půl kilometru nových vodovodů. V nejbližších letech máme na vodovody a kanalizace připraveno přibližně šest miliard korun.*

Prostřednictvím rezortů zemědělství, životního prostředí a dopravy byly v roce 2018 na vodní hospodářství poskytnuty finanční prostředky v celkové výši 6,8 miliardy korun. Šlo jak o národní, tak i nadnárodní dotační programy. Modrá zpráva uvádí, že loni bylo vodou z vodovodů zásobováno téměř 95 % obyvatel a téměř 86 % obyvatel je napojeno na kanalizaci. Vodovodní síť byla prodloužena o 166 kilometrů, a dosáhla tak délky necelých 79 tisíc kilometrů; délka kanalizační sítě pak činí 48,7 tisíce kilometru.

Modrá zpráva za rok 2018 je oproti předcházejícím ročníkům rozšířena o kapitolu „Plnění programů opatření přijatých plány povodí v roce 2015“, která se na základě vodního zákona předkládá vládě každé tři roky. Tato kapitola podává přehled o plnění programů opatření, stavu povrchových a podzemních vod a hospodaření s vodami v oblastech povodí.

Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky, která je pravidelně publikována již od roku 1997 přináší přehled o činnostech souvisejících s vodním hospodářstvím v působnosti obou resortů. Hlavním cílem je seznámit čtenáře s uplynulým rokem z pohledu vodního hospodářství: jakým byl v porovnání s roky předchozími, co se událo, změnilo a jakým směrem se vodní hospodářství v ČR ubírá.

Vojtěch Bílý
tiskový mluvčí
Ministerstvo zemědělství

Odkud teče více vody? Z obce nebo potokem?
Foto Václav Stránský

Listy
CzWA The Czech Water Association
5·2019

Odborná skupina CZWA Životnost a obnova vodohospodářské infastruktury organizovala konferenci Voda 4.0 ve službách infrastruktury

Začátkem dubna letošního roku uspořádala odborná skupina CZWA Životnost a obnova vodohospodářské infrastruktury v rámci dvouletého cyklu svých konferencí „Otázky výstavby, provozu a životnosti vodovodů a kanalizací“ konferenci s názvem „Voda 4.0 ve službách infrastruktury“.

Konference volně tematicky souvisela a dívala se na to, co nám v našem oboru přinese současná, čtvrtá, průmyslové revoluce, kterou nazýváme Industry 4.0 nebo česky Průmysl 4.0. V oblasti vodního hospodářství můžeme tuto průmyslovou revoluci parafrázovat jako Voda 4.0. První průmyslová revoluce začala s mechanizací za pomoci parních strojů a s výstavbou plavebních kanálů a továren. Druhá zavedla distribuci elektřiny a masovou produkci, a v rozvinutých zemích souvisela s postupnou výstavbou vodovodů a kanalizací. Třetí, na konci dvacátého století, zaváděla počítače a automatizaci, v našem oboru dispečinky a dispečerské řízení. A čtvrtá revoluce je o „chytrých“ továrnách a infrastruktuře. Původně byl termín Industry 4.0 použit poradci německé vlády v roce 2012. Voda 4.0 je o tom, udělat vodní hospodářství jako celek, a infrastrukturu VaK v detailu, včetně všech použitých zařízení co nejpropojenější, naprogramované ke vzájemné spolupráci a umožňující uživatelům rychlý přístup k potřebným datům a následně provádět rychlé analýzy.

Hlavní principy Voda 4.0 jsou **Interoperabilita** – všechna zařízení by měla být schopná spolu dobnře komunikovat. Dále je to **Informační transparentnost** – fyzická realita bude přetvořena do virtuální a umožní tak jednoduše diagnostiku, zkoušení a modelování. Dále **technická pomoc** – dostupné informace budou specialistům dostupné způsobem, který podporuje rychlá a správná rozhodnutí. A nakonec **decentralizace** – po desetiletích centralizace, distribuovaných systémů a dispečerských systémů řízení je budoucností provádět co nejvíce rozhodování na lokální úrovni, ať se bude jednat o lidské rozhodování nebo umělou inteligenci. Tento přístup nám pomůže při hodnocení stavu jednotlivých částí infrastruktury, při řízení provozu, při optimalizačních úlohách atd. To, co nazýváme „Smart“, znamená, že to umožňuje nástup technologií pro Voda 4.0. To, co nazýváme „Digital“, především zajišťuje jistotu komunikace mezi jednotlivými zařízeními.

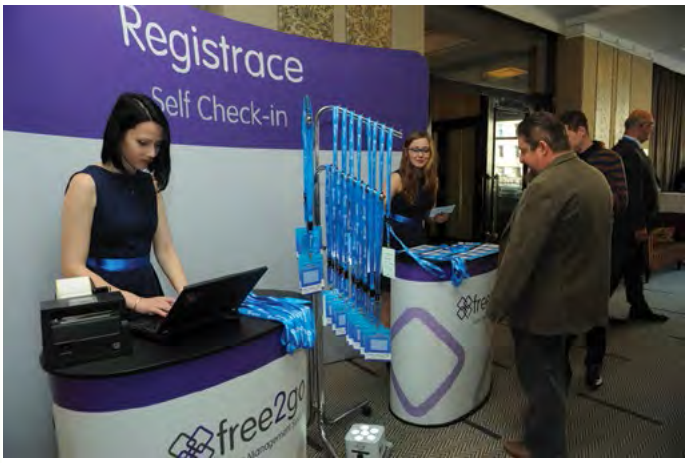
Program byl zaměřen z jedné třetiny na otázky životnosti a obnovy, včetně financování obnovy na příkladu financování obnovy vodovodů ze 70. let, z další třetiny na nedestruktivní diagnostiku stavu infrastruktury a z jedné třetiny se zabýval otázkami nového přístupu, který můžeme nazvat Voda 4.0, pro zlepšování provozu, údržby, stanovení stavu infrastruktury, prodlužování její životnosti a zajištění její obnovy. Hledáme odpovědi na otázky, co nám může takovýto nový přístup přinést.

Konference se zúčastnilo 62 odborníků. Konferenční program zahrnoval 12 přednášek, z toho dvě přednášky přednesli účastníci ze Slovenska. Na začátku účastníky konference pozdravil předseda CZWA, doc. David Stránský a v zastoupení ředitele SOVAKu Ing. Filip Wanner. Následovaly odborné přednášky:

Přenášky první sekce byly věnovány problematice obnovy. Pan Peter Ďuroška z Podtatranské vodárenské společnosti, a.s., ukázal ve své přednášce „Financování obnovy vodovodů“ na problematiku financování a nedostatku zdrojů pro obnovy vodovodů. Pan Petr Válek, Pražská vodohospodářská společnost, a.s., předvedl ukázku pečlivého přístupu PVS k obnově infrastruktury. Ing. Lenka Kolářová, Severomoravské vodovody a kanalizace, a.s., měla velmi zajímavou a unikátní přednášku „Úpravny vody z pohledu vlivů na životnost provozu“.

V sekci, která se plně věnovala problematice Voda 4.0, jsme měli čtyři přednášející: Ing. Petr Dolejš, Vodohospodářský podnik Plzeň, se zabýval srovnáním přístupu ke Smartmetering v České republice a konceptem chytrých měst. Přednáška pana Oldřicha Kupy se věnovala možnostem optimalizace vodovodních a kanalizačních sítí a komunikace – přenosu dat. V přednášce Ing. Petra Krejčího z von Roll hydro (cz) jsme se mohli seznámit s moderním přístupem k vyhledávání poruch vodovodního potrubí. Tuto sekci uzavírala přednáška Ing. Bohdana Soukupa, Veolia Česká republika, která se týkala chytrých dispečinků, kybernetické bezpečnosti a úspor energie.

V dalším bloku doc. Jaroslav Sandanus ze Slovenské technické univerzity v Bratislavě ve své přednášce „Diagnostická prehliadka konštrukcie - nástroj na zvýšenie bezpečnosti a zníženie prevádzkových nákladov“ se zaměřil na hodnocení stavu vodojemů typu Hydroglobus a na závěr ukázal diagnostiku stavu ocelových lávek. Na to navázala přednáška Ing. Vítězslava Vacka z Kloknerova ústavu



Registraci ulehčily check-in kiosky

Moje velká maličkost vítá účastníky konference

Předseda CzWA doc. David Stránský zahajuje konferenci

Přednášku Ing. Kolářové o životnosti úpraven vody neměla chybu

Přestávka na kávu v předsálí konferenčního salonku

Ve foyer probíhala neformální diskuze

ČVUT na téma „Trvanlivost, vady a poruchy betonových konstrukcí pro vodní hospodářství včetně ukázek postupů na chladících věžích tepelných elektráren“ a přednáška Ing Vojtěcha Orta o použití kompozitních materiálů při konstrukci, opravách a údržbě produktovodů. Následující dvě přednášky se týkaly nedestruktivní diagnostiky: Ing. Vladimír Glas, StemCon, a.s., představil „Pokročilou diagnostiku a údržbu potrubních systémů s aplikací zásad pro-aktivní údržbu a provoz“ a RNDr. Jaroslav Bárta, CSc., mluvil o „Moderních nedestruktivních geofyzikálních metodách při vyhledávání vodních zdrojů a údržbě vodovodních řadů“.

Konference nám tak přiblížila otázky obnovy a životnosti vodohospodářské infrastruktury v docela velké šíři – od jejího financování přes pečlivý přístup k vyhodnocování jejího stavu a otázky, jaké možnosti nám právě přináší další průmyslová revoluce Voda 4.0 až po použití moderních nedestruktivních diagnostických postupů a progresivních materiálů.

Konference se konala ve čtvrtek 4. dubna 2019 v příjemném prostředí konferenčního sálku v prvním patře Boutique Hotelu Jalta na Václavském náměstí v Praze. Konference byla organizována pod záštitou České asociace pro vodu CzWA, ve spolupráci se SOVAK, s partnerstvím firmy Envi-pur a s mediálním partnerstvím časopisů Vodní hospodářství a Vodohospodársky zpravodajca a webových portálů vakinfo.cz a Cityone. Děkujeme všem partnerům a podporovatelům za pomoc a autorům za jejich přednášky. Těšíme se na Vás zase v roce 2021.

Ing. Lubomír Macek, CSc., MBA
Lubomir.Macek@aquion.cz

Obnovený seminář Čištění průmyslových odpadních vod

V Kyjově se ve dnech 13. a 14. června konal 1. ročník obnoveného semináře **Čištění průmyslových odpadních vod**. Seminář organizovala odborná skupina Průmyslové odpadní vody při CzWA. Semináře se zúčastnilo 61 registrovaných účastníků a celkem bylo předneseno 18 odborných přednášek. Partnery konference byly firmy ABESS s.r.o., AERZEN CZ s.r.o., ASIO, spol. s r.o., HACH LANGE s.r.o., HYDROTECH s.r.o. a Šebesta, spol. s r.o., kterým tímto děkujeme za podporu.

Seminář navázal na tradici úspěšných konferencí Průmyslové odpadní vody, které se v Kyjově konaly od roku 2002. Úvodní slovo přednesli Ing. Šamal, Ing. Šebesta a předseda Svazu měst a obcí ČR a zároveň starosta Kyjova, Mgr. Lukl.

První příspěvek byl věnován tématu čiření. **Ing. Šamal** (EVH s.r.o.) prezentoval základní principy procesu čiření, tedy koagulaci, flokulaci, vytvoření vločkového mraku a separace kalu od vyčištěné vody a hlavní návrhové parametry. Následně byl představen inovovaný čiřič EVH filtr a jeho základní technické parametry.

V druhém příspěvku prezentovala **Ing. Vachová** (VWS MEMSEP, s.r.o.) výsledky poloprovozního testování recyklace odpadních vod z potravinářského procesu. Protože zákazník zamítnul biologické čištění odpadní vody, byl testován proces membránové separace surové odpadní vody ultrafiltrací a následně reverzní osmózou. V permeátu

Nestor průmyslových čistírníků, Ing. Oldřich Šamal zahajuje seminář

byla zjištěna přítomnost dimethylsulfidu a ethanolu a permeát nesplňoval ani senzorické parametry. Proto je ve druhé fázi testován MBR proces místo ultrafiltrace se zaměřením na odstranění těchto látek a prověření, že rozkladem organických látek nevzniknou jiné nízkomolekulární látky, které by mohly projít do permeátu.

V dalším příspěvku **Dr. Hlavačky** (EVH SK s.r.o.) byly prezentovány praktické zkušenosti procesu expanzní flotace, hlavní návrhové parametry, principy procesu a zkušenosti se stanovením garancí procesu, kdy lze spolehlivě garantovat účinnosti pro NL a EL, ale velmi obtížně pro $CHSK_{Cr}$. Také byla diskutována problematika vznikajícího kalu. Velmi doporučuje neuvádět předem v projektu, že bude vznikat kal kategorie „N", ale je nutné analýzami prokázat, že vznikající kal může být likvidován jako odpad kategorie „O".

V příspěvku **prof. Drtila** (STU Bratislava) byly představeny zkušenosti s monitoringem a provozem čistírny odpadních vod pro průmyslový park. Čistírna odpadních vod byla navržena jako běžná splašková, ale při provozu se ukázalo, že reálné složení odpadních vod má velmi nestandardní charakter s nárazovou produkcí a extrémní koncentrací dusíku (jedná se odpadní vody z toalet dominantně obsahující moč a fekálie). Byly prezentovány možnosti úpravy technologie čištění a limit dosažitelné garance odtokové koncentrace $CHSK_{Cr}$.

Dr. Lederer (TU Liberec) ve svém příspěvku představil proces MBBR, zkušenosti s jeho návrhem a provozem. Byly prezentovány zkušenosti s návrhem a provozem chemicko-biologické čistírny odpadních vod v Draslovce Kolín a předčištění drenážních fenolových odpadních vod v areálu Unipetrolu Litvínov, která byla následně upravena pro čištění podzemních vod s obsahem amonných iontů.

V příspěvku **Ing. Ottise** (IPR Aqua, s.r.o.) byla představena problematika čištění fenolových odpadních vod z automotive průmyslu. Z původní koncepce prosté sorpce na aktivní uhlí byla čistírna na základě provozních výsledků postupně intenzifikována na chemicko-biologickou čistírnu s částečnou recyklací odpadních vod.

Odstraňování těžkých kovů z odpadních vod lakoven se věnoval příspěvek **p. Vydařelého** (Šebesta spol. s r.o.). Byla prezentována technologie fyzikálně-chemické čistírny na principu srážení a sedimentace jak v kyselém, tak zásaditém prostředí.

Problematiku čištění odpadních vod z textilního průmyslu představil **Dr. Sojka** (EVH s.r.o.). Odpadní vody jsou předčišťovány fyzikálně-chemickým procesem se srážením a redukcí barev pomocí $Ca(OH)_2$, $FeCl_2$, flokulantem a H_2SO_4. Odpadní voda je dočišťována na městské biologické ČOV. Byl prezentován připravený projekt vlastní biologické čistírny s vypouštěním do recipientu, včetně ověřovacího laboratorního modelu.

Dr. Beneš (Veolia ČR, a.s.) prezentoval aktuální stav legislativního procesu na úrovni Evropské unie a národní legislativy se zaměřením na průmyslové čistírny odpadních vod, včetně dokumentů BREF. Ohledně budoucích změn byla diskutována problematika odlehčovacích komor a mikropolutantů.

Recyklace průmyslových odpadních vod byla prezentována v následujících dvou přednáškách. První prezentoval **Ing. Šubrt** (ASIO, spol. s r.o.) na příkladu odpadních vod z provozu prádelen produkujících odpadní vody s obsahem kyseliny křemičité. Byly diskutovány zkušenosti s on-site pilotní membránovou linkou MF, UF a NF a význam testování on-site pro kvalitní projekt full-size technologie.

Ve druhé přednášce **Ing. Maršík** (ENVI-PUR, s.r.o.) představil technologii MBR pro průmyslové aplikace, zkušenosti s intenzifikací čistírny pro pivovar, návrh komunální MBR čistírny s podílem odpadních vod z masného průmyslu a testování čistitelnosti odpadních vod z kovovýroby s vysokou koncentrací organických látek a olejů s deficitem makronutrientů na testovací pilotní jednotce.

Ing. Koller (VWS MEMSEP s.r.o.) představil proces vysokorychlostního čiření s využitím mikropísku ACTIFLO. Byly diskutovány hlavní rozdíly oproti klasickému procesu čiření a možnosti využití pro průmyslové odpadní vody. Byly představeny výsledky čištění průmyslových odpadních vod z elektrárenského průmyslu a prezentována mobilní pilotní jednotka.

Problematiku řešení zápachu prezentoval **Ing. Unčovský** (ASIO, spol. s r.o.) na příkladech čištění vzduchu z fermentorů, mlékárny, BČOV Pardubice a ČOV Linhartice. Byly diskutovány možnosti čištění, včetně fotokatalytické oxidace a problematika prokazování účinnosti i v době, kdy se aktuálně zápach netvoří, např. dávkováním H_2S do vstupní vzdušniny.

Ing. Žebrák (DEKONTA, a.s.) ve svém příspěvku prezentoval UV fotochemickou oxidaci pro eliminaci mikropolutantů z odpadních vod. Principem je tvorba hydroxylových radikálů rozkladem peroxidu vodíku UV zářením a následná redukce organických látek z odpadní vody. Byly diskutovány výsledky pilotní jednotky při terciárním čištění odpadní vody, včetně účinnosti čištění a provozních nákladů. Tento příspěvek vyvolal poměrně dlouhou diskusi na téma odstraňování mikropolutantů z vody, což potvrdilo zájem o toto relativně nové téma pro přítomné auditorium.

Přednášku **Ing. Hammera** prezentoval jako náhradní řečník Ing. Koller a týkala se problematiky odstranění Bisfenolu-A z odpadních vod papírenského průmyslu. Byly diskutovány výsledky laboratorních testů odstranění bisfenolu mikrofiltrací, oxidací peroxidem vodíku, ozonizací, sorpcí na GAU, sorpcí PAU v aktivační směsi a koagulací společně se sorpcí na PAU. Jako optimální technologie, při zohlednění dosažené účinnosti za přijatelných ekonomických podmínek, vychází kombinace sorpce na aktivním uhlí s intenzifikací biologického čištění.

Ing. Galko (Šebesta, spol. s r.o.) prezentoval technologie biologického čištění odpadních vod z mytí dopravní techniky ČOV Rebeka CB ve srovnání s chemickými metodami čištění, včetně provozních výsledků, návrhových parametrů, výhod a limitů ohledně používaných mycích chemikálií.

Problematiku deemulgace prezentoval **p. Hrabec** (Šebesta, spol. s r.o.). Vlastní deemulgační čistírna se většinou vyplatí u produkce odpadních vod vyšší než 1 m^3/den. Principem čištění je fyzikálně-chemickým způsobem oddělit vodnou fázi od olejové fáze. V dalším stupni se přídavkem koagulantu a flokulantu vysráží chemický kal. Vyčištěná voda se dále musí dočistit biologickým čištěním.

Poslední prezentaci přednesl **Ing. Telek** (ASIO, spol. s r.o.) na téma odvodňování s využitím dehydrátoru. Byly prezentovány výsledky kontinuálního odvodnění AS-Dehydrátor z více lokalit komunálních a průmyslových aplikací, návrhové parametry a dosahovaná výstupní sušina odvoděného kalu.

Seminář byl po celou dobu veden v neformální atmosféře s bohatou diskusí nejen při přednáškách, ale také nad sklenkou vynikajícího vína při degustaci ve sklípku nebo při tónech cimbálové muziky.

Příští ročník semináře plánujeme zorganizovat na stejném místě v následujícím roce 2020. Ohledně přesného termínu sledujte prosím stránky CzWA a Listy CzWA. Těšíme se na opětovné shledání v Kyjově.

Ing. Martin Koller
OS Průmyslové odpadní vody při CzWA
martin.koller@memsep.cz

CzWA
The Czech Water Association

Asociace pro vodu ČR z.s.,
odborná skupina Kaly a odpady
ve spolupráci
s Ústavem technologie vody a prostředí
VŠCHT Praha pořádají

4. 12. 2019 v Ballingově sále
Národní technické knihovny, Praha 6,

seminář „Kalový den"

na aktuální téma budoucnosti
čistírenských kalů

Program bude upřesněn.
Kontaktní osoba:
Dana Pokorná, Danka.Pokorna@vscht.cz
Vodní hospodářství je mediálním partnerem.

vodní hospodářství®

Postřehy ze semináře ČOV pro objekty v horách

Ve dnech 30.–31. 5. 2019 se uskutečnil již devátý ročník diskusního semináře ČOV pro objekty v horách. Seminář pořádá odborná skupina Malé a domovní čistírny a odlučovače (OS ČAO), tentokrát se konal v obci Žítková v Bílých Karpatech.

Stručné obsahy přednášek a diskusí

Úvodní přednášku si připravila za CHKO Bílé Karpaty J. Matějíčková, v rámci které nám promítla film o krásách místní krajiny a pozvala nás na exkurzi po přírodní památce Žítkovský vrch, která se uskutečnila následující den.

O dotačním titulu na domovní ČOV pro obce (SFŽP 2016, 2017) hovořil J. Topol. Z jeho excelentní přenášky bylo zřejmé, že projekt řešení obcí skupinami čistíren řízenými centrálně je dobrý směr zejména z hlediska udržitelnosti a důvěryhodnosti provozu. Na druhé straně je v projektu ještě několik nedořešených (nejednoznačných) míst: je soustava domovních ČOV veřejnou kanalizací se všemi důsledky (cenotvorba stočného atd.), je nejlepší technologie domovních ČOV – třída III dle NV 401/2015 nejvhodnější pro všechny lokality? Nemělo být v požadavcích, že je třeba instalovat nejlepší (nejudržitelnější) řešení pro danou lokalitu? Padly otázky, zda má smysl odstraňovat fosfor v případě, kdy ze zemědělské produkce je ho v toku takové množství, že jeho odstraňování v domovních ČOV z hlediska trofizace nic neřeší? Nezapomíná se někdy, že třída III musí obsahovat samostatný kalojem? Jak nejvhodněji nakládat s kalem? Zmíněny byly otázky projekční, provozní i monitoringu. Bylo uvedeno, že pro soubor domovních ČOV vychází dotace SFŽP na cca 60 % z celkové ceny DČOV.

Na debatu o fosforu navázala V. Štiková promítnutím pořadu „Nedej se – Fosforgate" a rozproudila debatu o tom, co tam zaznělo. Jednalo se o několik témat – fosfor, věrohodnost údajů ze zkoušky typu a možnost jejich ověření a problematika kontroly provozu. Panovala většinová shoda, že odstraňování fosforu „za každou cenu", jak to vyžadují současné dotační tituly, nemusí být tím nejlepším řešením pro danou lokalitu a provozovatele. Debata proběhla i o optimálním způsobu kontroly domovních čistíren – opět bylo konstatováno, že největší slabina je v kontrolní funkci státu. Systém revize domovních čistíren je jistě krok dobrým směrem. Pokud však nebude nikdo kontrolovat, zda byla revize provedena a případně udělovat sankce za její neprovedení, nebude kontrola fungovat, a tím pádem ani nebude dosaženo vyhovujícího stavu domovních ČOV. O tom jsme se bohužel na vlastní oči přesvědčili při pohlednu na čistírnu instalovanou u našeho ubytování. Vodoprávní úřady by měly mít přehled, zda technické kontroly čistíren probíhají a občané by měli pocit, že to někoho zajímá. Jinak je úplně jedno, zda uživatelé neodebírají vzorky nebo si nepozvou někoho na revizi.

K. Plotěný si pak s využitím podkladů od omluvené L. Matějů (a německých podkladů) připravil přednášku o rezistentních bakteriích, které jsou často zmiňovány jako největší současné riziko při použití recyklovaných vod a kalů z čistíren odpadních vod. Od roku 1940 je nárůst rezistentních bakterií v půdě 15násobný. Koncentrace ATB v podzemní vodě se pohybují v řádu ng/l. Z přednášky vyplynulo, že i v Německu je toto riziko vnímané jako podstatné, avšak na rozdíl od ČR je hodnoceno racionálně a v souvislostech. Například největší riziko představuje šíření rezistentních bakterií, a to přímým stykem v nemocnicích, na letištích a v objektech pro chov dobytka, vodou pak odtok nečištěných vod z odlehčovacích komor nebo použití nehygienizované vody na závlahu nebo vypouštění i vyčištěných vod z čistíren, na kterých dochází i k čištění vod z nemocnic a LDN, a tam, kde navíc je větší množství těžkých kovů. V přírodě je největším zdrojem rezistentních bakterií chov a aplikace zemědělského „odpadu" přímo na půdu. Pro posouzení rizik je důležité si uvědomit kde vznikají tzv. HOT SPOTY, tj. místa, kde nastává velká koncentrace rezistentních mikroorganismů nebo místa, kde jsou rezistentní mikroorganismy podpořeny prostředím obsahujícím biocidní látky a těžké kovy (Cu, Zn). Například lehce znečištěné šedé vody nebo stabilizovaný kal z domovních čistíren a nebo vegetační čistírny jsou z hlediska těchto rizik a možnosti tvořit HOT SPOTY logicky nejméně rizikové. Je potřebné chránit především vodárenské toky a vodní útvary určené k rekreaci (koupací vody). Zajímavé je, že vedle hygienizace vody jsou jako důležitá opatření uváděny zelené pásy kolem vodotečí, zabraňující splachům z polí. Z údajů v německých zdrojích vyplývá, že upřednostňovaná opatření jsou čištění vzduchu ve stájích, snížení množství antibiotik v zemědělství a úprava zemědělských odpadů před jejich aplikací, minimalizace úniku nečištěných odpadních vod přes odlehčovací komory. Snahou je také zavést více ukazatelů mikrobiálního znečištění a obsahu ATB. V Německu se předpokládá, že od roku 2032 bude zakázáno použití kalu jako hnojiva z čistíren nad 50 tis. EO. Důraz bude kladen na využití fosforu z kalů. Naopak u menších komunálních čistíren, zejména tam, kde není riziko vzniku HOT SPOTU, je stále upřednostňovaný způsob použití na zemědělské půdě (po případné hygienizaci) jednoduše proto, že jde o nejudržitelnější způsob.

K. Plotěný dále prezentoval přednášku o šedých vodách z osobní hygieny. Byly prezentovány výsledky nejnovějších stanovení rizik (z Austrálie), z kterých vyplývá, že použití vyčištěných hygienizovaných vod na splachování nebo závlahu je bezkonfliktní. Co se týká nečištěných nebo nehygienizovaných vod, ty představují riziko tam, kde by se z nich mohly uvolňovat aerosoly (závlaha postřikem). Spláchnutí záchodu vyčištěnou nehygienizovanou šedou vodou je stejně rizikové, jako spláchnutí pitnou vodou (tj. riziko je únosné). Pro šedé vody například existuje EN 16941-2:2017 a britská norma 8252-1:2000.

V souvislosti s přednáškou o srážkových a šedých vodách K. Plotěný zmínil problematiku sucha a adaptaci na něj. Poukázal na to, že debata kolem sucha je v ČR spíše směřována tak, že jsou upřednostňována opatření vedoucí k náročným investicím (viz vyjádření Jihomoravského kraje proti přírodě blízkým opatřením). V rámci přednášky byl proto prezentován model vzniku srážek, který v ČR zjevně chybí. V Německu pro účely debat kolem adaptace na změnu klimatu (německá strategie je z roku 2011) byl Max Planck institutem zpracován model, z kterého je zřejmé, že minimálně 2/3 srážek spadlých v našich končinách jsou srážky, které vznikly odparem nad kontinentem. V České republice se dá předpokládat, že jedna pětina spadlých srážek odteče a 4/5 se odpaří. Z prezentovaného logicky vyplývá, že i v České republice má smysl podporovat zeleň a vodu v krajině ve všech formách.

Přednášky byly zajímavé. Auditorium proto pozorně naslouchalo

Prohlídka domovní čistírny

Kořenové čistírny mohou být nejen funkční ale i estetické, zapadající do krajiny

M. Kriška prezentoval hned několik realizovaných extenzivních (vegetačních, kořenových) čistíren a snažil se vyvrátit mýty o jejich nefunkčnosti, pokud se jedná o vertikální, popř. kombinaci vertikálních a horizontálních KČOV. Ví se, že od roku 1987 byla postavena řada špatně navržených horizontálních KČOV, které jsou velmi problematické. Oproti tomu např. v Rakousku je postaveno cca 5500 kořenových vertikálních čistíren, které fungují výborně. Od roku 2011 je tak snaha přejít na vertikální KČOV i v ČR, kde existuje cca 350 realizací vegetačních ČOV (v SR cca 10 realizací). Vertikální řešení je možno zhlédnout např. ve Velké Jesenici u Hradce Králové. V Dražovicích byla předělána horizontální KČOV na kombinaci vertikálního a horizontálního pole a je zde dosahováno na odtoku CHSK 3,7 mg/l, N_{amon} 0,6 mg/l. V rámci diskuse se hovořilo především o hydraulickém a látkovém přetěžování těchto ČOV.

Obdobně i M. Šperling ukázal, že vegetační čistírny i v ČR začínají získávat půdu pod nohama, i když jim stále některá Povodí a vodoprávní úřady vzhledem k minulým zkušenostem s horizontálně uspořádanými čistírnami nevěří a nechtějí je povolovat. Posluchačům byl představen velice zajímavý pasivní dům s vegetační čistírnou na střeše budovy umístěný v Praze ve vnitrobloku. Dále byly prezentovány výsledky odtoku z KČOV Velká Jesenice pro 700 EO a také výsledky dosažené při zkoušení vegetační čistírny pro 3 EO ve VÚV TGM, v.v.i.

S. Kubíčková prezentovala zkušenosti s použitím membránových čistíren v horách. Řeč byla především o sedmiletém provozu ČOV v Benecku – Štěpanické Lhotě, kde byla pomocí instalace membránové technologie zvýšena kapacita z 900 na 1900 EO. Ze zkušeností vyplývá, že membránové ČOV mají své místo a budou mít v budoucnu ještě větší význam, a to tam, kde budeme vodu recyklovat pro další využití.

V rámci exkurze, která proběhla druhý den semináře, jsme se mohli kochat během tříhodinové procházky po přírodní rezervaci Pod Žítkovským vrchem krásami místní chráněné krajinné oblasti. Provázela nás paní Matějíčková spolu s kolegyní z CHKO, a tak jsme mohli na vlastní oči spatřit několik druhů lučních orchidejí a přesvědčit se, že na jednom metru čtverečním je možno vidět až 60 rostlinných druhů.

Shrnutí a závěry ze semináře

Z vyjádření účastníků a probíhající diskuse lze konstatovat, že se i letos seminář vydařil. Z přednášek je zřejmé, že se opět posunul význam decentrálních řešení a řešení šetřících vodu, i když to stále v praxi není vždy chtěná aktivita. Byly navrženy argumenty, proč má smysl se decentrálem zabývat – v řadě případů je udržitelnější, tj. výhodnější ekonomicky (cena za řešení odpadních vod), ekologičtější (voda zůstává v místě a přispívá k zmírnění následků klimatu), méně zdravotně rizikový (individuální řešení jsou nejméně riziková z hlediska šíření rezistence a bakteriálního znečištění). Ukázalo se také, že řešením může být jak high-tech, tak extenzivní přístup, důležitý je především individuální přístup zohledňující lokalitu samotnou. Slabinou je stále způsob, jakým probíhá kontrola provozu decentrálního řešení. U skupinových nasazení se jeví zajímavé sledování on-line, u individuálních řešení pak cesta vede přes revize, jen je potřebné, aby celý systém fungoval obdobně jako například technické kontroly u aut, a tady chybí podpora státu.

V rámci semináře proběhla debata o možnostech zlepšení procesu povolování a provozování domovních čistíren a toto jsou některé myšlenky a závěry z debaty:

Chybí systém kontroly provozu. Je třeba vést seznamy povolených a ohlášených čistíren a kontrolovat, zda byly provedeny revize ohlášených ČOV nebo odebrány vzorky, a motivovat tak majitele k jejich provedení (např. využít databáze ISPOP). Automaticky by tak vznikl tlak i na výrobce (odstraňování závad) a na kvalitu čistíren z hlediska provozu.

U DČOV musí být zajištěn reálný způsob likvidace kalů a z toho vyplynou další případné požadavky – řešení by mělo být již v projektové dokumentaci. Legislativa by měla být nastavena tak, aby nebylo nařizováno alibistické odvážení kalu na větší ČOV (má smysl odvážet 25 kg kalu/rok, nebo 10x za rok 150 l?), ale řešení umožňující reálné způsoby likvidace – např. kompost, stabilizace.

Telemetrii by bylo možné nařídit jen ve speciálních případech (CHKO apod.), v jiných případech je to spíše věcí výhodnosti a praktičnosti – např. u vegetačních čistíren nemá smysl, na druhé straně u obcí a skupin čistíren ano.

Příští seminář se bude konat v Jizerských horách ve dnech 3.–4. 6. 2020. Těšíme se na Vás.

Ing. Věra Štiková
Ing. Karel Plotěný
Odborná skupina ČAO
weruse@seznam.cz

YWP CZ – exkurze na chemické úpravně vody elektrárny Ledvice

Energetika patří v ČR k největším průmyslovým odběratelům vody s celkovým ročním odběrem srovnatelným s vodovody pro veřejnou potřebu. To a možnost zhlédnout celou řadu technologických zařízení bylo důvodem, proč se členové YWP CZ (Young Water Professionals Czech Republic) rozhodli uspořádat exkurzi právě na chemickou úpravnu vody jedné z našich uhelných elektráren. To, že volba padla právě na elektrárnu Ledvice v Bílině v Severních Čechách, nebylo náhodou. Nový zdroj elektrárny Ledvice o výkonu 660 MWe (elektrických megawatt) je jediným nadkritickým zdrojem v ČR a i v oblasti úpravy vody se má čím pochlubit.

Voda na Elektrárně Ledvice

Elektrárna Ledvice jako každá uhelná elektrárna potřebuje vodu ke dvěma hlavním účelům: 1) doplňování parovodního okruhu zajišťujícího přenos energie ze spalování na energii elektrickou (cca 1 % celkové spotřeby) 2) odvod nízkoteplotního kondenzačního tepla potřebného ke kondenzaci páry po průchodu turbínou (chladicí věž – cca 84 % veškeré spotřeby). Vedle těchto dvou základních funkcí je voda dále využívána pro přípravu vápencové suspenze v odsíření spalin (8 %), chlazení ostatních systémů (4 %), chlazení a dopravu kotelní strusky a popílku (3 %), vnitřní potřebu chemické úpravny vody a samotnou potřebu zaměstnanců elektrárny.

Zásobení vodou na elektrárně Ledvice je realizováno přivaděči z nádrže Všechlapy a z řeky Labe. Surová voda je dále upravována podle účelu použití čiřením, UV dezinfekcí, pískovou filtrací, reverzní osmózou a sestavou iontoměničových filtrů. Celou technologickou kaskádou od čiření až po demineralizační linku si projde voda určená pro doplňování parovodního okruhu. Pára je vyráběna věžovým granulačním kotlem (1286 MW_t – tepelný megawatt) parametry páry 600 °C/28 MPa (kritický bod vody 374 °C/22 MPa). Právě provoz v nadkritickém režimu s sebou nese vyšší nároky na kvalitu vody a páry, než je tomu u podkritických klasických elektráren. Voda vstupující do parovodního okruhu má předepsané maximální povolené parametry: měrný odpor 10 MΩ·cm, TOC 100 ppb, SiO_2 10 ppb, rozpuštěný kyslík 10 ppb, což je srovnatelné s vodu používanou v polovodičovém průmyslu s vysokými nároky na čistotu prostředí: měrný odpor 17,8 MΩ·cm, TOC 50 ppb, SiO_2 5 ppb, rozpuštěný kyslík 500 ppb (pro struktury 0,9 μm dle www.suezwaterhandbook.com).

Exkurze

Letos 14. května proběhla exkurze na chemické úpravně vody (ChÚV) na elektrárně Ledvice pořádaná YWP CZ. Do procesu využití a zpracování vody zasvětil účastníky exkurze Ing. Richard Seydl, Ph.D., vedoucí odboru chemické režimy. Exkurze byla zahájena prezentací

Chemická úpravna vody elektrárny Ledvice – čiření

Účastníci exkurze před chladicí věží

Vyhlídkové místo na budově kotle Nového zdroje elektrárny Ledvice

o fungování vodního hospodářství elektrárny a rozložení proudů procesní a odpadní vody. Po teoretickém úvodu následovalo představení dispozic a princip fungování elektrárny na modelu Nového zdroje elektrárny Ledvice umístěném na hlavním velínu elektrárny. Dále přišla prohlídka provozu, kde se mohli účastníci na vlastní oči seznámit s technologií a praxí ChÚV. Návštěva byla završena návštěvou infocentra elektrárny a výstupem na vyhlídkové místo umístěné na střeše budovy kotle ve výšce 140 m, což je dalším z Ledvických „nej“ (nejvyšší průmyslová stavba v ČR).

Činnost YWP CZ

Young Water Professionals Czech Republic je regionální odnož značky YWP zaštiťované IWA (International Water Association). YWP v České republice působí pod patronátem CzWA a jejím cílem je sdružovat profesionály (do věku 35 let) napříč technickými odvětvími aktivními v oblasti vody a vodního hospodářství. YWP CZ pořádá akce a setkání pro své členy a příznivce, účastní se konferencí a seminářů a pomáhá čerstvým absolventům a začínajícím specialistům zapojit se do oborné komunity. Pro více informací info@ywp.cz, https://www.facebook.com/YWPcz.

Ing. Martin Skala
Centrum výzkumu Řež s.r.o.
martin.skala@cvrez.cz

Informace o konferenci IWA

Ve dnech 16. až 20. června 2019 se konala v Berlíně 12. Mezinárodní konference IWA „Získávání a využívání recyklovaných vod“ s mottem ***Překonávání vodního stresu recyklací vody***. Konferenci pořádala odborná skupina IWA pro opětovné využívání vody. Konferenci zaštítila i Německá asociace pro vodu DWA a Spolkové ministerstvo školství a výzkumu. Konferenci výrazně podpořila i společnost Berliner Wasserbetriebe, která je zodpovědná za bezpečné zásobování pitnou vodou a odvádění a čištění odpadních vod pro 3,7 milionu berlínských obyvatel.

Konference se zúčastnilo přes 700 odborníků z celého světa. Program přednášek byl rozdělen do čtyř paralelních sekcí probíhajících od neděle do středy. Ve čtvrtek pak následovaly odborné exkurze. Tematicky lze přednesené referáty rozdělit následovně:

- přímé využití recyklované vody pro pitné účely;
- využití recyklovaných vod v průmyslu;
- integrace využívání recyklovaných vod do stávajících systémů zásobování vodou;
- opětovné využívání vody v rozvojových zemích:
  – potřebné technologie,
  – strategie aplikace, rizika;
- doplňování zásob podzemní vody – řízené obnovování akviferů;
- inovativní technologie pro přípravu recyklované vody;
- využití recyklovaných vod pro zemědělské závlahy;
- nové oblasti použití recyklované vody;
- integrace recyklace vod do rurálního i městského prostředí a tvorby krajiny;
- řízení rizik v systémech zásobování recyklovanou vodou a jejich snižování, validační postupy;
- malé a decentralizované systémy recyklace;
- zvyšování limitů tradičních čistírenských technologií;
- příklady recyklačních projektů: recyklace od 0 % do 100 %;
- sociální a ekonomické aspekty recyklace, trvalá udržitelnost recyklace vod;
- provozování, obsluha a údržba recyklačních systémů;
- vnímání a přijetí recyklované vody veřejností a trhem;

- regulace a správa oboru recyklace;
- využití recyklovaných vod v městském vodním hospodářství;
- monitoring kvality recyklovaných vod.

Součástí odborného programu byla i velká firemní výstava a i výstava posterů, přičemž na konci každé přednáškové sekce byl vyčleněn čas pro několik tzv. bleskových prezentací, kdy každý autor dostal 60 sekund na shrnutí svého posterového sdělení. Podobně jako na výstavě Vodovody a kanalizace v Praze v květnu 2019, i v Berlíně některé firmy demonstrovaly své vyspělé technologie čištění odpadních vod prezentováním piva vařeného z recyklované odpadní vody. Jedno z takových piv, připravené společností Xylem ve spolupráci s Berliner Wasserbetriebe a Kompetenz-Zentrum Wasser Berlin bylo servírováno i v rámci konferenční posterové party (viz **foto**). S přihlédnutím k chuti berlínských piv z pohledu českého konzumenta bylo toto pivo celkem obstojné.

Na konferenci zazněla i společná přednáška autorů z VŠCHT Praha a ČZU Praha s názvem *Distribution of selected pharmaceuticals between soil and plants when irrigated by treated municipal wastewater*. Závěry z této přenášky byly v dobrém souladu s ostatními přenáškami v bloku nazvaném ***Agricultural Reuse – Transfer of contaminants into irrigated crops***, které potvrdily, že zavlažované plodiny disponují určitou bariérou vůči transportu kontaminantů typu PPCP ze zavlažovací vody do biomasy. S tím dobře korespondovaly i poznatky kolegů z Kalifornie, které byly prezentovány v rámci diskuse. V Kalifornii jsou již dlouhodobé zkušenosti se zavlažováním zemědělských plodin vyčištěnými odpadními vodami, které ukazují, že při běžné konzumaci těchto plodin nemůže být člověk za dobu svého života exponován takovými dávkami těchto látek, které by mohly poškozovat lidské zdraví.

Jak je vidět jen z přehledu témat, konference přinesla ohromné množství informací ze všech možných úhlů pohledu na opětovné využívání odpadních vod. Kdyby se beseda, jejíž záznam byl otištěn v číslech 5 a 6 Vodního hospodářství 2019, konala až po této konferenci, určitě by se její průběh ubíral jiným směrem a hlavně, její název by nebyl „*Recyklovat odpadní vody? Ano nebo ne?*“, ale „***Jak rychle dohnat zpoždění v recyklaci vod v ČR a vytvořit pro ni potřebné právní prostředí***“.

Pro některé z dalších čísel časopisu Vodního hospodářství bude připravena souhrnná informace o stavu recyklace odpadních vod v zemích Evropské unie.

prof. Jiří Wanner
jiri.wanner@vscht.cz

POZVÁNKA NA PŘEDNÁŠKU

Dne 26. listopadu 2019 v 11:00 hod. se na VŠCHT Praha bude konat přednáška na téma:

ENERGETICKÁ ÚČINNOST PŘI ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Přednášejícím bude host Ústavu technologie vody a prostředí

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Krampe

MÍSTO KONÁNÍ
Praha 6, Technická ulice č. 3, budova B, posluchárna BII (přístup po hlavním schodišti od vrátnice).
Přednáška bude pronesena v anglickém jazyce bez tlumočení.

Profesor Krampe je vedoucím Katedry kvality vody a hospodaření se zdroji na Technické univerzitě ve Vídni. Na tomto postu je nástupcem u nás dobře známého profesora Helmuta Kroise. Prof. Krampe má za sebou bohatou odbornou kariéru v Německu, mj. jako vedoucí Ústavu zdravotního inženýrství na Univerzitě Stuttgart či jako místopředseda Německé asociace expertů pro technologie životního prostředí a infrastrukturu. Od března 2017 působí rovněž jako mimořádný profesor na Univerzitě Jižní Austrálie v Adelaide.

V rámci Mezinárodní asociace pro vodu IWA je profesor Krampe aktivní jako člen řídicího výboru skupiny specialistů pro velké čistírny odpadních vod. Z této pozice bude spolupředsedou 13. Specializované konference IWA **„Navrhování, provoz a ekonomika velkých čistíren odpadních vod“** v květnu 2020 ve Vídni.

Ve své odborné činnosti se zaměřuje na tyto oblasti: čištění odpadních vod aktivačním procesem i biofiltry, membránové bioreaktory, procesy terciárního čištění, energetická optimalizace čistíren odpadních vod a možnosti získávání nutrientů z odpadních vod.

Pro usnadnění organizace přednášky si dovolujeme požádat případné zájemce, aby svůj zájem o účast na přednášce oznámili včas e-mailem na adresu jiri.wanner@vscht.cz.

Na Vaši účast se těší za organizátory akce:

Prof. Ing. Jiří Wanner, DrSc.
IWA Distinguished Fellow

Listy CzWA – pravidelná součást časopisu Vodní hospodářství – jsou určeny pro výměnu informací v oblastech působnosti CzWA

Redakční rada: prof. Ing. Jiří Wanner, DrSc. – předseda Ing. Markéta Hrnčírová; prof. Ing. Pavel Jeníček, CSc.; Ing. Martin Koller; Ing. Karel Plotěný; Ing. Karel Pryl; Ing. Pavel Příhoda; doc. RNDr. Jana Říhová Ambrožová, Ph.D.; Ing. Helena Sochorová; Ing. Petra Vachová; Ing. Miroslav Váňa; Ing. Jan Vilímec; Ing. Tomáš Vítěz, Ph.D.

Listy CzWA vydává Asociace pro vodu ČR – CzWA

Kontaktní adresa:
Asociace pro vodu ČR z.s., Traťová 547/1, 619 00 Brno
+420 737 508 640
e-mail: czwa@czwa.cz

Příspěvky do čistírenských listů zasílejte na adresu:
prof. Ing. Jiří Wanner, DrSc., VŠCHT Praha,
Ústav technologie vody a prostředí, Technická 5,
166 28 Praha 6, telefon 220 443 149 nebo
603 230 328, fax 220 443 154,
e-mail: jiri.wanner@vscht.cz

vodní hospodářství®
water management®

9/2019 ◆ ROČNÍK 69

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: prof. Ing. Jiří Wanner, DrSc. – předseda redakční rady; doc. RNDr. Jana Říhová Ambrožová, PhD.; prof. Ing. Igor Bodík, PhD.; Ing. Václav David, Ph.D.; doc. Ing. Petr Dolejš, CSc.; Ing. Pavel Hucko, CSc.; Ing. Tomáš Just; prof. Ing. Tomáš Kvítek, CSc.; Jaroslava Nietscheová, prom. práv.; prof. Vladimir Novotny, PhD., P. E., DEE; RNDr. Pavel Punčochář, CSc.; doc. Ing. Nina Strnadová, CSc.; Ing. Jiří Švancara; RNDr. Miroslav Vykydal

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.

Sledujte časopis Vodní hospodářství na Twitteru!

Odemčené články, diskuze, komentáře, průběžně aktualizovaný seznam vodohospodářských akcí.

twitter.com/vodni_hosp

NENECHTE si ujít

13.–15. 9. Vodohospodářská padesátka 2019. 46. ročník sportovní akce. Info: www.vuv.cz

17.–21. 9. FOR ARCH 30. ročník mezinárodního stavebního veletrhu. PVA EXPO PRAHA. Info: www.forarch.cz

18.–20. 9. VODA. 13. bienální konference. Kongresové centrum Lázeňská Kolonáda, Poděbrady. Info: www.czwa.cz

27. 9. ČOV v malých obcích a při nízkých koncentracích znečištění odpadní vody. Webinář (on-line seminář) ASIO bude probíhat od 9:30 do cca 10:30 na YouTube www.youtube.com/user/ASIOczechrepublic/live. Info: www.asio.cz/cz/seminare

1. –5. 10. The 11th Eastern European Young Water Professionals Conference. Mezinárodní konference. Praha. Info: www.sovak.cz

3.–4. 10. Městské vody 2019. XIX. ročník mezinárodní konference a výstavy. Velké Bílovice. Info: www.mestskevody.cz

8.–10. 10. Pitná voda. XVIII. konferencia s medzinárodnou účasťou. Trenčianske Teplice. Info: www.savesk.sk

9.–10. 10. Národní dialog o vodě na téma: Vodní zdroje a zásobování pitnou vodou. SKI hotel, Nové Město na Moravě. Info: www.cvtvhs.cz/

16. 10. Podzemní voda ve vodoprávním řízení XIV. Seminář. Novotného lávka, Praha 1. Info: www.sovak.cz

23.–24. 10. Vodní nádrže. 5. ročník odborné konference. OREA hotel Voroněž v Brně. Info: www.pmo.cz

25. 10. Recyklace šedé vody. Webinář (on-line seminář) ASIO bude probíhat od 9:30 do cca 10:30 na YouTube www.youtube.com/user/ASIOczechrepublic/live. Info: www.asio.cz/cz/seminare

5.–6. 11. Provoz vodovodů a kanalizací. Konference. Parkhotel Congress Center v Plzni. Info:www.sovak.cz

7. 11. Úspory vody v průmyslu. Řešení nedostatku vody v průmyslu. Budova Pivovaru Staropramen, Praha. Info: www.bids.cz

12. 11. Nové trendy v čistírenství a vodárenství. Konference. Soběslav. Info: www.envi-pur.cz.

19. 11. Vzorkování pitných, podzemních a odpadních vod. Seminář. Brno, hotel Prometheus. Info: www.ekomonitor.cz

26. 11. Vodní zákon a novela stavebního zákona. Seminář. Praha, EA hotel Populus. Info: www.ekomonitor.cz

26.–27. 11. Vodní toky 2019. Konference. Hotel Černigov, Hradec Králové. Info:www.vrv.cz

29. 11. Energie a OZE. Webinář (on-line seminář) ASIO bude probíhat od 9:30 do cca 10:30 na YouTube www.youtube.com/user/ASIOczechrepublic/live. Info: www.asio.cz/cz/seminare

13. 12. ASIO NEW a TZB, nové výrobky pro rok 2020; ASIO a ASIO NEW – historie a současnost, PF 2020. Webinář (on-line seminář) ASIO bude probíhat od 9:30 do cca 10:30 na YouTube www.youtube.com/user/ASIOczechrepublic/live. Info: www.asio.cz/cz/seminare

4.–8. 5. 2020 IFAT. 21. světový veletrh pro vodu, odpadní vodu a odpadové hospodářství. Mnichov. Info: www.expocs.cz

10 věcí, které byste měli promyslet, než začnete na zahradě chytat dešťovou vodu

Dešťová voda na vaši zahradu naprší sama a zdarma. Využívat ji se rozhodně vyplatí. Je ale dobré si způsob využití dobře promyslet vzhledem k možnostem a charakteru vaší zahrady. Zde je několik bodů, které se vyplatí promyslet.

1. Co s ní chcete dělat?

Ať už nám jde o splnění zákonné povinnosti, toužíme po bujné zahradě bez horentního účtu za vodu z vodovodu nebo nám leží na srdci životní prostředí, na počátku veškerého plánování stojí rozhodnutí, zda chceme vodu **zasakovat, sbírat pro zálivku nebo využívat v domácnosti.** Důsledky našeho rozhodnutí se totiž projeví právě v zahradě. V závislosti na množství vody a konkrétním prvku hospodaření s dešťovou vodou bude náš pozemek doplněn o jezírka či tzv. dešťové zahrady, více či méně dekorativní obdobu běžného sudu nebo jen o prostý poklop podzemní dešťové nádrže.

2. Spočítejte si, kolik vody máte k dispozici

Pořízení jakéhokoliv prvku hospodaření s dešťovou vodou nutně předchází trocha matematiky. Na dimenze objektu má vliv zejména srážkový úhrn a plocha odvodňovaných povrchů. Z výpočtu nám vzejde, s jakým množstvím dešťové vody můžeme počítat a jak velkou nádobu na vodu má smysl pořídit. Pozor: Nezanedbatelné množství vody stéká kromě střechy také ze zpevněných povrchů v zahradě.

3. Udělelejte si hydrogeologický průzkum či vsakovací zkoušku

Jestli to s dešťovou vodou myslíte vážně a chcete víc než jen k okapu přistrčit starý sud, pak se vyplatí kontaktovat hydrogeologa. Někdy totiž můžeme v dobré víře udělat víc škody než užitku. Prioritu v rámci hospodaření s vodou by mělo mít vsakování. Ne všude je vhodné podloží a půdní podmínky vsakování umožňují. V takovém případě je lepší vodu zadržet a pak regulovaně odvést do vodoteče či kanalizace. Každopádně vám hydrogeolog může stanovit koeficient vsaku. Tato veličina společně s výškou hladiny podzemní vody hraje roli při dimenzování vsakovacího tělesa. Informace o vodních a půdních poměrech ale zužitkujete také při plánování výsadeb.

4. Počítejte s dešťovkou už ve fázi plánování domu či zahrady

Návrh domu a zahrady by měly jít ruku v ruce, což při integraci hospodaření s dešťovou vodou platí dvojnásob. Vyhneme se tak situaci, kdy bude třeba pracně vytvořený návrh zahrady (či nedej bože již realizovanou zahradu!) předělat jen proto, že došlo k opomenutí důležité skutečnosti, např. zachování dostatečného odstupu objektů hospodaření s dešťovou vodou od budov. Po zvážení výše zmíněných bodů nám vykrystalizují jednotlivé možnosti. Ať už podzemní nádrž nebo vsakovací rigol, všechny prvky mají svá specifika, co se umístění týká. Pokud s hospodařením s dešťovou vodou počítáme již v návrhu zahrady, ušetříme také peníze. Přebytečnou zeminu z jámy pro dešťovou nádrž můžeme např. využít na terénní modelace místo drahého odvozu a uložení. Ani dešťové sudy se nemohou umístit kamkoliv, chceme-li dlouhodobě zachovat dobrou kvalitu vody.

Na této „sofistikované" soustavě jsem děti učil spojené nádoby. Foto Václav Stránský

5. Respektujte terénní a světelné podmínky

Jedno je jisté, voda vždy teče z kopce dolů. Je proto užitečné zjistit, kde na naší zahradě leží nejníže položené místo. Tam totiž bude voda logicky směřovat. A nabízí se zde vytvoření např. dešťové zahrady. Kromě sklonu zahrady je vhodné přemýšlet i nad osluněním. Zatímco rostlinám zpravidla přímé sluneční světlo svědčí, nadzemní nádrži na vodu příliš ne. Teplá voda se totiž mnohem rychleji kazí. Mnohem lepší je vodu skladovat pod zemí.

6. Zvolte si: podzemními, či nadzemními prvky?

Možností, jak jímat dešťovku, je celá škála. Nejjednodušším řešením je nepochybně prosté napojení okapu na sud či nádrž, které dnes nabývají rozmanitých podob. Plánujeme-li využití v domácnosti, neobejdeme se bez podzemní nádrže adekvátních dimenzí. V případě, že je prioritou zasakování, nabízí se například podzemní vsakovací boxy. Skutečnou kreativní výzvou je, mají-li se stát prvky hospodaření s vodou součástí kompozice zahrady. Terénní modelace ve formě polderu může zahradě dodat na atraktivitě i bez vody. Zajímavější možností může být okrasné retenční jezírko či dokonce koupací biotop, který funguje jako eko alternativa ke klasickým bazénům.

7. Podpořte propustnost u zpevněných povrchů

Dle stavebního zákona by minimálně na 40 % plochy pozemku u rodinného domu či chaty mělo být umožněno vsakování dešťové vody. Trávník či záhony tuto podmínku naplňují bez problémů, co však se zpevněnými plochami, bez nichž se nemůžeme obejít? Řešením může být zatravňovací dlažba rozmanitých vzorů, voštinové rohože či klasická dlažba opatřená širšími spárami.

8. Zasaďte rostliny

Má-li se zahrada proměnit v soukromý ráj, bez rostlin to nepůjde. Už kvůli nim má cenu dešťovou vodu lapat, protože je pro zálivku vhodnější než voda z vodovodního řadu. Záhon, který zároveň slouží jako retenční či zasakovací objekt, je označován jako tzv. dešťová zahrada (rain garden). Jedná se o mělkou prohlubeň doplněnou o rostliny snášející specifické podmínky střídavého zaplavení.

9. Chytré zavlažovací systémy

Celá řada výrobců dnes poskytuje propracované systémy zavlažování, které oproti klasickému manuálnímu zalévání konví či hadicí přinášejí řadu výhod. Podzemní a nadzemní kapkové závlahy šetří vodou, protože ji dodávají přímo ke kořenům rostlin. Tyto soustavy mohou být plně automatizované, takže zálivka probíhá, i když jsme v práci nebo na dovolené. Díky možnosti napojení čidla půdní vlhkosti pak systém pozná, že pršelo a zavlažování odloží.

10. Počítejte se zimou

Zahrada vyžaduje určitou míru údržby celoročně, stejně tak objekty hospodaření s dešťovou vodou. Před příchodem mrazů nesmíme zapomenout na zazimování jak rostlin, tak těchto zařízení. Zatímco podzemní tanky jsou „v suchu" i v zimě, protože leží v tzv. nezámrzné hloubce, klasické sudy a nadzemní nádrže je třeba na zimu vyprázdnit a ideálně schovat do sklepa či kůlny.

Také z potrubí závlahových systému je třeba vodu vypustit a pozornost je třeba věnovat i čerpadlům, která mráz může nenávratně poškodit.

Článek vznikl v rámci projektu Počítáme s vodou (www.pocitamesvodou.cz).

Lucie Pančíková
destovavoda@ekocentrumkoniklec.cz

Systémový monitoring ENCELADUS pro soustavy domovních ČOV AT plus

... a máte jejich provoz pod on-line kontrolou!

Domovní čistírny odpadních vod umíme nepřetržitě monitorovat, ale i vzdáleně řídit!

Odborný provoz systému DČOV a roční zprávy pro SFŽP nechte na nás!

SATTURN ENCELADUS abplast VFL

www.enceladus.cz
www.abplast.cz

Aqua Global INTELIGENTNÍ ŘEŠENÍ FILTRACE A ÚPRAVY VODY

PRŮMYSLOVÁ A KOMUNÁLNÍ FILTRACE VODY

Dodáváme špičkové izraelské produkty a technologie pro filtraci a úpravu průmyslových a komunálních vod.

Naše filtrační zařízení a technologické celky pro filtraci a úpravu vody spolehlivě pomáhají již ve více než **52 zemích** světa.

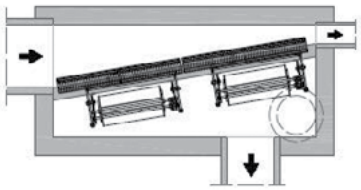
www.aquaglobal.cz

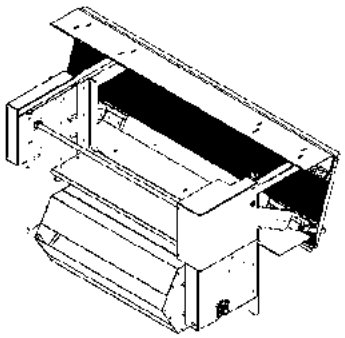
Aqua Global s. r. o.
Brněnská 30,
591 01 Žďár nad Sázavou

tel./fax: +420 566 630 843
mobil: +420 602 727 230
e-mail: info@aquaglobal.cz

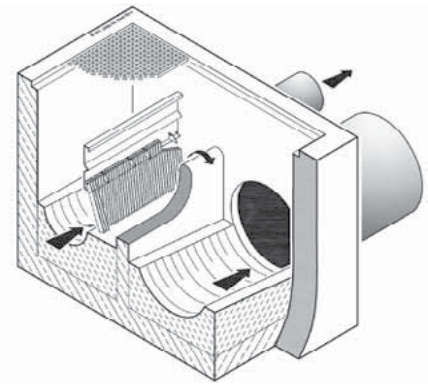
Zachytávání plovoucího znečištění na přelivech odlehčovacích komor a dešťových nádrží

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



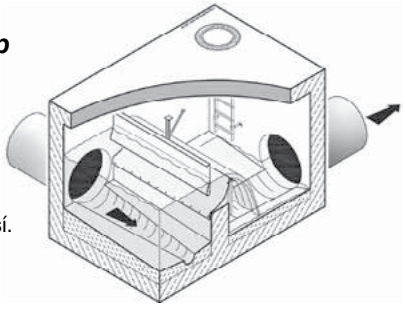


Sklopné česle *FluidScreen*
Robustní konstrukce s velkými česlicovými poli s rovnými nerezovými česlicemi. Zachytávání hrubého znečištění na přelivech odl. komor a dešťových nádrží. Automatické otevírání česlí při zanášení. Dodatečně upravitelný rozestup česlic (standardně 25 mm). Variabilní uchycení do stropu nebo do boků objektu. Jednoduché manuální čištění. Vhodné pro rekonstrukce objektů.



Automaticky stírané česle *GiWA*®
Strojně stírané česle s vodou poháněným stíracím mechanismem. Modulová konstrukce (nerez ocel a PVC) pro dlouhé přelivy odl. komor. Vertikálně osazené česlice jsou čištěny ze shora dolů stíracím hřebenem. Standardní rozestup česlic 7 mm. Shrabky jsou stírány z česlí dolů pod přeliv do přítokové kanalizace. Minimální údržba, lopatkové vodní kolo a pohyblivé díly jsou přístupné z odlehčovací stoky. Montáž může být provedena při rekonstrukci objektu šachtovým vstupem.

Přeliv s nornou stěnou *FluidDrop*
Nerezový přeliv a norná stěna jsou vhodné k dodatečnému osazení na přelivy odl. komor, do objektů s omezeným prostorem mezi přítokem a přelivem. Plovoucí nečistoty zůstávají před nornou stěnou, která nezasahuje do přítokového potrubí. Hladký nerezový přeliv se nezanáší. Upevnění konstrukce do přelivu a stropu objektu. Nenáročné na obsluhu.



Zašleme referenční projekty na vyžádání.

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

xylem
Let's Solve Water

NEW
pro IQ Sensor Net

Alyza IQ: prostá volba pro P-PO4 analyzátor

Méně reagencií,
jednoduchý servis,
přesné výsledky!

WTW

WTW měřicí a analytická technika s.r.o. · Dopraváků 3 · 184 00 Praha 8 · ČR
Tel: +420 286 850 331 · e-mail: info@wtwcz.com · www.wtwcz.com