



# *vodní hospodářství*

www.vodnihospodarstvi.cz

ročník 73

**10**  
2023

**Neobvyklý boj za vodu:  
ENVI-PUR zachraňuje  
Velký Bolevecký rybník  
v Plzni. Více na str. 12.**

**envi pur**  
hospodaříme s vodou



XXVI. ROČNÍK KONFERENCE

**NOVÉ TRENDY  
V ČISTÍRENSTVÍ**



**7.-8. 11. 2023**

HOTEL PALCÁT TÁBOR

[www.envi-pur.cz](http://www.envi-pur.cz)







**CENTRIVIT**  
ENVIRONMENT AND PROCESS TECHNOLOGIES

Dodávka, montáž a servis zařízení na  
zahušťování a odvodňování kalu

Odstředivky, šnekolisy, dehydrátory, sítopásové  
lisy, pásové a rotační zahušťovače



Více než 300  
instalací v Čechách  
a na Slovensku  
Více než 25 let  
zkušeností



Chcete si na váš kal vyzkoušet naši odvodňovací  
odstředivku, šnekolis nebo dehydrátor?

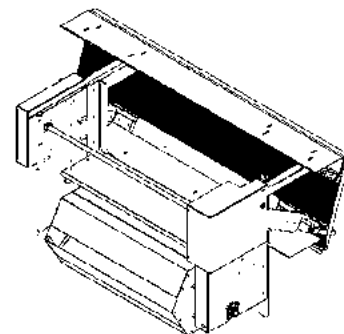
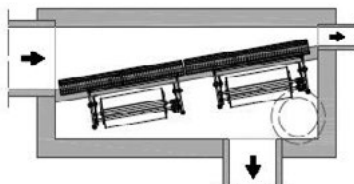
Vyzkoušejte naše mobilní zařízení!



[www.centrivit.cz](http://www.centrivit.cz)

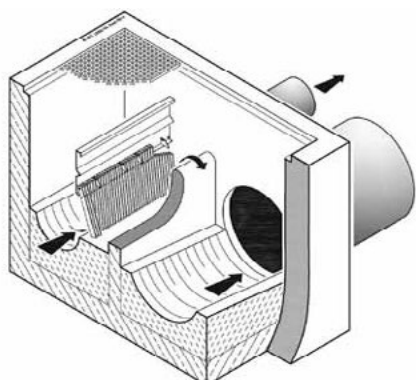
## Zachytávání plovoucího znečištění na přelivech odlehčovacích komor a dešťových nádrží

PFT, s.r.o.  
[www.pft-uft.cz](http://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.

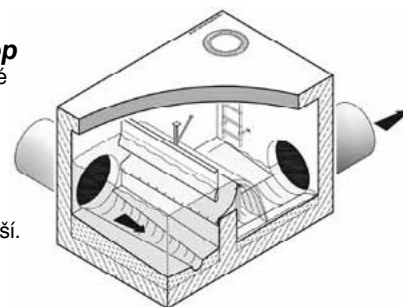


### Automaticky stírané česle *GiWA*®

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 normou stěnou *FluidDrop*

Nerezový přeliv a normá stěna jsou vhodné k dodatečnému osazení na přelivy odl. komor, do objektů s omezeným prostorem mezi přítokem a přelivem. Plovoucí nečistoty zůstávají před normou stěnou, která nezasahuje do přítokového potrubí. Hladký nerezový přeliv se nezanášá. 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](mailto:pft@pft-uft.cz)



## Na zkušenou

...jezdívali naši předkové běžně. Tovaryš vokoukl, jak se boty dělají jinde, třeba jen ve vzdálenější dědině či městě. Technik se mnohým finesám naučil někde ve fabrice, třeba v Německu, vědci získávali zkušenosti a kontakty na univerzitě příkladmo ve Francii. To bylo na dlouhých 40 let přerušeno uzurpováním moci komunisty. Jak říkávala moje máma, byli jsme zavřeni jak ta bláznivá Anička na dvorečku a pro sých jsme ještě byli uvázaní na špagátu. Já z okolí svých vrstevníků neznám nikoho, kdo mohl vycestovat, aby se votrkal, získal kontakty, zjistil, jak jinak to dělají jinde a vrátil se domů, aby postřehy využil tady v práci a i v životě, politice, kultuře... Jedinou možností byla jednosměrná emigrace, bez naděje na návrat domů. I to byl jeden z důvodů našeho propastného zaostávání.

Po roce 1989 se mladým umožnilo jít na vandr, byť v úplně jiném formátu než kdysi. Snad většina vysokoškoláků, i mnozí středoškoláci využili projekt ERASMUS nebo sami si zajistili studium někde venku. My ostatní, prezenčnímu studiu odrostlí, do zahraničí jezdíme skoro jen soukromě, na dovolenou, za přáteli, nebo za dítětem, které v zahraničí studuje, nebo se tam přivdalo, příženilo. Někteří z nás občas vycestují i služebně, nebo v jižním a západním pohraničí mnozí šikovní, pracovití, podnikaví pendlují.

Málokdy si však všímáme drobností, které o zemi, národu vypovídají podle mého nejvíce. Myslím, že bychom i v těchto případech měli mít oči otevřené a všimát si co nejvíce každodenních všedností a přemýšlet, čím nás ta cizina může inspirovat, nebo se snažit „donutit“ k zamyšlení. Nedávno jsem psal o svých postřezích z postsovětského Pobaltí. Nyní jsem byl v Dánsku, kde dcera začala studovat.

Co mě zaujalo? Nejdříve něco vodařského: u umyvadel v kuchyni i na toaletě tekla voda čůrkem. Příčinou nebyla vada, porucha, zanesení, byl to úmysl! K mytí rukou, čištění zubů, opláchnutí hrníčku opravdu nepotřebujete vodu tekoucí proudem. V obchodech je k dostání omezené množství balené pitné vody. Je to proto, že kohoutkové vodě důvěřují a zdá se být i chutná (ostatně zpětně jsem si uvědomil, že omezený sortiment balené vody byl i v té Litvě, Lotyšsku, Estonsku). Příčinou je asi kvalitní voda z kohoutku. Tuto moji domněnku mi částečně potvrdil ve slově na závěr pan doktor Kožíšek ze SZÚ (doporučuji přečíst).

V Dánsku jsou krásná a dlouhá pobřeží, mokřady přecházející ve vřesoviště a rašeliniště, často i chráněná, dokonce i Ramsarem. Trochu mě zaskočil přístup Dánska k těmto územím. Na pláži lidé příjždějí hromadně auty, která zaparkují tak, že jim mořská voda pomalu smáčí pneumatiky. Vytáhnou kempovací výbavu a... a kempují. Oni ostatně mají v statutech o ochraně a využití těchto oblastí teze o zpřístupnění přírody široké veřejnosti, o podpoře zdravého životního stylu, o edukaci... O ochraně přírody se tam člověk toho moc nedočte. Možná se to bere samo sebou?!

Poslední postřeh je z trochu jiného soudku. U nás jsou radary a občas retardační pásy rozesety už i v těch malých vesnicích. Přitom většina z nás tu padesátku, devadesátku dosti často vědomě překračuje. V Německu je občas radar a občas je i někdo, kdo si z rychlostních limitů moc nedělá. V Dánsku jsem párkrát zaregistroval radar, a přitom se rychlosti (až na výjimky) dodržovaly. To přitom mimo obec je příkázaná osmdesátka! Na těch jejich rovinách, kudy vedou silnice jako přímky, to přitom svádí k sešlápnutí plynu. Nevím, jestli to mají v letoře, že předpisy se zkrátka dodržují, nebo tím, že nad nimi visí Damoklův meč i na jejich poměry drakonických pokut?

Doporučuji při cestách do zahraničí věnovat pozornost nejen těm zajímavostem z bedekrů, ale všimát si i drobností, které nás mohou poučit, inspirovat.

Vačlav Stránský



- **průmyslové úpravny vod**
- **komunální úpravny vod**
- **reverzní osmózy**
- **ultrafiltrace**

**G-servis Praha, s.r.o.**  
Třanovského 622/11  
163 00 Praha 6 - Řepy

[www.g-servis.cz](http://www.g-servis.cz)



- **průmyslové čistírny odpadních vod**
- **komunální čistírny odpadních vod**
- **dekontaminační jednotky**
- **plastová výroba**

**Najdete nás na adrese:**

**EKOsystem spol. s r.o.**  
Na Radosti 184/59, 155 21 Praha 5

[www.ekosystem.cz](http://www.ekosystem.cz)





# vodní 10/2023 hospodářství®

## OBSAH

- Materiálová transformace celulózy z městských odpadních vod (Djordjevičová, D.; Raček, J.; Chorazy, T.; Hlavínek, P)..... 1
- Informace k výzkumnému projektu „Vyhodnocení možností využití plánovaných liniových staveb k realizaci převodů vody mezi povodími a mezi vodárenskými systémy“ (Hospodka, R.; Fučík, P.; Hejduk, T.) ..... 6
- Různé
  - Kyanidová havárie na Bečvě II.: Hazard, který nevyšel (Růžička, J.) ..... 10
  - Prušánky – 2023, seminář Inteligentní aerační zařízení (Foller, J.) ..... 11
  - Velký Bolevecký rybník: navyšování hladiny vodou z řeky Berounky (Hnojna, K.; Hrušková, P.) ..... 12
  - Jak dva lidé z Podbaby viděli jeden film o bourání hrází: Recenze filmu DamBusters – The Start of the Riverlution (Fiala, D.; Just, T.) ..... 14
  - Fenomén BIM, nový nástroj ve stavebnictví po celou dobu životnosti investice (Winkler, S.) ..... 18
  - Povodně 2013 – ohlédnutí po 10 letech (Kysela, M.) ..... 20
  - Revitalizace tůň v Libotenicích (Vávra, M.) ..... 21
  - Psí zuby najdeme i v našich vodách (Blabolil, P.; Kajgrová, L.; Jůza, T.) ..... 22
  - K článku Mikropolutanty v technologii vody a poznámka k dotacím (Hlaváč, J.) ..... 24

## CONTENTS

- Material transformation of cellulose from municipal wastewater (Djordjevicova, D.; Racek, J.; Chorazy, T.; Hlavinec, P)..... 1
- Information on a research project “Options of the planned line constructions for the implementation of water transfers between river basins and water supply systems” (Hospodka, R.; Fucik, P.; Hejduk, T.) ..... 6
- Miscellaneous ..... 10, 11, 12, 14, 18, 20, 21, 22, 24

Uveřejněné články jsou otevřeny k diskusi do 31. prosince 2023. Rozsah diskusního příspěvku je omezen na 2 normostrany A4, a to včetně tabulek a obrázků. Příspěvky laskavě zasílejte na e-mail [stransky@vodnihospodarstvi.cz](mailto:stransky@vodnihospodarstvi.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
- měřicí přístroje, sondy
- pronájem, monitoring
- servis, školení

U Parku 513, 252 41 Dolní Břežany  
e-mail: [mail@technoaqua.cz](mailto:mail@technoaqua.cz), [www.technoaqua.cz](http://www.technoaqua.cz)



www.in-eko.cz

ALL  
FOR  
WATER

IN-EKO  
TEAM

LEADER VE FILTRACI  
A MIKROFILTRACI

Celosvětově nejpoužívanější řešení pro odstranění NL a redukcí P

intenzifikovaný

diskový filtr



BENEFITY ↓

až 57% úspora nákladů na údržbu

až 40% úspora elektrické energie



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

tel.: 257 110 338 fax: 257 322 321 e-mail: [vrv@vrv.cz](mailto:vrv@vrv.cz) web: [www.vrv.cz](http://www.vrv.cz)

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

## Culligan®

### Technologie úpravy vod

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

Originální patentovaná filtrační technika pro:

- ◆ úpravu pitných vod
- ◆ průmysl a chladicí okruhy
- ◆ domácnosti a rodinné domy
- ◆ membránové technologie

CULLIGAN.CZ s.r.o.

Chrástany 140, 252 19 Rudná u Prahy  
Tel. 731 629 796, e-mail: [kancelar@culligancz.cz](mailto:kancelar@culligancz.cz)  
[www.culligancz.cz](http://www.culligancz.cz)



- Sanace kontaminovaných lokalit
- Ekologické konzultační služby EIA, IPPC, Due Diligence
- Biotechnologické a analytické laboratoře
- Výzkum v oblasti životního prostředí
- Likvidace, recyklace a úprava odpadů
- Zařízení pro čištění vzdušnin a vod
- Nepřetržitá ekologická havarijní služba

DEKONTA, a.s.

VOLUTOVÁ 2523, 158 00 PRAHA 5  
+420 235 522 252  
INFO@DEKONTA.CZ

WWW.DEKONTA.CZ



dekonta



# Materiálová transformace celulózy z městských odpadních vod

Denisa Djordjevićová, Jakub Raček, Tomáš Chorazy, Petr Hlavínek

## Abstrakt

Snahou Evropské unie je prostřednictvím legislativních opatření výrazně snížit objem biologicky rozložitelného odpadu, který se ukládá na skládky, a také vylepšit metody nakládání s čistírenskými kaly pocházejícími z komunálních čistíren odpadních vod. Evropská legislativa, zaměřená na podporu, principy a praktickou aplikaci cirkulární ekonomiky, považuje odpadní vodu mimo jiné za zdroj živin, energie a recyklované vody. V kontextu současné světové energetické krize se prosazují nové trendy, které kladou značný důraz na efektivní využívání zdrojů (odpadů) a úspory energií. V surové odpadní vodě na přítoku do čistírny odpadních vod se nachází velké množství celulózních vláken, která pocházejí převážně z toaletního papíru. Tato celulózní vlákna, která tvoří 30 až 50 % nerozpuštěných látek následně obsažených v primárním čistírenském kalu, zatěžují touto nerozpuštěnou organickou frakcí biologický stupeň čistění odpadních vod a zejména pak kalové hospodářství. Odstraněním celulózního kalu v primárním stupni čistění lze dosáhnout úspory energie a současně i úspory aplikovaných chemikálií v sekundárním stupni čistění. Takto významně zmenšíme objem kalového hospodářství. Kromě materiálové transformace zaměřené na znovupoužití celulózy jako suroviny má separovaný celulózní kal i atraktivní energetickou hodnotu. Tento článek prezentuje výsledky výzkumu, kdy byla celulózní vlákna z odpadní vody separována pomocí dynamického mikrosíta s průřezem 0,30 mm a šnekovým lisem. Následná materiálová transformace celulózního kalu byla provedena metodou konvenční středněteplotní pyrolýzy ve výzkumném centru AdMaS VUT v Brně. Během pyrolýzy celulózního kalu byly získány tři výstupní produkty: pevný uhlíkatý produkt, pyrolýzní olej a pyrolýzní plyn. Všechny tyto výstupy mají energetické a materiálové využití směřující k implementaci pevného uhlíkatého produktu do zemědělství nebo do modrozelené infrastruktury.

## Klíčová slova

čistění odpadních vod – mechanické předčištění – recyklace celulózy – pyrolýza – pevný uhlíkatý produkt

## 1. Úvod

Způsob řízení odpadních vod (OV) se změnil v důsledku nových světových trendů souvisejících s dostupností „zdrojů“. Čistírny odpadních vod (ČOV) se stávají zařízeními nejen pro čištění, ale i pro využití zdrojů z OV [1]. To je v zásadě cíl pro vodní a odpadové hospodářství měst definovaný evropskou legislativou vztahující se k cirkulární ekonomice [2]. V podmínkách České republiky je strategickým dokumentem zpracovaným Ministerstvem životního prostředí a definujícím konkrétní legislativu v oblasti nakládání s komunálními odpady Státní politika životního prostředí 2030, s výhledem do 2050, která ukládá trend zvyšování podílu materiálového využití biologicky rozložitelných odpadů [3].

Současná kritéria Evropské unie pro primární čištění na ČOV vyžadují minimálně 20% odstranění organické hmoty a 50% odstranění suspendovaných látek. Samotná sedimentace často není dostačující pro efektivní primární čištění OV bez využití chemických procesů [4]. Výzva k omezení spotřeby energie při procesu provzdušňování a snížení množství přebytečného kalu vedla k odstranění organického materiálu před biologickým stupněm čištění [5]. Uvedené poznatky mají dopad na instalaci a zprovoznění jemných sítí mechanického předčištění pro optimalizaci výkonů primární úpravy na ČOV [4]. Tento způsob dočištění a úpravy primárního stupně přispívá ke zlepšení celkového procesu čištění OV [6] a má pozitivní impakt na jednodušší úpravy čistírenského kalu a současně pak přináší i menší náklady na jeho přepravu [7].

Zdrojem celulózy v městských OV je hlavně toaletní papír (TP), který v primárním kalu představuje 30 až 50 % nerozpuštěných látek [8].

Pro výzkumné účely zahrnoval proces získávání a využití celulózní frakce z městských OV následující fáze:

- separaci prostřednictvím jemných sítí celulózního kalu (dále jen CK), pro jeho následné
- odvodňování,
- sušení,
- peletizaci a
- pyrolýzu celulózních pelet.

Instalace této technologie se navrhuje pro ČOV s přítokem jednotné nebo oddílné kanalizace, se kterými se ve větších obcích setkáváme jen zřídka. V rámci primárního čištění OV, za lapákem písku a tuků a za česlovnou, se navrhuje instalace pro jemné dynamické prosévání pomocí mikrosít s velikostí ok 0,25 až 0,35 mm s odvodňovacím lisem [4]. Vytěžený CK je nutné v rámci předpřípravy pro proces pyrolýzy vysušit [9]. Pro materiálovou transformaci vytěženého CK bohatého na organickou hmotu zahrnující mimo jiné vysoký podíl gastro odpadu byla použita konvenční středněteplotní pyrolýza instalovaná a provozovaná ve výzkumném centru AdMaS VUT v Brně (AdMaS). Pyrolýza představuje termochemický redukční proces, který přeměňuje CK na tři produkty:

- pevný uhlíkatý produkt, tedy materiál s vysokým obsahem uhlíku, dále pak
- pyrolýzní olej, což je směs vody a oleje, a
- pyrolýzní plyn [9].

Získaný pevný uhlíkatý produkt má mnoho možností aplikací, např. se může používat v zemědělství jako přísada pro zlepšení vlastností půdy, hnojení půdy a zadržování vody v krajině vzhledem ke svému výrazným hygroskopickým vlastnostem [9]. Použití tohoto materiálu zahrnuje také vázání uhlíku, imobilizaci kontaminantů a snižování emisí skleníkových plynů [9]. Celulóza z kalu TP z OV na ČOV se může použít jako bioenergetický zdroj pro výrobu zelené energie, včetně pelet, bioetanolu a bioplynu [10]. Detailní návrhy instalací, technologií a objektů pro materiálovou transformaci celulózy z OV budou předmětem budoucích výzkumů, stejně jako definování procesu výroby produktů pyrolýzy.

## 2. Materiály a metody

První část výzkumných aktivit – získání CK – byla provedena na komunální městské mechanicko-biologické ČOV Brno-Modřice. Na místě primárního čištění za lapákem písku a tuku bylo umístěno experimentální poloproduční zařízení – stírané válcové síto s mikrosítem 0,3 mm pro jednostupňovou separaci vláken TP. Vytěžený CK byl následně solárně usušen na předemné ČOV Brno-Modřice. Druhá část výzkumu již byla provedena ve výzkumném centru AdMaS, kde část CK byla naředěna čistou vodou a dvoustupňově manuálně proseta přes mikrosíto 0,4 mm. Z vysušeného CK byly v paletizátoru vyrobeny pelety CK a termicky zpracovány technologií pyrolýzy na laboratorní jednotce středněteplotní pyrolýzy. Během tohoto procesu materiálové transformace byl z CK získán pevný uhlíkatý produkt, pyrolýzní olej a pyrolýzní plyn. Dále byly provedeny vybrané laboratorní analýzy, a to stanovení vlhkosti, obsahu organické hmoty a těžkých kovů (TK). Byla také provedena observace celulózních vláken z TP pod mikroskopem.



Obr. 1. Stírané válcové síto – SVSLS, zařízení s mikro sítem 0,3 mm, Fontana R, s. r.o. [11]



## 2.1. Separace celulózevého kalu

Zařizování stíraného válcového síta – SVSLS (výrobce Fontana R, s. r. o) s mikrosítem s průměrem 0,3 mm bylo instalováno za lapákem písku a tuku za mechanickým předčištěním na ČOV Brno–Modřice (obr. 1). Zařizování bylo provozováno cca 4 hodiny denně po dobu 4 dnů. Čerpadlem se základními pracovními parametry  $Q_{\max} = 150 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$  a  $H_{\max} = 7,5 \text{ m}$  byla OV čerpána na síto. Přecezená voda byla vypuštěna zpět do toku OV a získaný CK byl shromažďován v nádobě. Při dosažení předem definovaného množství CK se šnekové zařizování zapínalo a vytlačovalo vytěžený CK. Parametry provozního zařizování stíraného válcového síta – SVSLS výrobce Fontana R, s.r.o. jsou uvedeny v tab. 1.

Poslední 5. den experimentu, pro účel ověření množství CK bez příměsí, jako jsou zbytky z jídla, semena a podobně, bylo nainstalováno síto s otvory o průměru 2 mm, na které se opět čerpala OV. Po stírání nebo ostřikování síta vodou procházely vlákna TP sítem, na kterém zůstávaly pouze zbytky jídla a další nečistoty. Vizualním vnímáním bylo konstatováno, že CK vytěžený přes stírané válcové síto obsahoval velké množství odpadů z jídla. Z toho důvodu bylo navrženo dvoustupňové prosévání CK. Z již vytěženého a sušeného CK v laboratorních podmínkách se přes mikrosíto ručně oddělovala čistá frakce vláken TP (celulóza) pro laboratorní rozbory. Hlavním cílem bylo vyhodnotit jen CK bez ostatních organických frakcí. Pro ten účel bylo použito laboratorní síto z nerezové oceli velikostí ok 2 mm s obdélnou prosévací plochou a velikostí ok 0,4 mm s kruhovou prosévací plochou průměru 200 mm a rámem 50 mm.

## 2.2. Vzorky celulózevého kalu a předúprava pro proces pyrolýzy

Analýzy vlhkosti, pH a ztráty žiháním byly prováděny v laboratoři po dobu 4 dnů experimentu na vzorku čerstvě vytěženého CK jednodušňovou separací pomocí stíraného válcového síta. V této výzkumné části byly odebrány čtyři vzorky čerstvého CK. Během dne a v průběhu dnů se měnila vizuální podoba CK, včetně vlhkosti, barvy, konzistence a struktury. Třetí vzorek byl odebrán po deštivém dni pro rozšířené laboratorní rozbory, kde jsou přidány analýzy TK, dusíku, fosforu a celkového organického uhlíku (TOC). Vzorek vysušeného CK byl odebrán s cílem vytvořit fotografii z mikroskopu a určit vlhkost a ztráty žiháním. Za účelem mikroskopické observace bylo nutné tento vzorek v laboratoři homogenizovat a zpracovat. Na obr. 2 je vizuálně zobrazen rozdíl v barvě CK v bezdeštivém a deštivém období. Po dešti byl CK tmavý od spláchnuté zeminy a měl více příměsí listí, semen, trávy apod.

Ze sušeného CK byly ve výzkumném centru AdMaS vyrobeny pelety průměru 6 mm s pomocí briketovacího lisu na výrobu pelet JGE 230, který je primárně určen pro lisování rozdrčeného organického materiálu nebo krmných směsí. Takto vyrobené pelety byly použity jako náplň pro aplikaci technologie středněteplotní pyrolýzy na laboratorní jednotce provozované v centru AdMaS.

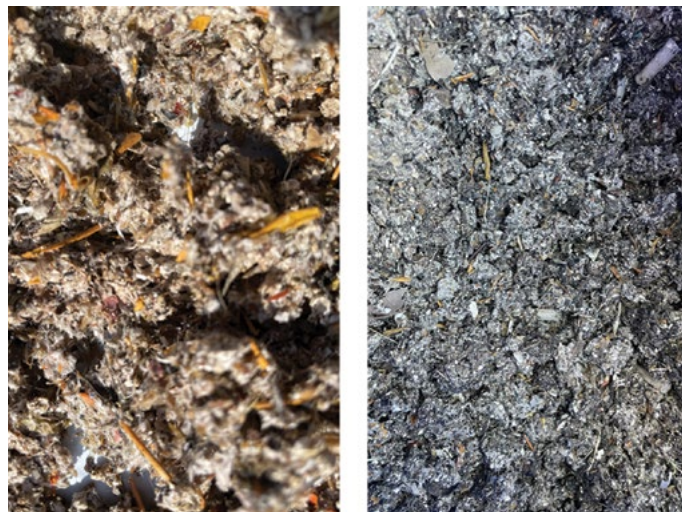
Během celého procesu separace CK po dobu výzkumu bylo získáno přibližně 3 kg suchého vstupního CK s obsahem sušiny 92,5 %. Z tohoto množství byl 1 kg sušeného CK opětovně naředěn pro účely dvoustupňové separace a zbývající 2 kg suchého CK byly pyrolýzně zpracovány s cílem získat pevný uhlíkatý produkt.

## 2.3. Středněteplotní pyrolýza celulózevého kalu

Během výzkumu byly testovány pelety CK na malé laboratorní jednotce středněteplotní termické pyrolýzy, která je provozována na AdMaS (obr. 3). Tato pyrolýzní jednotka, která je vybavena nerezovým válcovým reaktorem o objemu cca 10 litrů, pracuje s procesní teplotou v rozmezí 0–600 °C. Během jednoho pokusu je možno do reaktoru vložit až 3 kg vstupního organického materiálu/odpadu pro pyrolýzu, který je ohříván konvenčním způsobem přes drátový termočlánek napojený

Tab. 1. Základní technické údaje zařizování stíraného válcového síta-SVSLS

Základní technické údaje stíraného válcového síta – SVSLS	
Průtočné množství: Q	0 ÷ 20 l·s <sup>-1</sup>
Velikost otvoru síta:	1, 3, 5, 8 mm nebo dle přání
Příkon pohonu kartáče:	0,18 kW, 400 V / 50 Hz
Příkon pohonu šneku lisu:	0,37 kW, 400 V / 50 Hz
Pracovní prostředí:	α) vnitřní β) venkovní pro teplotu -20 ÷ 50 °C s topným systémem o příkonu 0,42 ÷ 0,7 kW; 230V / 50 Hz



Obr. 2. Srovnání separovaného CK v bezdeštivém (vlevo) a deštivém období (vpravo)



Obr. 3. Jednotka pro středněteplotní termickou pyrolýzu v AdMaS



Obr. 4. Materiálová transformace celulózevéch pelet procesem pyrolýzy na pyrolýzní olej (vlevo) a pyrolýzní plyn (vpravo)



na zdroj elektrické energie. Pro zajištění inertního prostředí před a po průběhu pokusu je celá jednotka připojena na tlakovou nádobu s inertním plynem a celý systém je před pokusem tzv. propláchnutý.

Během pyrolýzního procesu odchází výstupní výpary z reaktoru výstupním potrubím do chladiče, kde kondenzují a jsou zachyceny ve formě pyrolýzního oleje, který byl sbírán do nádoby pod jednotkou (obr. 4 vlevo). Výpary, které nebyly zkonzenzovány, byly vedeny do laboratorního spalovacího zařízení (fléry), kde se spaloval pyrolýzní plyn (obr. 4 vpravo).

Na obr. 5 jsou znázorněny celulózové pelety před pyrolýzou a jejich materiálová transformace procesem pyrolýzy na pevný uhlíkatý produkt.

Graf 1 znázorňuje průběh reakce pyrolýzy peletizovaného CK a průběh vnitřních a vnějších teplot v reaktoru pyrolýzní jednotky. Postupné zvyšování teploty reaktoru pyrolýzy způsobilo započetí pyrolytické reakce, která probíhala do okamžiku, kdy se vnitřní teplota reaktoru srovnala s vnější teplotou reaktoru.

### 3. Výsledky a diskuze

V rámci výzkumu byla dále provedena charakteristika CK se záměrem ověřit potenciál energetického využití. První část výsledků představují tedy laboratorní analýzy CZ: byly stanoveny pH, sušina, ztráta žiháním, TK, obsah dusíku, fosforu a TOC. Druhá část výsledků vyhodnotila kvantitativní parametry pyrolýzního zpracování CK, tj. množství výtěžku pevného uhlíkatého produktu, výtěžek pyrolýzního plynu a pelet vyrobených z CK.

#### 3.1. Vstupní charakteristiky průtoku odpadní vody, množství vytěženého celulózového kalu a okrajové podmínky během experimentu

Celková doba těžby CK činila 16 hodin. V tomto časovém období pracovalo čerpadlo s odhadovaným průtokem přibližně  $2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$  a přečerpalo zhruba  $115,2 \text{ m}^3$  OV přes stírané válcové síto. Za tuto dobu bylo získáno celkem cca 3 kg sušeného CK, což znamená, že hmotnostní výtěžek suchého CK byl zhruba  $0,026 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  OV.

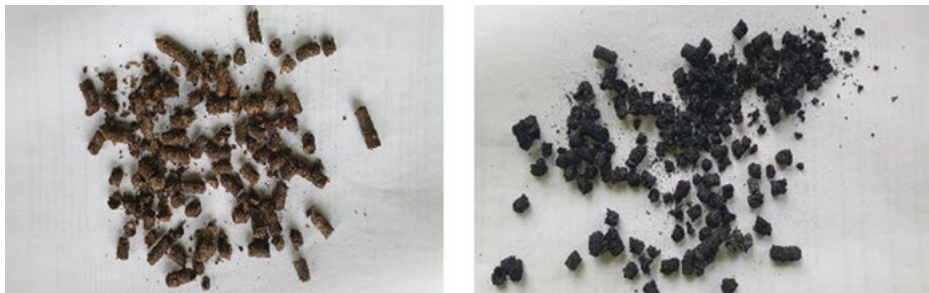
Při průměrném denním nátoku OV  $101 \text{ 501 m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$  na ČOV Brno-Modřice [12] by produkce suchého CK dosahovala  $2 \text{ 639 kg} \cdot \text{den}^{-1}$ , což je na roční úrovni  $963 \text{ 235 kg} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Město Brno mělo v roce 2022 celkem 379 376 obyvatel registrovaných k trvalému pobytu [13], produkci množství suchého CK na jednoho obyvatele je tedy možné počítat cca  $2,5 \text{ kg} \cdot \text{obyv.}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Při srovnání s dostupnými údaji z literatury, v západoevropských zemích se spotřebovuje až 15 kg TP na osobu za jeden rok (Crutchik et al., 2018). Vzhledem k celkové roční produkci kalu na ČOV Brno-Modřice  $5 \text{ 238 000 kg} \cdot \text{rok}^{-1}$  (sušina 93,7%) [12], by produkce CK představovala cca 20 % hmotnosti celého čistírenského kalu.

Základní parametry nátoku OV a meteorologické podmínky během experimentu na ČOV Brno-Modřice, jsou uvedeny v tab. 2.

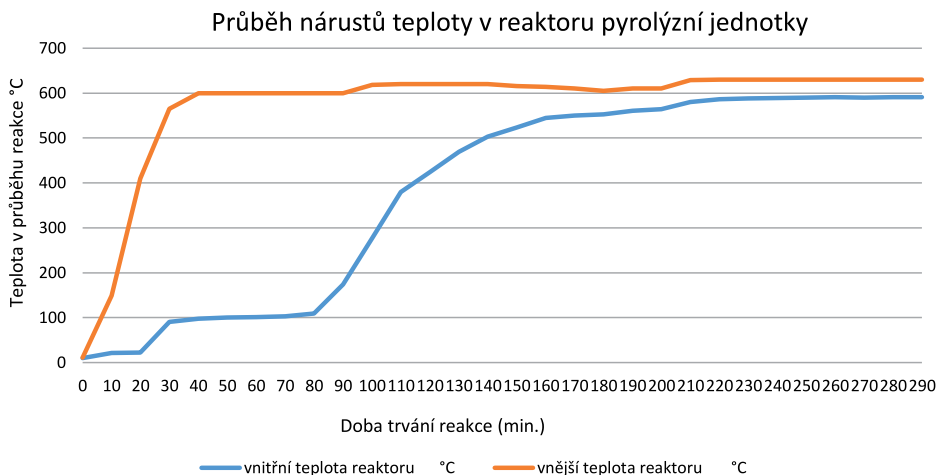
#### 3.2. Laboratorní rozborů celulózového kalu

V tab. 3 jsou uvedeny výsledky laboratorních analýz provedených na čtyřech vzorcích CK, které prošly jednostupňovou separací a byly odebrány z čerstvě vytěženého CK.

Vyhodnocení ukázalo, že obsah hmotnostní vlhkosti v mechanicky vytěžených vzorcích čerstvého CK se pohyboval v rozmezí od 9,0 %



Obr. 5 Materiál před pyrolýzou (vlevo) a pevný uhlíkatý produkt po pyrolýze (vpravo)



Graf 1. Průběh reakce pyrolýzy peletizovaného CK

Tab. 2. Základní parametry nátoku na ČOV Brno-Modřice, zdroj: [14]

Datum	20. 7. 2022	21. 7. 2022	22. 7. 2022	27. 7. 2022	28. 7. 2022
Průtok ( $\text{m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$ )	77 530	77 796	76 436	98 064	78 613
BSK <sub>5</sub> ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ )	395	385	345	375	285
CHSK-Cr ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ )	814	792	743	898	620
VL ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ )	1 300	1 240	1 140	1 340	1 110
NL ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ )	396	314	298	480	290
RL ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ )	904	926	842	860	820
pH	7,59	7,58	7,69	7,57	7,65
Konduktivita ( $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$ )	1 444	1 422	1 382	1 313	1 380
NH <sub>4</sub> ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ )	64,1	62,2	61,6	52,7	57,0
N-NH <sub>4</sub> ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ )	50,0	48,5	48,0	41,1	44,5
NO <sub>3</sub> ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ )	< 0,20	< 0,20	-	< 0,20	< 0,20
N-NO <sub>3</sub> ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ )	< 0,05	< 0,05	-	< 0,05	< 0,05
NO <sub>2</sub> ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ )	< 0,02	< 0,02	-	< 0,02	< 0,02
N-NO <sub>2</sub> ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ )	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01
N-celk. ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ )	68,0	67,3	64,0	62,6	61,7
P-celk. ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ )	8,16	8,71	7,06	8,44	7,33
AOX ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ )	0,395	0,374	-	0,384	0,299
Tmin (°C)	16,0	18,0	20	15	15
Tmax (°C)	34,9	34,7	33,6	26,1	27,2
Srážky (mm)	0	0	0,3	22,9 (od 26.7.)	5,8 (od 27.7.)

Poznámky: VL – sušina při 105 °C, NL – nerozpuštěné látky, RL – rozpuštěné látky, AOX – adsorbovatelné organicky vázané halogeny

do 19,1 % sušiny. Tento parametr je klíčový pro stanovení optimálního postupu a technologie pro odvodňování CK [15]. Aby bylo možné snížit náklady a zkrátit dobu sušení kalů, je nutné dosáhnout co nejvyššího obsahu sušiny ve vzorku. Je evidentní, že přítomnost organické hmoty v podobě celulózy neovlivňuje hodnotu pH CK, jak bylo předpokládáno. Naměřené hodnoty pH jsou blízké hodnotám, které byly zjištěny v nátoku OV do ČOV Brno-Modřice. Vysoké hodnoty ztrát při žihání v rozmezí od 89,9 % do 94,5 % v CK ukazují významný podíl organické hmoty ve vzorcích. Na základě hodnot N, P a TOC získaných z vytěženého CK můžeme navrhnout účinný proces biologického čištění a optimalizovat provoz v sekundárním stupni čištění, jelikož tyto hodnoty přispívají ke snížení zatížení vstupujícího do následujících stupňů čištění OV.

V **tab. 4** jsou uvedeny výsledky laboratorních analýz vysušeného CK z jednostupňové separace přes stírané válcové síto na ČOV Brno–Modřice a pro vzorek čerstvě vytěženého CK, který je získán dvoustupňovou manuální separací na výzkumném centru AdMaS, z 1 kg naředěného vysušeného CK z jednostupňové separace.

V porovnání s hodnotami ztráty žíháním vzorků jednostupňově mechanicky odděleného CK byla zaznamenána nižší hodnota tohoto parametru ve dvoustupňově manuálně prosetém vzorku, konkrétně 83,2 %. Tento fakt může být ovlivněn tím, že z jednostupňově prosetého CK byly odstraněny zbytky potravin, které tvořily určitý podíl organické hmoty v CK, přibližně 10 %. Z toho lze usoudit, že asi 10 % organické hmoty v peletizovaném a pyrolyzovaném vzorku pochází z potravinových zbytků, listů a podobně.

Vzhledem ke skutečnosti, že procesní teplota pyrolýzy nemá významný vliv na obsah TK v pevném uhlíkatém produktu [9], může se obsah TK v pevném uhlíkatém produktu jako výstupního produktu z technologie pyrolýzy CK hrubě určit i na základě obsahu TK v CK. Ten je opět ovlivněn přítomností TK v OV [9] a je to veličina která se mění v čase a závisí na mnoha faktorech. Jak je vidět z laboratorních rozborů, kromě veličiny arsenu se obsah TK pro vzorek-3 a vzorek-6 významně neodlišoval.

Černobílá a barevná fotografie vláken toaletního papíru, které pocházejí ze sušeného CK (**obr. 6**), jsou pořízeny mikroskopem se zvětšením 200x. Změřena je délka vlákna 242,52  $\mu\text{m}$  a tloušťka vlákna 4,55  $\mu\text{m}$ . Délka celulózových vláken v toaletním papíru se pohybuje v rozmezí 1–1,2 mm a zůstává stejná i během přepravy v kanalizační síti, čemu svědčí i skutečnost, že délka vláken v kalu z OV je podobná délce vláken v různých typech TP zakoupených přímo v obchodě [16]. Při nízké hydraulické zátěži bude převážná část vláken zadržena na síti o velikosti průřelů menším než 0,35 mm, zatímco většina zbývajících částic v přítoku sítím prochází [16].

### 3.3. Charakteristiky produktů materiálové transformace celulózového kalu

Vstupním vzorkem do procesu pyrolýzy byl vysušený CK z vláken toaletního papíru z OV, který byl získán separací za mechanickým předčištěním na ČOV Brno–Modřice. V **tab. 5** jsou uvedeny charakteristiky vstupního peletizovaného vzorku a výstupního vzorku pevného uhlíkatého produktu. Obsah sušiny 84,65 % se ukázal jako optimální pro proces peletizace. Z výsledků vyplývá, že 99,56 % uhlíku v CK je organického původu a v obsahu pevného uhlíkatého produktu činí organický uhlík 98,94 %. K nepatrnému relativnímu zvýšení podílu anorganického uhlíku v pevném uhlíkatém produktu dochází pravděpodobně z důvodu tepelného štěpení uhlovodíků.

Pro výrobu pelet byla použita matrice o průměru 6 mm a hmotnost vstupního vzorku pro peletizaci byla 2 kg. Z tohoto vstupního množství byly po procesu pyrolýzy získány tři produkty: pevný uhlíkatý produkt (0,59 kg), pyrolýzní olej (0,89 kg) a pyrolýzní plyn (0,52 kg). Hmotnostní a procentuální podíl těchto produktů je graficky znázorněn v **grafu 2**, který zobrazuje výstupy materiálové transformace.

**Tab. 3. Základní laboratorní rozbor separovaného celulózového kalu**

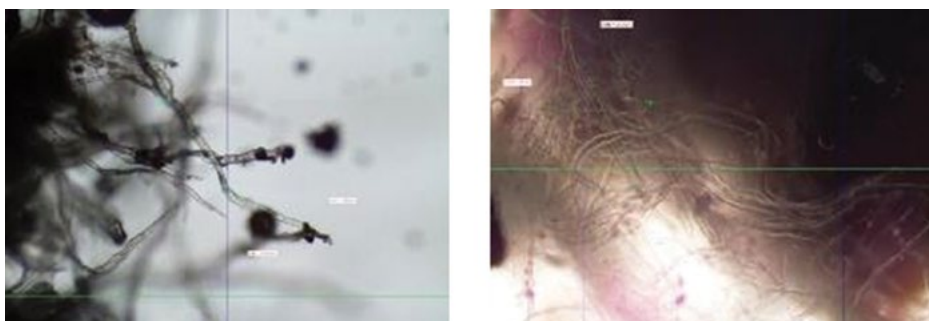
Ukazatel	Metoda	Jednotka	Výsledek	Nejistota
<b>Vzorek-1: CK</b>		<b>Provedení odběru: 20. 07. 2022</b>		
VL	SOP/M-07A	%	12,6	10%
pH	SOP/M-01	.	7,18	3%
<b>Vzorek-2: CK</b>		<b>Provedení odběru: 21. 07. 2022</b>		
VL	SOP/M-07A	%	9,0	10%
VLZZ	SOP/M-07A	.	94,5	10%
pH	SOP/M-01	%	7,42	3%
<b>Vzorek-3: CK</b>		<b>Provedení odběru: 27. 07. 2022</b>		
Arsen	SOP 5.14.1	mg·kg <sup>-1</sup> suš.	6,3	20%
Fosfor celkový (P)	SOP 5.14.1	mg·kg <sup>-1</sup> suš.	3 670	20%
Kadmium	SOP 5.14.1	mg·kg <sup>-1</sup> suš.	<0,50	-
Chrom	SOP 5.14.1	mg·kg <sup>-1</sup> suš.	26,1	20%
Olovo	SOP 5.14.1	mg·kg <sup>-1</sup> suš.	16,1	20%
Nikl	SOP 5.14.1	mg·kg <sup>-1</sup> suš.	10,5	20%
Rtuť	SOP 5.9.2	mg·kg <sup>-1</sup> suš.	0,616	20%
Zinek	SOP 5.14.1	mg·kg <sup>-1</sup> suš.	350	20%
Celkový organický uhlík (TOC)	SOP 21.10.1 (2)	mg·kg <sup>-1</sup> suš.	487 300	15%
Dusík v bezvodném vzorku (N)	SOP 21.6.1 (2)	mg·kg <sup>-1</sup> suš.	24 100	10%
VL	SOP 4.5.3	%	19,1	10%
<b>Vzorek-4: CK</b>		<b>Provedení odběru: 27. 07. 2022</b>		
VL	SOP/M-07A	%	14,6	10%
VLZZ	SOP/M-07A	.	89,9	10%

Poznámky: VL – sušina při 105 °C, VLZZ – ztráta žíháním při 550 °C

**Tab. 4. Laboratorní rozbor dvoustupňově prosévaného celulózového kalu**

Parametr	Metoda	Jednotka	Výsledek	Nejistota
<b>Vzorek-5: sušený CK</b>		<b>Provedení odběru: 26. 07. 2022</b>		
VL	SOP/M-07A	%	92,5	10 %
VLZZ	SOP/M-07A	%	94,2	10 %
<b>Vzorek-6: CK</b>		<b>Provedení odběru: 16. 09. 2022</b>		
Kadmium	S-METAXHB1	mg·kg <sup>-1</sup> suš.	< 0,40	-
Arsen	S-METAXHB1	mg·kg <sup>-1</sup> suš.	0,68	20 %
Měď	S-METAXHB1	mg·kg <sup>-1</sup> suš.	102	20 %
Rtuť	S-METAXHB1	mg·kg <sup>-1</sup> suš.	0,50	20 %
Nikl	S-METAXHB1	mg·kg <sup>-1</sup> suš.	15,2	20 %
Olovo	S-METAXHB1	mg·kg <sup>-1</sup> suš.	15,6	20 %
Vanad	S-METAXHB1	mg·kg <sup>-1</sup> suš.	6,51	20 %
Zinek	S-METAXHB1	mg·kg <sup>-1</sup> suš.	503	20 %
VL	S-DRY-GRCI	%	21,7	6,1 %
zbytek po žíhání při 550 °C	S-LI550GR	% suš.	16,8	5 %
VLZZ	S-LI550GR	% suš.	83,2	5 %

Poznámky: VL – sušina při 105 °C, VLZZ – ztráta žíháním při 550 °C



**Obr. 6. Černobílá a barevná fotografie vláken TP pořízené mikroskopem**

**Tab. 5. Charakteristiky pevného vzorku CK před a po pyrolýze**

Popis vstupního vzorku	Jednotka	TC	TOC	IC	Sušina
CK – pelety	%	42,80	42,61	0,19	84,65
CK – pevný uhlíkatý produkt	%	57,52	56,91	0,61	96,11

Poznámky: TOC – celkový organický, TC – celkový obsah uhlíku, IC – obsah anorganického uhlíku



### 3.5. Shrnutí

Z OV městské komunální ČOV Brno–Modřice bylo dynamickým mechanickým proséváním separováno celkem 3 kg suchého CK s obsahem sušiny 92,5 %. Jednostupňová separace byla provedena přes mikrosíto s průlinou o velikosti 0,3 mm a s průtokem OV cca 2 l·s<sup>-1</sup>. Pro oddělení CK je nutné zajistit nízkou hydraulickou zátěž a použít síto s průlinami menšími než 0,35 mm. Délka vláken, měřená mikroskopem, činí 242,52 μm a tloušťka vláken je 4,55 μm. CK byl vytlačován odvodňovacím šnekovým lisem. Vlhkost v mechanicky vytěžených vzorcích čerstvého CK se pohybovala v rozmezí od 9,0 % do 19,1 % sušiny. Vytěžený sušený CK je bohatý na organickou hmotu původem z vláken TP, o čemž svědčí vysoké hodnoty ztráty žíháním ve výši 94,2 %.

Byla zaznamenána nižší hodnota (přibližně 10 %) ztráty žíháním ve dvoustupňově manuálně prosetém vzorku, z něhož byly odstraněny potravinové zbytky, listí a podobně. To ukazuje, že asi 10 % organické hmoty v CK vzorku pochází z gastro / bio odpadu.

Během experimentu byla zaznamenána produkce CK v množství 0,026 kg·m<sup>-3</sup>. Při průměrném denním průtoku OV 101 501 m<sup>3</sup>·den<sup>-1</sup> by byla celková produkce suchého CK 2 639 kg·den<sup>-1</sup>, což by činilo 963 235 kg·rok<sup>-1</sup>. Jedna osoba vyprodukuje zhruba 2,5 kg suchého CK za rok, tedy CK tvoří přibližně 20 % celkového množství čistírenského kalu [12].

Získaný CK byl solárně sušen a následně peletizován (s obsahem sušiny 84,65 %) v rámci předpřípravy pro proces pyrolýzy. Během procesu středněteplotní pyrolýzy byly zpracovány 2 kg sušeného peletizovaného vzorku CK a byly získány tři produkty: pevný uhlíkatý produkt (0,59 kg), pyrolýzní olej (0,89 kg) a pyrolýzní plyn (0,52 kg). V peletách CK bylo zjištěno, že obsah TOC dosahuje hodnoty 42,61 %, zatímco v pevném uhlíkatém produktu je to 56,91 %. Téměř celkový uhlík v CK pochází z organického zdroje, přičemž byl zjištěn podíl organického uhlíku ve výši 99,56 % a v pevném uhlíkatém produktu 98,94 %.

Obsah TK v pevném uhlíkatém produktu z pyrolýzy CK je důležitý z hlediska jeho znovupoužití v zemědělství a lze ho určit na základě obsahu TK v CK, který je ovlivněn přítomností TK v nátoků OV na ČOV. Cílem experimentů pyrolýzního zpracování vzorků by měla být certifikace biocharu podle předpisů IBI (International Biochar Initiative) nebo EBC (The European Biochar Certificate) [9]. Tyto předpisy stanovují limity vybraných parametrů určujících certifikaci biocharu a jedním z nich jsou i TK [9].

V **tab. 6.1** a **tab. 6.2** jsou ukázány potenciální hodnoty objemu výroby produktů materiálové transformace celulózy v závislosti na počtu obyvatel (**tab. 6.1**) a ekvivalentních obyvatel (EO) (**tab. 6.2**). Výpočet je odvozen z údajů o odhadnuté produkci 2,5 kg·obyv.<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup> suchého CK a procentuálního podílů produktů materiálové transformace celulózy: pevný uhlíkatý produkt (29 %), pyrolýzní olej (45 %) a pyrolýzní plyn (26 %).

### 4. Závěr

Výzkumné centrum AdMaS se v současnosti věnuje analýze možností energetického využití CK v podobě pyrolýzního oleje a plynu. Kromě toho se výzkum zaměřuje na materiálové využití CK, které má za cíl implementovat pevný uhlíkatý produkt do zemědělství nebo do modrozelené infrastruktury měst. Tento výzkum přináší nové poznatky a možnosti pro širší aplikaci pyrolýzních produktů v oblasti energetiky a výroby uhlíkatých materiálů.

Výzkum materiálové transformace odpadu do přípravy dále využitelného produktu respektuje dva směry. První směr se zaměřuje na proces získávání celulóзовých vláken a jeho dopad na další fáze čištění a hospodaření s kalovými produkty. Druhý směr výzkumu se pak věnuje výzkumu technologie pyrolýzy pro termické zpracování a využití CK. Výzkum materiálové transformace celulózy z OV je orientován na vývoj efektivních technologií, které umožní co nejúčinnější využití CK a přispějí tak k udržitelnému rozvoji v oblasti nakládání s biologicky rozložitelnými odpady.

Státní politika životního prostředí České republiky navázaná na evropskou legislativu bude mít dopad na vlastníky a na provozovatele ČOV, kteří se budou připravovat na zvýšení účinnosti čištění OV, ale

**Tab. 6.1. Roční objem produkce materiálové transformace celulózy v závislosti na počtu obyvatel**

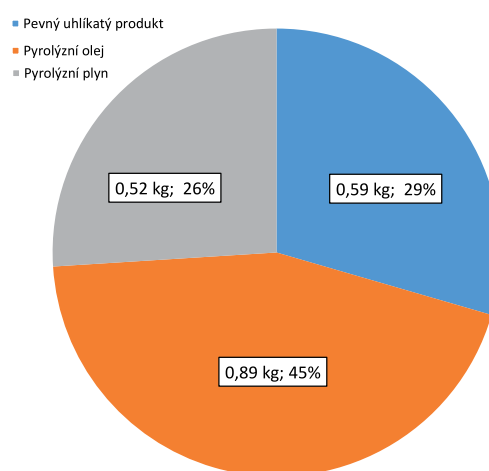
Počet obyvatel	Produkce (t·rok <sup>-1</sup> )			
	Suchý CK	Pevný uhlíkatý produkt	Pyrolýzní olej	Pyrolýzní plyn
10 000	25	7,25	11,25	6,50
50 000	125	36,25	56,25	32,50
100 000	250	72,50	112,50	65,00

**Tab. 6.2. Roční objem produkce materiálové transformace celulózy v závislosti na počtu EO**

Počet obyvatel	Produkce (t·rok <sup>-1</sup> )			
	Suchý CK	Pevný uhlíkatý produkt	Pyrolýzní olej	Pyrolýzní plyn
10 000	75	21,75	33,75	19,50
50 000	375	108,75	168,75	97,50
100 000	750	217,50	337,50	195,0

Poznámka: Výpočet je založen na předpokladu, že jednotka EO odpovídá 3 obyvatelům

Podíl výstupních produktů pyrolýzy a jejich hmotnostní a procentuální zastoupení při 2 kg vstupního materiálu:



**Graf 2. Znázornění materiálového podílů výstupních produktů středněteplotní pyrolýzy**

zejména pak k využití odpadů jako zdrojů. V rámci materiálové transformace odpadu do podoby produktu bude potřeba přeprojektovat a rekonstruovat nejen primární stupeň čištění na ČOV, ale také bude potřeba i modifikovat navazující sekundární biologický stupeň čištění OV a v neposlední řadě pak kalové hospodářství.

**Poděkování:** Tento článek byl vytvořen s finanční podporou MPO v rámci řešení projektu „Definování potenciálu získávání celulóзовých vláken z primárního stupně čištění odpadních vod“, reg. č. CZ. 01.1.02/0.0/0.0/20\_358/0028075.

### Literatura/References

- [1] Fernández-Arévalo, T.; Lizarralde, I.; Fdz-Polanco, F.; Pérez-Elvira, S.; Garrido, J.; Puig, S.; Poch, M.; Grau, P.; Ayesa, E. (2017). Quantitative assessment of energy and resource recovery in wastewater treatment plants based on plant-wide simulations. *Water Research*, 118, 272-288. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.04.001>
- [2] Nový akční plán EU pro oběhové hospodářství - Čistší a konkurenceschopnější Evropa (2020) (2020). EVROPSKÁ KOMISE. <https://www.databaze-strategie.cz/cz/eu/strategie/novy-akcni-plan-eu-pro-obehove-hospodarstvi-cisti-a-konkurenceschopnejsi-evropa-2020>
- [3] Státní politika životního prostředí České republiky 2030 s výhledem do 2050 (2020). Ministerstvo životního prostředí.
- [4] Rusten, B.; Ødegaard, H. (2006). Evaluation and testing of fine mesh sieve technologies for primary treatment of municipal wastewater. *Water Science and Technology*, 54(10), 31-38. <https://doi.org/10.2166/wst.2006.710>
- [5] Cellvation. (2018). Retrieved 2023-03-12, from <https://www.cell-vation.com/>
- [6] Chen, R.; Nie, Y.; Tanaka, N.; Niu, Q.; Li, Q.; Li, Y. (2017). Enhanced methanogenic degradation of cellulose-containing sewage via fungi-methanogens syntrophic

- association in an anaerobic membrane bioreactor. *Bioresource Technology*, 245, 810-818. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.09.046>
- [7] SMART-Plant: Cellvation. (2018). <https://www.cell-vation.com/>. Retrieved 2023-03-12, from [http://www.smart-plant.eu/images/marketing-flyers/SMARTech1\\_web.pdf](http://www.smart-plant.eu/images/marketing-flyers/SMARTech1_web.pdf). <https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/a02fcb9439f4537c-1256fbc00491592/3b6673e016fb1765c12587a4003c722f?OpenDocument>
- [8] Crutchik, D.; Frison, N.; Eusebi, A.; Fatone, F. (2018). Biorefinery of cellulosic primary sludge towards targeted Short Chain Fatty Acids, phosphorus and methane recovery. *Water Research*, 136, 112-119. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.02.047>
- [9] Racek, J., Sevcik, J., Chorazy, T., Kucerik, J., & Hlavinec, P. (2020). Biochar – Recovery Material from Pyrolysis of Sewage Sludge: A Review. *Waste and Biomass Valorization*, 11(7), 3677-3709. <https://doi.org/10.1007/s12649-019-00679-w>
- [10] Cirtec. (2023). Retrieved 2023-03-15, from <https://www.cirtec.nl/en/>
- [11] Stírané válcové síto - SVS, SVSLS. (2023). In [www.fontanar.cz](http://www.fontanar.cz). Fontana R s.r.o.
- [12] VÝROČNÍ ZPRÁVA. (2020). [https://www.bvk.cz/fileadmin/user\\_upload/dokumenty/vyrocní-zpravy/Vyrocní\\_zprava\\_2020.pdf](https://www.bvk.cz/fileadmin/user_upload/dokumenty/vyrocní-zpravy/Vyrocní_zprava_2020.pdf)
- [13] Český statistický úřad. (2022). Retrieved 2023-04-26, from [https://www.czso.cz/csu/xb/okres\\_brno\\_mesto](https://www.czso.cz/csu/xb/okres_brno_mesto)
- [14] Brněnské vodárny a kanalizace, a.s. (2022).
- [15] Raček, J.; Doskočil, B.; Ševčík, J.; Chorazy, T.; Hlavinec, P. (2018). Sušení čistírenského kalu pro podmínky České republiky. *Vodovod.info*, 2018(8), 14.
- [16] Ruiken, C.; Breuer, G.; Klaversma, E. Santiago, T.; van Loosdrecht, M. (2013). Sieving wastewater – Cellulose recovery, economic and energy evaluation. *Water Research*, 47(1), 43-48. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.08.023>

Ing. Denisa Djordjevićová  
(autor pro korespondenci)  
Ing. Jakub Raček, Ph.D.  
Ing. Tomáš Chorazy, Ph.D.  
prof. Ing. Petr Hlavinec, CSc., MBA

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební  
Výzkumné centrum AdMaS  
Purkyňova 651/139  
612 00 Brno  
[denisa.djordjevicova@vutbr.cz](mailto:denisa.djordjevicova@vutbr.cz)

*Material transformation of cellulose from municipal wastewater (Djordjevicova, D.; Racek, J.; Chorazy, T.; Hlavinec, P.)*

### Abstract

Through legislative measures, the European Union aims to significantly reduce the volume of biodegradable waste that is deposited in landfills, as well as to improve methods of handling sewage sludge from municipal wastewater treatment plants. In connection with European legislation aimed at supporting the circular economy, wastewater is considered, among other things, a source of nutrients, energy and recycled water. In the context of the current global energy crisis, new trends are gaining ground that place considerable emphasis on the efficient use of resources (waste) and energy savings. At the inflow of raw wastewater to the wastewater treatment plant, there is a large amount of cellulose fibers, that come mainly from toilet paper. These cellulose fibers make up 30 to 50% of the insoluble substances contained in the primary sewage sludge, that burdens the biological stage of wastewater treatment and especially sludge management with the insoluble organic fraction. By removing cellulose sludge in the primary cleaning stage, we achieve energy savings and at the same time save chemicals in the secondary treatment stage and significantly reduce the volume of sludge management. In addition to the material transformation aimed at reusing cellulose as a raw material, the separated cellulose sludge also has an attractive energy value. As part of the research, cellulose fibers were separated from wastewater using a dynamic microsieve with 0.30 mm diameters and a screw press. The subsequent material transformation of cellulose sludge is carried out by the method of conventional medium-temperature pyrolysis at the AdMaS VUT research center in Brno. During the pyrolysis of cellulose sludge, three output products are obtained: a solid carbonaceous product, pyrolysis oil and pyrolysis gas, that have energy and material uses aimed at the implementation of the solid carbonaceous product in agriculture or in blue-green infrastructure.

### Key words

wastewater treatment – mechanical pretreatment – cellulose recycling – pyrolysis – solid carbonaceous product

# Informace k výzkumnému projektu „Vyhodnocení možností využití plánovaných liniových staveb k realizaci převodů vody mezi povodími a mezi vodárenskými systémy“

Radek Hospodka, Petr Fučík, Tomáš Hejduk

### Abstrakt

Príspevek predstavuje základní metodické přístupy a očekávané výsledky výzkumného projektu Národní agentury zemědělského výzkumu č. QK21010310 „Vyhodnocení možností využití plánovaných liniových staveb k realizaci převodů vody mezi povodími a mezi vodárenskými systémy“.

Popsána jsou východiska a současné limity a překážky pro návrhy a realizaci liniové technické infrastruktury (vodovodní přivaděče pitné a užitkové vody). V reakci na definovanou omezení jsou vymezeny možnosti a úvahy na odstranění těchto bariér. Stěžejní myšlenkou celého řešení je posouzení možné kombinace zejména investiční výstavby dopravní a vodo hospodářské infrastruktury za účelem zajištění prostupnosti územím. Pozornost je rovněž zaměřena na analýzu regionálních nedostatků vodních zdrojů pro cílený návrh tras vodovodních přivaděčů. Uvedena jsou rovněž úskalí

a nejistoty použitých datových podkladů a zdrojů pro prováděné analýzy a metodické hodnocení.

### Klíčová slova

vodní zdroj – pitná voda – vodovodní přivaděč – liniové stavby

## 1. Úvod

Jako reakce na epizody sucha, které v letech 2014–2016 postihly naše území, byla zpracována „Koncepte ochrany před následky sucha pro území České republiky“ [1]. Následky opakovaného sucha vedou k potřebě zpracování podkladů a přijímání efektivních opatření, která přispějí k eliminaci regionálních nedostatků vodních zdrojů, včetně zdrojů pitné vody, a to pro různé klimatické scénáře. Obtížná realizace nových kapacitně a kvalitativně spolehlivých vodních zdrojů, které by zajistily požadované potřeby vody, vede ke snaze o využití dostatečně kapacitních vodárenských i jiných vodních zdrojů, které by byly případně propojeny převody vody a vodárenskými přivaděči pitné či užitkové vody zejména pro potřeby vodárenství a zemědělství.

Realizace těchto vodních staveb však v současnosti často rovněž naráží na velmi omezenou proveditelnost v souvislosti s vypořádáváním majetkoprávních vztahů s vlastníky pozemků, kteří vesměs nesouhlasí s umístěním těchto staveb na částech jejich pozemků – i když jsou tato zařízení pod povrchem [2]. Vymezovaná ochranná pásma těchto staveb zpravidla částečně omezují obvyklé využití pozemků a nakládání s nimi, a to zejména v možnostech výstavby. Vyhledávání tras výhradně na státní půdě nebo na majetku obcí, které by spíše realizaci přivaděčů umožnily, je nejen obtížné, ale vesměs i prodlužuje trasy, a tím zvyšuje finanční nároky.

Dostupnost vody představovala vždy pro civilizaci hlavní rozvojový faktor. Již od starověku je možné zaznamenat rozvoj osídlení v návaznosti na vodní zdroje a progresivní inženýrská řešení v oblasti dopravy vody [3]. Podobně je to i se zemědělskými oblastmi, které se mohly



rozšířit na velké vzdálenosti od kapacitního zdroje vody v důsledku přivaděčů vody.

Zajištění dodávek pitné vody je obecně v ČR na vysoké úrovni. Větší riziko problémů se zajištěním dodávek pitné vody se projevuje u menších sídelních celků (do 1 000 obyvatel). Možností zlepšení zásobování pitnou vodou i na úrovni menších obcí je propojování vodárenských soustav [4].

Na otázky související s efektivním propojováním vodárenských soustav a převody vody mezi povodími se snaží nalézt odpovědi tento výzkumný projekt. Východiskem řešení je kvantifikace potřeb a kapacit vodních zdrojů v současných a predikovaných podmínkách (změny klimatu, demografické prognózy, zabezpečení vodních zdrojů aj.) v různých regionech ČR. Cílem projektu je definovat podmínky a metody řešení pro efektivní propojování investiční výstavby dopravní a vodohospodářské infrastruktury za účelem pokrytí regionálních nedostatků vodních zdrojů, včetně zdrojů pitné vody. Záměrem je rovněž definovat vhodné trasy, pro které by do budoucna takové spojení výhledových záměrů mělo být využito s ohledem na narůstající deficity vodních zdrojů v určitých regionech a povodích. Řešení reaguje na poptávku po zadaných výsledcích ze strany zástupců státní správy, komerčních subjektů, uživatelů zemědělské půdy a průmyslového sektoru.

Inovace předkládaného řešení vychází z detailního analytického zhodnocení jednotlivých regionů v ČR z pohledu potřeb užitkové/pitné vody a identifikace deficitních oblastí. Pro avizovanou analýzu byly použity aktuální datové zdroje, nástroje matematického modelování i demografická prognostika. Výzkumné novum je rovněž vázáno na setření podmínek umístění vodních staveb (přivaděčů vody) do území liniových staveb dopravní infrastruktury.

Cílem příspěvku je představit možnosti a zejména potenciál, související s plánováním a realizací staveb k převodům vody pro vodárenské, vodohospodářské či jiné účely, a diskutovat stávající a potřebnou metodickou a datovou zabezpečení a nejistoty.

## 2. Souvislosti s majetkoprávními aspekty vlastnictví pozemků

Ve struktuře českého zemědělství je možné zaznamenat v posledních letech významné změny. Tyto změny jsou vázány především na setrvalý úbytek počtu vlastníků zemědělské půdy v ČR. Dle zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů se za zemědělskou půdu považuje orná půda, chmelnice, vlnice, zahrady, ovocné sady a trvalé travní porosty. Svaz vlastníků půdy ČR uvádí, že celkový počet vlastníků zemědělské půdy v České republice je 3,2 milionu, přičemž v jejich vlastnictví bylo k roku 2020 celkem 4,2 milionu hektarů zemědělské půdy [5].

Nejpočetnější skupinou vlastníků jsou fyzické osoby, které vlastní půdu buď individuálně, nebo ve společném jmění manželů (SJM). Fyzické osoby takto vlastní 75 procent výměry zemědělské půdy v ČR, tj. 3,1 milionu ha zemědělské půdy, a jejich počet činí cca 3,1 milionu. Průměrná výměra na jednu fyzickou osobu (nebo SJM) tak činí cca 1 ha.

Právnícké osoby vlastní 21 procent výměry zemědělské půdy v ČR, tj. 926 tisíc ha zemědělské půdy. Počet právníckých osob vlastnicích zemědělskou půdu činí cca 55 tisíc, při průměrné výměře 17 ha na jednu právníckou osobu. Stát aktuálně vlastní cca 134 tisíc ha, tj. cca 3 procenta zemědělské půdy v ČR. Další subjekty (cizí státy, organizační složky) jsou z pohledu vlastnictví zemědělské půdy málo významné.

Pokud z výše uvedených dat vyloučíme vlastníky zahrad, pak získáme následující údaje o vlastnické struktuře zemědělské půdy využívané k zemědělské produkci: celkový počet vlastníků je 1,79 mil., vlastníků 4,03 mil. ha půdy, z toho 1,75 mil. fyzických osob vlastní 2,98 mil. ha půdy a 41 tis. právníckých osob vlastní 913 tis. ha zemědělské půdy; zbylých cca 120 tis. ha je ve vlastnictví státu, popř. obcí. Ve srovnání s předchozím rokem opět klesl počet vlastníků fyzických osob o téměř 25 tis., naopak počet vlastníků právníckých osob vzrostl o cca 700.



Obr. 1. Ukázka typického uspořádání majetkoprávních vztahů pozemků

Uváděné údaje vychází z evidence katastrálních úřadů a zohledňují jak pozemky vedené v katastru nemovitostí, tak pozemky vedené ve zjednodušené evidenci, kterých je evidováno pouze cca 126 tis. ha [5]. Na obr. 1 je ukázka typického uspořádání majetkoprávních vztahů pozemků v extravilánu obcí.

V rámci výzkumného projektu jsou alternovány přístupy, jak posílit realizovatelnost vodovodních přivaděčů a jak zajistit propustnost územím ČR pro výstavbu liniové vodohospodářské infrastruktury.

Stěžejní pozornost v řešeném projektu je zaměřena na hodnocení dopravních koridorů z pohledu možného připojení vodohospodářské infrastruktury. Posouzení efektivního propojování investiční výstavby dopravní a vodohospodářské infrastruktury za účelem pokrytí regionálních nedostatků vodních zdrojů, včetně zdrojů pitné vody, představuje základní princip směřující k podpoře realizovatelnosti vodovodních přivaděčů. Hodnocení dopravních koridorů z pohledu možného připojení vodohospodářské infrastruktury je prováděno pro dálnice, silnice I. třídy a železnice.

Alternativu k danému přístupu nabízí komplexní pozemkové úpravy (KPÚ), kterými se ve smyslu zákona č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů ve veřejném zájmu prostorově a funkčně uspořádávají pozemky, scelují se nebo dělí a zabezpečuje se využití pozemků a vyrovnání jejich hranic tak, aby se vytvořily podmínky pro racionální vlastnické hospodaření.

Součástí návrhu pozemkové úpravy je plán společných zařízení, který představuje kostru budoucího uspořádání zemědělské krajiny, a je tedy formou krajinného plánu uvnitř pozemkové úpravy. Jde zejména o opatření sloužící ke zpřístupnění pozemků, tedy polní nebo lesní cesty, dále protierozní a vodohospodářská opatření k tvorbě a ochraně životního prostředí.

V těchto souvislostech a v důsledku obnovy katastrálního operátu se nabízí možnosti využití KPÚ i v procesu zajištění propustnosti území pro potreby realizace vodovodních přivaděčů.

V ČR je celkem 13 076 katastrálních území, z toho je k řešení v pozemkových úpravách klasifikováno 12 080 (vyjmuté z řešení jsou horské oblasti a velká města). V současné době je pozemkovou úpravou dotčeno (rozpracovaná, ukončená) 4 055 katastrálních území [Koncept rozvoje SPU].

### Analýzovaná data a podklady a související nejistoty

Pro potreby relevantních analýz jsou určující vstupní data. Analýza potenciálu převodu vod v pozemcích stávajících koridorů dopravních staveb byla provedena na základě datových sad spravovaných Českým úřadem zeměměřičkým a katastrálním (katastrální operát – vlastník ČR, právo hospodařit Ředitelství silnic a dálnic, Správa železnic, data INSPIRE – téma Dopravní síť – silniční doprava / železniční doprava).



- Katastrální operát (vlastník ČR – právo hospodařit ŘSD, SŽ) – datová sada definující základní koridor pro možné připojení vodohospodářské infrastruktury.
- INSPIRE – téma Dopravní sítě – silniční doprava – datová sada pro vymezení tělesa vozovky (Základem poskytované datové sady je Základní báze geografických dat České republiky ZABAGED®).
- INSPIRE – téma Dopravní sítě – železniční doprava – datová sada pro vymezení tělesa dráhy (Základem poskytované datové sady je Základní báze geografických dat České republiky ZABAGED®).

Pro potřeby korektního stanovení potenciálu připojení vodohospodářské infrastruktury byl na základě atributů dat INSPIRE vymezen koridor vozovky / dráhy, kde není možná přípříkladka. Na základě evidovaného atributu šíře vozovky / dráhy byla definována obalová zóna k ose dopravní stavby, čímž byl definován polygon, který byl použit pro definování tzv. disponibilního koridoru:

**Disponibilní koridor** = koridor dle katastrálního operátu – koridor dopravní/železniční stavby.

Pro stanovení disponibilního koridoru byla provedena úseková analýza, která byla zpracována za účelem kategorizace jednotlivých úseků dopravní či železniční sítě. Kategorizace je členěna z pohledu potenciálu pro připojení vodohospodářské infrastruktury v konkrétním úseku škálou 1–5 (kdy 1 znamená největší potenciál a 5 představuje úsek s nejmenším potenciálem na připojení).

Úseková analýza je prováděna v následujících krocích:

- stanovení obalové zóny k ose dopravní stavby (hodnota, která pokrývá celý koridor dle KN),
- rozdělení dopravní stavby (definované obalové zóny) do jednotlivých úseků (šíře volitelná – aktuálně pracováno s šíří 500 m),
- kategorizace disponibilního koridoru v jednotlivých úsecích (práva x levá strana).

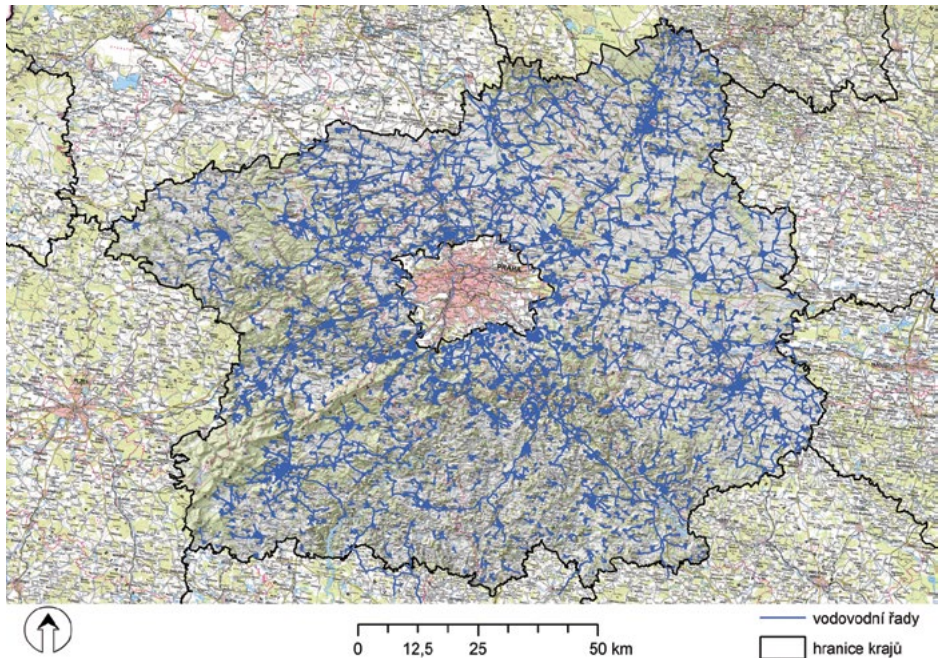
Za účelem cíleného trasování vodovodních přívaděčů (přivedení vody) je stěžejní i znalost o stávající vodohospodářské infrastruktuře (vodovody x závlahové systémy), resp. o zdrojích a potřebách vody v jednotlivých regionech.

Pro potřeby posouzení rozsahu, stavu či základních atributů vodárenské infrastruktury bylo využito dat z Plánů rozvoje vodovodů a kanalizací na úrovni krajů (PRVKÚK), (viz **obr. 2**) stejně jako Vybraných údajů majetkové a provozní evidence (VÚME, VÚPE, MZe). Pro získání aktuálních datových zdrojů byla rovněž provedena kampaň, v rámci které byli osloveni majoritní vlastníci vodárenské infrastruktury s žádostí o poskytnutí zářezů (geografických dat) vodárenské infrastruktury. Tyto podklady a data jsou nesmírně cenné. Ve vazbě na možnost jejich optimálního, efektivního využití, resp. jednorázového i průběžného vyhodnocování, jak ve strategickém, dlouhodobějším plánování, tak i operativněji v regionálních či lokálních měřítcích, bude dobré do budoucna zejména u vektorových dat zvážit harmonizaci používaných formátů, stejně jako specifikaci a aktualizaci souvisejících atributů.

Pro potřeby informací o závlahových systémech bylo využito výstupů zakázky z roku 2016 – Studie ověření stavu závlahových systémů a jejich inventarizace. [6] Zadání této studie vzniklo na základě usnesení vlády ČR č. 620 ze dne 29. 7. 2015 k přípravě realizace opatření pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody. Studie byla zaměřena především na zjišťování stavu neprovozovaných nebo zaniklých závlahových staveb, resp. soustav.

Účelem provedení inventarizace a průzkumu závlahových soustav na území ČR bylo posouzení jejich opětovného zprovoznění a obnovy. Byli zjišťováni vlastníci privatizovaných závlahových zařízení, provedena kategorizace systémů z pohledu jejich provozu (provozované a neprovozované) či byly pořízeny základní provozní parametry o provozovaných závlahových systémech. Uvedené údaje jsou základním vstupem pro průběžnou aktualizaci a kvantifikaci potřeb závlahové vody v jednotlivých regionech ČR.

Za účelem kvantifikace potřeb a zdrojů pitné / užitkové vody v současných a predikovaných podmínkách bylo dále využito široké



**Obr. 2. Ukázka rozsahu vodárenské infrastruktury v území Středočeského kraje (PRVKÚK – Středočeský kraj)**

datové základny (změny klimatu, demografické prognózy, zabezpečení vodních zdrojů aj.), včetně dat o odběrech podzemní a povrchové vody, tj. databázových sestav státních podniků Povodí. Pro definování potřeb pitné vody bylo využito dat Českého statistického úřadu – demografické ročenky, sčítání lidu, přičemž byly zpracovány i konkrétní demografické projekce a zátěžové stavy o předpokládaném demografickém vývoji v jednotlivých regionech. Pro potřeby stanovení potřeb užitkové vody v jednotlivých regionech bylo využito Kalkulačky vláhové potřeby, internetové aplikace pro určení vláhové potřeby a závlahového množství zemědělských plodin ve zvolené lokalitě. Výchozím podkladem pro vývoj byla norma ČSN 75 0434 (Meliorace – Potřeba vody pro doplňkovou závlahu, 2017) a metodika určující vláhovou potřebu plodin FAO 56.

### 3. Očekávané výsledky a výstupy

Plánované výstupy řešení jsou koncipovány tak, aby vhodně reagovaly na současné a předpokládané dopady klimatických změn v závislosti na zajištění dostatečného množství vody pro vodárenské a zemědělské potřeby. Konkrétní výsledky projektu budou uplatněny jak pro potřeby projekčních kanceláří (optimalizace vedení systémů podél liniových staveb), tak i pro zástupce úřadů státní správy či samospráv při optimalizaci poměru investování. Předpokládána je implementace do strategických dokumentů vodárenství, PRVKÚK, vč. implementace do plánu zásobování vodou v oblasti závlah, průmyslu, energetiky.

V současné době jsou kompletovány dílčí výstupy projektu ve formě specializovaných map s odborným obsahem. Prostřednictvím mapových sad budou specifikovány výhledové deficitní oblasti (pro oblast zemědělství) s vysokými nároky na odběr užitkové vody. Tyto oblasti budou definovány na základě různých klimatických scénářů, potřeb závlahových vod, ve vazbě na potenciál harmonizace dopravních a liniových staveb. V rámci druhé mapové sady budou definovány oblasti ohrožené nedostatkem pitné vody v souvislosti s kapacitou vodních zdrojů, trendy demografického vývoje a různými klimatickými scénáři. Mapové kompozice vázané na hodnocení koridorů dopravních staveb budou kategorizovat dostupnost pozemků liniových dopravních staveb (současných i plánovaných) pro efektivní převod pitné i užitkové vody do deficitních oblastí.

Poznatky z řešení by měly být zpracovány do podoby certifikované metodiky, která bude sloužit jako manuál pro zpracování projektové dokumentace návrhu / trasování vodárenských systémů v souběhu s liniovými stavbami. Budou porovnávat různé scénáře vedení vodárenských systémů podél liniových staveb v návaznosti na možnosti využití pozemků ve vlastnictví státu. Do metodiky je plánováno rovněž implementovat doporučený poměr investování mezi obcemi, soukromými investory a státní dotací.



#### 4. Závěr

Příspěvek představuje cíle, metodiku a aktuální stav řešení výzkumné potřeby Národní agentury pro zemědělský výzkum veřejné soutěže z roku 2020 Programu aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství na období 2017–2025. Z pohledu konkrétní výzkumné potřeby se jedná o výzkumné téma – II. Vyhodnocení možností využití plánovaných liniových staveb k realizaci převodů vody mezi povodími a mezi vodárenskými systémy. Projektový návrh komplexně řeší definovanou výzkumnou potřebu, přičemž zvolená metodika řešení výzkumného tématu předurčuje dosažení plánovaných výsledků a požadovaných výstupů, které jsou očekávány a ze strany Ministerstva zemědělství vyžadovány.

Projekt svým rozsahem také otevírá řadu úvah a příležitostí, které mohou pozitivně ovlivnit vývoj v plánování vodního hospodářství. Jedná se o úvahy o možnostech využívání dat a softwarových nástrojů pro plánování potřeb vodního hospodářství v rozsahu přesahujícím správní hranice krajů či ucelených oblastí povodí. Takovéto přístupy a vize ale mohou mimo jiné do budoucna znamenat nezbytnou potřebu vyvolání odborné a politické diskuse o ideálním investorském zajištění takovýchto společenských potřeb a rovněž úloze činností na úrovni státu.

**Poděkování:** Příspěvek vznikl díky podpoře Národní agentury pro zemědělský výzkum, projektu číslo QK21010310 „Vyhodnocení možností využití plánovaných liniových staveb k realizaci převodů vody mezi povodími a mezi vodárenskými systémy“. R. Hospodka děkuje kolegům ze sekce vodního hospodářství Ministerstva zemědělství za podnětné připomínky.

#### Literatura/References

- [1] Punčochář, P. (2017): O náplni a významu „Koncepte ochrany před následky sucha pro území České republiky“ k zajištění vodních zdrojů, SOVAK (10/2017), str. 11–19, ISBN 1210-3039.
- [2] Fučík, P.; Hejduk, T.; Marval, Š.; Zrostlík, Š.; Mašek, O. (2022): Převody vod a liniové dopravní stavby. Vesmír 101(152), č. 7–8/2022, s. 479. ISSN 0042-4544.



**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

### Technologie úpravy a čištění vody

- ◆ Čištění průmyslových vod
- ◆ Úprava pitné a provozní vody
- ◆ Odvodňování kalů
- ◆ Filtrace

kalolisy, zahušťovačky kalu,  
lamelové usazovačky,  
pískové filtry

**envites®**

**Technika pro vodní a kalové hospodářství**

**ENVITES, spol. s r.o.**  
Vídeňská 120b  
619 00 Brno  
www.envites.cz

- [3] Hejduková, P.; Marval, Š.; Roub, R.; Zrostlík, Š.; Kopp, J.; Hejduk, T.; Sychová, P.; Kureková, L.; Pavlíčková, L.; Bureš, L.; Mičudová, K. (2021): Dostupnost pitné vody pro obyvatele malých obcí jako indikátor socio-ekonomického rozvoje společnosti. Certifikovaná metodika. 118 s. ISBN 978-80-88323-58-7 (tištěná verze), 978-80-88323-59-4 (online pdf).
- [4] Hejduková, P.; Zrostlík, Š.; Hejduk, T. (2022): Propojování vodárenských soustav jako efektivní řešení pro zajištění kvalitního zdroje vody. TZB-info 2022. ISSN: 1801-4399. <https://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/23440-propojovani-vodarenskych-soustav-jako-efektivni-reseni-pro-zajisteni-kvalitniho-zdroje-vody>.
- [5] Svaz vlastníků půdy ČR (2020): V České republice trvale ubývá drobných vlastníků půdy. <https://www.nase-voda.cz/v-ceske-republice-trvale-ubywa-drobnych-vlastniku-pudy/>
- [6] Novák, P. a kol. 2016, Studie ověření stavu závlahových systémů a jejich inventarizace. Studie VÚMOP pro MZe.

**Ing. Petr Fučík, Ph.D. (autor pro korespondenci)<sup>1)</sup>**

**Ing. Tomáš Hejduk, Ph.D.<sup>1)</sup>**

**Ing. Radek Hospodka<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.

Žabovřeská 250

156 00 Praha 5 – Zbraslav

fucik.petr@vumop.cz,

**Ing. Radek Hospodka**

<sup>2)</sup> Ministerstvo zemědělství

Odbor hlavního regulátora a vrchního dohledu sektoru VaK

Těšnov 65/17

110 00 Praha 1

*Information on a research project “Options of the planned line constructions for the implementation of water transfers between river basins and water supply systems” (Hospodka, R.; Fucik, P.; Hejduk, T.)*

#### Abstract

This paper introduces the approach, methods and anticipated outcomes of the current research project supported the Czech National Agricultural Research Agency No. QK21010310, named “Options of the planned line constructions for the implementation of water transfers between river basins and water supply systems” (2021–2024). It deals with the options for the effective, near-future interconnections of line investment constructions and water management infrastructures in order to cover regional shortages of water resources, including drinking water. The paper describes the current state as well as the conceptual and methodological strategy how to overcome the difficulties in designing and deploying simultaneous technical line traffic and water infrastructures, taking into account the land ownership, natural conditions as well as data uncertainties.

#### Key words

water source – drinking water – water supply pipeline – line constructions – water supply systems



s úctou k přírodě 



**Inovativní technologie  
pro hospodaření s vodou**

**www.hutira.cz**



## Kyanidová havárie na Bečvě II. (Hazard, který nevyšel)

Jaroslav Růžička

Havarijní znečištění Bečvy v září 2020 kyanidy bylo předmětem podrobného a již ukončeného šetření u původce havárie Energoaqua a. s., Rožnov p. R. Nicméně jeho výsledky jsou nadále zpochybňovány snahou objevit jiné zdroje či příčiny otravy ryb v době havárie. Argumentem pro pochyby původu kontaminace je zejména poukaz na nezvykle rozsáhlý průběh otravy ryb v celém úseku toku a dále na skutečnost, že jde o případ, který v dřívějším období nebyl zde nikdy zaznamenán. Jsou také zpochybňovány i některé konkrétní údaje, zjištěné v průběhu vyšetřování.

Základní otázkou je zde, do jaké míry bylo provedeno bezpečné zneškodnění kyanidových vod včetně spolehlivosti analytické kontroly, popř. které další faktory se mohly podílet na vzniku havarijní situace.

Za zcela nespornou skutečnost lze považovat zjištěnou přítomnost kyanidů ve vypouštěných odpadních vodách z čistírny odpadních vod (NČOV) společnosti Energoaqua a. s., dále zjištění kalové lavice v toku pod výústí její kanalizace do Bečvy (vysvětlitelné delším časovým intervalem jejího vzniku) s vysokými obsahy kovů a kyanidů. Ilustrativním důkazem je také zjištěný zákal a pěna na hladině vody v Bečvě na počátku vyšetřování havárie.

Klíčovým důkazem je zjištěný výskyt vysokého obsahu kyanidů v kalu z koncové usazovací nádrže provozované jako koncový čistící stupeň vypouštěných odpadních vod. I když doba odběru vzorků byla až 5 dní po zjištění havárie, způsob odběru (přitékající kal a starší kal odebraný z přepravového žlabu seškrabáním) postihuje i úroveň dřívější kontaminace vypouštěných odpadních vod.

Zjištěné závady v provozu kyanidových jímek (3 x 16m<sup>3</sup>) společnosti Energoaqua a. s. vyprazdňovaných ponorným čerpadlem a požární hadicí do příslušné sekce NČOV lze doplnit o následující:

- Kumulace vyšších obsahů kyanidů ve spodních částech jímek.
- Přidávání Ni koncentrátů, popř. dalších odpadů do kyanidových vod. Tuto skutečnost potvrdil zcela anomální výsledek rozboru vzorku odpadní vody, odebrané z dřívě používané požární hadice.
- Přesný čas vyprazdňování jímek není v provozních záznamech podchycen.

Výsledek kontrolního měření na jímkách CN 1 a 3 (označené provozovatelem jako již upravené) po homogenizaci jejich obsahu provedené dne 12. 1. 2021 je uveden v **tabulce 1**.

Důvody velmi nízké úrovně detoxikace kyanidů jsou obtížně akceptovatelné, provozovatel to vysvětlil, že se počítá s jejich dočištěním v další části NČOV neutralizačně-srážecím postupem. Průnik kyanidů do dalších čistírenských stupňů byl dále prokázán výsledkem kontrolního rozboru vzorku odvodněného směsného kalu ve výšce 264 mg/kg CN<sub>celk.</sub>\*

Pro úplnost je třeba ještě uvést, že z výsledku tohoto monitoringu vyplynul celkový depozit kyanidů ve dvou jímkách ve výšce cca 46 kg.

Předchozí praxe nakládání s upravenými kyanidovými vodami je zřejmá z podrobného pokynu technologa na velínu NČOV dne 30. 6. 2020. Citace:

- *Do AK konc. jsou načerpány 2 jímky z SČOV (poznámka ČIŽP – jedná se o kyanidové jímky.)*
- *Čerpat do SI reaktoru jen max. 2 metry (1/4 reaktoru), zbytek doplnit vodou z lisu.*
- *Napouštět do SI R můžete kdykoli, jak reaktor SI natéká.*
- *Vypouštět však jen ve dnech středa od 10:00 hod. až po neděli 12:00 hod.*
- *Nečerpat hned moc naráz, rozložit si to na 2 měsíce.*

Jinou rukou psaný pokyn bez podpisu! AK konc. změna: *Načerpat reaktor SI a každý den vypustit pouze ¼ reaktoru na linky ve dnech st. až ne. na pokyn technologa ČOV. Pokud se bude vypouštět PVA, tak nevypouštět v daný den nic z SI!*

Dne 11. 6. 2020 pokyn podepsaný vedoucím ČOV: *V neděli a pondělí (14. a 15. 6.) nevypouštět žádné SI, PVA, Grafity.*

**Vysvětlení zkratk:** AK, SI, PVA, Grafity – jde o označení reakčních nádrží na zpracování jednotlivých druhů odpadních vod dle původní výroby BTO.

Nález jednoznačně potvrzuje účelovou manipulaci s „upravenými“ kyanidovými odpadními vodami. Zcela průkazně je zde potvrzeno využívání skutečnosti, že kontrolní odběr vzorku odpadní vody na výústí kanalizace byl časově pevně stanoven. Formulace záznamu dále velmi zřetelně naznačuje, že tento způsob nakládání s kyanidovými vodami byl již v předchozí době používán.

Nevhodnost popsané praxe byla zvýšena závadami, které vedly k úniku čistírenského kalu do toku. To potvrdil následující nález na dosazovací nádrži:

- Část technologických vod byla z důvodu hydraulického odlehčení AK linky zavedena přímo do dosazovací nádrže.
- Koncové nádrže (3 x 375m<sup>3</sup>) pro vyrovnání odtoku byly mimo provoz.
- Průkazné a nezvladatelné přítoky odpadních vod s povrchově aktivními látkami narušovaly sedimentaci a vedly k tvorbě nežádoucí pěny.

Důsledky těchto závad potvrdila již počáteční fáze šetření. Je dále nepopiratelné, že vyřazení dočišťovacích lagun zde sehrálo

významnější roli. Laguny byly sice mimo provoz již dva roky bez toho, že by se popisované zásahy do čištění odpadních vod negativně projevíly, nicméně kulminace zjištěných závad v období před havárií vede k potvrzení zcela nepochybnitelné pojistné funkce těchto lagun, které by eliminovaly její vznik.

Zásadní vliv zde měla náhrada koagulačního činidla na NČOV, kdy z původního koagulantu na bázi Fe se přešlo na přípravek PAX 18 (složením aluminium hydrochlorid – obsah Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 17 %), kterého se od 30. 6. 2020 do 21. 9. 2020 spotřebovalo 20 t. Kromě dopadu na účinnost a podmínky provozu koagulačně-srážecího procesu došlo též k významné změně složení čistírenského kalu, obsahujícího vyšší podíl hydroxidu hlinitého.

Tato změna umožňuje upřesnit původní vysvětlení příčin otravy ryb (vliv synergického působení kyanidů s kovy, uvolňování kyanidu disociací přítomného komplexu kyanidu s Ni) o vliv kalu s podílem hydroxidu hlinitého. Ten podléhá snadné remobilizaci za postupného uvolňování adsorbovaných toxických látek. Závažnost tohoto pochodu potvrdil i test provedený laboratoří státního podniku Povodí Moravy, kdy rozbohem homogenizované suspenze kalu z kalové lavice byl zjištěn obsah 14,8 mg/l CN<sub>celk.</sub> Málo známou skutečností je, že ionty Al vykazují výraznou toxicitu vůči rybám. Tím lze vysvětlit nezvyklou míru retardace škodlivých účinků na toku. Podchycení této kontaminace monitoringem je obtížné, protože znečištění tímto kalem v toku se vyznačuje nejen vertikální stratifikací, ale i celkovou „chaotičností“ jeho pohybu v korytě toku.

Významnou okolností vzniku havárie na Bečvě byly též nízké průtoky. V době havárie byl průtok kolem 3,0 m<sup>3</sup>/s (průtok Q<sub>270</sub>, tj. průtok, který je v průměru dosažen nebo překročen 270 dní v roce – dlouhodobý průměrný průtok je 13,6 m<sup>3</sup>/s).

Ze zjištěných skutečností je zřejmé, že celkově byl způsob zneškodňování odpadních vod v Energoaqua a. s. spojen s vysokou mírou technologického a provozního hazardu, který nakonec nevyšel. Základem nápravy tohoto stavu musí být realizace opatření, která byla navržena ČIŽP.

Lze ještě učinit několik poznámek k aktivitám v průběhu zvládnutí havárie na toku. Pozdní identifikaci kyanidu jako příčiny otravy ryb lze doplnit o absenci zjištění toxických kovů při pitvě ryb. Vlastní monitoring jakosti vody v Bečvě se vyznačoval určitou nejednotností ve stanovení jednotlivých forem kyanidů, nicméně nejvíce byl opomenut monitoring znečištění říčních sedimentů, jehož výsledky by objektivně upřesnily pohyb kontaminantů ve vodním toku.

**Závěr:** Popsaný případ komplikované havárie na Bečvě se vyznačoval mimořádnou pozorností ze strany veřejnosti a je také podkladem pro další legislativně-organizační protihavarijní opatření. To je plně odůvodněné, nicméně v daném případě je nutno vycházet z objektivního výsledku šetření havárie a přihlížet též ke zkušenostem ze zvládnutí

**Tabulka 1. Výsledek kontrolního měření**

	CN <sub>celk.</sub>	CN <sub>snadno uvolnitelný</sub>	Fe	Cu	Cr	Ni
v mg/l						
CN1	532	200	-	0,22	0,644	0,26
CN3	2290	525	-	0,3	23,5	1,2



ostatních případů a porovnat výsledky tohoto rozboru s možnostmi řešení takové havárie platnou právní úpravou řešení havárií ve vodním zákoně.

V případě havárií na vodních tocích je prvořadým faktorem včasné zjištění průtoku a znalost postupové rychlosti nezbytné jak pro prvotní vyhodnocení, tak pro navazující opatření (monitoring, varování níže položených uživatelů vody apod.). V některých případech je účelný paralelní odběr vzorků pro jejich archivaci s cílem dodatečné kontrolní analýzy. Při zvažování nadlepšování průtoku vody je vždy nutné pečlivě uvážit, zda přínos tohoto opatření je pozitivní. U havárií, kdy je neznámý původce, je třeba využívat znalostí o jednotlivých potenciálních zdrojích znečištění, popř. používat metod eko-forenzní analýzy. Obecně tato analýza zahrnuje účelové použití všech

typů analytických metod (voda, kaly, pevné materiály včetně říčních sedimentů) a dalších průzkumných postupů (hydrobiologie, hydrogeologie apod.), kterými se ověřuje stav znečišťování prostředí nad rámec standardního monitoringu. Cíle mohou být zcela jednoduché (např. ověření úplnosti struktury znečištění odpadních vod) až po vysvětlení dopadu komplikovanějších ekologických havárií.

Popsaný případ havárie dále nastolil otázku, jak včas lze ve vodoprávní praxi zjistit nežádoucí úpravy či zásahy do technologie čištění odpadních vod.

## Literatura

- [1] Blaha J., Zur Frage der Bestimmung und Toxizität von freien und komplexen Cyaniden in Wässern, Sanderdruck aus VOM WASSER, Band 34, (separát

bez uvedení data).

- [2] Vučka V., Havarijní stavy v čistotě vod, SZN Praha, 1984.  
[3] Hanele L., Ochrana vod a mihulí, 1995.  
[4] Svobodová Z. a kol., Klíč k otravě ryb, příl. č. 3 k návrhu metodiky MŽP, 2021.  
[5] Růžicka J., Kyanidové havárie na Bečvě, VH, 12/2022.  
[6] Protokol o kontrole Energoaqua a.s. Rožnov p. R., č.j. ČÍZP/47/2021 z. r. 2021.  
[7] HMÚ Praha, Charakteristické údaje toků v Čechách a na Moravě, 1966.  
[8] ČSN ISO 67032, Jakost vody, Stanovení snadno uvolnitelných kyanidů, 1994.

**Ing. Jaroslav Růžicka**  
**bývalý soudní znalec oboru**  
**vodní hospodářství a ochrana čistoty vod**  
[ruzicka\\_jaroslav@centrum.cz](mailto:ruzicka_jaroslav@centrum.cz)

## ODBORNÉ AKCE



# Prušánky – 2023, seminář Inteligentní aerační zařízení

Jan Foller

Počátkem září, 7. 9. 2023, podobně jako v předchozích letech již několikrát, uspořádala firma ZEMSKÝ Rohatec, s. r. o. seminář zaměřený na praktickou stránku a využití nabízených technologických zařízení pro čistírny odpadních vod, dále jen ČOV.

Vlastní program akce zahrnoval představení firmy a nabídku služeb, které nabízí. Z tohoto pohledu by se mohlo říct, že se jednalo o běžnou komerční nebo PR akci, jakých se koná každým rokem bezpočet. Tento zjednodušující pohled však v případě semináře, konaného tradičně v hotelu Beatrice, který je součástí Vinných sklepů U Jeňoura v Prušánkách, není na místě. Pořadatelé připravili program, který se zabýval především technologickou a praktickou problematikou související s aplikací představovaných systémů, včetně prezentace objektivního hodnocení ekonomiky provozu a ověření technologických parametrů v reálné praxi nezávislými odborníky z provozu a vědeckých pracovišť.

Představené portfolio služeb zahrnuje komplexní řešení technologického vystrojení ČOV od mechanického stupně až po nejnovější

trendy ve zpracování čistírenských kalů pro menší ČOV, zahrnující i hygienizaci. Nabízené služby ZEMSKÝ Rohatec, s. r. o. zajišťuje zčásti vlastní výrobou a zčásti ve spolupráci s tuzemskými i zahraničními partnery, které na českém trhu zastupuje.

Nosným tématem letošní akce však byly především aerační systémy s technologií Fuchs Enprotec GmbH, které ZEMSKÝ Rohatec, s. r. o. nabízí v zastoupení ve své inovované nabídce.

Nejprve byla zařízení představena formou přednášek s popisem funkce a fotodokumentací, přednesených pracovníky firmy (L. Sasín, a J. Ševčík). Následně představili výrobce aeračních systémů ve své prezentaci zahraniční hosté (pánové M. Muller a Ch. Henrich). Příklady konkrétních provozních aplikací pod povrchových aerátorů a zkušenosti s nimi popsal zástupce firmy tuto technologii provozující, technolog R. Bábíček. S průběžnými výsledky nezávislého testování představených aeračních systémů seznámil účastníky řešitel výzkumu za VUT v Brně (P. Hlušík).

Na odpolední část programu byla připravena exkurze na ČOV Hrubá Vrbka (kapacita

dle projektu: 1 345 EO, reálné zatížení: cca 2 500 EO), Strážnice (kapacita dle projektu: 9 751 EO, reálné zatížení: cca 12 500 EO) a Břeclav (kapacita dle projektu: 50 543 EO). U prvních dvou ČOV byla předvedena v praxi pod povrchová aerační aktivací nádrží a její možnosti, v případě ČOV Břeclav šlo o ukázkou možného řešení s využitím těchto mechanických aerátorů k aeraci uskladňovacích nádrží přebytečného kalu. Na tomto místě je nutné konstatovat, že stav provozu navštívených ČOV nebyl pouze dobrou reklamou pro instalovaná zařízení, ale podle stavu aktivace a dosazovacích nádrží vypovídá i o vysoké úrovni práce technologa a provozovatele. Každý, kdo má jen trochu vztah k problematice ČOV, musel práci technologa i provozu ocenit, obzvláště při vědomí nárazové až extrémního přetížení těchto ČOV například v období vinařských kampaní.

Co říci závěrem? Firma ZEMSKÝ Rohatec, s. r. o., na svoje náklady připravila velmi dobře organizovanou akci, která nebyla pouhým představením inovovaných technologických zařízení, ale svým programem byla zcela jistě i přínosným zdrojem technických informací, zkušeností a inspirace pro každého vnímavého účastníka. Věřím, že žádný z téměř stovky technologů, projektantů a dalších hostů nemohl litovat času, který návštěvě Prušánek věnoval. Společenský večer s ochutnávkou místních vín, který náročný celodenní program zakončil, byl pouze „přísloušnou třešničkou na dortu“, doplňující příjemný dojem z celé akce.

**Ing. Jan Foller**  
[foller@adchem.cz](mailto:foller@adchem.cz)



Obr. 1. Pohled do sálu během přednášek (Foto: Lukáš Sasín)



Obr. 2. Biologický stupeň ČOV Hrubá Vrbka (Foto: Lukáš Sasín)

## Velký Bolevecký rybník: navyšování hladiny vodou z řeky Berounky

Kryštof Hnojna, Petra Hrušková

*Velký Bolevecký rybník (Bolevák) je součástí rybníční soustavy na Boleveckém potoce na severním okraji Plzně. Jedná se o největší rybník soustavy a také o velmi významnou rekreační lokalitu. Vzhledem ke stáří také o jedinečné technické dílo z pozdního středověku, které časově předstihlo i budování známější třeboňské soustavy [1, 2].*

### Historie

Velký Bolevecký rybník patří mezi nejstarší dochované rybníky v Plzeňském kraji. Plán založit nedaleko vsi Bolevec soustavu rybníků vznikl ve městě Plzni již v polovině 15. století. Rybníční hospodářství totiž kvůli zvýšené poptávce po rybách coby postním pokrmu patřilo v tehdejších dobách spolu s pivovarnictvím k nejvýnosnějším odvětvím podnikání [1].

Město proto 17. dubna 1460 koupilo se souhlasem krále Jiřího z Poděbrad ves Volevec (nyní Bolevec). Následujícího roku byl vybudován první rybník. S největší pravděpodobností se jednalo právě o Velký Bolevecký rybník. Až do konce 15. století pak probíhala intenzivní výstavba dalších rybníků, čímž vznikla celá bolevecká soustava [3].

Během třicetileté války byla rybníční soustava včetně Velkého boleveckého rybníka zanedbána, objekty zpustly a některé z nich zcela zanikly. Od konce 17. století však úsilím města došlo k obnově celé soustavy. V druhé polovině 18. století také město začalo rybníky místo přímé správy pronajímat. Velký bolevecký rybník tak začal záhy využívat Měšťanský pivovar (dnes Prazdroj), který zde v zimním období získával led k chlazení piva [1].

Od počátku 20. století je Velký Bolevecký rybník obdobně jako ostatní rybníky bolevecké soustavy hojně využíván k rekreaci, zatímco jeho hospodářské využití bylo omezeno [1].

### Současnost

Bolevák a ostatní rybníky jsou v současnosti využívány převážně k rekreačním účelům. Nejsou tedy hnojeny a ryby jsou přikrmovány mírně a jen v některých rybnících, a protože se do nich dostávalo jen minimálně znečištění, voda dosahovala vysoké kvality [4].

K výraznému zhoršení kvality vody v Bolevák došlo kolem roku 2000. Hlavním problémem byl masivní nárůst sinic, které tvoří vodní květy. Došlo až k tomu, že hygienická stanice nedoporučovala koupání v letních měsících. To byl v tak oblíbené a vyhledávané lokalitě problém, který bylo potřeba vyřešit [4].

V letech 2000 až 2005 probíhal intenzivní průzkum chemismu vody, planktonu, rybí osádky a sedimentů. Po vyhodnocení průzkumu byl v roce 2005 zahájen komplexní projekt na zlepšení kvality vody v Bolevák, který byl založen na třech nejdůležitějších pilířích – regulaci rybí osádky, snížení koncentrace fosforu (pomocí ošetření vody a dna přípravky na bázi hliníku) a dosazení různých druhů rostlin. Projekt byl úspěšný, kvalita vody v Bolevák se výrazně zlepšila a tento výsledek a péče o kvalitu vody se stále udržují [4].

### Pokles hladiny v Bolevák a jeho vysychání

Dalším problémem Bolevák je, že postupně ztrácí vodu. Hladina vody v Bolevák má dlouhodobě klesající trend a rybník postupně vysychá, což ohrožuje jak jeho rekreační vyu-

žití, tak existenci tamních rostlin a živočichů a kvalitu vody v rybníce.

V roce 2017 poklesla jeho hladina oproti normálu o 30 cm, v roce 2019 už to bylo o 100 cm. Největší pokles hladiny by zaznamenan v roce 2020, a to o 130 cm. Tehdy chybělo v rybníce až 480 000 m<sup>3</sup> vody. Výrazně tomu nepomohl ani na srážky bohatší rok 2021. Za tuto situaci může především změna klimatu. Je méně srážek, bývají tropické dny, část vody se vypaří a část proteče do podzemních vod [5].

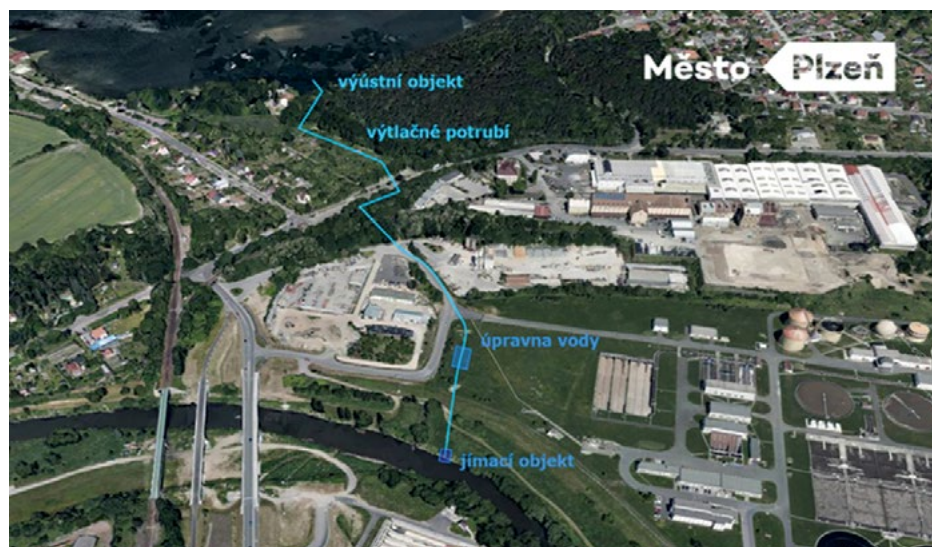
### Navyšování hladiny v Bolevák vodou z Berounky

Z toho důvodu město Plzeň přistoupilo k řešení problému a rozhodlo se najít zdroj vody, kterým bude možno doplňovat vodu do Bolevák. Nejvhodnějším řešením dle zpracované studie bylo přivést předupravenou vodu novým potrubím z řeky Berounky.

Zásadním faktorem, při výběru vhodné varianty pro dopouštění Bolevák, byla kvalita vody. Pokud by se začala přivádět nedostatečně upravená voda, tak by rybníku hrozilo opětovné zhoršení kvality vody a nárůst sinic. Nepřicházelo tedy v úvahu, aby se vybudoval pouze jímací objekt, čerpací stanice a potrubí z řeky Berounky do Bolevák. Proto byla do systému zařazena také technologie na úpravu vody, která dokáže z vody odstranit zákal, část organického znečištění, mikrobiologické, hydrobiologické znečištění, a hlavně fosfor a spory račího moru (obr. 1).

### Technologie na úpravu vody z Berounky

V letech 2019-2020 probíhaly poloprovozní testy, které měly za úkol navrhnout vhodnou technologii a ověřit účinnost budoucí úpravny vody. Muselo být a bylo prokázáno, že navržená technologie splňuje zadané požadavky pro výstupní kvalitu vody, která je vhodná pro doplňování vody do Bolevák. Úprava vody byla navržena na maximální výkon 20 l/s, s tím, že bude v provozu pouze tehdy, když



Obr. 1. Doplnění vody do Bolevák



Obr. 2. Technologie na úpravu vody z Berounky



bude zachován minimální zůstatkový průtok v řece Berounce.

Jako vhodná technologie, která byla schopna splnit zadání, se prokázala keramická membránová mikrofiltrace (AMAYA). Tato technologie je velice robustní, plně automatizovaná s nízkými nároky na obsluhu, nízkou spotřebou elektrické energie, minimální produkcí odpadních vod a zároveň dokáže bez problému z vody odstranit výše zmiňované polutanty včetně fosforu a spor račícího moru. Jejím hlavním prvkem je keramický membránový filtrační element, který má velikost pórů 0,1 μm a je vyroben z oxidu hlinitého. Díky tomu má vysokou separační účinnost a zároveň dlouhou životnost (více než 20 let) (viz obr. 2).

V roce 2022 byla zahájena stavba této technologie včetně jímacího objektu a čerpací stanice v areálu ČOV Plzeň. Realizace trvala pouhých šest měsíců. Provoz byl zahájen v září 2022. Výkon technologie je průměrně 15 l/s a maximálně 20 l/s. Dokáže tak doplnit do Boleváku průměrně 1200–1500 m<sup>3</sup> vody za den, což odpovídá zvyšování hladiny vody o 2,8–3,5 mm za den. Při zahájení provozu



**Chemie pro komunální  
a průmyslové ČOV**  
**Zařízení pro hospodaření  
s kaly – dezintegrace,  
VTA mudinator**  
**Energie na ČOV –  
VTA mikroturbína**

**Technologie,  
poradenství**

**VTA Česká republika spol. s r.o.**  
Větrná 1454/72, 370 05 České Budějovice  
www.vta.cc +420 603 854 020  
j.losonsky@vta.cz vta-cz@vta.cz



**Obr. 3. Vývoj hladiny Velkého Boleveckého rybníka**

technologie v září 2022 byl stav hladiny vody 310,87 m n. m. (metrů nad mořem) a stav hladiny vody v červnu letošního roku byl 311,57 m n. m. (tuto hladinu vody neměl Bolevák již od roku 2018), což odpovídá navýšení hladiny o 70 cm (normální hladina vody v Boleváku je 312,15 m n. m.) (viz obr. 3). K dosažení normálního stavu vody tak zbývá pouhých 58 cm. Pokud tento trend vydrží, mohl by se Bolevák doplnit na normální hladinu za necelé dva roky [6].

#### Závěr

Nejdůležitějším dlouhodobým cílem je zajištění a udržení průzračné a čisté vody ve Velkém Boleveckém rybníce. Tento úkol není jednoduchý a je potřeba komplexní péče o celou soustavu rybníků. Vybudování technologie pro doplňování vody do Boleváku byl jeden z důležitých kroků, které bylo nutné udělat, abychom tento rybník nadále mohli využívat k rekreačním účelům a zároveň nebyl nabourán jeho křehký ekosystém.

#### Literatura

- [1] Janeček, M. *Průvodce Bolevec a okolí*. Plzeň: Starý most, 2001. ISBN 80-238-7629-5.
- [2] Štefáček, S. *Encyklopedie vodních ploch Čech, Moravy a Slezska*. Praha: Libri, 2010. ISBN 978-80-7277-440-1.

- [3] Kuča, K. *Města a městečka v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*. 1. vyd. Praha: Libri, 2002. 672 s. ISBN 978-80-7277-039-7.
- [4] Duras, J. Jak (ne)snadné je mít rybník s čistou vodou – příběh Velkého Boleveckého rybníka v Plzni. *Živa 2022*, 2022 (3), 129–132.
- [5] Milota, L. Hladina Velkého Boleveckého rybníka je nejnižší za 17 let. V budoucnu mu má pomoci Berounka, 2022. iRozhlas. [https://www.irozhlas.cz/veda-technologie/priroda/plzen-velky-bolevecky-rybnik-pocasi-klima-voda\\_2208150738\\_ako](https://www.irozhlas.cz/veda-technologie/priroda/plzen-velky-bolevecky-rybnik-pocasi-klima-voda_2208150738_ako) (accessed July 31, 2023).
- [6] Bílá, V. Voda z Berounky zvedá hladinu Boleváku, ostrůvek by mohl zmizet už v létě Zdroj: [https://www.idnes.cz/plzen/zpravy/voda-bolevecky-rybnik-dopousteni-berounka-reka-ostruvek-sucho.A221221\\_085259\\_plzen-zpravy\\_vb](https://www.idnes.cz/plzen/zpravy/voda-bolevecky-rybnik-dopousteni-berounka-reka-ostruvek-sucho.A221221_085259_plzen-zpravy_vb) (accessed July 31, 2023).

**Ing. Kryštof Hnojna**  
(autor pro korespondenci)  
**Ing. Petra Hrušková**  
ENVI-PUR, s. r. o.  
Na Vlčovce 13/4  
160 00 Praha  
hnojna.krystof@envi-pur.cz  
www.envi-pur.cz



## Jak dva lidé z Podbaby viděli jeden film o bourání hrází: Recenze filmu *DamBusters – The Start of the Riverlution*

Daniel Fiala, Tomáš Just

*Dambusters* (Dokument, USA, 2022, 66 min), režie, scénář a střih: Francisco Campos-Lopez Benyunes, účinkují: Pao Fernández Garrido (Španělsko), Laura Wildman (USA), Roberto Epple, Laura Soissons a Jean-Marc Roussel (Francie) a několik dambusterů, Jesús de la Fuente (Španělsko), Külli Tammur (Estonsko), Karolina Gurjazkaite a Jone Leščinskaitė (Litva), Jasper Pääkkönen a Sampsa Vilhunen (Finsko). Koprodukcce: World Wildlife Fund (WWF), Magen Entertainment, World Fish Migration Foundation (WFMF). České titulky: Arnika.

### Pohled Daniela Fialy

Ve čtvrtek 22. června 2023 měl díky neziskové organizaci Arnika, z. s., českou premiéru dokumentární film *DamBusters – The Start of the Riverlution*. Spoře zaplněný Malý sál Městské knihovny v Praze hostil v podvečer pár desítek diváků, kteří přišli shlédnout film s výsostně aktuálním tématem odstraňování migračních bariér na řekách a poslechnout si následnou debatu šesti českých odborníků.

Dokumentární snímek má čtyři plynule na sebe navazující části. První, ani ne třímínutová, bleskovou formou animovaných obrázků načrtne kulisy, tedy historii znečištění a degradace řek. Druhá, úvodní část, popíše v krátkosti metodu procesu „dam removal“ formou rozhovoru hlavní průvodkyně s její mentorkou. Ve třetí, stěžejní části průvodkyně představí několik projektů odstranění, čímž cestopisnou formou zavede diváka do pěti evropských států, aby v závěrečné, čtvrté části zazněly do titulků téměř instagramovou formou krátké šoty z celého světa, kde všude byla nebo bude odstraněna bariéra. Zkrátka Riverlution.

Vstupní animace vývoje řek od pravěku po moderní současnost, resp. od jejich přirozeného stavu v minulosti k jejich znečištění a degradaci v současnosti, se obejde bez bližšího vysvětlení či dokazování, třeba formou odkazů na historické kauzy evropských či světových řek. Nejsem si jist, zda pouhé schematické postulování základních tezí devastace je publiku postačující, tedy jaká část diváků racionálně chápe povahu problému, aby mohla stejně racionálně, tedy kriticky, přijmout nebo odmítnout řešení. Kromě těchto vstupních „záblesků“ ze života v řekách, viděného perspektivou migrujících ryb, provází diváka celým dokumentem Pao Fernández Garrido, jinak projektová manažerka Dam Removal Europe<sup>1</sup> a zaměstnankyně WFMF (Světová

nadace pro migraci ryb).

Na úvod Pao, vystudovaná inženýrka lesnictví zaměřující se během studia na obnovu ekosystémů a návrhy rybích cest, popíše svoji krátkou kariéru a vysvětlí historickou i osobní motivaci vzniku filmu. Tím zároveň odpovídá na nepoloženou ústřední otázku: „Proč je v dnešní Evropě tolik zapotřebí odstraňovat překážky v řekách?“ Hlavně pro obnovu migrace ryb.

Ještě než se vydá na cestu po Evropě za jednotlivými projekty odstraněných hrází, seznámí diváka se svojí mentorkou, Laurou Wildman (prezidentka Biohabitats, USA), která má na kontě přes 100 odstraněných překážek za 25 let praxe. Laura tak na samém začátku filmu při popisu čtyřfázové metody odstranění zdůrazní, že v USA vyhledávají zejména „small barriers and small dams“ a vyzdvihne, že jde o „obsolete barriers“ (zastaralé, nepoužívané překážky). Klíčem k výběru vhodných staveb je v podání americké odbornice na obnovu říčních ekosystémů nepřekvapivě ekonomické hledisko: „Jsou stavby stále výnosné, anebo jen spotřebovávají náklady na opravu a zřícením ohrožují lidi nebo škodí přírodě? ...Protože jinak jsou to sutiny (angl. debris), které jsme zanechali ve vodě dalším generacím k odklizení.“

Druhým v dokumentu představeným člověkem je světoznámý zastánce obnovy říčních ekosystémů a dnes již „nestor oboru“, hydrobiolog Roberto Epple (zakladatel European Rivers Network), se kterým se kromě řeky Selune a ve prospěch lososí migace odstraněných přehrad Vezin a La Roche-qui-boit letmo ohlédneme za historií Loiry<sup>2</sup>, resp. „vzpomeneme“ si prostřednictvím archivních snímků na v Evropě první odstraněnou přehradu na řece Allier v roce 1998. Roberto mj. zdůrazňuje mentální povahu příčných překážek. „Bariéry jsou často v lidské mysli, která má dotyčné stavby přehrad za věčné, a teprve pohled na jejich demolici jakoby probouzel lidi z letargického spánku. ... Jestli jsou stavby obsoletní, odstraňme je, osvobodíme řeku,“ říká Epple.

V pasáži o nedávném (2019–2022) odstranění přehrad Vezin (1927, 36 m) je v dokumentu vyzdvihnuta také sociální, chcete-li mezilidská, problematičnost celého procesu. Považuji za chybu, že byl „odpor místních“ tak ostře nasvícen pouze v tomto případě, což jakoby

Europe, Wetlands International a World Fish Migration Foundation.

2 Francouzská řeka Loira si zaslouží samostatný článek. Ještě před deseti lety nositelka neoficiálního titulu nejprůrodnější řeka v Evropě hraje od konce 80. let minulého století klíčovou roli v evropském kontextu znovuzprůchodňování řek a mj. dala Robertu Epple životní náboj.

podsoává vnímání složitého procesu „dam removal“ směrem k triviálnosti, jednoznačnosti a někdy se až podbízí k revolučnímu nadšení. Ke škodě filmu a tématu, myslím. Protože argumenty obyvatel žijících v okolí přehrad a vyřknuté ústy Laury Soissons (INRAE, Francie): „Tady se mnozí z obyvatel naučili plavat, tady je dědeček učil rybařit, tady chodili na rande“ jsou po jednom století existence stavby nevyhnutelné a je lidskou povinností k nim být ohleduplný. Opačný, bezohledný či necitlivý přístup je vlastní centrálním vládám a totalitním společnostem, což si při stavbě přehrad v ČR jistě starší z nás pamatují. Nárok na empatii ale neznamená zcela opustit myšlenku odstranění: „Poslouchej, to je zvuk řeky, Selune opět zpívá,“ uzavírá Epple tuto kauzu univerzálním apelem na lidskou přirozenost.

Z Francie, od Loiry a Selune, které díky osobnosti R. Epple tvoří dějový most mezi nejstarším a recentními případy odstraňování přehrad, se Pao vydá za dalšími hrdiny (*DamBusters heroes*). Tímto výletem po Evropě, kdy se střídají nádherné exteriérové záběry z ptačí i žabí perspektivy, často doplněné i podvodními a velmi ilustrativními sekvencemi, představí postupně vybrané projekty ve Španělsku, Estonsku, Litvě a Finsku, z nichž některé byly již v době posledního filmového střihu zcela odstraněny.

Španělská Galicie má přes 4 500 překážek a Ponte Inferno, stoletá přehrada (1899, 12 m) na Rio Verdugo, je jednou z nich. Na ní Pao ilustruje právní problémy spojené s existencí přehrad a také klíčovou finanční zkušenosť španělských expertů: „Nejlevnější cestou je pouhé zhoření vlastní přehrady, příroda si už se zbytkem poradí ... to co nás dříve stálo 100 000 eur, zvládneme dnes za 4 000 až 5 000 eur,“ říká v rozhovoru Javier Sánchez Martínez (MITECO je španělská obdoba MŽP). V dalším rozhovoru padne nezodpovězená, ale fundamentální otázka: „Komu patří řeka?“ Hydroelektrárenským koncernům, místním obyvatelům, lidem obecně... anebo snad jenom samy sobě?

Estonský jez Sindi na řece Parnu (1975, š. 151 m, v. 4,5 m), mj. klasický jez zabíják, kterých máme v ČR desítky ne-li stovky (viz <https://www.nebezpecnejazy.cz/>), byl pouhých 14 km od ústí do Baltského moře a tvořil tedy klíčovou překážku jakékoliv rybí migrace z Baltu do 3 000 km rozsáhlé sítě této řeky. Avšak jeho odstranění neuvolnilo cestu pouze mihulím a lososům, ale také např. zdejším seniorům, kteří se zde mohou bez obav a bezpečně koupat. Kéž by si čeští hydrotechnici vzali za své toto banální poučení z výsledku perfektní odborné, politické a sociální práce týmu lidí kolem Külli Tammur (EEA) a přinejmenším alespoň přestali stavět smrtonosné jezy.

Brazuole a Salantas jsou dvě litevské řeky a Karolina Gurjazkaite (LRRC) a Jone Leščinskaitė (MŽP) jsou dvě litevské slečny či dámy, které se postaraly o jejich zprůchodnění: „Litva je plochá země a vodní elektrárny se svoji zcela zanedbatelnou produkcí energie nijak nepřispívají k adaptaci na změnu klimatu, a mým snem je proto Litva jako první evropská země bez vodních elektráren.“ Českému divákovi při pohledu na titěrnost prvních dvou odstraněných hrází tuhne úsměv na rtech. Zejména pokud ví, že v ČR vyrobí 1392 MVE ročně pouhopouhých 0,6 % elektrické energie





Obr. 1. Samovolná renaturace jezu Rohozno na Úhlavě (foto D. Fiala)



Obr. 2. Jez Dubina na Ohři – bude se rekonstruovat, nebo ne? (foto D. Fiala)

(údaje pro rok 2017 převzaté z článku „Co stojí daňové poplatníky MVE“ uveřejněného na vodáckém serveru raft.cz).

Poslední filmovou štací je Finsko s drobnou přehradou Vanhankaupunginkoski (1876) na okraji Helsinek a řekou Kokkolanjoki v jižní Karélii s trojicí přehrad (1920), resp. hydroelektrárén. Tamními dambustery jsou herec a rybář Jasper Pääkkönen a Samps Vilhunen (WWF, Finsko). Zatímco u městské přehrady jsou kritické hlasy ze strany zastánců zachování zcela pomínuty, což značně ubírá na věrohodnosti dokumentu, u karelské řeky konečně zazní v konkrétních souvislostech jako rozhodující nám dobře známé pojmy laterální konektivita, říční kontinuum a resilience ekosystému, nepřekvapivě z úst limnologky Saiji Koljonen (SYKE).

Během evropské výpravy za dambustery se na plátně míhaly hezké obrazy rostlin říční zóny a říčního dna, zoobentosu a samozřejmě všudypřítomných ryb, tedy složek bioty, podle kterých se v ČR od roku 2010 a v celé EU od roku 2000 hodnotí tzv. ekologický stav tzv. vodních útvarů. Několikrát proto zazní pojmosloví charakteristické pro Rámcovou směrnici o vodách (WFD). O roli sedimentů, říčního dřeva a důležitosti variability průtoků pro morfologii řek, diverzitu habitatů, či živinový režim řek skoro nepadne zmínka. Je to zčásti pochopitelné: apelující obrázek hezkých ryb pochopí každý občan, tak nač ho zatěžovat abstraktními souvislostmi. Nicméně tyto zkratky mají své negativní stránky. Žijeme v právním státě a v něm je zavedenou, byť u nás pohříchu nepřiliší praktikovanou

součástí implementace WFD také tzv. „konzultace s veřejností“. Poprávu byla Arnika v následné diskusi kritizována za nevyužití tohoto prostoru. V tomto ohledu také překvapí, že v kontrastu s tradičním managementem v uvedených příkladech odstranění přehrad účinkují pravidelně, vždy v příslušné národní obměně, tyto klíčové osoby: dambuster, místní občan, hydrobiolog nebo jiný odborník na život v řekách z vládní agentury a vysoce postavený politik nebo rovnou ministr. Po zástupci „River authority“ jako by se slehla zem. Na druhou stranu nutno uznat, že jestli ne na předchozích zastávkách, tak určitě na poslední si divák uvědomil, jak dlouho trvá jediný projekt od nápadu až po úspěšné odstranění. Jsou to roky, někdy i desetiletí. A těch staveb jsou v Evropě desetitisíce. Proto je tak důležité začít. Nadšení mladé generace je do začátku zcela nezbytné, ale pouze s ním vystačit lze jen k verbálnímu protestu, tj. k obraznému plácnutí do vody. Pokud bych si tedy mohl vybrat, tak nikoli revolučním nadšením bourat, ale věcným a vytrvalým postupem odstraňovat. A hlavně, jak se píše v úvodu Preambule WFD, hlavně nezhoršovat!

Nebýt posledních dvou a půl minut „instagramových“ hlášení z celé Evropy, hodnotil bych film i přes uvedené námitky na výbornou a rozhodně ho doporučuji ke zhlédnutí. Informuje totiž, byť mírně zaujatě, o klíčovém tématu naší doby a zabírá kromě technického a biologického hlediska také právní, sociální i ekonomické aspekty. Sám nevím, zda v percepci závěrečných „hlášení“ hraje větší roli zklamání člověka postiženého povinnou

účastí na prvomájových oslavách v časech budování světlých zítřků, kterého revoluční nadšení spíše irituje než rozesměje, nebo zda se zde podvědomě neozývá lítost nad absencí byť jediného „hlášení“ z naší vlasti. Nicméně poslední, poněkud hořké chvíle projekce nejenom celkový dojem srazily, ale bohužel jako by naladily i mdlou a od tématu odbíhající debatu, která bezprostředně následovala. Na vině byl samozřejmě moderátor, který nedokázal rozproudit živou, věcnou a smysluplnou debatu, ale nechal zcela nadbytečný prostor k téměř politickým proslovům. Možná byla na vině i pozdní hodina, své asi sehrál i zasedací pořádek.

S odstupem času a po opakovaném zhlédnutí dokumentu si uvědomuji, že „obsolete“ je slovo klíčové pro pochopení celého procesu „dam removal“, a bohužel právě to uniklo některým diskutérům z panelu, ať už vědomě nebo podvědomě; každopádně k velké škodě debaty, která tak ztratila dobrou půl hodinu zcela nesmyslnou obhajobou „Orlíku a Lipna“. O nich totiž vůbec není řeč. Bylo velmi smutné, leč symptomatické, slyšet zdrcující hodnocení 30letého procesu zprůchodňování od zástupce AOPK a ČRS. Pokud nechceme upadnout do zjednodušující perspektivy mladí vs. starí nebo zůstat v zatuchlé ideologii přehrady ano x ne, musíme se ptát obecněji po kořenech vlašného, ne-li chladného přijetí klíčové myšlenky „odstranění zastaralých překážek“ mezi manažery z panelu. Chtěl-li pořadatel dokumentovat dlouhodobou ustrnulost české debaty o stavu našich vod, zde z perspektivy migrace ryb, nemohl debatu



Obr. 3. Jez Týnec nad Sázavou – pro rybí migraci netřeba stavět přechod za miliony (foto D. Fiala)



Obr. 4. Jez v Podělusích na Sázavě v roce 2014 (foto T. Just)



zosnovat lépe, ale podstatě tím podle mého soudu neposloužil.

Je nutné se věcně ptát: co brání proponen-tům překážek v jejich častějším odstraňování, resp. proč se i dnes budují další jezy a četné jiné úpravou dnešní stav ještě zhoršují? Není to naše přílišná vzdálenost od moře, protože jako vnitrozemský stát máme prostě vnitrozemskou povahu, a tedy nám absence mořských ryb vlastně neschází, stejně jako nás netrápí znečištění moře u sousedů pod námi? Inu, koho trápí, že poslední losos v Labi plaval v roce 1936, protože Střekov a znečištění z papíren, měst atd.? Komu vadí, že dnes do moře projede pouhých 12 % úhořů a z ostatních zůstane fašírka? Nebo je to zcela jiný odborný základ či jednostrannost našeho vzdělání? Můžeme např. od hydrogeologa očekávat pochopení důležitosti ryb a vice versa? Nejedná se o absenci terénní perspektivy v dlouhé kariéře „úředníka“? Nebo je to obecněji dlouhodobá neschopnost kultivovaného racionálního dialogu o výhodách a nevýhodách jednotlivých přehrad, jezů, překážek ... samotný jazyk nám při citlivém používání slov přitom napoví. Slovo „přehrada“ v sobě nese primární význam přehradit (potok, řeku, estuárium), a tedy za nějakým účelem. Význam slova „překážka“ přichází až později. Všeobecné pochopení faktu překážení nastalo u většiny lidí až s časem, kdy se po uplynulém století stavba stala zastaralou, překonanou (angl. obsolete) a lidské působení v řekách doznalo za ten dlouhý čas úrovně masivního narušení.

Celým filmem a celou tematikou se prolíná obraz cévního systému krajiny, kterým řeky v této analogii bezpochyby jsou. A tato analogie je, myslím, pochopitelná každému člověku bez ohledu na vzdělání, věk i osobní preference. Stejně jako je proudění krve povahou cévního systému, tak povahou řek je proudění vody. Ano, **řeky lze zničit třemi způsoby: chemicky, morfologicky a hydrologicky.** Dokument DamBusters – The Start of the Riverlution, ukazuje, jak lze napravit třetí druh devastace, tj. zneprůchodnění řek pro rybí migraci, pro transport sedimentů. Kdo viděl jednou v životě marné nárazy našich pstruhů do jezové zdi, nepochybuje o nutnosti zrušení obsolentních staveb ani vteřinu. Otázkou je potom kde, jak a za kolik.

Ano, povahou řek je proudící voda mezi přírodními břehy a s přirozeným dnem, voda, která ve své křišťálové formě zobrazuje jeden z nejdůležitějších archetypů naší přírody a krajiny. Opakem této přirozené krásy jsou bohužel nekonečné obrazy ze soudobé české krajiny, které všímavý turista potkává dnes a denně prakticky všude: špinavá a smradlavá voda, neschůdně upravené břehy (regulace, a to nemluvím o městských úsecích, by se měla správně nazývat zničením, nikoli úpravou břehů), napřímené úseky, odříznuté zákruty a meandry a každých pár kilometrů neprůchodný jez. To je naprosto dominantní obraz našich řek na začátku 21. století. Naše řeky nejenže nezpívají, ony často ustrnule mlčí, jako by čekaly na vlídnější péči. Dočkají se jí?

Mgr. Daniel Fiala, VÚV TGM, v.v.i.  
daniel.fiala@vuv.cz

### Pohled Tomáš Justa

Anglické slovo v nadpisu se obvykle vyskytuje v souvislosti s technicky náročnými britskými leteckými akcemi za druhé světové války. Několik německých přehrad bylo vážně poškozeno z letadel svrhávanými skákavými bombami. V dnešní době se jako bourači hrází označují lidé usilující o eliminaci nepotřebných, ekologicky nevyhovujících atp. příčných staveb ve vodních tocích.

Sdružení Arnika pořádalo 22. 6. 2023 v pražské Městské knihovně promítání filmu Dambusters. Následovala silně obsazená panelová diskuse (přední vodohospodář z Ministerstva zemědělství, generální ředitel státního podniku Povodí, docent hydrotechniky z ČVUT, docent geoekologie z Ostravské univerzity, přední ichtyolog Českého rybářského svazu a tajemník komise pro rybí přechody AOPK ČR). Za film vědčíme organizaci Dam Removal Europe, za české titulky pak Arnice. Filmařsky zřejmě slušné dílo představuje řadu míst ve Španělsku, Francii, Litvě, Estonsku a Finsku, kde byla v nedávné době odstraněna vodní díla od jezů po přehradní hráze. Film přínosně a osvěživě ukazuje, že i tato díla, vodohospodáři poněkud totemizovaná, podléhají běžnému cyklu lidských staveb, od postavení po dožití a odstranění.

Jak ale bylo cítit i v následující diskusi, ne zcela ku prospěchu záměru tvůrců je až příliš aktivistické ladění filmu, zavánějící nadporučkem Mazurkem, který jako by řekl, že „hraze je správně bourat, protože hraze jsou špatné“. Ono v tom filmu zazní vlastně všechno, nejen otázky migrační propustnosti pro vodní živočichy – že se odstraňují vodní díla, která je v první řadě z technických a bezpečnostních důvodů neefektivní dál udržovat a díla, jejichž užítky již neodpovídají různým ekologickým i vodohospodářským negativům. Tyto racionální pohledy však nejsou dostatečně zdůrazňovány a opakovány a mohou uniknout pozornosti publika... znepokojeného třeba nadšenými výroky pobaltské ekologické aktivistky, která „hledala přehradu, co by se dala zbourat“. Po divákovi se chce, a to je z propagandistického hlediska riskantní, aby sám domýšlel, že když se skutečně někde nějaké takové vodní dílo bourá, což v žádném případě není ani levné, ani administrativně jednoduché, jistě se tak neděje jenom z toho důvodu, že nějaká dívčina nemá ráda beton a soucítí s rybami, které nemohou volně plout. Příliš aktivistickými momenty film zbytečně ztrácí body i před člověkem s vodohospodářskou kvalifikací, který se nepokládá za velkého obhájce hrází, přehrad a nádrží.

Vyznění filmu v našem, českém prostředí nepomůže ani to, jak bourači hrází ve svém svatém zápalu, nutícím je brát všechny příčné vodohospodářské stavby šmahem, nerozlišují různé typy a kalibry objektů, tedy hlavně nerozlišují mezi přehradními hrázemi a jezy. (Tomu pomáhá i to, že Anglosasové podle svého pojmem „dam“ rozumějí všechno od hrázek na potoce přes jezy po přehradní hráze a příliš se nesnaží o rozlišování. Podobně jako prý moc nerozlišují zelí a kapustu, označujícíce obojí pojmem cabbage – hlávka.) V českých poměrech je ale tento rozdíl celkem podstatný. Jakkoliv je namístě diskutovat o účelnosti a únosnosti záměrů nových přehradních staveb (v panelové diskusi byl například jako zvláště problematický až vysloveně pochybný zmíněn záměr výstavby nádrže Skalička na Bečvě), bourání nějakých existujících přehrad u nás není na pořadu dne. Naproti tomu odstraňování jezů nebo trpění jejich samovolného rozpadu, jakkoliv se mnohým na něco takového nechce ani pomyslet, je aktuálním tématem. Takto



Obr. 5. Jez v Podělusích na Sázavě v roce 2019, po rekonstrukci (foto T. Just)



Obr. 6. Rybí přechod, postavený současně s rekonstrukcí jezu v Podělusích; snímek zachycuje měření, prováděná v roce 2019 ku zjištění hydraulické účinnosti objektu. Výstavba přechodu byla dotována v rámci operačního programu Životní prostředí (foto T. Just)





Obr. 7. Balvanová rampa v korytě revitalizované řeky Wertach v Augsburgu, která v roce 2006 nahradila technicky nevhovující jez Goggeles. Pohled v roce 2013 (foto T. Just)



Obr. 8. Rampa v Augsburgu na podzim roku 2015. Proč Němci dovedou stavět dnové rampy, a my ne? (foto T. Just)

i panelisté, kteří byli do následující diskuse povoláni jako mluvčí „strany hydrotechnické“, to měli usnadněné. S obvyklou, dobře propracovanou a těžko zpochybnitelnou argumentací stran nezbytnosti údolních nádrží pro zásobování vodou není obtížné připadné náměty k bourání přehrad zasunout do šuplíku „Pošetilé“. V tomto pojetí diskuse se téma odstraňování jezů a stupňů, které rozhodně pošetilé či nemístné není, dostávalo rozněkud stranou a bylo postiženo jakýmsi naředěním.

Tu nelze nezpomenout, že podobného propagandistického pochybení se v nedávné době dopustili tuzemští tvůrci filmu *Zadržování bobra v krajině*, který šel v televizním pořadu *Nedej se*. Film se snažil propagovat příznivý vliv bobrů na morfologii vodních toků a zdržování vody v krajině – což je výrazně záslužné. Ale snad se tvůrci domnívali, že kdykoliv se ekologičtější vyjadřují k něčemu kolem vody, očekává se od nich, že budou proti přehradám. A tak bobří hrázování konfrontovali s betonovými hrázemi velkých údolních nádrží. Asi to mysleli dobře: „Podívejte se, my tady stavíme taková drahá betonová monstra, a chudákům bobrům bychom měli za zlé, že bez papírů, razítek a dotací zadržují vodu svými skromnými hrázemi z klacků.“ Lze se však obávat, že mnohý divák to pochopil v tom smyslu, že má přistoupit na schéma, podle něhož jsou bobří hráze dobře a betonové hráze velkých nádrží špatně. A na takové schéma nepřistoupil, neboť by je pokládal za nevhodně zjednodušující až nepatřičné. Nebo na takové poměrování přistoupil, ovšem s výsledkem nepříznivým pro bobry. Účast ve filmu statečně přijal tentýž generální ředitel státního podniku *Povodí*, který paneloval v diskusi k filmu *Dambusters*, a s klidnou a obeznanou argumentací o významu nádrží pro zásobování vodou a pro ochranu před povodněmi z toho nevyšel jako strana poražená a zostuzená. Bobří téma, samo o sobě ve filmu velmi dobře pojednané obrazem i slovem (zemitý zálesák s kšiltovkou mluvil o bobrech tak, že by se to dalo rovnou psát na březovou kůru) bylo porovnáváním s přehradami zbytečně naředěno a poškozeno. Kdyby byli tvůrci filmu konfrontováni činností bobrů s některými dosud přetřívajícími pochybnými praktikami ve správě vodních toků, jako je třeba udržování nebo dokonce obnovování některých již vysloveně nepotřebných technických úprav koryt, mohlo to vyznít lépe.

Zpět k *Dambusterům*: Autor tohoto kome-

táře se pokusil do diskuse po shlédnutí filmu přispět názorem, že vodohospodáři mají sklon fetišizovat vodní díla, jako jsou třeba právě jezy. Jak se ten fetišismus, tedy jakési nepatřičné zbožnění, projevuje? Řeknete: „Což takhle místo nákladné rekonstrukce jezu a výstavby rybního přechodu ten jez zbourat nebo prostě nechat jen tak dožít, rozpadnout?“ Jezový fetišista, místo co by začal uvažovat o racionálních důvodech pro a proti, ponejprv vyhrkne „To nelze, jez je vodní dílo“. (Podobnou floskulí, k níž se my, říční vodohospodáři, uchylujeme, když nás nenapadne nic chytřejšího, je to klasické „udržování příznivých odtokových poměrů“ – což si často, mimo zastavěná území obvykle zcela nesprávně, zjednodušíme do univerzálního ideálu co nejkapacitnějšího koryta.) Jezovému fetišistovi je velmi cizí představa, že by měla být ukončována právní a věcná existence nějakého jezu jako vodního díla, ať již ponecháním samovolnému rozpadu nebo přímo zbouráním. To se samozřejmě propisuje do toho, jak jeho nositelé vystupují při jednáních a rozhodování o dalším nakládání s vodními díly a s vodními toky. V pozadí jsou hluboko zakořeněné představy z dávné minulosti, že řeky nsvázané lidskými stavbami nedovedou správně téct, jsou nestabilní a nebezpečné, a teprve lidská práce, zhmotnělá v podobě různých vodních staveb, z nich vytváří tu pravou hodnotu, omezuje nebezpečí a umožňuje to správně využívání.

Zástupce rybářů v panelové diskusi velmi příhodně říznul do situací, kdy jsou veřejné prostředky, ať už naše domácí nebo evropské, využity k nákladné rekonstrukci nějaké jezové hrachoviny a k rovněž velmi drahé výstavbě rybního přechodu, s jehož účinností to často není kdovíjaké, aby nakonec nějaký soukromý subjekt, posilovaný i dotacemi z různých jiných směrů, mohl vydělávat na vyrábění „ekologické“ vodní energie. Škoda, že ve víru diskuse se tato připomínka nedočkala dalších komentářů.

Tady ostatně neškodí připomenout, že jakýsi fetiš se stal i z rybních přechodů. Vodohospodářská, projekční a stavebně-dodavatelská praxe si za posledních asi patnáct let rychle zvykla na dotace, umožňující stavět i velmi drahé přechody, aniž by se přiměřeně dbalo jejich skutečné účinnosti nebo se dokonce, nelekejte se, zvažovaly i jiné možnosti řešení problémů, které způsobují umělá vzdutí vodních toků. Když je někde nějaký jez

s elektrárnou, tak se má za to, že postavením rybního přechodu je „ekologický problém ošetřen a vyřešen“, i když to není pravda. Další dopady umělého zavzdutí na říční morfologii, ekologii, průtokový a splaveninový režim a tak dále rybní přechod opravdu neřeší. A všichni dohromady si neradi připouštíme, že účinnost a spolehlivost rybních přechodů je velmi závislá na vhodnosti typu, dispozice a parametrů, jakož i na kvalitě provozování; neboli že postavení nějakého rybního přechodu za jednotky nebo desítky milionů korun automaticky neznamená, že ten přechod opravdu dobře funguje. (Možnosti následných korekcí ne zcela dobře fungujících rybních přechodů se často dost přeceňují.)

I hydrotechnici v diskusi souhlasili, že vodní díla, která již nepřinášejí žádné efekty, mohou být odstraněna. Ale čekat na úplné odeznění jakýchkoliv funkcí objektu, to je přístup dobrý nejspíše k tomu, jak záležitost zahrát do autu. Nakonec, při dobré snaze nedopustit se hydrotechnické svatokrádeže – viz výše k fetišizaci, se každé polorozpadlé jezové starožitnosti dá nějaká zbytková funkce přisoudit. Při rozhodování o tom, zda nějaký objekt dále udržovat a případně rekonstruovat, nebo jej odstranit nebo přenechat rozpadu, by se prostě mělo vycházet z porovnávání přínosů a negativ té které cesty.

Vodohospodáři obvykle uvádějí, že udržování vodních děl, tedy těch vlastněných státem a spravovaných státními správci vodních toků, patří k povinností těchto správců. A neudržování je neplněním povinností při správě majetku, tedy cestou do trestného území. Tady je ovšem užitečné nahlédnout do zákona o vodách, co přesně o povinnostech ve správě toků říká. Zřejmě stále platí zákon 254/2001 Sb., který v § 47 Správa vodních toků, v odstavci 2, písmeni c) praví, že správou vodních toků se rozumí mimo jiné povinnost „provozovat a udržovat v řádném stavu vodní díla v korytech vodních toků, popřípadě vodnímu toku převážně sloužící, která správci vodních toků vlastní, případně užívají z jiného právního důvodu“. Tady se zdá být důležitý klíč k řešení zde pojednávaných otázek. **Z toho, že provozována a udržována v řádném stavu mají být vodní díla nezbytná k zabezpečování jakýchsi funkcí, nutno logicky vyvozovat, že díla, která již v těchto ohledech nezbytná**

nejsou, není potřeba provozovat a udržovat. Bohužel naše současná správa vodních toků zřejmě tohoto klíče nepoužívá tolik, jak by bylo možné a potřebné. Přinejmenším v tom smyslu, že rozlišování vodních děl podle míry nezbytnosti se děje přinejlepším jednotlivě a nahodile, nenabýlo systémové, institucionalizované podoby. (Systémovým a institucionalizovaným posuzováním nezbytnosti vodních děl pro zajišťování funkcí vodních toků jsou podle všeho prověrky, v první řadě zaměřené na technicko-bezpečnostní hlediska, jaké třeba v USA již delší dobu zásobují internet zajímavými odkazy pod heslem „Dam removal“. Včetně pro někoho silně zneklidňujících, pro jiného optimistických jutůbových filmíků z mechanického bourání jezů nebo z odstřelů přehrad.) Někdo by mohl váhat, jak vlastně by u nás nějaké systematizované prověřování nezbytnosti vodních děl mělo probíhat. Tu lze říci, že nějaký prakticky použitelný návod, jak by toto správcí vodních toků v součinnosti

s vodoprávními úřady měli provádět, by mohl vzniknout třeba v rámci novelizace vyhlášky o správě vodních toků – která by tak konečně dostala nějaký užitečný obsah.

V diskusi k filmu byly oprávněně zmíněny souvislosti, jaké je nutno brát v potaz při rozhodování o osudu příčných staveb v korytech vodních toků. V první řadě žádoucí nastavení úrovní hladin jak povrchové, tak mělké podzemní vody v dosahu jezového vzdutí. V řadě situací by odstranění vzdouvacího objektu, zvláště pokud ten je umístěn v nepřírozeně zahloubeném korytě, vedlo k nežádoucímu „vypuštění“ rozsáhlého nivního bazénu mělké podzemní vody. V diskusi k filmu se bohužel moc nedostalo na téma nahrazování jezových staveb přírodě bližšími konstrukcemi dnových ramp z balvanů a kamenů. Tady by mohlo být zajímavé hovořit o té záhadě, proč se třeba v německých zemích s rampami hodně pracuje, jsou aplikovány v mnoha různých situacích a podobách a často je jimi řešena

obnova migrační prostupnosti vodního toku, kdežto u nás s takovými objekty prakticky nepracujeme. A případné náměty v tomto smyslu odkládáme s ponejvíce intuitivně (doopravdy spočítat to nejspíš neumíme ani orientačně, protože o rampách moc nevíme) formulovaným zdůvodněním, že taková řešení by byla příliš nákladná, že by ty rampy odnesla velká voda, že by se jimi malé průtoky procezovaly pod povrch a v rybí cestě by nic neteklo, a tak podobně. Naši projektanti jsou ale asi ponejvíce angličtináři, takže stážovat do Německa, aby viděli, jak se to dělá, aby to fungovalo, moc nejezdí.

Ing. Tomáš Just  
Agentura ochrany přírody a krajiny  
České republiky  
regionální pracoviště Střední Čechy  
předseda odborné skupiny  
pro vodní ekosystémy AOPK ČR

## INFORMUJEME



# Fenomén BIM, nový nástroj ve stavebnictví po celou dobu životnosti investice

Stanislav Winkler

*Článek čtenáři předá zcela základní informace o metodě BIM ve stavebnictví. Pro uvedení do problematiky budou nejprve vysvětleny vybrané pojmy z normy ČSN EN ISO 19 650. Následovat bude stručné zhodnocení současného stavu stavebnictví v návaznosti na metodu BIM. Budou nastíněny některé z výhod a výzev, které s sebou zavádění BIMu přináší a nevyhnutelně jim budou čelit investoři, projektanti i dodavatelé. Závěrečná část článku se věnuje predikci vývoje implementace metody BIM do stavebnictví.*

## Co je BIM?

Zkratka BIM z anglického „Building Informational Management“ pod sebou ukrývá proces, který umožňuje architektům, inženýrům, stavebním firmám a investorům v oblasti stavebnictví plánovat, navrhovat, stavět a spravovat budovy s důrazem na vyšší spolupráci jednotlivých profesí a zefektivnění procesů během životního cyklu aktiva.

Pojem „aktivum“ je chápán v souvislosti s metodou BIM abstraktněji, nemusí se jednat pouze o stavbu, ale například o pozemky, zařízení nebo vybavení. Pro zjednodušení bude aktivum v tomto článku uvažováno jako stavba.

Životní cyklus je od začátku přípravy projektové dokumentace, přes výstavbu aktiva, provoz až po zbourání stavby. Rozlišujeme dvě hlavní fáze. Dodací fáze je první fází a zahrnuje vytvoření projektové dokumentace a realizaci samotné stavby. Následuje provozní fáze, během které je aktivum

provozováno, udržováno. Tyto fáze na sebe přirozeně navazují a cyklicky se opakují. Přechod z jedné fáze do druhé způsobují spouštěcí události, které si můžeme představit jako potřebu provést například opravu, nebo rekonstrukci. Na začátku zahájení nové fáze probíhá přejímání informací a dat z předešlé fáze, aby řešitelské týmy mohly relevantní informace a data použít.

Jak je patrné z výše uvedeného, BIM není 3D model, což bývá jednou z častých mylných představ. 3D model je používán jako klíčový nástroj pro integraci informací a dat o budově. Nicméně celý BIM v sobě ukrývá informace nejen grafické, ale i negrafické.

Grafické informace mohou obsahovat například model stavby, výkresovou dokumentaci. Negrafické si můžeme představit jako různé smlouvy, rozhodnutí úřadů, technické listy použitých komponentů.

Pro efektivní řízení procesů během životního cyklu aktiva je potřeba informace a data sdílet s úkolovými týmy. K tomu slouží CDE, zkratka z anglického „Common Data Environment“, jež v překladu znamená společné datové prostředí. Jedná se o pracovní prostor, kde všechny zúčastněné strany spolu komunikují a předávají si informace a data o aktivu. Zároveň dochází ke kontrole a schvalování výstupů. Společné datové prostředí se tedy stává místem jedině pravdy a všechny publikované soubory, informace a data v něm obsažená jsou aktuální. V ideálním případě veškeré soubory v CDE obsahují metadata, kde jsou zaznamenány informace o původci souboru, kdo soubor schválil, kdy, a tím je dosaženo vyšší transparentnosti.

Pro docílení konzistentních, kvalitních a využitelných informací je zapotřebí vytvořit klíčové dokumenty, které stanoví jasná pravidla, standardy a povinnosti všech zúčastněných stran. Takových dokumentů může být celá řada. Od jednostránkových požadavků na výměnu informací až po komplexně vytvořené několikastránkové dokumenty. Rozhodující jsou hlavně požadavky investora, velikost a složitost řešeného projektu. Extrémem je požadavek na zpracování BIM, bez dalších doplňujících dokumentů. Zde je vhodné čtenáře odkázat na normu ČSN EN ISO 19 650, kde jsou jednotlivé dokumenty uvedeny.

## Současný stav BIMu

Stavebnictví je v současnosti jedním z nejméně digitalizovaných průmyslů (obr. 1), což dokládá studie firmy McKinsey&Company. Velké projekty zaberou většinou o 20 % více času, než by bylo nutné. Zároveň až 80 % projektů zvýší svoje předpokládané náklady [1].

V České republice je již metoda BIM několik let. Firmy, respektive správci technické infrastruktury si uvědomují, že bez správných nástrojů bude docházet ke kolapsu současného systému. Míry složitosti, které dosahují některé stavby, převážně kvůli použité technologii, jako jsou například úpravní vody, čistírna odpadních vod nebo vodní elektrárny, se již neobejdou bez vhodných postupů, které zajistí eliminaci kolizí během projektování a následné realizace. Výše zmíněnou složitostí se zvyšují nároky na provoz. Je zcela namístě, že vlastníci infrastruktury pochopili tuto skutečnost a uvědomili si potenciál, který zavedení metody BIM v sobě ukrývá. Ačkoliv by se mohlo zdát, že BIM je v České republice standardem, není tomu tak. Spouštěčem velkého poprasku byla avizovaná povinnost využít metody BIM u nadlimitních zakázek. To v podstatě donutilo společnosti k tomu, aby začaly jednat. Proto v současné době můžeme vidět, že zadavatelé veřejných zakázek začínají uvažovat nad touto metodou a snaží se provést implementaci do organizace. Rozbíhají se pilotní projekty, vyhodnocují se data získaná z již dokončených pilotních projektů. Některé stavby jsou již v provozní fázi životního cyklu a závěrem je, že došlo k zefektivnění vynakládání zdrojů, ať už personálních, tak



finančních. Projektanti a dodavatelé tento trend následují a vynakládají nemalé úsilí, aby mohli poskytnout požadované služby.

Skutečností je, že všichni se stále učí a vlastně zjišťují, jak osvědčené postupy například ze zahraničí fungují v našem prostředí. Panuje určitá zdrženlivost, která je zcela opodstatněná, vzhledem k prvotním finančním nákladům. Nicméně vyčkávací taktika se v tomto případě může osklivě prodražit. Společnosti v podstatě nikdo do ničeho nenutí a mají možnost na jednodušších projektech vyzkoušet všechny postupy, proškolit svůj personál a připravit celou společnost na digitální transformaci. Tím se poučí z chyb, které zavedení zákonitě přinese, a připraví se na velké projekty, kde posléze bude povinné použít metodu BIM.

## Výhody BIM v průběhu životního cyklu stavby

Hlavní předností při implementaci metody BIM během projekčních prací je kvalitnější koordinace, které je docíleno vytvářením detailních 3D modelů. Ty lépe představují vzhled, rozmístění a interakce různých prvků stavby. Modely zahrnují všechny relevantní informace. Zlepšením vizualizace se usnadňuje komunikace mezi projektanty, stavebníky a investory. Všichni zúčastnění mohou lépe porozumět návrhu a mít jasnější představu o výsledném produktu. Modely umožňují identifikovat a řešit kolize mezi různými systémy (elektroinstalace, vodoinstalace, vzduchotechnika apod.) již v rané fázi návrhu. To pomáhá minimalizovat lidské chyby při tvorbě a interpretaci projektové dokumentace. S přesnějšími informacemi můžeme také snížit riziko chybného provedení prací při výstavbě, což šetří čas a náklady.

BIM lze využít k vytvoření podrobných odhadů nákladů na stavební projekt. Díky přesnějším informacím o materiálech, objemech a pracích můžeme lépe plánovat a řídit rozpočet projektu.

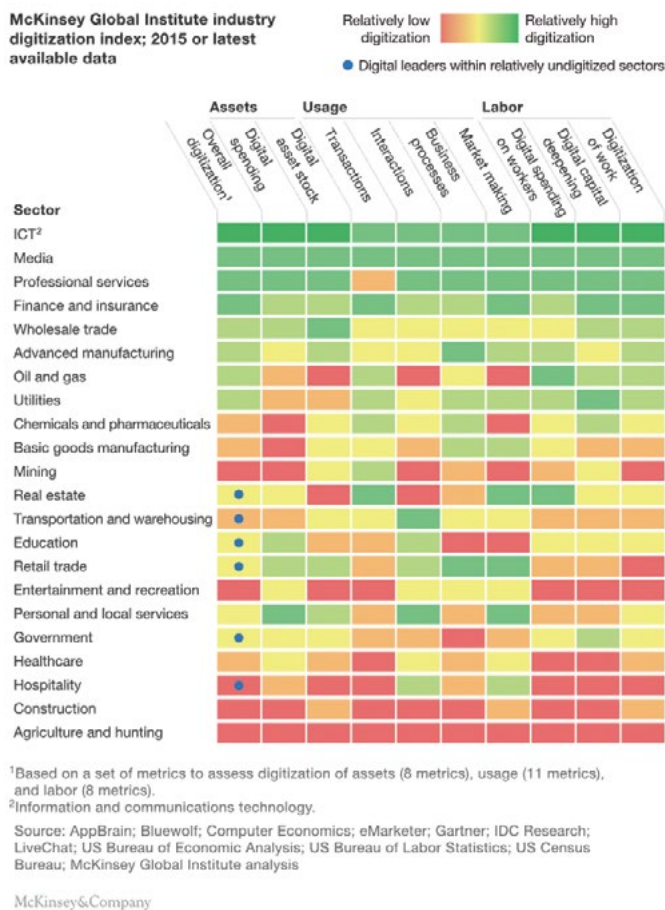
Zároveň je možné integrovat informace o plánování a časovém harmonogramu do modelů. Tím je umožněno sledovat postup prací, zjišťovat kritické body a optimalizovat časové plány.

Důležité informace o prvku stavby, jako jsou specifikace materiálů, rozmístění komponent, technické návody, jsou uchovávány v digitálním modelu a mohou být snadno přístupné pro správu a údržbu budovy. To usnadňuje plánování údržby, výměnu součástí a správu aktiva po celou dobu životnosti, která je díky tomu prodloužena. Vlivem podrobných informací o jednotlivých prvcích stavby lze provádět přesnější kvantifikaci a odhad nákladů. Zároveň nedochází ke ztrátě vědomostí a informací po odchodu klíčového pracovníka.

## Výzvy zavádění BIM

Základem každé změny je informovanost a vzdělávání všech zúčastněných subjektů, které do procesu vstupují. V současnosti se celý proces rapidně vyvíjí a je nesmírně důležité, aby všechny strany nejenom měly základní vzdělání v problematice BIM, ale i dokázaly svoje vědomosti udržovat aktuální. Což vyžaduje značné úsilí, minimálně teď, kdy lidé věnující se metodě BIM mají i jiné závazky, které musí plnit. Je vhodné, aby byl

## The construction industry is among the least digitized.



Obr. 1. Index digitalizace

využit potenciál normy ČSN EN ISO 19 650, kde jsou pojmy uvedeny a definovány. Není žádoucí, aby docházelo k lidové tvořivosti. Vzdělání investorů je důležité pro jasné definování zadávací dokumentace. Tím dojde k eliminaci víceprací, případně vynakládání zbytečných výdajů, například za modely bez dalšího využití.

Zavádění jakékoliv změny je obecně úmorný proces. Je potřeba mít na paměti, že BIM tvoří lidé a bez vůle úkolových týmů BIM nemůže fungovat. Současný systém funguje, nicméně může fungovat lépe a je potřeba bourat dogmata, která brání v dalším rozvoji, protože stávající systém narazil na své limity. Stejně jako v minulosti, kdy projektanti pracovali s tužkou a papírem, tak dnes je již naprostá samozřejmost, že projektant používá některý z dostupných CAD programů pro tvorbu výkresové dokumentace.

Jednou z paradoxních výzev je omezování informací a dat. Na začátek je potřeba zopakovat, jaký je rozdíl mezi informacemi a daty. Data nemají sama o sobě význam, zatímco informace mají význam a jsou užitečná pro konkrétní účely. Data potřebují kontext nebo strukturu, aby se z nich staly informace. Informace jsou vždy v určitém kontextu a mají smysl v rámci tohoto kontextu. Data jsou surová a nezpracovaná. Interpretace dat vytváří informace, které mají význam pro lidi nebo systémy. Informace mají vztahy a spojitosti mezi různými daty. Data jsou pouze jednotlivé prvky, zatímco informace je spojení těchto prvků.

Zní to zvláště, snažit se omezovat shromažďování dat a informací. Už jen s ohledem, že BIM nám umožňuje získat nepřehledné množství dat a informací za celý životní cyklus aktiva. Nicméně je potřeba si uvědomit, že se nesmíme dopustit informačního chaosu. Na počátku by měla zazníť otázka, jestli daná informace, kterou vyžadujeme od projekčního týmu zanést do modelu, najde svoje využití. Díky této jednoduché otázce můžeme zjistit, že spousta informací je důležitých pro projektovou přípravu, ale už nenajdou tolik využití během provozní fáze. Proto by po konci každé fáze životního cyklu aktiva mělo dojít k revizi obsažených informací a dat získaných během předešlé fáze a vybrat pouze potřebné informace a data pro fázi následující. Velikost modelů za celý životní cyklus aktiva může růst exponenciálně a je potřeba mít tuto skutečnost na paměti. Nástroje nám umožňují sledovat vše, co si jen usmyslíme, a tím vzniká nutkání do modelu opravdu přidat vše, co kdyby náhodou. Výzvou je tedy naučit se pracovat s daty a informacemi, které nám může BIM poskytnout, umět je vyhodnotit z pohledu další použitelnosti a snažit se udržovat model maximálně přehledný.

S přehledností je spojena další výzva, a to standardizace. V současnosti máme legislativu, která definuje různé procesy ve stavebnictví a oporu v podobě norem. I metoda BIM má svůj soubor norem, jedná se o již zmíněnou ČSN EN ISO 19 650. Nicméně při zavádění BIM postupů si s těmito dokumenty nevystačíme. Je potřeba vytvořit datový

standard, který jasně specifikuje strukturu informací a dat vložených do modelu. V České republice neexistuje v současné době jeden centrální oficiální standard, který lze použít na všechny stavby. Vodní stavby jsou specifickým odvětvím stavebnictví a je předpoklad, že každá společnost zabývající se vodním hospodářstvím bude mít vlastní datový standard. Výroba takového standardu trvá značný čas, neboť je zcela nezbytné na pilotních projektech otestovat požadavky na informace dané společnosti. Datový standard je nutné chápat jako flexibilní vzor, který lze doplňovat, měnit a promazávat na základě získaných zkušeností z dodacích fází a provozních fází.

Úspěšné zavedení metody BIM do stavebnictví vyžaduje celkové posílení digitalizace naší společnosti v České republice. Státní správa musí být na tento trend připravena a využít potenciál, který v sobě ukrývá. Úřady se topí v záplavách dokumentů, které by vůbec nemusely být v tištěné podobě. Zároveň díky strojově čitelným informacím a datům lze provádět kontrolu, čímž lze zrychlit celý proces schvalování.

Je potřeba provádět osvětu o digitalizaci celkově, aby občané pochopili, jaké výhody skýtá. Proto jednou z největších výzev bude

neustále a trpělivě nejen odborné obci, ale i široké veřejnosti vysvětlovat přínosy digitalizace společnosti.

### Výhled vývoje implementace metody BIM

Během relativně krátkého období můžeme očekávat vyšší zastoupení projektů, které budou zpracovány za pomoci postupů BIM. V současné době probíhají pilotní projekty u většiny zadavatelů veřejných zakázek, usilovně si společnosti vytváří datové standardy a zpracovávají potřebné dokumenty. Některé projekty již přechází, nebo se nachází v provozní fázi. Nové požadavky pravděpodobně vyvolají reorganizace společností, aby bylo možné efektivněji implementovat metodu BIM. Jako u každé novinky, tak i BIM s sebou přináší vyšší počáteční náklady v podobě nákupu licencí programů, investice do pracovníků a případně externích konzultantů, kteří mohou pomoci organizacím projít transformací. Nicméně již krátce po implementaci metody BIM společnosti pocítí její benefity, které přináší. Zároveň dojde ke snížení nákladů na provoz aktiv.

V zahraničí je již možné pozorovat i použití virtuální reality, umělé inteligence a algoritmů pro povolovací procesy staveb mezi stavebním

úřadem a investorem. Vzhledem k jasným výhodám lze očekávat, že tento trend se začne pomalu objevovat i u nás, jako například vytváření mračen bodů pomocí dronů.

### Závěr

Pro čtenáře neznalého problematiky měl článek za cíl představit fenomén BIM a uvést do kontextu, co si pod pojmem představít. Nastíněny byly některé výzvy při zavádění a předpoklady blízkého vývoje.

Výhody implementace metody BIM do organizací jsou nesporné a převažují nad vstupními náklady, které zavádění přináší. Výzvy budou překonány, protože kde je vůle, je i cesta.

### Literatura

- [1] Agarwal, R.; Chadrasekaran, S.; Sridhar, S. Index digitalizace. In: *McKinsey&Company* [online]. Singapore: McKinsey Productivity Sciences Center, 2016, June 24 [cit. 2023-06-30]. Dostupné z: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/imaging-construction-digital-future/>

Ing. Stanislav Winkler  
Povodí Labe, státní podnik  
winklers@pla.cz

## SPRÁVCI VODNÍCH TOKŮ INFORMUJÍ



### Povodně 2013 – ohlédnutí po 10 letech

Martin Kysela

V letošním červnu uplynulo deset let od přívalových povodní, které postihly ve třech vlnách především území Čech. Povodně si vyžádaly celkem 15 lidských životů, škody na majetku dosáhly 15,3 miliardy korun. Zejména první vlna povodní postihla velkou část povodí Vltavy.

Průběh roku 2013 byl výrazně ovlivněn tlakovými nížemi, které již od zimy přinášely do střední Evropy poměrně velké množství srážek, včetně sněhových. Zejména srážky v květnu vedly místy až k extrémnímu nasycení půdy, což byl faktor, který měl zásadní vliv na vznik povodně. Příčinnými srážkami, které vedly ke vzniku povodně v povodí Vltavy, byly deště v období od 29. 5. do 3. 6. 2013 se sumou úhrnů okolo 150 mm. Jelikož srážky přišly již do velmi nasycených povodí, přecházela většina srážek okamžitě do odtoku. Dne 1. 6. již bylo na většině zasažených toků dosaženo povodňových průtoků, následující den pak došlo k jejich kulminaci. Povodňová epizoda zasáhla zejména přítoky Vltavy pod VD Orlik a na řadě těchto toků byl dosažen průtok  $Q_{100}$  místy i vyšší. Rozhodnutím vlády ze dne 2. 6. 2013 byl vyhlášen nouzový stav pro území Jihočeského kraje, Plzeňského kraje, Středočeského kraje, Libereckého kraje, Královéhradeckého kraje, Ústeckého kraje a hlavního města Prahy.

Lesy ČR, s. p., jako správce řady toků v zasažených oblastech, zahájily 1. 6. od

ranních hodin monitoring dotčených vodních toků a vodních děl a od 2. 6. byla nasazena technika k provádění zabezpečovacích prací. Zabezpečovací práce zahrnovaly uvolnění koryt vodních toků od naplaveného materiálu a dřevní hmoty, obnovu průtočného profilu mnohdy zcela zanesených koryt, odstranění narušených břehových porostů a stabilizaci nátrží, které často ohrožovaly stabilitu lidských obydlí či komunikací. Řada oblastí byla vlivem vysokých průtoků nebo zcela zničených komunikací první týden zcela nedostupná. Zabezpečovací práce probíhaly na cca osmdesáti vodních tocích téměř po dobu dvou měsíců, protože na řadě míst



Odstraňování sedimentu z koryta Zahořanského potoka v k.ú. Davle v úseku ovlivněném vzdutím Vltavy

hrozilo v případě zvýšených srážkových úhrnů jejich opětovné vybrežení. Náklady na zabezpečovací práce přesáhly více než 15 milionů korun. Práce probíhaly v největší míře na přítocích v povodí Sázavy a Dolní Vltavy v úseku mezi VD Slapy a VD Vrané, ale i na řadě dalších toků v působnosti Správy toků – oblast povodí Vltavy. Extrémně silné povodně byly zejména na přítocích Sázavy, např. na Brtnickém potoce v Českém Šternberku, kde došlo k totální destrukci úpravy koryta a k úplnému zanesení jeho průtočného profilu. K destrukci opevnění koryta došlo také v obci Talmberk, kterou protéká Úzický potok. Extrémní průtok zde zásadně poškodil komunikaci Sázava–Úžice, která byla řadu týdnů neprůjezdná, a nakonec bylo nutné provést její kompletní rekonstrukci. Kritická situace byla v oblasti jižně pod Prahou, kde se do Vltavy vlévají šterkonosné toky. V řadě potocích údolí se zde nachází rozsáhlé chatové osady dlouhé několik kilometrů, které prakticky zabírají celý prostor údolní nivy. Jako typický tok v této oblasti je možné zmínit např. Zahořanský potok. Zde došlo k vybrežení toku, které bylo často způsobeno nekapacitními mostky a lávkami, a k zapla-



Extrémní průtok na Zahořanském potoce měl za následek odplavení několika osobních vozidel (chatová osada v k.ú. Březová–Oleško)





**Přítoky Úžického potoka kompletně zanesly propustky na silnici Sázava-Úžice, kterou bylo nutné kompletně rekonstruovat**



**Jižně od Prahy byla povodní zasažena řada chatových osad, Zahořanský potok, k. ú. Davle**



**Koryto Brtnického potoka (levobřežní přítok Sázavy) v intravilánu městyse Český Šternberk po zahájení zabezpečovacích prací, které spočívaly zejména ve zprůtočnění koryta a stabilizaci nádrží**



**Stejný úsek Brtnického potoka po provedené rekonstrukci (foceno z hradu). Návrh rekonstrukce musel respektovat požadavky Národního památkového ústavu z důvodu situování stavby v prostoru národní kulturní památky hrad Český Šternberk. Úprava svým provedením odpovídá historické podobě z počátku 20. století**



**Rekonstrukce opevnění Chotoušského potoka ve městě Jílové u Prahy, místní část Borek. Koryto bylo opevněno kamennou rovnáninou v zastavěné části obce**

vení řady nemovitostí, z nichž je část i trvale obývána. Povodeň dala do pohybu tisíce metrů krychlových splavenin, které byly zachyceny v retenčních prostorech přehrážek nebo se usadily před ústím do Vltavy a bylo nutné je odtěžít. O síle povodňových vln zde svědčilo i několik splavených osobních automobilů, které bylo potřeba vyprostit z koryt vodních toků.

Souběžně s prováděním zabezpečovacích prací byly vyčíslovány povodňové škody na vodohospodářském majetku státu. Vzniklé škody spočívaly převážně v zanesení koryt sedimenty a v jejich erozi, částečně došlo i k poškození staveb vodních děl. Lokálně měly povodně z důvodu větší intenzity srážek ničivější destruktivní charakter – došlo k výraznějšímu poškození koryt, opevnění, příčných objektů a nádrží. K větším škodám však došlo na veřejném a soukromém majetku – zejména poškození nemovitostí a infrastruktury (komunikací, propustků apod.).

Negativně se projevoval zejména vliv nekapacitních propustků a lávek ve spolupůsobení s nesenými splaveninami a splávním (mnohdy splavený materiál uložený podél vodních toků). Pozitivní vliv měly vybudované stabilizační a retenční objekty, které zachytily část sedimentů nad intravilány obcí. Povodňové škody přesáhly v rámci působnosti ST – oblast povodí Vltavy více než čtyřicet milionů korun. Jejich odstraňování bylo spolufinancováno z Programu vodního hospodářství MZe č. 219 270 „Odstranění následků povodní na státním vodohospodářském majetku II“. Odstraňování škod bylo dokončeno v roce 2016, většina těchto akcí byla realizována na úsecích toků v zastavěném území.

Mezi největší akce patřilo odstraňování škod na Chotoušském potoce v Jílovém u Prahy, Zahořanském potoce v obcích Davle a Březová-Oleško, Břežanském potoce v obci Dolní Břežany, Úžickém potoce v obci Samopše, Kamenickém potoce v Týnci nad Sázavou

a Brtnickém potoce v zástavbě pod hradem Český Šternberk, kde probíhaly rozsáhlejší obnovy úprav koryt vodních toků a jejich stabilizace.

Povodně v roce 2013 opět ukázaly, že ochrana lidských životů, obcí a infrastruktury před povodněmi nikdy nemůže být absolutní. I v současné době, kdy zažíváme epizody sucha, je nutné v rámci správy vodních toků pracovat na tom, aby byl dopad povodní na lidskou společnost pokud možno co nejmenší.

**Martin Kysela**  
**Lesy ČR, s.p., Správa toků –**  
**oblast povodí Vltavy**  
**martin.kysela@lesy.cz**



## Revitalizace tůň v Libotenicích

Michal Vávra

Povodí Labe, státní podnik, realizovalo v letech 2020 a 2021 revitalizaci tůň za koncentrační hrází v Libotenicích. Lokalita se nachází v extravilánu na levém břehu Labe

v Ústeckém kraji, okresu Litoměřice v těsném sousedství krásné kulturní památky České republiky, barokního Kostela svatě Kateřiny Alexandrijské.

Projekt byl zaměřen na obnovu komunikace labského koryta s tůň situovanou za koncentrační hráz, vytvoření mokřadu s litorálním pásmem a zcela nové neprůtočné tůň v jižní části lokality. Koncentrační hráz byla vystavěna kolem roku 1880. Labe v Libotenicích je vodní cestou dopravně významnou a souvisle regulovaným vodním tokem. Libotenicí tůň má rozlohu 1,4 ha. Přírodní vznik tůň této velikosti je v kulturní krajině tohoto úseku Labe limitovaný řadou faktorů. Obnova tůň tak není nepřirozeným





Revitalizovaná tůň v Libotenicích



Obnovené napojení tůně na Labe



Tůň po revitalizaci v srpnu 2022



Obnovené napojení tůně s labským korytem v květnu 2023



Šmel okoličnatý (*Butomus umbellatus*)

zásahem, v podstatě nahrazujeme přírodní procesy, které v antropicky ovlivněné krajině již nefungují.

V průběhu realizace stavby byla libotenická tůň propojena s labským korytem formou vybudování kamenného brodu, v jižní části lokality byla obnovena mokřadní plocha s litorálem a vyhloubena izolovaná tůň v blízkosti stávající vodní plochy. Brod byl řešen jako kamenná rovnanina na sucho, směrem do zátopy tůně byl terén opevněn kamenným záhozem. Mokřadní plocha oddělená od tůně brání pronikání rybí obsádky, aby došlo k podpoře obojživelníků.

Tůň v Libotenicích byla před revitalizací eutrofizovaná, mimo jiné i z důvodu minimálního průtoku vody v lokalitě. Biologický průzkum před samotnou realizací projektu poukázal na výskyt druhů se širokou ekologickou valencí, z botanického hlediska se zvyšoval

podíl ruderalních druhů. Tůň bývala poměrně brzy během vegetační sezony pokryta porosty odolných pleustofytů, jako jsou okřehek menší (*Lemna minor*) nebo závitka mnohokořenná (*Spirodela polyrrhiza*).

Projekt měl pozitivní vliv na zachování biologické rozmanitosti, tvorba tůně a mokřadního pásma podpořila např. vodní brouky, vážky, populaci skokanů skřehotavých (*Pelodytes punctatus*), výslunná místa obývají ještěrky obecné (*Lacerta agilis*), z vodní avifauny byl po revitalizaci na lokalitě zaznamenán výskyt břehule říční (*Riparia riparia*), ledňáčka říčního (*Alcedo atthis*), morčáka velkého (*Mergus merganser*), potápky malé (*Tachybaptus ruficollis*) nebo potápky roháče (*Podiceps cristatus*).

Obnovení částečného napojení libotenického tůně na tok Labe podpořilo laterální migraci vodních živočichů a přísun diaspor vodních makrofyt. Z vodních a mokřadních rostlin se

po revitalizaci v lokalitě objevily tyto běžné i vzácnější druhy: barborka přitisklá (*Barbarea stricta*), ostřice nedošáchor (*Carex pseudocyperus*), pryskyřník lýtý (*Ranunculus sceleratus*), rdest kadeřavý (*Potamogeton crispus*), sítina článkovaná (*Juncus articulatus*), sítina rozkladitá (*Juncus effusus*), sítina sivá (*Juncus inflexus*), stolítek klasnatý (*Myriophyllum spicatum*), šmel okoličnatý (*Butomus umbellatus*), šťovík koňský (*Rumex hydrolapathum*) a vrbovka růžová (*Epilobium roseum*). Na obnažených plochách byl nalezen také ohrožený sporyš lékařský (*Verbena officinalis*).

Přínos revitalizace bude nadále monitorován biologiy Povodí Labe po dobu udržitelnosti projektu, součástí průzkumu bude podrobnější hydrobiologický průzkum.

Realizací projektu došlo k obnově vodních a mokřadních biotopů, k podpoře stanovištní a druhové diversity a obnově přirozeného vodního prvku v polabské krajině. Investorem revitalizace tůně v Libotenicích bylo Povodí Labe, státní podnik. Projekt o celkových nákladech 1,0 mil. Kč byl financován z Operačního programu Životní prostředí 2014–2020.

RNDr. Michal Vávra  
Povodí Labe, státní podnik  
Víta Nejedlého 951/8  
500 03 Hradec Králové  
vavram@pla.cz



## INFORMUJEME



### Psí zuby najdeme i v našich vodách

Petr Blabolil, Lenka Kajgrová, Tomáš Jůza

V tomto příspěvku se zaměříme na candáta obecného, latinsky *Sander lucioperca* (**obr. 1**). Synonymy jsou názvy *Stizostedion lucioperca* či *Lucioperca lucioperca* odkazující na exteriér candáta – jasný, světlý nebo zářivý. V rámci rodu se v našich vodách můžeme ještě setkat s candátem východním (*Sander volgensis*), přesněji ve vodách oblasti soutoku Moravy a Dyje (vyskytuje se v povodí Černého

a Kaspického moře). Candát obecného se od candáta východního krom zbarvení odlišuje přítomností výrazných špičáků po bocích středu horní i dolní čelisti, kterým se laicky říká „psí zuby“ (*dentes canini*) podle typických otisků, jež jsou patrné na kořisti (**obr. 2**). Vedle těchto dvou candátů v severní Americe žije candát severoamerický (*Sander vitreus*) a candát kanadský (*Sander canadensis*). Konečný výčet

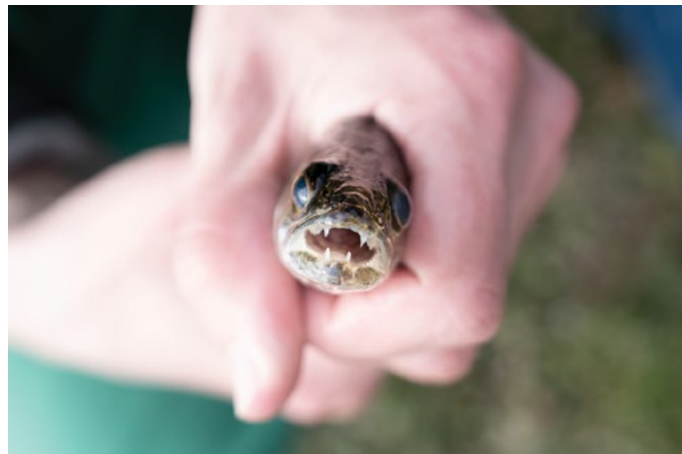
druhů uzavírá candát mořský (*Sander marinus*) známý z brakických vod (řeky ústící do Černého a Kaspického moře).

Candát obecný je rozšířen ve vodách střední a východní Evropy, západní hranici tvoří povodí Labe a Dunaje. Historicky se nevyskytoval v západní Evropě, na jihu v Itálii a na Balkáně, ale od roku 1920 byl postupně introdukovan do Francie, Švýcarska, střední Anglie, na Pyrenejský poloostrov, do Itálie a na Balkán. Dnes je rozšířen prakticky po celé Evropě. V přímořských oblastech byly pozorovány migrace mezi sladkou a brakickou vodou. Candát obecný je největší rybou našich vod z čeledi okounovitých. Běžně dorůstá velikostí 80 cm, výjimečně přes 1 m. Tělo má torpédovitý tvar s širokými ústy. Nápadné jsou dvě hřbetní ploutve, první z tvrdých paprsků a v druhé převažují rozvětvené měkké paprsky. Tělo je kryté drsnými ktenoidními šupinami, které nalezneme i na hlavě. Boky





Obr. 1. Dvouletý candát obecný (foto: Jan Škrabánek)



Obr. 2. Detail čelistí candáta obecného s patrnými psími zuby (foto: Jan Škrabánek)

jsou stříbrné, břicho bílé a hřbet zelenošedý, zbarvení ploutví odpovídá příslušné části těla. Na bocích bývá 8 až 12 černo zelených pruhů, které se na spodní části těla rozpadají a vytrácejí se i během života. Candát má pravý žaludek, kdy se na začátku střeva vyskytuje sedm pylorických přívěsků (*appendices pyloricae*, obdoba slepých střev), které mohou být nesprávně považovány za nádory či parazity. Plynový měchýř není spojen se střevem a při rychlém vytažení jedince z větší hloubky (vyššího tlaku) ryba není schopna rychlé regulace tlaku plynu (objem se s poklesem tlaku zvyšuje) a může dojít k úhynu jedince. Candát má relativně krátké střevo délky zhruba délky jedince.

Candát je původně ryba dolních úseků pomalu tekoucích vod (cejnové pásmo) a větších mezotrofních až eutrofních jezer. Candáta najdeme i v uměle vytvořených stanovištích, kde se mu daří především v nádržích, pískovnách a průtočných rybnících s tvrdým členitým dnem s dostatkem úkrytů, jako jsou kameny a pařezy. Candát je teplomilným druhem, zároveň je náročný na koncentraci rozpuštěného kyslíku, a proto mu nevyhovují zabahněné rybníky či tůně říčních ramen. Candát je stanovištní ryba a převážně se vyskytuje u dna v hlubokých partiích nádrže nebo koryta řeky a za potravou vyráží lovit do mělkých litorálních zón v podvečer či za úsvitu. S rostoucí velikostí ryb početnost hejna (tvořeného přibližně stejně velkými a starými jedinci) klesá, největší jedinci pak bývají samotáři. V průběhu roku migruje především v období rozmnožování, kdy vyhledává výtěrové podloží, nebo při vyhledávání zón vody s vyšším obsahem kyslíku. Candát se dokáže orientovat pomocí zraku i ve vodě se sníženou viditelností díky odrazivé vrstvě mezi sítnicí a cévnatkou oka (*tapetum lucidum*), která se navenek projevuje světlou okem. Obecně jde o ostrážitou světloplachou rybu, která většinou začíná lovit s příchodem soumraku. Vlastní potravou candáta se mění v průběhu vývoje. Po vykulení a vstřebání žlutkového vajíčka se živí převážně menšími planktonními korýši (vířníci), s rostoucí velikostí se orientuje na větší druhy zooplanktonu (klanonožce a perloočky) a larvy hmyzu (komároviť a pakomároviť), až postupně přechází na lov ryb (obvykle od délky 10 cm). Dospělý candát se živí dravě zpravidla druhy, které v našich

vodách najdeme nejčastěji, jako plotice obecná, okoun říční, cejn velký a ouklej obecná, nebo v rybnících často početnou invazivní střevličkou východní. Příležitostně mohou být v zažívadlech nalezeni i vodní mlži či části makrofyt, kdy se pravděpodobně jedná o náhodné pozření při lovu v blízkosti dna. Při nedostatku potravy může docházet ke kanibalismu. Velikost kořisti narůstá s velikostí těla, obecně však candát preferuje menší, nemocné, poraněné či uhynulé ryby (tzv. zdravotní policie). Vedle produkce je candát využíván i v biomanipulaci pro potlačení drobných kaprovitých ryb v rámci kaprového hospodářství a snížení zastoupení zooplanktonožravých ryb ve vodárenských nádržích.

V našich podmínkách candáti pohlavně dospívají ve věku 3–5 let při hmotnosti > 0,5 kg. Mlčící obvykle dospívají o rok dříve než jikernačky. Jednorázový přirozený výtěr zpravidla probíhá v období konce dubna až května, při teplotě vody 10–16 °C. Vhodným trdlištěm bývá písčité až šterko-hlinité podloží nebo vegetací porostlá místa a kořeny vodních rostlin v hloubce 1–3 m. Samec trdliště očistí, po naklazení a oplodnění jiker je hlídá, jemným vířením břišních ploutví (které jsou umístěny vpředu těsně za úroveň prsních ploutví) jim přihání čerstvou vodu a zpravuje je nánosů kalu, v případě nutnosti odhání potencionální predátory (troufne si i na dotěrného potápěče). Po vylíhnutí plůdku mlčící přestávají trdliště bránit. V hlubokých nádržích se záhy po vykulení od velikosti 6 mm candáti přesouvají do volné vody, kde část kohorty může vykonávat tzv. hloubkovou diurnální migraci. Během dne mohou zůstat v epipelagické vrstvě s vyšší teplotou a množstvím potravy nebo se uchýlí do batypelagické vrstvy pod termoklinou (nejčastěji v hloubce 7–13 m) s teplotou vody blízkou 4 °C i během léta, s omezeným množstvím potravy, světla a často i koncentrací rozpuštěného kyslíku. Během noci rovněž batypelagičtí candáti vyplouvají do epipelagické vrstvy, kde loví. Tato bezesporu energeticky náročná migrace je pravděpodobně strategií, jak se vyhnout predaci.

Candát je jeden z nejcennějších druhů ryby v rámci rybníční akvakultury. Vzhledem k poptávce a ceně candáta na trhu jak domácím, tak zahraničním je jeho produkce ekonomicky a obchodně zajímavá. Candát se produkuje ve třech různých systémech chovu – intenzivně

v recirkulačních akvakulturních systémech (RAS), extenzivně v rybnících a konečně v systému, v němž se kombinují obě zmiňované varianty. V rybníčních systémech je candát chován jako doplňková ryba ke kaprovi obecnému, chová se v takzvané polykultuře. Chov candáta v rybníční akvakultuře je často podporován řízenou reprodukcí či cíleným vysazováním larev či juvenilních ryb z akvakultury typu RAS. Chov candáta v rybnících má v ČR dlouholetou tradici – s cíleným chovem se začalo v roce 1784 na Třeboňsku. Reprodukce candáta v provozních podmínkách probíhá nejčastěji poloumělým výtěrem. Poloumělý výtěr, neboli Šustova metoda, se provádí v sádkách nebo manipulačních rybníčkách při teplotě zhruba 12–14 °C. Na výtěr se candátům poskytují „umělá hnízda“ dnes převážně z plastových materiálů, dříve z rostlinného materiálu (ostřice). Vytřené a oplodněné jikry jsou přilepeny na hnízdech, která se ve stádiu jikry v očích bodech přemísťují do chovných rybníků. V posledních letech přibyla možnost produkce násad v recirkulačních systémech pod plnou kontrolou prostředí a kvality vody. Základem je umělý výtěr generačních ryb, které jsou dlouhodobě či krátce před výtěrem umístěny do manipulačních rybníčků či nádrží v blízkosti líhně nebo přímo v líhni. V době před třením jsou ryby sloveny do nádrží v líhni, kde se výtěr synchronizuje pomocí hormonálních přípravků (kapří hypofýza, Supergestran, Ovopel). Poté se provede vlastní výtěr (nejčastěji je vytřeny jiker do misek), následně osazení a oplodnění vodou. Tyto jikry se nasadí do inkubačních preparátů a po vylíhnutí vajíčkového plůdku dojde k jeho přesazení do odchovných nádrží. V kontrolovaných podmínkách se u candáta provádí i mimosezonní umělý výtěr. Generační ryby se stimulují zvýšením teploty vody v předvýtěrových bazénech a prodloužením světelné fotoperiody. U těchto ryb se může urychlit výtěr až o dva měsíce oproti přirozenému výtěru. V posledních letech se testuje efektivita a rentabilita využití kombinace rybníčního a intenzivního chovu (RAS). Produkce v kontrolovaných podmínkách částečně řeší jak zhoršenou reprodukci generačních ryb, tak nízkou životaschopnost vylíhnutých larev.

Vysazení je nejen pro candáty, a to jak raná, tak dospělá stádia, významnou změnou a stresem. Již během přípravy na transport je třeba omezit krmení a tím aktivitu metabolis-

mu ryb, zároveň je třeba adaptace teploty na úroveň lokality, kam budou ryby vysazeny. Na místě vysazení musí dojít k postupnému ředění vody za účelem vyrovnání chemismu vody (koncentrace rozpuštěného kyslíku, hodnoty pH a vodivosti). Vhodné je vysazovat ryby v místech s úkryty a s vyšší úživností či v prostředí, kde se mohou rozplavat do více směrů (vhodnější je přítoková než hrázová část). Z hlediska načasování by vysazování mělo proběhnout v době dostatku potravních zdrojů (vrchol jara či počátek podzimu) a z hlediska denní periody večer či v noci, kdy je část predátorů málo aktivních. Do nového prostředí mohou být přenesena umělá hnízda s oplozenými jikrami ve stádiu očních bodů, rozplavaný plůdek a asi nejčastěji vysazovaný podzimní plůdek (tzv. roček velikosti nejčastěji 7 až 14 cm), do revírů pak násada starších ročníků či generačních ryb candátů. Ryby patří mezi typické r-strategie, kteří produkují vysoké počty potomků, které mají vysokou úmrtnost. Vysazení starších ryb tak představuje vyšší přežívání jedinců, ovšem zároveň starší ryby mají omezenější schopnost přizpůsobení se novým podmínkám.

Na vysazení by měla navazovat kontrola úspěšnosti této akce. Candáty, ač jsou citliví na manipulaci, lze značit v každé velikostní kategorii. V případě larev se používá chemické značení koupelí v oxytetracyklinu či alizarinu, kdy se fluorescenční látky naváží na kostěné

tkáně a lze je později detekovat. U větších jedinců se často využívá hromadné značení střížením části ploutve, která během dorůstání vytvoří zřetelné odlišení od nezasažených ploutví. Individuální značení se využívá u násady či generačních hejn, kdy je možné využít vpravení elastomeru či individuálně značeného štítku pod kůži, umístění externích značek či vložení čipu do svaloviny nebo břišní dutiny. Zmíněné metody se používají převážně v rámci experimentů na vědeckém poli, zatímco v provozních podmínkách na rybnících je růst a fitness ryb kontrolován odlovy.

Candát má nejen vysokou konzumní hodnotu (kvalitní maso pevné konzistence s nízkým obsahem tuku), ale je i významným druhem sportovního rybolovu po celé Evropě. Co se týče sportovního rybolovu v ČR, candát obecný je v mimopstruhových revírech stejně jako další dravé ryby hájen od 1. ledna do 15. června, a to dle vyhlášky č. 197/2004 Sb. k provedení zákona č. 99/2004 Sb., o rybníkářství, výkonu rybářského práva, rybářské strážní, ochraně mořských rybolovných zdrojů a o změně některých zákonů (zákon o rybářství). Mimo zmíněné období pro candáta platí nejmenší lovná míra 45 cm a osoba provádějící lov si v jednom dnu může přisvojit nejvýše dva jedince přesahující lovnou míru. Naopak v pstruhovém rybářském revíru je při ulovení candáta zakázáno jej do revíru vracet.

**Poděkování:** Výzkum ekologie candáta je podpořen projekty NAZV QK23020002 „Produkce násad candáta obecného, jejich adaptabilita a optimalizace jejich vysazování do volných vod“ a QK22010177 „Optimalizace příkrmování a managementu rybníční akvakultury“.

RNDr. Petr Blabolil, Ph.D. <sup>1, 2)</sup>  
(autor pro korespondenci)  
Ing. Lenka Kajgrová <sup>3)</sup>  
Mgr. Tomáš Jůza, Ph.D. <sup>1)</sup>  
petr.blabolil@hbu.cas.cz

<sup>1)</sup> Biologické centrum AV ČR, v.v.i.  
Hydrobiologický ústav  
Na Sádkách 702/7  
370 05 České Budějovice

<sup>2)</sup> Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
Přírodovědecká fakulta  
Branšovská 1645/31a  
370 05 České Budějovice

<sup>3)</sup> Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
Fakulta rybářství a ochrany vod  
Zátiší 728/II  
389 25 Vodňany

## OHLASY



### K článku Mikropolutanty v technologii vody a poznámka k dotacím

Jaroslav Hlaváč

Vážený pane šéfredaktore,

k tomuto ohlasu na článek Kvaček, R.; Stránský, D.: Mikropolutanty v technologii vody, Vodní hospodářství 6/2023, s 27–28 mne vedla Vaše poznámka na konci textu o tom, zda je článek pro časopis vhodný a přínosný. Svoje studenty jsem učil, že vodní hospodářství je národohospodářské odvětví, které má dva obory, a to obor vodních toků a obor vodovodů a kanalizací. Již z této definice vyplývá, že jde o problematiku docela širokou, na niž navazují specializace jak uvnitř, tak i vně odvětví. Zatímco vodohospodáři mají zpravidla svoje témata úzká a hluboce probádaná, spolupracující profese potřebují horizontální přehled o problematice. Ale i pro samotné vodohospodáře je užitečné mít aspoň takové základní informace ze specializací uvnitř oboru, kterými se sami nezabývají. Z vlastní zkušenosti vím, že jako emeritní „malovodař“ si se zájmem přečtu alespoň souhrny a závěry článků z „velkovodařiny“, hydrologie, hydrogeologie, managementu odvětví, ekonomie oboru a jeho statistiky. Není v silách jednotlivce důkladně prostudovat všechny publikované statě dopodrobna, ale je dobré o nich vědět.

Předmětný text, podle mého názoru může usnadnit orientaci kolegů, kteří se mikropolutanty z titulu své profese nezabývají, ale tato problematika se jich může dotknout, nebo se jim aspoň takto zpřehlední. Jistě takový článek není nosným tématem časopisu, však také je zařazen na konci čísla, ale díky za to.

Ještě poznámka k tomu, čemu se často věnujete, tedy zda dotace jsou vhodným prostředkem regulace. Obecně nikoliv, avšak tam, kde nemůže působit trh (veřejná správa, monopolní a oligopolní prostředí), je nějaká regulace nutná. Z tohoto hlediska se dotace jeví jako nejsnadnější, nikoliv však nejefektivnější prostředek. Alternativou k dotacím je legislativní opatření, to se však hůře prosazuje. Také záleží na tom, v jakém prostředí a v jakém čase potřeba regulace nastává. Ve vodním hospodářství u nás se jako efektivní regulační prostředek používá věcné usměrňování cen a dotace jen tam, kde toto usměrňování nepostačuje. Naproti tomu školství žije převážně z veřejných financí a má-li plnit svoje poslání lépe, není divu, že hledá i soukromé zdroje a různé granty. U velkých korporátů se nabízí mechanismus daňových bonusů či malusů (Jean Tirol, nobelista), tam by dotace opravdu měly být okrajové nebo žádné. Značnou roli

ve volbě způsobů regulace hrají externality. To by bylo na rozbor přesahující možnosti této poznámky.

doc. Jaroslav Hlaváč  
emeritní vodárník a pedagog  
hlavac.jaroslav@volny.cz

*Vracíme vodu  
přírodě*

**31 let zkušeností  
s čištěním odpadních vod**

ekona@ekona.cz  
tel.: +420 606 088 191





**vodní  
hospodářství®**  
**water  
management®**

**10/2023 ♦ ROČNÍK 73**

*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. Tomáš Kvítek, CSc. – předseda; doc. RNDr. Jana Říhová Ambrožová, Ph.D.; RNDr. Petr Blabolil, Ph.D.; prof. Ing. Igor Bodík, Ph.D.; Ing. Václav David, Ing. Pavel Dobiáš, Ph.D.; Ing. Pavel Hucko, CSc.; Ing. Tomáš Just; Mgr. Jaroslava Nietzscheová; RNDr. Pavel Punčochář, CSc.; Ing. Jiří Švancara; Ing. Lenka Wimmerová, MSc., Ph.D.

**Šéfredaktor:** Ing. Václav Stránský  
stransky@vodnihospodarstvi.cz, mobil 603 431 597

**Objednávky časopisu, vyúčtování inzerce:**  
administrace@vodnihospodarstvi.cz

**Adresa vydavatele a redakce (Editor's office):**  
Vodní hospodářství, spol. s r. o., Bohumilice 89,  
384 81 Čkyně, Czech Republic  
[www.vodnihospodarstvi.cz](http://www.vodnihospodarstvi.cz)

**Roční předplatné** 1100 Kč, pro individuální nepodnikající předplatitele 770 Kč. Ceny jsou uvedeny s DPH. **Roční předplatné na Slovensko** 33 €. 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 Pressegrasso, 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](http://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.



**VODOVODY A KANALIZACE  
JABLONNÉ NAD ORLICÍ, a. s.**

## KANALIZAČNÍ TECHNIKA

### KANALIZAČNÍ VOZIDLA

kombinované a recyklační nástavby  
odlučovače ropných látek  
sací a fekální nástavby  
vysokotlaká technika  
zametací vozy



### SANAČNÍ RUKÁVCE

sklolaminátové UV rukávce až do DN 1600  
inverzní plstěné rukávce  
rukávce do malých profilů < DN 200

### KAMERY DO KANALIZACÍ

tlačné a vozíkové inspekční kamery  
zoomovací kamery na teleskopické tyči  
kamery pro instalatéry



### TECHNIKA PRO ČIŠTĚNÍ A OPRAVY MALÝCH PROFILŮ

[www.kanalizacnitechika.cz](http://www.kanalizacnitechika.cz)



**IBAK**



**sts  
KOVO**



**SANIKOM**



## To nejlepší nakonec

Existují dva názory na objevování se vodárenských témat v médiích. Jeden říká, že nejlepší je, když se o vodárenství v médiích mlčí, protože když se nemlčí, obvykle se provětrávají některá nepříjemná témata a obraz vodárenství v očích veřejnosti se tím poškozuje. Druhý říká, že vodárenství se musí v médiích prezentovat (samozřejmě pozitivně), aby veřejnost více oceňovala jeho činnost a služby. Ale vodárenství není politika, aby se v něm každý den dělo něco, co si zaslouží proniknout do denního zpravodajství. A ještě méně má pozitivních velkých aktualit, kterými by se mohlo prezentovat na předních místech ve zprávách v dobrém světle.

A tak když nastanou letní prázdniny a s nimi pro novináře pověstná okurková sezona, musí se chybějící témata tahat třeba z klobouku. V letošním létě se v médiích objevila dvě témata pitné vody, obě na první pohled negativní. To první bylo skutečně aktualitou, za kterou si mohou výrobci pitné vody sami: zhoršená kvalita pachu a chuti pitné vody v Praze a okolí (pocházející z úpravy vody na Želivce), která vzedmula vlnu stížností, dokonce i hrozeb žalobou, což se nakonec odrazilo i v médiích. Tato událost si zaslouží jistě bližší rozbor, na který je ale jednak ještě brzy, jednak na ně není v tomto sloupku dost prostoru. Zastavme se tedy u druhého tématu.

Novinářka Veronika Rodríguez vytáhla jako „aktualitu“ (Stát chce snížit riziko rakoviny z chlorované „kohoutkové“ vody, LN 17. 8. 2023) čtyři roky starou panevropskou epidemiologickou studii, která se pokusila na základě údajů o výskytu trihalogenmethanů (THM) v pitné vodě odhadnout výskyt nádorů močového měchýře v 26 zemích EU (Evlampidou I. a kol. Environmental Health Perspectives 2020, 4495).

Několik webů a televize CNN Prima News uvěřily v aktuálnost sdělení a téma převzaly. Paní Rodriguez zde odvedla dost nekvalitní novinářskou práci, ale neměli bychom s vaničkou vylít i dítě. Ta klíčová informace je totiž pravdivá.

Že vedlejší produkty chlorace mohou způsobit nádorové onemocnění, tušíme již skoro 50 let, velmi solidní vědecké důkazy existují nejméně 15 let. Ví se také to, že některé látky z této směsi mají tzv. bezprahový typ účinku, čili že neexistuje žádná jejich zcela bezpečná dávka, ale i nízká (hluboce podlimitní) koncentrace ve vodě se pojí s určitým, byť relativně nízkým rizikem. Proto také vyhláškou stanovený limit pro THM není hranicí mezi závadností a nezávadností, ale společensky dohodnutou cifrou.

Proto mě překvapilo, že nejen řada laiků, ale i lidí z oboru (tedy výrobců pitné vody, ale i hygieniků) se divila, že pitná voda, která odpovídá ve všech ukazatelích příslušným limitům, může poškodit zdraví. To neplatí samozřejmě absolutně, ale v případě, že máme ve vodě přítomny látky s bezprahovým účinkem (mutagenní, obvykle karcinogenní látky, ale třeba také olovo, které u dětí může narušit funkci mozku). Tento účinek není jistý, ale pravděpodobnostní, přičemž tato se zvyšuje s rostoucí koncentrací.

Výsledky výše zmíněné studie jsou už od roku 2020 obsaženy v každoroční zprávě o kvalitě vody v ČR, kde se uvádí:

*Počátkem roku 2020 byla publikována studie, která se poprvé na úrovni celé Evropské unie pokusila odhadnout dopad vedlejších produktů dezinfekce (VPD) pitné vody na zdraví obyvatel, resp. na výskyt nádorů močového měchýře, u kterých je vztah k VPD epidemiologicky prokázán. Studie vycházela z dostupných informací o výskytu THM v pitné vodě v zemích EU v roce 2016, přičemž THM brala jako surogát celé směsi VPD. Jako základ výpočtu zdravotního dopadu pak nebrala toxikologické údaje o jednotlivých THM, ale data z meta-analýz epidemiologických studií o vlivu VPD (měřených jako THM) na výskyt nádorů močového měchýře v populaci. Na základě těchto dat (pro ČR se počítalo se střední koncentrací THM 12,8 µg/l; údaje z jednotlivých vodovodů byly váženy počtem zásobovaných obyvatel) bylo vypočteno, že expozice vedlejšími produkty dezinfekce v pitné vodě vede v ČR ročně ke vzniku 138 případů (95 % interval spolehlivosti CI je 70–204 případů za rok) nádorů močového měchýře, což je 5 % případů tohoto nádoru, které jsou každým rokem u nás nově diagnostikovány.*

Můžeme samozřejmě diskutovat, zda se skutečné číslo, které nelze přesně ověřit, pohybuje ve vyšších desítkách nebo v nižších stovkách, ale jev jako takový popřít nelze. Ani zastínit konstatováním, že pitná voda v ČR patří k nejlepší v Evropě. Podíváme-li se do výsledků této studie, zjistíme, že k úplné špičce v kvalitě pitné vody rozhodně nepatříme. Patří nám až 17. místo (z 26 zemí), takže prostý průměr. Ze zemí, které se umístily před námi, stojí za zmínku ty, kde se obsah THM pohyboval v průměru do 1 µg/l: Německo, Dánsko, Nizozemí, Litva a Rakousko. Chceme-li skutečně patřit v kvalitě pitné vody v Evropě k nejlepším, měli by se čeští výrobci pitné vody začít od uvedených zemí učit, jak to dělají, že mají ve vodě vedlejších produktů dezinfekce tak málo.

František Kožíšek  
Státní zdravotní ústav

Sweco a. s.

Projektové, konzultační a inženýrské služby pro vodní hospodářství, životní prostředí, infrastrukturu, udržitelnou energetiku a pozemní stavitelství

www.sweco.cz

PRAHA 4

Táborská 31  
Tel. 261 102 242  
praha@sweco.cz

BRNO

Hudcova 487/76a  
Tel. 541 214 973  
brno@sweco.cz

OSTRAVA

Varenská 49  
Tel. 596 638 329  
ostrava@sweco.cz



SWECO 



KROHNE

IO-Link

AF-E 400 – nejlepší ultrakompaktní magneticko-indukční průtokoměr ve své třídě

[krohne.link/afe-400](http://krohne.link/afe-400)

### ZAŘÍZENÍ PRO ÚPRAVU VODY

- Filtrace, odželezování, odmanganování a další procesy úpravy pitné vody
- Technologie změkčování, demineralizace, reverzní osmózy a jiné
- Návrhy, instalace, kompletní servisní zaruční i mimozaruční služby
- Modulární koncepce a moderní řídicí systémy s on-line dohledem
- Vlastní výroba zařízení výhradně v EU
- Bohaté zkušenosti díky již téměř 30-leté praxi v Čechách i na Slovensku

EUROWATER  
A GRUNDFOS COMPANY

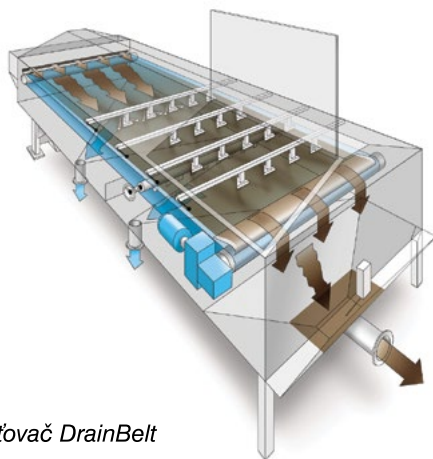


321 727 745

info.cz@eurowater.com



## Moderní řešení pro ČOV



Pásový zahušťovač DrainBelt

**Nejlepší je originál**

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

**Fontana**  
TRADITION IN PROGRESS

Tatra 30 Landulet – 1930  
Samočistící česle v nerezovém kanálu – SČČK

**VÝROBCE ZAŘÍZENÍ PRO ČISTĚNÍ ODPADNÍCH VOD**

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

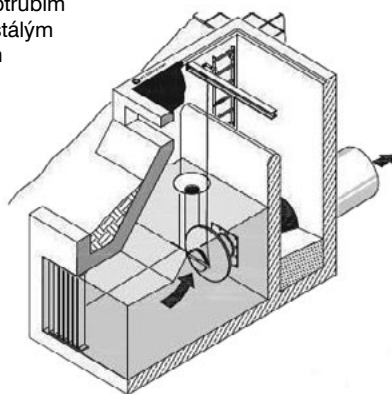
## Regulace malých odtoků na dešťové kanalizaci

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



### Vertikální vírový ventil s přelivem FluidVertic – Pond

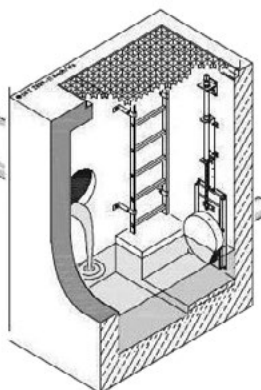
Regulace odtoku s dlouhým vertikálním přelivným potrubím pro dešťové nádrže se stálým nadržením. Tento objem je využitelný na závlahy nebo pro požární účely. Konstrukce z nerez a PVC, bez pohyblivých dílů. Není třeba el. přípojka. Přesná regulace malých a středních hodnot odtoků díky strmé odtokové křivce.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



**Zašleme referenční projekty na vyžádání.**

### Vertikální vírový ventil FluidVertic

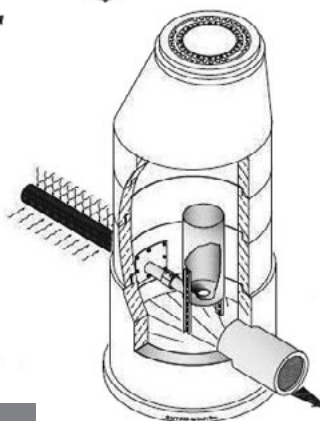
Regulace odtoku z retenčních dešťových nádrží. Odvodnění silnic, parkovišť a dálnic na oddílné dešťové kanalizaci. Velké průtočné profily v porovnání se škrtkovými šoupaty či clonami pro stejné návrhové parametry. Konstrukce z nerez a PVC, odolná, bez pohyblivých dílů. Díky stále zatopenému přítoku zachytává ventil oleje a benzín.



Při požadavku uzavírání potrubí za ventilem lze navrhnout konstrukci spojenou s vřetenovým šoupatem. Regulace malých hodnot odtoků (od 0,5 do 50 l/s). Snadná změna odtoků pomocí vyměnitelné clony. Jednoduchá údržba a provoz.

### Drenážní vírový regulátor FluidVortex – R

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





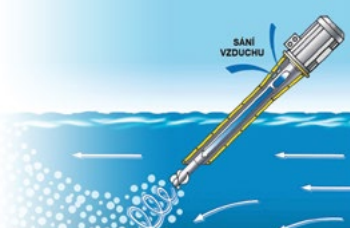
# Zemský

**Dodávky vodohospodářských celků (ČOV, ÚV, ČS aj.)**

**Výhradní zastoupení  
Fuchs Enprotec GmbH  
(aerace, míchání, ATAD...)**

**Výhradní zastoupení  
bgu-Umweltschutzanlagen GmbH  
(regulace odtoku, čištění v OK,  
vyplachování zdrží..)**

**Cisterny  
na pitnou vodu**



Aerátor Fuchs Oxystar

**ZEMSKÝ Rohatec, s.r.o.**

Na Kopci 1196/27  
696 01 Rohatec  
tel.: +420 723254976  
www.zemsky.cz



**Zveme na další ročník oblíbeného semináře  
v Prušánkách 5.-6. 9. 2024**

Společnost Česká voda - MEMSEP, a.s., poskytuje zákazníkům komplexní služby v oboru vodního hospodářství, které zahrnují:

- Dodávky technologických celků na klíč v oblasti úpravy a čištění vody;
- Údržba a opravy vodohospodářských zařízení pro úpravu a distribuci pitné vody, odvádění a čištění odpadních vod;
- Strojní výroba vodohospodářských komponentů včetně elektro výroby;
- Expertní a projektová činnost;
- Doprava a dodávky pitné vody;
- Vývoz odpadních jímek.

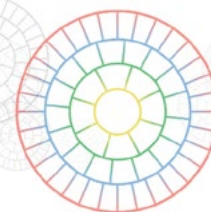


Česká voda - MEMSEP, a. s.  
Ke Kablu 971/1, 102 00 Praha 10 Hostivař  
[www.cvmem.cz](http://www.cvmem.cz)

**ČESKÁ VODA  
MEMSEP**

## MBBR

Moving Bed Biofilm Reactor



[www.pro-aqua.cz](http://www.pro-aqua.cz)

# Kemira

**VÝROBA, PRODEJ A DISTRIBUCE CHEMIKÁLIÍ  
NA ÚPRAVU A ČIŠTĚNÍ VŠECH DRUHŮ VOD:**

- koagulanty na bázi železa a hliníku
- organické flokulanty
- odpěňovače
- externí substráty
- antiinkrustanty

### AWT

(Advanced Water Treatment)

**DIGITALIZACE VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ**

Kemira KemConnect™

PT - Chemické předsrážení

P - Odstranění fosforu

SD - Odvodnění kalů

DEX - Dezinfekce odpadních vod

OCC - Redukce zápachu a koroze v kanalizaci

VMI - Řízení zásob chemikálií

### KEMIFLOC a. s.

Dluhonská 2858/111, 750 02 Přerov, ČR  
Tel.: +420 581 701 931, +420 602 561 493  
[www.kemifloc.cz](http://www.kemifloc.cz), [vww.kemira.com](http://vww.kemira.com)

### KEMWATER ProChemie s. r. o.

Bezděžská 253, 293 06 Bradlec  
Tel.: +420 326 724 034  
[www.prochemie.cz](http://www.prochemie.cz)