



vodní hospodářství®

www.vodnihospodarstvi.cz

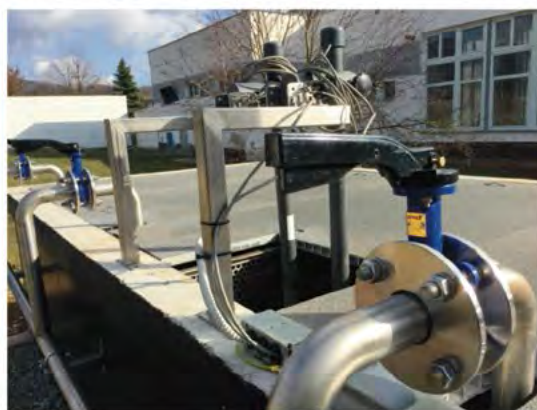
ročník 73

7/8

2023



20 let



PRO-AQUA CZ, s.r.o.



**PŘÍLOHA
LISTY
CzWA**

5.-6. 10. Městské vody. Konference. Velké Bílovice.
Info na straně 11.

21.-22. 11. Vodní toky. Konference. Hradec Králové.
Info viz str. 20.

**PŘÍLOHA
KRAJINNÝ
INŽENÝR**

JSME SPECIALISTÉ NA MEMBRÁNOVÉ TECHNOLOGIE

MAXIMÁLNĚ VYUŽÍVÁME BAT
A MODERNÍ MEMBRÁNOVÉ TECHNOLOGIE UF, NF, RO, EDR, EDI

ÚPRAVA A ČIŠTĚNÍ VODY

- » Výroba superčisté vody
- » Úprava pitné vody
- » Čištění a recyklace průmyslových vod, ZLD

KOMPLETNÍ ŘEŠENÍ TÝMEM MEGA

- » Návrh
- » On-site testování
- » Zprovoznění
- » Projekt
- » Instalace
- » Servis



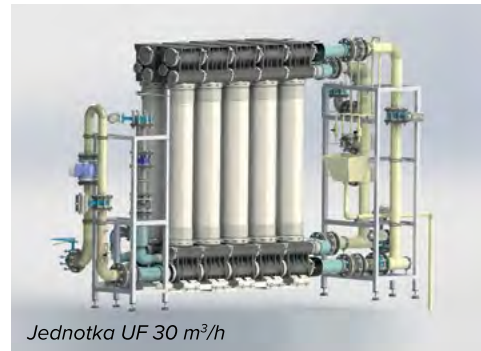
www.mega.cz/dvh

MEGA a.s.

Divize vodního hospodářství

Ke Klíčovu 191/9, 190 00 Praha 9,

frantisek.robek@mega.cz, +420 771 121 653



Jednotka UF 30 m³/h



Typová stanice RO 2,5 m³/h + EDI 2,1 m³/h



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

CENTRIVIT
ENVIRONMENT AND PROCESS TECHNOLOGIES

Dodávka, montáž a servis zařízení na
zahušťování a odvodňování kalu

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



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

Vyzkoušejte naše mobilní zařízení!

www.centrivit.cz



Pelmelel okurkové sezony

Byl jsem s dětmi v Pobaltí. Najezdili jsme přes pět tisíc kilometrů, od dálnic až po polničky. Města i zapadlé vesnice. Díval jsem se a porovnával s tím, na co jsem zvyklý v tuzemsku. Pobavilo mě, když zrovna v době našeho pobytu jsem se dočetl ve zprávách, že podle premiéra Fialy „Česko je světová špička v dopravě i obraně, chlubí se Fiala. Lidé ani odborníci nechápou“. K těm nechápajícím se přidávám i já. Za celou dobu nás čekaly dvě cca hodinové zácpy. Hádejte kde? V Brně a Olomouci. Na českém území byla častá různá zúžení, omezení, mimo dálnice i objížďky. Povrch vozovky i v těch opravených úsecích byl různě záplatován. Přejeli jsme hranice do Polska a bylo to nebe a duď. Silnice s minimem výprav, sice méně čerpacích stanic, ale hojně odpočívadel pro kamiony. Pokud dálnice procházela rozlehlými lesy, pak byly přes nebo pod komunikací pravidelně umístěny biokoridory, které jistě levně nebyly. Protihlukových stěn bylo násobně více než u nás a byly umístěny i tam, kde zástavba byla vzdálena stovky metrů. Vytíženost auty byla minimálně stejná jako u nás.

V Litvě, Lotyšsku a Estonsku dopravy ubylo, kdežto kvalita dálnic a silnic obdobných naší první třídě byla úžasná. Příznám, okresky byly asi na stejné úrovni jako u nás, často v odlehlých částech země byla komunikace ze zpevněné šotoliny, ale žádné rigoly a výmlaty. No a co je nejpodivnější: ani v jedné z těchto zemí osobní auta neplatí dálniční známky. Kde na to berou?

Přemýšlím, jak je to možné? Asi umí lépe využít evropské dotace a z těch dotací se neztrácí palmáre, jak se obávám, že tomu je u nás v dosti velké míře. V neposlední řadě asi i lépe plánují. Mohu dokladovat, jak se u nás opravil most a po pár letech se zboural a staví se nový (Nemětice), před asi dvěma lety byla zajištěna stěna (byla nezábezpečena desetiletí) nad silnicí sítěmi a letos v souvislosti se stavbou dálnice tyto sítě byly odstraněny (Milín). Mohl bych pokračovat.

Pan Fiala se také holedbal naší obranou. Ale ze země NATO jen sedm zemí dává na obranu dohodnutá dvě procenta. Které země to jsou? Mimo jiné Polsko, Litva, Lotyšsko a Estonsko. My jsme v poslední čtvrtině. V tom Pobaltí jsem pochopil, proč obraně věnují takovou pozornost: Mají k Rusku nedůvěru a vědí, že je všeho schopno. Bavili jsme se s více místními (letec, učitelka...). Říkali třeba to, že my, Češi, jsme bolestně trauma prožívali pár měsíců v roce 1968. Potom to určitě svoboda nebyla, ale nebyl to takový permanentní útlak, perzekuce, sledování, gulag, jaké prožívali oni od 40. let 20. století. Myslím, že toto bychom měli mít v patrnosti. A hlavně představa mnohých z nás, co je nám do Ukrajiny? Představa, ať se vzdá obsazených částí, že tím přinese mír, je krátkozraká, nemravná a vedla by k dalším nárokům Ruska.

Ale něco vodokrajinařského: Víím, že ty země mají jinou geografii, prošly úplně jiným vývojem, ale toky tam poklidně meandrují rovinnatou krajinou, rozsáhlé meliorace a regulace jsem nezaregistroval. Pole jsou rozčleněna mozaikovitě na menší plochy (maximálně řádu nižších hektarů), krajina je protkána remízky, osamělými stromy. Je tedy zřejmé, že krajina není (a nemůže být) tak intenzivně využívána jako u nás. Tedy musí být použity menší stroje, to s sebou nese více práce, ale i menší degradaci půdního fondu a krajiny vůbec. Přitom naši zemědělci poukazují na to, jak nemohou konkurovat zemědělcům polským nebo pobaltským. To mi ekonomicky nevychází. Měli bychom opravdu snížit stupeň intenzity obhospodařování krajiny. Pomohlo by to všem složkám životního prostředí, tedy i vodě.

V neposlední řadě musím zmínit modrozelenou infrastrukturu ve velkých městech a zásadní omezení dopravy v centrálních částech jejich měst. To je třeba prožít. Dosud jsem si myslel, že návrhy na to, aby byla z širšího centra třeba Prahy vytěsněna doprava, jsou naivním blouzněním. Nyní po zkušenostech z Pobaltí jsem názor změnil a umím si představit, že čtyřúhelník mezi náměstími Staroměstským, Karlovým, Václavským a Republiky by v dohledné době mohl být autprostý. A nejen tam...

Václav Stránský



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

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

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



vodní 7-8/2023 hospodářství®

OBSAH

- Riziko výskytu patogenů v různých typech čistírenských kalů (Herbriková, L.; Říhová Ambrožová, J.; Gajdoš, S.; Sýkorová, Z.; Todt, V.; Bartáček, J.) 1
- Fyzikálně-chemická ČOV – řešení zarostání gravitačního stupně a prání písekových filtrů (Sedmák, P.) 5
- Použití stopovacích zkoušek pro odhalení potenciálních zdrojů a cest kontaminace vodárenských objektů (Mareš, J.; Bruthans J.) 7
- Různé
 - Vznik a aktuální stav naplňování nové Evidence vodních děl podléhající technickobezpečnostnímu dohledu v ČR (Pokorný, D.) 13
 - Povodňové situace z posledních let v povodí Odry (Řehánek, T.) 17
 - Olomoucký kraj, obec Troubky a Povodí Moravy společně zahájily přípravy protipovodňové ochrany Troubek (Chmelář, P.) 18
 - Povodeň v Orlických horách 1998 (Hofmeister, T.) 19
 - Diskuse k Chat GPT (Kvítek, T.) 21
 - Konference Hydrologie malého povodí 2023 (Tesař, M.) 22
- Firemní prezentace
 - Uplatnění technologií MBBR pro terciární / kvartérní dočištění odtoků v souladu s připravovanou novelou směrnice 91/271/EHS. 20 let s technologiemi PRO-AQUA CZ, s.r.o., v České republice (Novák, L.) 12
 - Neutralizace alkalických vod oxidem uhličitým – náhrada minerálních kyselin ve vodárenství a čištění odpadních vod (Bek, D.) 16
 - Mechanické mělnění na ČOV (Voronin, M.) 23
 - Praha udělala další krok k využití obnovitelné energie 24

Listy CzWA

- Členská schůze CzWA (Stránský, D.) 25
- Společné setkání CzWA a ACE SR (Stránský, D.) 25
- Vodárenský čtvrtek v květnu – Mikrobiologie pitné vody (Sochorová, H.) 26
- Netradiční využití elektrodialýzy pro průmyslové aplikace (Kroupa, J.; Šeda, L.; Jiříček, T.; Heřmánková, M.) 26
- Vodárenský čtvrtek v dubnu – Vodou proti klimatickým změnám (Maršálková, E.) 28
- Čištění odpadních vod z malých zdrojů znečištění (Plotěný, K.; Štiková, V.) 29
- 22. mezinárodní vodohospodářská výstava VODOVODY A KANALIZACE 2023 (Šmídková, J.) 31

Krajinný inženýr

- Rybníky 2023 (David, V.) 32
- Recreace a ochrana přírody – s prostředím ruku v ruce? (Fialová, J.) 33
- Rybník Mrštín (David, V.) 34

CONTENTS

- The risk of pathogens occurred in different types of sewage sludge (Herbriková, L.; Říhová Ambrožová, J.; Gajdos, S.; Sýkorová, Z.; Todt, V.; Bartáček, J.) 1
- WWTP – actions provided to prevent biological colmatage of gravity stage and increased filtration of gravel filters (Sedmak, P.) 5
- Use of tracer test to reveal the potential contamination sources and paths of water supply facilities (Mares, J.; Bruthans, J.) 7

- Miscellaneous 13, 17, 18, 19, 21, 22
- Company section 12, 16, 23, 24

Letters of CzWA

- Miscellaneous 25, 26, 28, 29, 31

Landscape engineer

- Miscellaneous 32, 33, 34

Uveřejněné články jsou otevřeny k diskusi do 30. listopadu 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.



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.cc vta-cz@vta.cc

Sweco a. s.

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

www.sweco.cz

SWECO

PRAHA 4
Táborská 31
Tel. 261 102 242
paha@sweco.cz

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

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



VODATECH
WASTE WATER TECHNOLOGY

VYVÍJÍME, VYRÁBÍME A INSTALUJEME
MODERNÍ ZAŘÍZENÍ PRO ČIŠTĚNÍ
PRŮMYSLÝCH ODPADNÍCH VOD

Od roku 2002 jsme dodali přes 1000 zařízení do více
než 25 zemí celého světa



FLOTACE

- FLOTAČNÍ JEDNOTKY
- CHEMICKÉ JEDNOTKY
- TRUBKOVÉ SMĚŠOVAČE
- KOAGULAČNÍ REAKTORY



FILTRACE

- ROTAČNÍ SÍTA
- SEPARÁTORY
- ŠNEKOVÉ DOPRAVNÍKY
A ŠNEKOVÉ LISY
- ŠNEKOVÉ ČESLE



ODVODNĚNÍ
KALŮ

- ŠNEKOVÉ ZAHUŠŤOVAČE KALŮ
- SEPARÁTORY PÍSKU
- PRAČKY PÍSKU
- DALŠÍ ZAŘÍZENÍ PRO ČIŠTĚNÍ
ODPADNÍCH VOD

VODATECH, s.r.o. • Milotická 499/40, 696 04 Svatobořice-Místřík

tel.: 518 620 962-4 • fax.: 518 620 965 • e-mail: vodatech@vodatech.net • web: www.vodatech.net

Riziko výskytu patogenů v různých typech čistírenských kalů

Linda Herbríková, Jana Říhová Ambrožová,
Stanislav Gajdoš, Zuzana Sýkorová, Vladimír Todt,
Jan Bartáček

Abstrakt

Tento příspěvek se zabývá problematikou spojenou s výskytem patogenů v různých typech čistírenských kalů s důrazem na legislativní požadavky na nakládání s kaly. Riziko výskytu patogenů reguluje legislativa, která v poslední době procházela několika změnami a způsobovala tak nesrovnalosti v otázkách vhodnosti technologií z hlediska účinnosti hygienizace. Byly tedy zkoumány technologie a metody, které by mohly snížit riziko šíření patogenů a antibiotické rezistence, s cílem zlepšit nakládání s čistírenskými kaly. Stabilizační procesy byly porovnávány na základě počtů indikátorových organismů určených podle metodického návodu AHEM č. 1/2008 s legislativními kritérii pro použití kalů na zemědělských půdách. V rámci jedné vzorkovací kampaně byl pro stanovení *E. coli* do kultivačních metod využívající pevné agarové médium m-FC zařazen postup využívající Colilert®. Kromě toho byla studována přítomnost tetracyklin-rezistentních bakterií a míra účinnosti jejich odstranění. Celkově lze z výzkumu říci, že využití stabilizačních procesů v kalovém hospodářství může výrazně snížit riziko šíření patogenů. Anaerobní stabilizace v termofilním režimu se ukázala jako jedna z neúčinnějších metod pro odstranění patogenů a tetracyklin-rezistentních bakterií. Zároveň bylo zjištěno, že metoda Colilert® je v některých typech čistírenských kalů citlivější pro detekci *E. coli*. Z toho vyplývá důležitost průběžných aktualizací a zlepšení legislativy a metod detekce patogenů v čistírenských kalech, aby byla zajištěna ochrana zdraví a bezpečnost jak pro člověka, tak pro životní prostředí.

Klíčová slova

čistírenské kaly – kalové hospodářství – stabilizace – patogeny – kultivace

Nakládání s kaly a stávající legislativa v ČR

S rostoucími požadavky na ochranu životního prostředí rostou také nároky na odpadové hospodářství. Čím dál větším zájmem je předcházení vzniku odpadu, jeho minimalizace a recyklace. Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech [1], a prováděcí vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady [2], zavádějí do českého právního řádu odpadovou legislativu EU. Mimo jiné se soustředí na tzv. hierarchii odpadového hospodářství, tj. pravidlo, že skládkování či jiné formy odstranění odpadu jsou až posledním, nejméně preferovaným způsobem nakládání s odpadem. A to především pokud se jedná o biologicky rozložitelný odpad, kam podle Seznamu biologicky rozložitelných odpadů (vyhláška č. 273/2021 Sb.) patří i kal čistírenský [2]. Kalové hospodářství (včetně nakládání s kaly) lze řídit několika způsoby. Současná odpadová politika EU se vyhraňuje proti ukládání odpadů a podporuje jejich minimalizaci a recyklaci v rámci cirkulární ekonomiky [3]. Tento koncept představuje využití odpadu z jedné činnosti jako zdroj pro činnost další, čímž se prodlužuje „život“ produktu. Nabízí se tedy ekologičtější způsob, jak zacházet s kaly, kterým je jejich využití v zemědělství přímou aplikací do půdy nebo kompostováním. V případě kompostů, u kterých je vstupní surovinou čistírenský kal, by se měla laboratorně prokázat jejich mikrobiální nezávadnost. Navzdory prospěšnému vlivu obsahu organické hmoty v kalech při výrobě hnojiv se čím dál větší pozornost věnuje pomnožování patogenních mikroorganismů v takto výživných podmínkách. S cílem předcházet infekcím jsou čistírenské odpadní vody (ČOV) nuceny snižovat úroveň patogenů v čistírenských kalech tak, aby vyhovovaly

mikrobiologickým parametrům daným legislativou. Podceňovaným problémem jsou také rezistentní mikroorganismy, které se v kalech vyskytují v důsledku přítomnosti nízkých koncentrací antibiotik a dezinfekčních prostředků [4].

Upravené kaly smí být na zemědělské půdě používány podle § 69 odst. 2 zákona č. 541/2020 Sb. pouze při splnění: technických podmínek, přípustného množství kalů použitých na 1 ha a mezních hodnot koncentrací vybraných rizikových látek v kalech stanovených vyhláškou ministerstva. Podle § 59 odst. 1 písm. f) vyhlášky č. 273/2021 Sb. smí na 1 ha být použito nejvýše 5 t sušiny kalů, popřípadě pokud použité kaly obsahují méně než polovinu limitního množství každé ze sledovaných rizikových látek a prvků, může množství kalů dosáhnout 10 t sušiny kalů na 1 ha. Dále musí být splněny: (i) mezní hodnoty koncentrací vybraných rizikových látek v zemědělské půdě; (ii) mezní hodnoty koncentrací těžkých kovů, které smí být přidány do zemědělské půdy za období 10 let; (iii) mikrobiologická kritéria pro použití kalů (viz tab. 1) [1, 2].

Na ČOV bývá čistírenský kal zpracováván v kalové lince většinou pomocí tří způsobů stabilizace. Jedná se o **vyhňívání, stabilizace vápnem a tepelné zpracování**. Vyhňívání je proces, během kterého dochází k částečné přeměně organické hmoty na plyn a stabilizovaný materiál pomocí bakterií, buď v nepřítomnosti kyslíku (anaerobní) nebo za přítomnosti kyslíku (aerobní). Během tohoto procesu jsou eliminovány také patogenní mikroorganismy. Vyhňívání se široce používá u komunálních kalů. Nelze jej však použít u průmyslových kalů, které mohou obsahovat vysoký obsah nerozložitelných látek a chemikálií inhibujících produkci metanu, která je důležitá pro účinnost procesu. Další perspektivní možností je kombinace stabilizačních procesů, jako je vyhňívání s pasterizací nebo s termickým sušením. Souhra těchto technologií se ukazuje být účinnou v produkci hygienicky nezávadného materiálu pro použití na orné půdě [5, 6, 7]. Velmi atraktivní metodou odstranění čistírenských kalů bývá spalování, protože nahrazuje potenciálně nebezpečné skládkování, které Evropská unie jako způsob nakládání s čistírenskými kaly neprosazuje. V ČR je ročně vyprodukováno celkem 196 577 t sušiny kalu (údaj z roku 2021). Z toho 33 % je odstraňováno přímou aplikací a rekultivací, 42 % kompostováním, 7 % skládkováním, 12 % spalováním a 4 % jinak [8].

Patogeny v čistírenských kalech

S ohledem na použití a odstranění čistírenských kalů se označení „patogen“ vztahuje pouze na živé organismy, které se šíří v intestinálním nebo urogenitálním systému člověka, a jsou vylučovány stolicí nebo močí do odpadních vod. Jakékoliv patogenní organismy přítomné v odpadních vodách mohou být přítomné i v čistírenském kalu. Ve splaškových vodách z domácností mohou přitékat na ČOV čtyři hlavní typy patogenních mikroorganismů: viry, bakterie, prvoci a parazitické helminti. Detekce jednotlivých patogenních organismů je obtížný a časově náročný úkol, proto se v praxi místo toho používají indikátorové organismy. Pokud je prokázána jejich nepřítomnost, lze s určitou pravděpodobností předpokládat, že se v daném vzorku nevyskytují ani patogenní organismy. Tato souvislost je dána tím, že se indikátorové organismy vyskytují ve vodách ve větších počtech a jsou odolnější vůči vlivům okolního prostředí. Většina evropských předpisů používá jako indikátorový organismus termotolerantní koliformní bakterii *Escherichia coli*, která je zástupcem čeledi Enterobacteriaceae. Díky znalosti jejího metabolismu, nároků na okolní prostředí, a hlavně indikaci správné aplikace dezinfekčních postupů se používá pro sledování účinnosti hygienizačních technologií pro úpravu bioodpadů. Kromě *E. coli* je možné pro hodnocení mikrobiologické kvality vody, kalů, kompostů a jiných matric v životním prostředí využívat intestinální enterokoky a salmonely. Výsledné počty patogenů se výrazně liší a závisí na míře odstraněného znečištění, kterého bylo dosaženo při čištění odpadních vod a také na způsobu zpracování kalů [7, 9, 10, 11].

Tab. 1. Mikrobiologická kritéria pro použití kalů na zemědělské půdě [1]

Kategorie kalu	Salmonella spp. v 50 g	Enterokoky	Termotolerantní koliformní bakterie
I.	Negativní	<10 ³ KTJ/g (4 vzorky z 5) <5·10 ³ KTJ/g (1 vzorek z 5)	Nehodnotí se
II.	Nehodnotí se	<10 ⁶ KTJ/g sušiny (5 vzorků)	<10 ⁶ KTJ/g sušiny (5 vzorků)

Vysvětlivky k tabulce 1: *KTJ ... kolonie tvořící jednotku. V případě kalů kategorie I. lze namísto enterokoků stanovit přítomnost *Escherichia coli*

Problémem současné doby, řešeným v souvislosti s hodnocením mikrobiální kvality odpadních vod a následně charakteru čistírenských kalů, je výskyt bakterií rezistentních vůči antibiotikům (ARB) a genů antibiotické rezistence (ARG). Rezistenci vůči antibiotikům lze definovat jako schopnost bakterie přežít účinek inhibiční koncentrace příslušného antibiotika. Suboptimální koncentrace těchto látek se dostávají do životního prostředí odpadními vodami, průsaky nebo splachy ze zemědělských zařízení, což významně přispívá ke stále se zvyšující rezistenci vůči antibiotikům. Termotolerantní koliformní bakterie a *E. coli* jsou velmi přístupné k ARG a ochotně je šíří i mezi další patogeny vyskytující se v jejich prostředí, a proto představují silné zdravotní riziko [12]. Vzhledem k proměnlivým směsím bakterií, velkému množství živin a výskytu stopových množství antimikrobiálních látek jsou komunální odpadní vody považovány za příznivé pro přežívání i přenos bakteriální rezistence. Příkladem může být tetracyklin, který je široce používaným antibiotikem díky své nízké toxicitě a širokému spektru účinku. Působí bakteriostaticky především proti intracelulárním gramnegativním bakteriím a též proti mnoha druhům grampozitivních bakterií. Jeho účinek na bakterie spočívá ve vazbě na ribozomy a inhibici syntézy proteinů v bakteriální buňce. Účinnost tetracyklinu na cílové mikroorganismy však klesá, protože se objevuje stále větší počet bakterií rezistentních vůči tomuto antibiotiku [13].

Hodnocení různých typů čistírenských kalů

V této studii byly zkoumány čistírenské kalý deseti ČOV disponujících různými technologiemi včetně hygienizace, hodnocení probíhalo v celkem pěti vzorkovacích kampaních let 2021 až 2023. V rámci každé vzorkovací kampaně byl vždy odebrán jeden vzorek kalu z daného stupně technologie. Vyhodnocení počtu mikroorganismů ve vzorcích jednotlivých ČOV bylo rozloženo podle typu technologie a teplotního stupně, při kterém byl kal stabilizován (viz tab. 2). Kvůli zachování anonymity hodnocených lokalit ČOV není uvedena informace o počtu EO (ekvivalentních obyvatel).

Metody stanovení indikátorových mikroorganismů

Pro stanovení zdravotní nezávadnosti vzorku kalu se stanovují termotolerantní koliformní bakterie a *Escherichia coli* nebo intestinální enterokoky a salmonely. Stanovení je založeno na zachycení mikroorganismů z testovaného podílu vzorku na povrchu selektivního pevného média. Vyhláška č. 273/2021 Sb. uvádí, že pro stanovení hodnot indikátorových mikroorganismů musí být použity výhradně metody uvedené v Katalogu odpadů, tj. ve vyhlášce č. 8/2021 Sb. Postup stanovení jednotlivých indikátorových mikroorganismů se řídí metodickým návodem AHM č. 1/2008 pro stanovení indikátorových organismů v bioodpadech, upravených bioodpadech, kalech z čistíren odpadních vod, digestátech, substrátech kompostech pomocných růstových prostředcích a podobných matricích [14]. V případě stanovení *E. coli* byla na podnět publikace Matějů a spol. [15], kromě kultivační metody využívající pevné agarové médium m-FC (princip vychází z ČSN 75 7835 a je uveden

Tab. 2. Přehled čistíren s popisem technologie

Lokalita	Technologie
A	Aerobní stabilizace
B	Autotermní termofilní aerobní stabilizace (ATAS)
C	Anaerobní stabilizace v mezofilním stupni
D	Anaerobní stabilizace v mezofilním stupni (+ sušení)
E	Anaerobní stabilizace v mezofilním stupni (+ vápnění)
F	Anaerobní stabilizace v mezofilním stupni (+ pasterizace)
G	Anaerobní stabilizace v termofilním stupni
H	Anaerobní stabilizace v mezofilním stupni
I	Termofilní + mezofilní stabilizace s termickou lyzací
J	Anaerobní stabilizace v mezofilním stupni

v metodice AHM č. 1/2008), zařazena do našeho sledování i metoda Colilert® využívající doplňkový substrát. Dalším podnětem pro zařazení této metody byly opakovaně, v rámci několika vzorkovacích kampaní, zjištěné záchyty doprovodného mikrobiomu (mikrobiální populace) rostoucího na m-FC agarovém médiu u některých vzorků čistírenských kalů, a dále nulové záchyty *E. coli* u hygienizovaných kalů, které jsme si chtěli paralelně ověřit dvěma metodami.

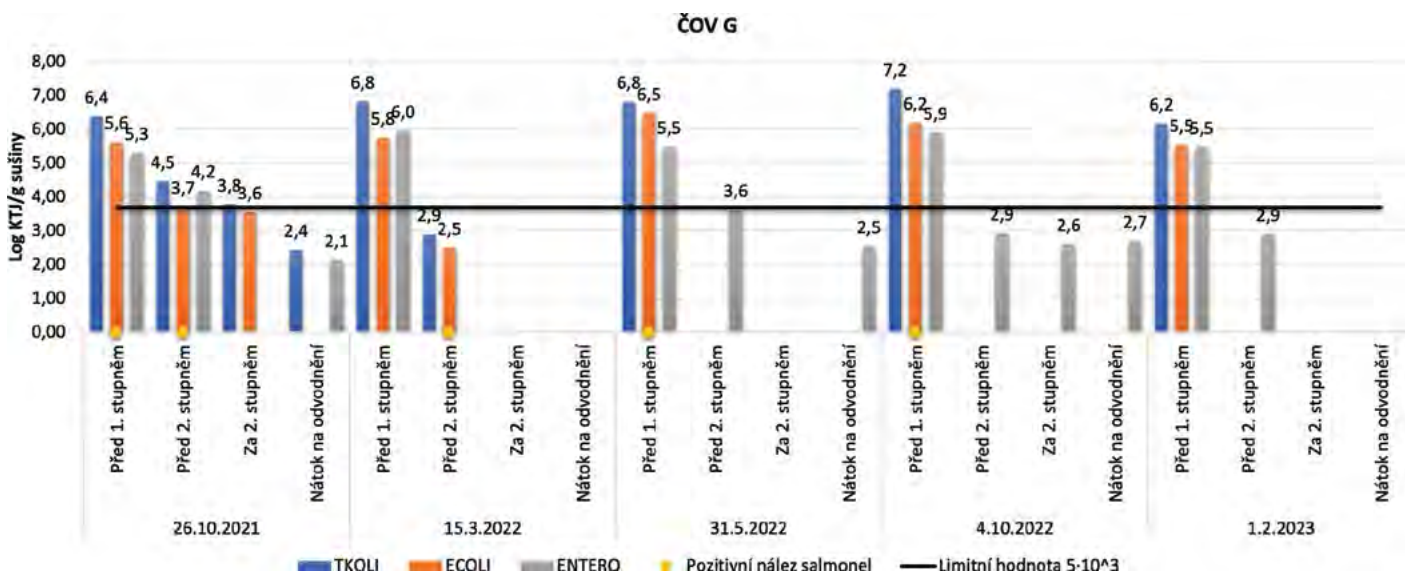
Testování rezistence vůči tetracyklinu

Pro zjištění rezistence vůči širokospektrálnímu antibiotiku tetracyklinu bylo nejprve zjištěno množství termotolerantních koliformních bakterií ve vzorku a poté, zda představují rezervoár rezistence vůči antibiotikům. Byl analyzován výskyt termotolerantních koliformních bakterií při použití média naočkovaného antibiotikem tetracyklinem. Ke stanovení se použilo m-FC agarové médium (ČSN 75 7835), s koncentrací tetracyklinu 16 mg/l. Dávka antibiotika byla zvolena podle studie Græsbøll et al. z roku 2017 [16]. Naočkovaný objem 1 ml vzorku byl rozetřen sterilní Drigalskiho tyčinkou na pevné médium v Petriho miskách a po zaschnutí do média probíhala inkubace v termostatu při teplotě $44,5 \pm 0,2$ °C po dobu 24 h. Byly vyhodnocovány kolonie sytě modrého zbarvení, hodnocené v tomto testu jako termotolerantní koliformní bakterie rezistentní vůči antibiotiku tetracyklinu [14].

Výsledky a diskuse

V rámci projektu byla provedena mikrobiologická analýza čistírenských kalů různých technologií s cílem:

- stanovit množství mikroorganismů ve vzorcích kalu podle metodického návodu AHM č. 1/2008 vydané SZÚ v Praze [14];
- porovnat účinnosti odstranění patogenů jednotlivých technologických procesů;
- porovnat množství termotolerantních koliformních bakterií ve vzorku kalu a termotolerantních koliformních bakterií rezistentních vůči antibiotiku tetracyklinu.



Obr. 1. Množství patogenů ve vzorcích kalu ČOV G – anaerobní stabilizace v termofilním stupni s vyznačenými limitními hodnotami mikrobiologických kritérií (TKOLI – termotolerantní koliformní bakterie, ECOLI – *E. coli*, ENTERO – enterokoky)

Vzhledem k tomu, že byl kultivačně hodnocen vždy jeden vzorek kalu z dané technologie ČOV, byl pro hodnocení účinnosti odstranění mikroorganismů (viz **tab. 1**) použit limit $<5 \cdot 10^3$ KTJ/g pro enterokoky a současně i pro *E. coli*. Náš projekt probíhal od roku 2021, proto byla zohledněna přítomnost termotolerantních koliformních bakterií, i když se jejich hodnocení podle revidovaného předpisu vyhlášky č. 273/2021 Sb. od 1. 1. 2023 nevyžaduje.

Mnohonásobné převýšení legislativního limitu pro „Kal kategorie 1“ ($<5 \cdot 10^3$ KTJ/g) hodnocených mikrobiologických ukazatelů bylo patrné hned u několika ČOV, a to nejvýrazněji u aerobní stabilizace a anaerobní stabilizace v mezofilním stupni. Výjimku tvoří anaerobní stabilizace v termofilním stupni nebo v mezofilním stupni s přidruženou hygienickou koncovkou, jako je vápnění (dávkování páleného vápna do odvodněného kalu) nebo sušení (pro dostatečnou hygienizaci je kal sušen při teplotě 120 °C). K největšímu odstranění indikátorových organismů naopak došlo u mezofilní stabilizace s přičleněnou pasterizací. Ta spočívá v ohřevu kalu na teplotu 65 °C ještě před vyhnívací nádrží, kde již oslabené patogeny v redukovaném počtu nejsou schopny soutěžit o substrát s anaerobní biomasou a odumírají. Autotermní termofilní aerobní stabilizace (ATAS), kdy je k ohřevu kalů v reaktoru na teplotu zajišťující hygienizaci využíván čistý kyslík, se ukázala být taktéž velmi účinná a splňující legislativní požadavky podle vyhlášky č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. Obecně docházelo při technologiích využívajících vyšší teplotní režimy k významně vyšším účinnostem v odstranění patogenů v porovnání s mezofilní stabilizací. Z monitoringu a výsledků mikrobiologických rozborů tedy vyplývá, že klíčovým parametrem pro dosažení dostatečné hygienizace kalu je teplota. V dnešní době drahých energií ovšem není přechod čistíren na termofilní režimy často uskutečnitelný. Levnější variantou by tedy mohla být teplotně fázovaná anaerobní stabilizace. První stupeň této technologie je provozován za termofilních podmínek, druhý stupeň za mezofilních podmínek, přičemž dochází k dostatečnému hygienizačnímu účinku pro aplikaci na zemědělskou půdu [17].

Pro potřeby prezentace výsledků počtů indikátorových mikroorganismů v rámci pěti vzorkovacích kampaní byla zvolena jedna ČOV. U této ČOV G (viz **tab. 1**) je hygienizací proces anaerobní stabilizace v termofilním stupni. Hodnocený kal splňuje legislativní požadavky na množství *E. coli* a enterokoků pro aplikaci na zemědělské půdy (viz **obr. 1**). Na ČOV G je digesce prováděna ve dvou stupních technologické linky. Již po prvním stupni při teplotě 55 °C došlo k snížení počtu patogenů o několik logaritmických řádů a ve čtyřech z pěti případů nedošlo k detekci termotolerantních koliformních bakterií ve vzorku na výstupu. Toto zjištění koreluje se studií uvádějící podobné výsledky, kde nebyly detekovány žádné koliformní bakterie ani *E. coli* na odtoku po celou dobu 18 měsíců provozu čistírny [18]. Nález salmonel byl negativní ve všech vzorcích na výstupu z technologie. V několika případech došlo k detekci většího množství enterokoků oproti termotolerantním koliformním bakteriím, které jsou tradičně používány jako indikátory fekálního znečištění. Enterokoky se vyskytují výhradně v trávicím traktu zvířat a lidí a jejich výskyt v odpadních vodách může být přímým indikátorem fekální kontaminace. Navíc jsou to grampozitivní bakterie, které jsou rezistentnější vůči podmínkám prostředí, než např. *E. coli*. Z výsledků se tedy potvrzuje, že detekce enterokoků v kalu je důležitá pro posouzení účinnosti stabilizačních procesů [19].

Celkově bylo zjištěno, že anaerobní stabilizace v termofilním režimu může být účinným způsobem odstranění patogenních mikroorganismů. Je však nutno podotknout, že účinnost se může lišit v závislosti na specifických podmínkách a faktorech, jako je teplota, doba udržování

Tab. 3. Výsledky paralelních stanovení *Escherichia coli* ve vzorcích různých typů čistírenských kalů

Kal z ČOV	Termotolerantní koliformní bakterie a <i>E. coli</i>			Další informace ke kultivačním patogenům	
	TKOLI (KTJ/g) <i>m-FC</i>	ECOLI (KTJ/g) <i>m-FC</i>	ECOLI (MPN/g) <i>Colilert</i>	ENTERO (KTJ/g)	Poznámky
1	5,4·10 ⁴	3,2·10 ⁴	6,5·10 ⁴	1,1·10 ²	SAL (+/50 g)
2	7,6·10 ⁴	1,8·10 ⁴	3,6·10 ⁴	1,5·10 ²	-
3	4,3·10 ⁴	1,4·10 ⁴	1,3·10 ⁴	5,9·10 ³	SAL (+/50 g)
4	5,6·10 ⁴	1,9·10 ⁴	2,1·10 ⁴	1,5·10 ⁴	SAL (+/50 g)
5	4,2·10 ⁴	1,2·10 ⁴	7,3·10 ³	1·10 ⁴	SAL (+/50 g)
6	1·10 ⁴	3,4·10 ³	1·10 ³	1,5·10 ³	SAL (+/50 g)
7	4,8·10 ⁴	1·10 ³	1,1·10 ⁴	3,6·10 ³	SAL (+/50 g)
8	2,3·10 ⁴	3,2·10 ³	2,95·10 ³	1,7·10 ⁴	SAL (+/50 g)
9	4,1·10 ³	2,2·10 ³	3,7·10 ³	5·10 ²	-
10	3,6·10 ³	5·10 ²	4·10 ²	2,7·10 ³	-
11	1,3·10 ³	6,6·10 ²	4,9·10 ²	2,7·10 ²	-
12	7,1·10 ³	1,8·10 ³	1,9·10 ³	3,8·10 ²	-
13	8,8·10 ³	1,2·10 ³	1,2·10 ³	7,9·10 ²	-
14	3·10 ³	1,2·10 ³	9,3·10 ²	4,7·10 ³	-
15	1,7·10 ²	7,3·10 ¹	1,6·10 ²	1·10 ²	-
16	7,1·10 ²	2,1·10 ²	6,9·10 ²	1,7·10 ²	-
17	6,4·10 ²	1,2·10 ²	2,7·10 ²	1·10 ²	-
18	32	0	29	500	-
19	30	7	29	13	-
20	20	5	16	91	-
21	5	0	10	10	-
22	0	0	1	180	DM na <i>m-FC</i>
23	0	0	2	25	DM na <i>m-FC</i>
24	0	0	1	14	DM na <i>m-FC</i>
25	0	0	2	14	DM na <i>m-FC</i>
26	0	0	3	32	DM na <i>m-FC</i>
27	0	0	0	0	0 MPN KOLI
28	0	0	0	0	0 MPN KOLI
29	0	0	0	60	0 MPN KOLI
30	0	0	0	0	0 MPN KOLI

Vysvětlivky k tabulce 3: Výsledky kultivačních stanovení jsou uváděny v jednotkách KTJ (MPN) na 1 g čistírenského kalu. Vzorky 1-8 – kal neodvodněný; 9-17 – kal odvodněný; 18-30 – kal hygienizovaný. TKOLI = termotolerantní koliformní bakterie; ECOLI = *E. coli*; ENTERO = enterokoky; SAL = salmonely; + = pozitivní nález; DM = doprovozný mikrobiom; KOLI = koliformní bakterie

kalu v anaerobním prostředí, vstupní koncentrace mikroorganismů a další proměnné [20]. I když je proces anaerobní stabilizace v termofilním režimu účinným způsobem odstraňování patogenních mikroorganismů, stále může existovat riziko jejich regenerace a šíření, pokud se kal dostane do prostředí, kde se mikroorganismy mohou opět regenerovat a množit. Proto by podle některých názorů mělo být riziko regenerace patogenních mikroorganismů bráno v úvahu při následném nakládání s čistírenskými kaly [21].

V rámci jedné vzorkovací kampaně hodnocených ČOV byly v kalech různých typů (odvodněný, neodvodněný, hygienizovaný) stanoveny termotolerantní koliformní bakterie a *E. coli* kultivačně na pevném agarovém m-FC médiu a pomocí doplňkového substrátu Colilert®. Přehled výsledků kultivačních stanovení patogenů uvádí **tab. 3**.

Jak je patrné z výsledků kultivačních stanovení patogenů (viz **tab. 3**), jsou výsledky stanovení poskytnuté metodou Colilert® u některých kalů podobné výsledkům stanovení klasickou kultivační metodou na pevném agarovém m-FC médiu. Nicméně, u odvodněných a hygienizovaných kalů jsou počty MPN/g kalu stanovené metodou Colilert® vyšší, než počty KTJ/g stanovené kultivačně na pevném m-FC médiu. Je možné se domnívat, že citlivost metody Colilert® je v tomto případě dána principem stanovení, na kterém je metoda založená. Přítomné bakterie jsou kultivované v tekutém médiu, a tudíž mají i čas na resuscitaci a případné pomnožení. Tuto skutečnost by bylo vhodné zohlednit při hodnocení hygienické nezávadnosti některých typů čistírenských kalů, např. hygienizovaných.

Výsledky z hodnocení počtu přítomných termotolerantních koliformních bakterií ve vzorku kalu a termotolerantních koliformních bakterií rezistentních vůči antibiotiku tetracyklinu potvrzují výskyt antibiotické rezistence ve vzorcích na ČOV G. Na **obr. 2** jsou zobrazeny průměrné hodnoty množství termotolerantních koliformních bakterií (TKOLI) a *E. coli* (ECOLI) ze čtyř měření, spolu s naměřenými

průměrnými hodnotami tetracyklinrezistentních termotolerantních koliformních bakterií (TKOLI-TR) a tetracyklinrezistentních *E. coli* (ECOLI-TR). Chybové úsečky znázorňují procentuální směrodatnou odchylku. Ani v jednom z případů však nebyly v posledním vzorku „Nátok na odvodnění“ (viz obr. 2) nalezeny TKOLI-TR ani ECOLI-TR. To naznačuje, že je anaerobní stabilizace v termofilním stupni schopná odstranit i vybrané rezistentní patogeny. Jelikož byl experiment zaměřen pouze na výše zmíněné patogeny a žádné jiné, nabízí se otázka, jestli toto zjištění deklaruje, že je čistírna účinná v odstranění veškerých bakterií rezistentních vůči antibiotikům (ARB). Tetracyklin použitý v tomto experimentu byl volen na základě šíře jeho účinků a významu rezistence vůči němu, jeho koncentrace v kalu nebyla sledována.

Antibiotická rezistence je závažný problém se stále zřetelnějšími negativními dopady na lidské zdraví a životní prostředí [22]. Existují však možnosti minimalizace rizik šíření rezistence na ČOV, jako jsou optimalizace procesů čištění odpadních vod nebo implementace nových technologií a postupů [23]. To by mohlo vést minimálně ke zvýšení zájmu a povědomí o problému, a případně i k posílení plánu monitoringu a sledovaných parametrů. Takto komplexní problematika by nicméně vyžadovala především intenzivní výzkum perspektivních přístupů v současném odstraňování antibiotik a genů antibiotické rezistence (ARG). Dále pečlivé posouzení různých faktorů jako je technická proveditelnost, finanční dopady, možné konflikty s existujícími regulacemi při zařazení antibiotické rezistence na ČOV vod do legislativních předpisů.

Závěr

Uvolněním mikrobiologických limitů od 1. 1. 2023 pro kaly aplikované na zemědělskou půdu nespĺňuje ČR podmínky dané směrnicí Rady 86/278/EHS o ochraně životního prostředí a zejména půdy při používání kalů z čistíren odpadních vod v zemědělství.

Jako nevhodné stabilizační procesy pro následné využití kalů na zemědělských půdách se v této studii ukázaly být aerobní stabilizace a anaerobní stabilizace v mezofilním stupni. Výsledky rozborů u těchto čistíren nespĺňovaly přísnější legislativní požadavky na množství patogenů ve vzorku na výstupu pro „Kal kategorie 1“ podle vyhlášky č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. Naopak velmi účinnými technologiemi s detekovanými nulovými hodnotami ve výstupních vzorcích byly autotermní termofilní aerobní stabilizace (ATAS), anaerobní stabilizace v mezofilním stupni s přidruženou pasterizací a také anaerobní stabilizace v termofilním stupni. Tyto technologie však nejsou na běžné ČOV rozšířené, a pokud tedy chce provozovatel čistírny využívat kal na zemědělských půdách, musí ke stávající kalové lince přidružit technologii hygienizace, jako jsou vápnění, sušení nebo již zmíněná pasterizace. V opačném případě je nucen najít jiné využití pro čistírenský kal, jako je například kompostování.

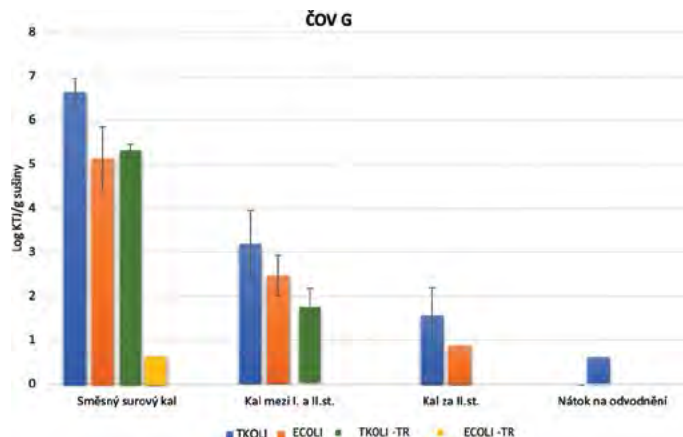
Nabízí se otázka, zda zařadit ukazatele antibiotické rezistence na ČOV do legislativních předpisů ke kontrole a monitorování této problematiky.

V kalu vybrané čistírny byly opakovaně zjištěny počty bakterií rezistentních vůči tetracyklinu. Na výstupu z kalového hospodářství však k žádnému nálezu nedošlo. Anaerobní stabilizace v termofilním stupni se tedy prokázala být velmi účinná v odstranění jak patogenických mikroorganismů, tak bakterií rezistentních vůči tetracyklinu. Další výzkumnou otázkou je, zda provádět monitoring zaměřený i na jiné druhy mikroorganismů, např. *Staphylococcus aureus*, *Bacillus* sp., *Pseudomonas aeruginosa* zejména z pohledu jejich vnosu do problematiky spojené s antibiotickou rezistencí, a také na rezistenci vůči jiným antibiotikům. V tomto směru by bylo zapotřebí provést rozsáhlejší monitoring.

Poděkování: Publikace byla zpracována v rámci projektu TAČR SS01020112 „ARG Tech“ – Technologie pro odstranění antibiotické rezistence z čistírenských kalů aplikovaných v zemědělství sledování provozních technologií vybraných lokalit.

Literatura/References

- [1] Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech. *Znění od 1. 2. 2022*. In: *Zákon pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2022 [cit. 10. 4. 2022]. Dostupné z: www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-541#p67-2.
- [2] Vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. *Znění od 9. 4. 2022*. In: *Zákon pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2022 [cit. 10. 4. 2022].



Obr. 2. Testování rezistence vůči tetracyklinu ČOV G – Množství termotolerantních koliformních bakterií (TKOLI), *E. coli* (ECOLI), tetracyklin-rezistentních termotolerantních koliformních bakterií (TKOLI-TR) a tetracyklin-rezistentních *E. coli* (ECOLI-TR)

Dostupné z www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-273#p43-1.

- [3] Deselnicu, D. C., et al. *Towards a circular economy—a zero waste programme for Europe*. in *International Conference on Advanced Materials and Systems (ICAMS)*. 2018. The National Research & Development Institute for Textiles and Leather-INDCTP.
- [4] Zhang, Ye, et al. „Subinhibitory concentrations of disinfectants promote the horizontal transfer of multidrug resistance genes within and across genera.“ *Environmental Science & Technology* 51.1 (2017): 570-580.
- [5] Werther, J.; Ogada, T. *Sewage sludge combustion*. *Progress in Energy and Combustion Science*, 1999. 25 (1): p. 55-116.
- [6] Rorat, A., et al., *Sanitary and environmental aspects of sewage sludge management*. *Industrial and Municipal Sludge*, 2019: p. 155-180.
- [7] Arthurson, V., *Proper sanitization of sewage sludge: a critical issue for a sustainable society*. *Applied and environmental microbiology*, 2008. 74 (17): p. 5267-5275.
- [8] Český statistický úřad, *Životní prostředí – Produkce kalů v ČOV a způsob jejich zneškodnění* [online], in *STATISTICKÁ ROČENKA České republiky 2021*. ISBN 978-80-250-3167-4. Dostupné z www.czso.cz/csu/czso/3-zivotni-prostredi-4z1x5kvfyw
- [9] USEPA, *Environmental regulations and technology: Control of pathogens and vector attraction in sewage sludge*. United States Environment Protection Agency, Cincinnati, OH, 2003.
- [10] Straub, T. M.; Pepper, I. L.; Gerba, C. P. *Hazards from pathogenic microorganisms in land-disposed sewage sludge*. *Reviews of environmental contamination and toxicology*, 1993: p. 55-91.
- [11] Říhová Ambrožová, J., *Mikrobiologie v technologii vod*. 1. vyd. *Vysoká škola chemicko-technologická v Praze*. Praha 2004. Str. 186. ISBN 80-7080-534-X.
- [12] Mishra, M., et al., *Multi-Drug Resistant Coliform: Water Sanitary Standards and Health Hazards*. *Frontiers in Pharmacology*, 2018. 9.
- [13] Speer, B. S.; Shoemaker, N. B.; Salyers, A. A. *Bacterial resistance to tetracycline: mechanisms, transfer, and clinical significance*. *Clinical microbiology reviews*, 1992. 5 (4): p. 387-399.
- [14] Matějů, L., *Metodický návod pro stanovení indikátorových organismů v bioodpadech, upravených bioodpadech, kalech z čistíren odpadních vod, digestátech, substrátech, kompostech, pomocných růstových prostředcích a podobných matricích*. *Acta Hygienica, Epidemiologica et Microbiologica*, Praha SZÚ, AHEM 1, 2008. 1: p. 53, ISBN 1804-9613.
- [15] Matějů, L., Štěpánková, M., Kořínková, M., Drahošová, Z., Matoušková, N. *Porovnání metod stanovení E. coli v odpadech*. *Sborník Vodárenská biologie 2023*, 9.-10. února 2023, Praha, Česká republika, Říhová Ambrožová Jana, Petráková Kánská Klára (Edit.):150-154.
- [16] Græsboell, K., et al., *Effect of Tetracycline Dose and Treatment Mode on Selection of Resistant Coliform Bacteria in Nursery Pigs*. *Applied and environmental microbiology*, 2017. 83 (12): p. e00538
- [17] Riau, V.; De la Rubia M. A., M.; Pérez, M. *Assessment of solid retention time of a temperature phased anaerobic digestion system on performance and final sludge characteristics*. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology* 87.8 (2012): 1074-1082.
- [18] Lloret, Eva, et al. „Semi full-scale thermophilic anaerobic digestion (TAnD) for advanced treatment of sewage sludge: Stabilization process and pathogen reduction.“ *Chemical Engineering Journal* 232 (2013): 42-50.
- [19] Hussain, Mushtaq, et al. „Enterococci vs coliforms as a possible fecal contamination indicator: baseline data for Karachi.“ *Pak J Pharm Sci* 20.2 (2007): 107-111.
- [20] Liew, Chin Seng, et al. „A review on recent disposal of hazardous sewage sludge

via anaerobic digestion and novel composting." *Journal of hazardous materials* 423 (2022): 126995.

- [21] Zhao, Qian, and Yu Liu. „Is anaerobic digestion a reliable barrier for deactivation of pathogens in biosludge?." *Science of the total environment* 668 (2019): 893–902.
- [22] Friedman, N. Deborah, Elizabeth Temkin, and Yehuda Carmeli. „The negative impact of antibiotic resistance." *Clinical Microbiology and Infection* 22.5 (2016): 416–422.
- [23] Mutuku, Ch.; Gazdag, Z.; Melegh, S. Occurrence of antibiotics and bacterial resistance genes in wastewater: Resistance mechanisms and antimicrobial resistance control approaches. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 38.9 (2022): 152.

Linda Herbríková¹⁾
doc. RNDr. Jana Říhová Ambrožová, Ph.D.¹⁾
Ing. Bc. Stanislav Gajdoš¹⁾
Ing. Zuzana Sýkorová²⁾
Ing. Vladimír Todt²⁾
prof. Ing. Jan Bartáček, Ph.D.¹⁾

¹⁾VŠCHT
Technická 3
166 28 Praha 6
linda.herbrikova@vscht.cz

²⁾Pražské vodovody a kanalizace, a.s.
Ke Kablu 971/1
Hostivař
102 00 Praha 10

The risk of pathogens occurred in different types of sewage sludge (Herbrikova, L.; Rihova Ambrozova, J.; Gajdos, S.; Sykorova, Z.; Todt, V.; Bartacek, J.)

Abstract

This paper deals with issues related to the occurrence of pathogens in various types of sewage sludge, with an emphasis on legislative requirements for handling of sludges. The risk of the occurrence of pathogens is regulated by legislation, which has recently undergone several changes, thus causing inconsistencies in the suitability of technologies in terms of sanitation efficiency. Therefore, technologies and methods that could reduce the risk of spreading pathogens and antibiotic resistance have been investigated to improve the management of sewage sludge. The stabilization processes were compared based on the numbers of indicator organisms determined according to the methodological guide AHM No. 1/2008 with the legislative criteria for the use of sludge on agricultural land. As part of one sampling campaign, a procedure using Colilert® was included in the culture methods using m-FC solid agar medium for the determination of *E. coli*. In addition, the presence of tetracycline-resistant bacteria and the efficiency of their removal were studied. Overall, it can be said from the research that the use of stabilization processes in sludge management can significantly reduce the risk of the spread of pathogens. Anaerobic stabilization in thermophilic mode has proven to be one of the most effective methods for the removal of pathogens and tetracycline-resistant bacteria. At the same time, it turned out that the Colilert® method is more sensitive for the detection of *E. coli* in some types of sewage sludge. It follows that it is important that legislation and methods for the detection of pathogens in sewage sludge are continuously updated and improved to ensure the protection of health and safety for both people and the environment.

Key words

sewage sludge – sludge management – stabilization – pathogens – cultivation

Fyzikálno-chemická ČOV – riešenie zarastania gravitačného stupňa a prania pieskových filtrov

Peter Sedmák

Abstrakt

Priemyselné čistiareň odpadových vôd sú pre prevádzky v automobilovom sektore dodávané často na kľúč. Technológia zrážania sa výrazne nelíši naprieč celým sektorom. No i napriek mnohým skúsenostiam pri ich navrhovaní sa na konkrétnej inštalácii môžu vyskytnúť isté anomálie. Tie sa najčastejšie prejavujú až pri plnom zaťažení linky. Podobne tomu bolo aj v našom prípade. V sekundárnom gravitačnom stupni sa výrazne premnožili železité baktérie a ovplyvnili hydrauliku celého systému. Ich vplyvom došlo aj k znefunkčneniu nasledujúceho filtračného stupňa. V článku rozoberieme situáciu na fyzikálno-chemickej čistiarni odpadových vôd a uskutočnené kroky pre vyriešenie celého problému.

Kľúčové slová

lamelová usadzovacia nádrž – železité baktérie – pieskový filter upchávajúce

Úvod do problematiky

S nábehom nových technológií sa spájajú mnohé nepredvídateľné situácie. Aj dve rovnako vyzerajúce zariadenia majú svoje vlastné špecifiká, ktoré sú typické práve pre danú inštaláciu. Podobne tomu je aj v spoločnosti, v ktorej sa o energetickú infraštruktúru a vodné stavby stará spoločnosť Sloveo a.s. Naša spoločnosť je dcérskou spoločnosťou spoločnosti Veolia Energia Slovensko, a.s. V spracovanej správe sa budeme venovať práve jednej z činností spoločnosti Sloveo a.s., a to prevádzke fyzikálno-chemickej čistiareň odpadových vôd (FCH ČOV).

Stanica je navrhnutá na spracovanie odpadových vôd z lakovne v rámci prevádzkového závodu v Nitre. Samotná čistiareň spracováva najmä odpadové vody z predúpravy hliníkových dielov. Pri spracovaní odpadových vôd začalo nárastom výroby v nitrianskom závode dochádzať ku dvom významným problémom.

Prvým významným problémom bolo časté pranie pieskových filtrov slúžiacich ako terciárne dočistenie vyčistených odpadových vôd z FCH ČOV. V počiatočnom riešení problému sa sústreďovala pozornosť na nedostatočný pracovný cyklus, ktorý od nábehu stanice vyvolával mnohé otázky, z dôvodu nedostatkov v dokumentácii.

Druhým problémom bolo výrazné zarastanie lamelových usadzovacích nádrží na zachytenie kalu vzniknutého po dvojstupňovej zrážacej reakcii. Prvé výraznejšie náznaky zarastania sa začali objavovať ešte na jeseň roku 2020, ale vplyvom víkendových odstávok s odlišnou koncentráciou znečistenia bol rast baktérií potlačený. Až nábehom trojzmenovej výroby lakovne sa tento problém ukázal v plnom rozsahu. V najhorších prípadoch dosahovali kolónie baktérií 1 meter dĺžky, obr. 1 [1, 2].



Obr. 1. Nárasty kolónií železítých baktérií (*Siderocapsa sp.*) v lamelových usadzovacích nádržiach

Riešenie zarastania gravitačných stupňov

Ako prvý krok riešenia zarastania lamelových dosadzovacích nádrží bola zvýšená intenzita čistenia nádrží, a to formou vypustenia nádrží do internej kanalizácie ČOV a vypláchnutia biologického znečistenia. Vypúšťané vody sa spätne vracali do vstupnej nádrže a znovu prešli procesom čistenia. V marci 2021 však bolo jasné, že tento proces je nedostatočný. Tvorba bakteriálnych kolón sa zrýchľovala. Preto sme odobrali vzorky a poslali ich na analýzu do externého laboratória, kde boli vykonané testy na určenie druhu baktérií. Výsledky ukazovali na skupinu železitých baktérií *Siderocapsa sp.* Opakované odbery vzoriek v apríli potvrdili tento kmeň baktérií [3].

Vykonal sme sériu interných testov s bežnými chemikáliami (Savo, peroxid vodíka), ale aj s prípravkom Ferrocid 4601, ktorý vykazoval najlepšie výsledky. No pri kolóniach dlhších ako 10 cm už nedokázali efektívne potlačiť ďalší rast. Teda pravidelné čistenie nádrží s prídavkom týchto chemikálií nebolo ekonomické. Preto sme od júla pristúpili k preventívnemu dávkovaniu Ferrocid 4601. Podľa odporúčania dodávateľa chemikálií sme začali s jednorázovou šokovou dávkou 1,5 litra do oboch kruhových usadzovacích nádrží za prepádovou hranou, aby bolo zabezpečená dobrá distribúcia chemikálie v nasledujúcich nádržiach. Rast kolón sa oddialil, ale zhruba po 3 dňoch už opäť nekontrolovane pokračoval. Preto sme v priebehu augusta začali pracovať na automaticky riadenom dávkovaní chemikálií do vybraných miest gravitačných stupňov. Ako skúšobnú chemikáliu sme použili 15% chlórnan sodný, ktorého dávkovanie bolo zabezpečené membránovým čerpadlom. Množstvo dávky chlórnanu sme overovali kontrolou voľného chlóru v nasledujúcich stupňoch. Na optimalizáciu dávky sme vykonali sériu testov uvedených v **tab. 1**.

Úprava prania pieskových filtrov

Samotné pranie pieskových filtrov sa stalo v období pred odstávkou v júli 2021 natoľko limitujúcim, že nám počas posledného týždňa pred odstávkou úplne skolabovala prevádzka FCH ČOV (**obr. 2**). Vo vstupnej nádrži bola hladina cez 75 % a oba filtre sa upchali. Samotným praním jedného filtra pribudne vo vstupnej nádrži cca 15 – 20 % vody, a teda nebolo možné oprat' oba filtre dostatočne. Preto sme do celozávodnej letnej odstávky prevádzkovali FCH ČOV iba s jedným funkčným pieskovým filtrom. Počas odstávky sa opakovaným praním podarilo znovu sprevádzkovať oba filtre a vodu postupne spracovať.

Napriek odporúčaniam dodávateľa technológie na predĺžovanie pracovného cyklu vodou, sme už nemali viac možnosť túto fázu predĺžovať. Pretože nás začala limitovať kapacita samotnej FCH ČOV a v neposlednom rade sa neúmerne začali navyšovať náklady na prevádzku filtrov.

Počas odstávky sme experimentovali s rôznymi dĺžkami pracovných cyklov a ich kombinácií. Ďalej sme menili zdroj pracovného vzduchu z dýchadla na kompresne stlačený vzduch z rozvodov. Takáto zmena nepriniesla želaný úspech.

Preto sme sa rozhodli skombinovať pranie vodou a vzduchom súčasne. Táto možnosť sa zdala teoreticky nemožná, pretože pracie čerpadlo malo vyšší výtlačný tlak (2 bar) ako dýchadlo (0,8 bar). No v rámci miestnej inštalácie došlo ku krátkej dobe, do 5 minút, kedy bolo možné obe fázy spojiť a počas tejto doby sa piesok výrazne premiešal, čo napomohlo ku konečnému lepšiemu stavu filtrov. Napriek tomuto zlepšeniu sa prevádzka filtrov podarila úplne stabilizovať až po spustení dávkovacieho zariadenia chlórnanu do usadzovacích nádrží. Na nasledujúcom grafe je znázornený celkový objem vyčistenej vody (modrý) a špecifický objem vyčistenej vody cez pieskové filtre (zelený), ktorý po aplikácii všetkých opatrení stúpil z cca 900 m³ na jeden pracovný cyklus až nad 1200 m³ na jeden pracovný cyklus. Výnimkou bol október, kedy došlo k poruche dávkovania biocídu.

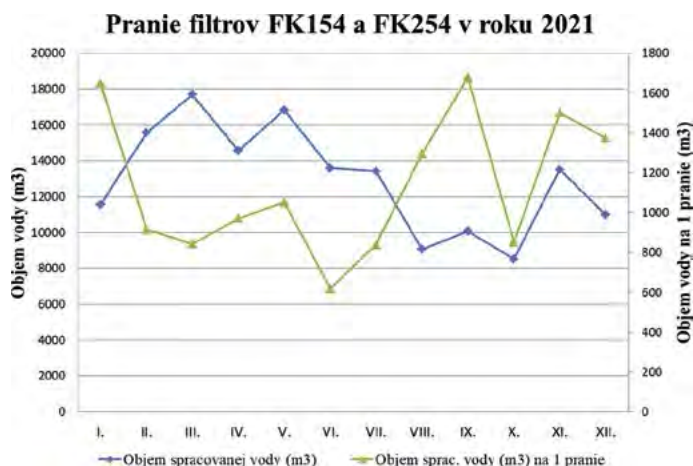
Záver

V článku sú zhrnuté opatrenia, vďaka ktorým sa nám podarilo stabilizovať proces čistenia odpadovej vody. Postupnými jednoduchými krokmi sme dokázali identifikovať príčinu problémov. Pri každom sme riešenia hľadali od tých najjednoduchších, až po komplikovanejšie a investične náročnejšie.

V prípade premnoženia baktérií sme po identifikácii druhu testovali rôzne chemikálie. Ukázalo sa ako vhodnejšie riešenie vývin baktérií

Tab. 1. Kontrola obsahu voľného chlóru za miestom dávkovania

Testy obsahu voľného chlóru v jednotlivých nádržiach ČOV (mg/l)					
Názov nádrže	Označenie	Objem / Dátum	24. 9. 2021	13. 10. 2021	8. 12. 2021
Kruhová usadzovacia nádrž	BA186	25	0,13	5,1	0,07
Kruhová usadzovacia nádrž	BA286	25	0,09	2,31	5,87
Dosková usadzovacia nádrž	BA178	10	0,08	2,92	3,85
Dosková usadzovacia nádrž	BA278	20	5,12	1,62	1,59
Reneutralizácia	BR164	20	4,81	1,24	1,39
Nádrž čerpacej stanice	BV136	30	4,61	1,18	1,25
Pieskový filter	FK154	5	x	x	x
Pieskový filter	FK254	5	x	x	x
Finálna inšpekcia	BE147	10	1,5	0,19	0,12



Obr. 2. Graf objemu spracovanej vody na 1 pranie pieskových filtrov roku 2021

potlačiť už pri zárodku, preto sme inštalovali jednoduché dávkovacie zariadenie. Dôležité bolo naviazanie na samotnú prevádzku ako aj umiestnenie dávkovacích bodov. Osvedčilo sa nám dávkovanie do výstupného potrubia z kruhových usadzovacích nádrží pred vstupom do lamelových nádrží.

V druhom riešenom probléme sme pomocou skúšobného testovania objavili situáciu v miestnej inštalácii, vďaka ktorej sa bez veľkých investícií podarilo piesok oprat' a tak predĺžiť životnosť samotnej náplne.

Uvedené opatrenia mali okrem zvýšenia prevádzkovej dostupnosti aj pozitívny ekonomický prínos. Pri nákladoch cca 4 000 eur, došlo k úspore takmer 5 000 m³ vody za rok. To prinieslo úsporu vo výške 17 500 eur za rok. Návratnosť investícií dosiahla 3 mesiace.

Výsledkom celého snaženia bola stabilizácia prevádzky a znižovanie dopadov výroby na **životné prostredie**, čo je jedným z hlavných cieľov skupiny Veolia po celom svete. Objem úspory vody sa pozitívne prejavil aj na prevádzke celého podniku klienta a pomohol stabilizovať prevádzku najmä počas suchého obdobia v lete 2022. V kontexte častých suchých období tak prispel k zníženiu environmentálneho dopadu výroby na náš región.

Táto práca získala 2. miesto v sekcii FÓRUM 33 za Najlepšie poster autorov do 33 rokov na 12.bineálnej konferencii Odpadové vody 2022, 19. – 21.10.2022, Štrbské pleso.

Literatúra/References

- [1] Líšková, J.; Sedmák, P.; Drozd, M. MANIPULAČNÝ A PREVÁDZKOVÝ PORIADOK Neutralizačná stanica odpadových vôd, Evidenčné číslo; Rev. 02 09/2020
- [2] Dürr J. Popis čistenie odpadovej vody P1W1W1, Evidenčné číslo: DE01-2102027, Rev. 01 03/2017
- [3] Labeko, s.r.o Protokoly o skúške c.: 21/00333, 11.02.21

Ing. Peter Sedmák
Slovec, a.s.
Horné lúky 1
949 01 Nitra
psedmak1@gmail.com

WWTP – actions provided to prevent biological colmatage of gravity stage and increased filtration of gravel filters (Sedmak, P)

Abstract

Industrial wastewater treatment plants are often delivered on a turnkey basis for operations in the automotive sector. Precipitation technology does not vary significantly across the sector. However, despite a lot of experience in their design, certain anomalies may occur in a specific installation. They are most often manifested only when the station is fully loaded. It was the same in our case. Standard

technology began to behave non-standard due to some factors. In the secondary gravity stage, ferric bacteria proliferated significantly and affected the hydraulics of the entire system. Due to their influence, the next filter stage also became inoperable. In the article, we will discuss the situation at the physico-chemical wastewater treatment plant and our way of solving the whole situation.

Key words

lamellar sedimentation tank – iron bacteria – sand filter – clogging

Použití stopovacích zkoušek pro odhalení potenciálních zdrojů a cest kontaminace vodárenských objektů

Jakub Mareš, Jiří Bruthans

Abstrakt

Stopovací zkoušky (indikační či indikátorové zkoušky, využití značkovačů) jsou klíčovou technikou pro určení preferenčních drah proudění a vymezení povodí v krasu. Hojně se používají i pro ověření proudění a určení transportních charakteristik na kontaminovaných lokalitách. Spočívají v injektování známého množství stopovače do ponoru nebo vrtu a odběru vzorků vody v místech předpokládaného objevení. Stopovací zkoušky umožňují určit nejen rychlost proudění, ale při měření průtoku i objem mobilní vody mezi objekty a též kolik procent stopovače dorazilo do sledovaných objektů, a tedy i kolik stopovače naopak míří neznámým směrem do nesledovaných/neznamých míst. V České republice se dosud obvykle prováděly stopovací zkoušky především s NaCl, přitom ve světě je již po desítky let nejběžněji používaným stopovačem sodná sůl fluoresceinu (dále Na-fluorescein) a další fluorescenční stopovače, jelikož jejich požadované koncentrace v přírodě jsou většinou nulové a moderní fluorimetry umožňují detekci stopovače v koncentracích obvykle v desetinách $\mu\text{g/l}$, což umožňuje injektáž velmi malého množství stopovače v porovnání s NaCl, hluboko pod viditelnost pouhým okem. V roce 2020 ukázala stopovací zkouška pomocí NaCl rychlé spojení nově otevřeného ponoru u Bartošovy pece s vodárnou v Turnově–Dolánkách. To přispělo k zatěsnění ponoru a rozšíření ochranných pásem do okolí ponoru. Stopovací zkouška s Na-fluoresceinem v roce 2021 prokázala rychlé proudění vody z ponorů Bubovického potoka v Českém krasu do pramenů v Sv. Janu pod Skalou a okolí, a naopak vyloučila možnost, že by voda z ponoru pronikala do jímacího vrtu pitné vody v Srbsku. K provedení stopovacích zkoušek v Českém krasu bylo získáno kladné vyjádření krajských hygienických stanic, tudíž stopovací zkoušky s fluoresceinem již mohou být v ČR používány stejně jako v okolních státech. Závěrem lze konstatovat, že stopovací zkoušky jsou účinný nástroj pro sledování proudění podzemní vody nejen v krasovém prostředí. Jde pomocí nich potvrdit či vyloučit rychlé spojení ponorů, vodních toků a dalších objektů s vodárenskými objekty, a tím cílit opatření na zabránění průniku případné kontaminace.

Klíčová slova

stopovací zkoušky – kras – pitná voda – kontaminace – vodní zdroje

1. Úvod

Cílem tohoto příspěvku je představit použití stopovacích zkoušek ve vodárenské praxi na dvou příkladech z posledních let.

Termín *kras* je obvykle vnímán jako prostředí s charakteristickou povrchovou morfologií s vysoce rozpustným podložím. Moderní definice [9] zní: „Kras je geologické prostředí, které obsahuje rozpustné horniny,

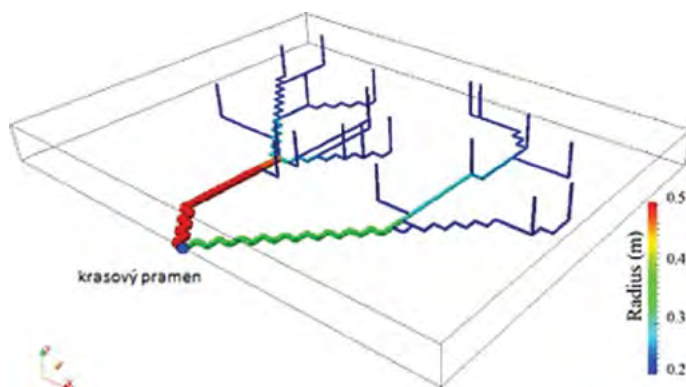
kde dominuje propustnost propojenými kanály rozpuštěnými v horninách, které jsou organizovány tak, aby usnadnily proudění vody.“ Krasový kolektor je sebeorganizovaný (obr. 1), s vysokou propustností formovaný pozitivní zpětnou vazbou mezi rozpouštěním a průtokem [17]. V České republice můžeme do krasových kolektorů zařadit i vápnité pískovce v české křídové pánvi, neboť zde díky rozpouštění karbonátu dochází k tvorbě vysoce propustných kanálů [11].

Podzemní voda proudí skrz organizovanou síť kanálů s rychlostí proudění často přesahující 100 m/den [17]. Karbonáty jsou široce rozšířeny a jsou na ně vázány značné zásoby pitné vody. Předpokládá se, že přibližně pětina lidí na světě je částečně nebo úplně závislá na vodě z karbonátových kolektorů. V České republice se z karbonátových hornin (vápence, písčité vápence, vápnité pískovce) zásobují města jako Hradec Králové, Kladno, Mělník nebo částečně Brno a Olomouc. Je to kvůli jejich rozšíření a také kvůli velké propustnosti v regionálním měřítku [16], která je způsobena přítomností krasových kanálů. Vznik kanálů se obecně nazývá krasování [15]. Tvorba sebeorganizovaných kanálů, které vznikly chemickými procesy, odlišuje krasové kolektory od kolektorů s puklinovou propustností, kde záleží pouze na tektonickém porušení horniny [17].

V krasových kolektorech obvykle dominuje dendritická (stromovitá) sebeorganizovaná síť kanálů vytvářející podobný systém jako povrchové říční toky [16], obr. 1. Vytváří se proto, že první kanál, který dosáhne místa drenáže ve svém okolí, sníží hladinu podzemní vody, takže ostatní kanály, které dosud směřovaly při svém vývoji a prodlužování k místu drenáže, změni směr a spojí se s prvním kanálem. Postupné napojování kanálů vede k svedení vody z rozsáhlé plochy do jediného pramene [17], obr. 1.

Krasové kolektory se těžko charakterizují, protože zabírají jen asi jednu desetitisícinu objemu krasového prostředí. Proto je prakticky statisticky nemožné je zachytit vrty a ani geofyzikální metody nejsou schopny jejich průběh zaměřit [4]. Karbonátové kolektory vykazují: (1) rychlý tok podzemní vody (zjištěno ze stopovacích zkoušek), (2) hojný výskyt pramenů, zejména velkých, a (3) vysokou četnost biologické kontaminace, včetně střevních mikroorganismů [17].

Stopovací zkoušky jsou nejučinnějším nástrojem pro určení cest podzemní vody, propojení kanálů a vymezení povodí. Spočívají v injektování známého množství stopovače do místa, u kterého se předpokládá napojení na podzemní kanály, a poté odběru vzorků vod v místech, kde se předpokládá spojení s místem injektáže [1]. Stopovací zkoušky jsou používány ve všech hydrologických a hydrogeologických prostředích pro zjištění pohybu vody a kontaminantů, původně však byly vymyšleny pro kras [7]. Slouží k určení sítě kanálů, kde dochází k rychlému proudění podzemní vody a mohou být pro-



Obr. 1. Vývoj sebeorganizované sítě kanálů, barva ukazuje poloměr kanálu (upraveno podle Borghi et al., 2016)

váděny pro určení cest až na vzdálenost několika desítek kilometrů [16]. Poskytují informace o povodí, proudových cestách, době zdržení a průměrné rychlosti. Průběh koncentrace stopovače v čase se označuje jako průniková křivka. Z ní se dají vyčíst informace o prostředí, jako jsou střední doba zdržení, podélná disperzivita, Pecletovo číslo nebo objem zatopených kanálů. Střední doba zdržení je čas od injektáže po zachycení 50 % stopovače. Disperzivita nám uvádí podélný rozsah mraku stopovače a Pecletovo číslo udává vliv advekce na transport. Když je Pecletovo číslo větší než 6, převládá pohyb advekcí. V případě, že je menší než 4, převládá transport difuzí.

Injektáž by měla spočívat ve zředění stopovače vodou a jeho vylití do ponorného toku. V případě injektáže do závrtu je potřeba zalít stopovač několika metry krychlovými vody pro spláchnutí do podzemní vody skrz nesaturovanou zónu. Průtok by ale neměl být výrazně ovlivněn, aby nedošlo k aktivaci nezaplavených kanálů [7]. Stopovač je obvykle odebírán ve vzorcích vody v pramenech [12]. Je vhodné odebrat pár vzorků před stopovací zkouškou, abychom určili pozadivové koncentrace stopovače ve vodě. Na začátku by intervaly odebírání měly být krátké a postupem času se mohou prodlužovat [7]. Použitím konduktometrů s automatickým záznamem dat, automatických odběráků vzorků nebo kontinuálních terénních fluorimetrů se nutnost pobytu v terénu minimalizuje [4]. Moderní fluorimetry dokážou analyzovat až tři barviva najednou. Vzorky fluorescenčních barviv jsou odebírány do skleněných lahviček a analyzovány v laboratoři pomocí spektrofluorimetru [7].

Sole se používají pro zvýšení konduktivity, kterou lze snadno měřit pomocí relativně levných zařízení, nebo lze odebírat vzorky a analyzovat vodu na přítomnost iontů. NaCl je levný a často se používá zejména na kratší vzdálenosti, kde vyšší koncentrace umožňuje snadné monitorování. Problémem bývá špatná detekce při velkém zředění, protože použité ionty mají vysoké hodnoty pozadí a nelze je používat ve velkých objemech vzhledem k jeho možnému ovlivnění bioty [7].

Nejpoužívanějším stopovačem jsou fluorescenční barviva [7]. Jsou to organické molekuly skládající se z atomů C, H, O a N s alespoň jednou iontovou funkční skupinou [10]. Funkční skupiny polárního charakteru zajišťují, že molekula stopovače je v běžných podmínkách ve formě aniontu, což způsobuje nízkou sorpci [5]. Za normálních pH podmínek se na kladně nabitě vápence nejméně sorbuje sodný fluorescein (sodná sůl fluoresceinu), takže se dá proto považovat za konzervativní stopovač [6]. Fluorescenční barviva absorbují světlo o specifické vlnové délce a emitují světlo o jiné vlnové délce. To vede k velmi nízkým detekčním limitům [7]. Nejčastěji používané barvivo je sodný fluorescein (v textu jen fluorescein). Jde o preferovaný stopovač, protože je relativně konzervativní, dobře rozpustný, netoxický a má velmi nízký detekční limit. Další používané fluorescenční stopovače jsou eosin, rhodaminy, sodium naphthionate a tinopal CBS-X. Sodium naphthionate a tinopal se používají zejména v místech, kde je potřeba omezit zabarvení vody při relativně vysokých použitých koncentracích. Nevýhoda fluorescenčních barviv je, že na světle degradují [7]. V české literatuře je tato problematika popsána např. v práci [13].

2. Studované lokality

V této práci jsou použity příklady ze dvou oblastí: okolí Turnova v České křídové pánvi a Bubovic v Českém krasu

2.1 Turnov – Dolánky

Okolí Turnova patří do oblasti české křídové pánve a je budováno zejména horninami jizerského souvrství, což jsou v této oblasti vápnité pískovce až písčité vápence. V nadloží jizerského souvrství se nachází souvrství vápničných jílu plnicích funkcí izolátoru, nad ním leží relikty pískovců teplického souvrství. Voda vytékající z teplického souvrství má korozní schopnost a po dosažení jizerského souvrství se ztrácí v ponorech. V území se nachází řada krasových jevů: slepá a poloslepá údolí, ponory a závrtv, dvě jeskyně protékané aktivními toky. Byly zde pomocí stopovacích zkoušek prokázány krasové kanály s rychlým prouděním vody [11]. V zájmovém území se nachází krasová jeskyně Bartošova pec. Poblíž jeskyně byl v únoru 2020 na občasném toku

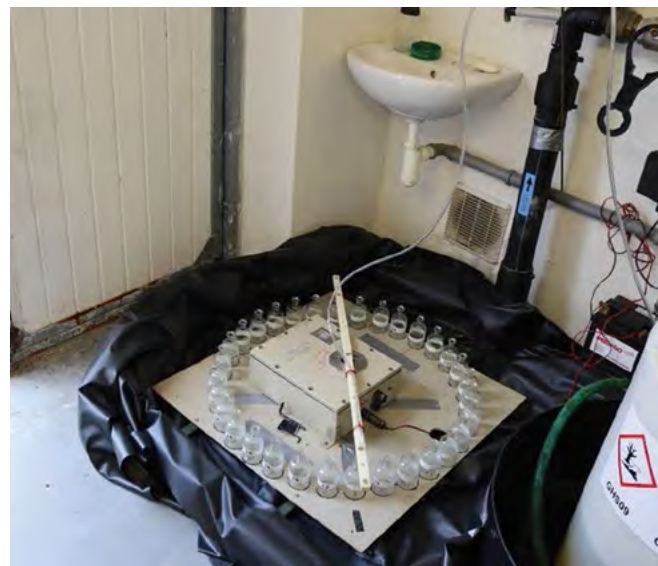


Obr. 2. Ponor v blízkosti Bartošovy pece po odkrytí sedimentů

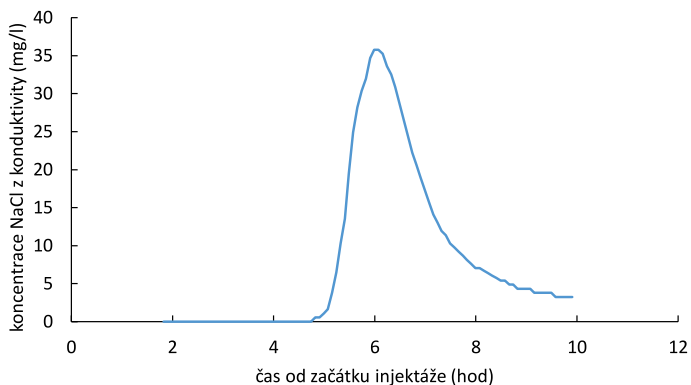
objeven ponor (obr. 2) s několika hltači o průměru až 20 cm a voda padala do hloubky několika metrů. Maximální hltnost ponoru byla odhadnuta na nižší desítky litrů za sekundu.

2.2 Bubovice

Obec Bubovice se nachází v Českém krasu 4 km severně od Karlštejna. Prostředí je tvořeno horninami spodního až středního devonu. Ve spodním devonu docházelo k sedimentaci karbonátů, ve středním devonu, vlivem začínající variské orogeneze, sedimentovaly flyšové horniny. Bubovický potok pramení nad obcí Bubovice v srbském souvrství středního devonu, které je tvořeno prachovci s vložkami pískovců. Pod obcí Bubovice protíná antiklinálu Doutnáče a dostává se do lochkovského souvrství spodního devonu. Toto souvrství je vysoce zkrasovatělé a tvoří hlavní kolektor v Českém krasu [3]. V těchto místech byly správou CHKO v roce 2018 vybudovány tůně a mokřady. Při běžných průtocích, které jsou do 10 l/s, zde dochází ke ztrátě veškeré vody a jde patrně o nejintenzivnější ztrátu vody v Českém krasu. Pouze po výjimečných srážkových událostech, kdy průtok překračuje i 100 l/s, pokračuje v korytě Bubovického potoka voda až do Berounky [8].



Obr. 3. První injektáž stopovače do Bubovického potoka (vlevo). Automatický odběrák vzorků ve vodárně Srbsko (vpravo)



Obr. 4. Koncentrace stopovače vypočtené z konduktivity ve vodě odtékající ze studny u vjezdu v jímacím území Dolánky

3. Metody

3.1 Turnov – Dolánky

Stopovací zkouška byla provedena za účelem ověření propojení nově objeveného ponoru s vodárnou v Turnově – Dolánkách. Jako stopovač byl použit NaCl, protože v této oblasti mají proudové cesty malý objem a vykazují nízké ředění. Jeho přítomnost ve vodárně byla sledována konduktometrií 3310 (WTW) s automatickým záznamem hodnot, které byly umístěny do odtoku z obou jímaných studní. Dále byl sledován pramen Bezednice a Vazovecký potok 100 m nad ústím do Jizery. Dne 26. 3. 2020 bylo injektováno 10 kg naředěného NaCl do ponoru.

3.2 Bubovice

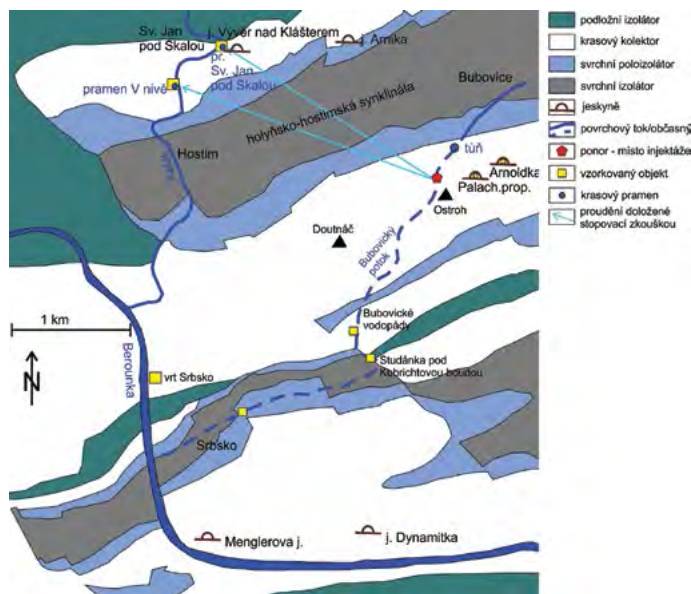
Pro provedení zkoušky s fluoresceinem s potenciálním průnikem do jímaného vrtu byl získán souhlas krajské hygienické stanice a VAK Beroun.

Stopovací zkouška byla prováděna pomocí sodného fluoresceinu (CAS: 518-47-8, CI: 45350; synonymum „uranin“; termín pochází ze žluto-zelené fluorescence připomínající fluorescenci uranového skla). Odebrané vzorky byly analyzovány pomocí laboratorního fluorimetru Perkin-Elmer LS 55. Aby byly koncentrace fluoresceinu na odběrových místech, především ve vodárenském objektu, drženy blízko detekčního limitu, bylo využito opakovaných injektáží, kdy se nejprve použilo nízké množství fluoresceinu a poté se množství zvýšilo v následných injektážích zhruba o řád. V závislosti na vodních stavech a výsledcích z předchozích injektáží se injektáže opakovaly.

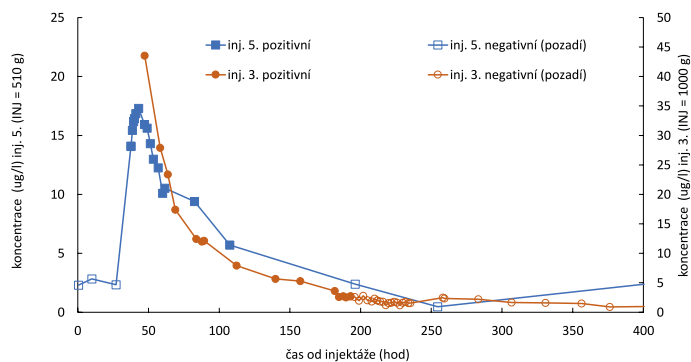
Pro zjištění spojení ponoru u Bubovic s vývěry bylo provedeno pět injektáží stopovače mezi 20. 4. 2021 a 27. 6. 2021 na místě intenzivních ztrát pod obcí Bubovice. Hltnost ponoru se pohybovala mezi 2 a 9 l/s. Pomocí automatického odběráku s krokem odběru vzorků po šesti hodinách byl vzorkován jímací vrt vodárny v Srbsku (obr. 3). V přibližně denních intervalech byl ručně vzorkován pramen ve Svatém Janu pod Skalou dobrovolníky z obce. V nepravidelných intervalech byl ručně vzorkován Bubovický potok v místě Bubovických vodopádů, pramen u Kubrychtovy boudy a pramen V Nivě mezi Svatým Janem a Hostimí.

Tab. 1. Parametry ze stopovací zkoušky z ponoru do vodárny Turnov – Dolánky. Rozsah hodnot je dán rozdílným průtokem v místě ponoru a v místě vývěry

parametr	hodnota
měřený průtok v místě injektáže (l/s)	0,9
Změřený celkový průtok v místě měření vč. čerpání (l/s)	41
vzdálenost místa injektáže a sledování (odhad délka kras. kanálu; km)	3,9
čas prvního objevení (hod)	4,8
čas maximální koncentrace (hod)	6,0
střední doba zdržení (hod)	6,7
maximální rychlost proudění (km/den)	19,5
střední rychlost proudění (km/den)	14,5
disperzní koeficient (m ² /s)	1,6
podélná disperzivita (m)	9,4
Peclotovo číslo	414
objem vodou vyplněné části krasového kanálu (m ³)	22-989
průměrný zaplavený průřez kanálem (m ²)	0,006-0,25
návratnost stopovače (%)	98%



Obr. 5. Geologická mapa s vyznačeným proděním vody z Bubovického potoka ze stopovací zkoušky



Obr. 6. Průniková křivka stopovače v prameni V Nivě pro 3. a 5. injektáž. Plné symboly ukazují prokázanou přítomnost stopovače, prázdné vzorky, kde fluorescein je pod mezí detekce

4. Výsledky a diskuse

4.1 Turnov – Dolánky

Výsledky stopovací zkoušky nepotvrdily spojení s pramenem Bezednice a s Vazoveckým potokem. Naopak došlo k potvrzení spojení s oběma jímacími objekty vodárny Turnov – Dolánky. Stopovač do vodárny dorazil za pouhé 4,8 h (obr. 4). Při upravené vzdálenosti, což je přímá vzdálenost vynásobená 1,5, která lépe odpovídá skutečné délce krasových kanálů, je maximální rychlost proudění 19,5 km/den. Návratnost, což je podíl objeveného ku injektovanému množství stopovače, je 98 %. To znamená, že veškerá voda z ponoru teče do jímacího území. Veškeré parametry stopovací zkoušky jsou zobrazeny v tabulce 1.

4.2 Bubovice

Opakované stopovací zkoušky ukázaly, že voda z ponorů Bubovického potoka neproniká do jímacího vrtu v Srbsku. Namísto toho voda proudí z orografického povodí Bubovického potoka do orografického povodí Kačáku, kde se objevuje ve dvou velkých pramenech se zvýšenou teplotou vody: pramen v Nivě a pramen ve Svatém Janu pod Skalou (obr. 5)

K prvnímu objevení stopovače v prameni V Nivě dochází po 38 h a vrcholu po 43 hodinách (obr. 6). Maximální rychlost je 90 m/hod a průměrná 78 m/hod. Tento pramen vytéká částečně přímo do koryta Kačáku, tudíž není možné změřit jeho průtok. Ten byl pouze odhadnut na 10–15 l/s. Při tomto průtoku vychází návratnost přibližně 9–13 %. Přímá vzdálenost od ponoru je 2,2 km.

Do pramene ve Svatém Janu pod Skalou (pramenné větve Ivan, Ivanka a V kotelně) dorazil stopovač z druhé až páté injektáže (obr. 7). U těchto čtyř injektáží jsou výsledky velmi podobné, první objevení je po 45 hodinách, což při upravené vzdálenosti 3 km je maximální rychlost 66 m/hod. V případě poslední injektáže byla prvním vzorkem po 48 h již zachycena maximální koncentrace stopovače, tudíž maximální rychlost byla mírně vyšší než u předchozích zkoušek. Vrcholu průniková křivka dosáhne po 68 hodinách. Střední doba zdržení je 118 hod (tab. 2). Celková návratnost pramene ve Sv. Janu pod Skalou je pouze 5–8 %. Celkově je ve vodě velmi nízká koncentrace stopovače, která je na hranici detekce fluorimetru.

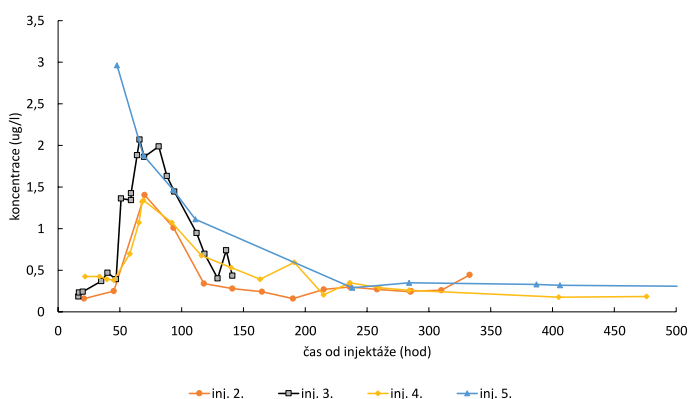
Průnik vody z ponorů Bubovického potoka do pramenů V Nivě a ve Svatém Janu pod Skalou je překvapivý, protože mezi místem ponoru a vývěru se nachází holyňsko–hostimská synklinála s okolo 250 m mocnou výplní málo propustného srbského souvrství. Voda zřejmě zkrasovělými vápenci sestupuje do hloubek mnoha set metrů a rychlé proudění ukazuje, že i v těchto hloubkách jsou vyvinuté krasové kanály s rychlým oběhem vody.

5. Závěr

Stopovací zkoušky jsou účinným nástrojem pro studium proudění vody v krasových kolektorech, kde je velké riziko kontaminace jímacích objektů pitné vody. Sodný fluorescein je pro tato měření vhodný, neboť se jedná o konzervativní stopovač s velmi nízkým detekčním limitem, který není toxický, neovlivňuje kvalitu vody a je široce využívaný v řadě západních zemí.

Stopovací zkouška v okolí Turnova prokázala spojení nově objeveného ponoru s jímacími objekty vodárny Turnov – Dolánky. Veškerá voda z ponorného toku se za méně než 5 hodin dostala do jímaných studní, kde tvořila kolem 10 % jímané vody (vydatnost prameniště v době stopovací zkoušky 41 l/s). Ponor se nacházel mimo ochranná pásma v těsné blízkosti silnice, kde je riziko havárie s únikem nebezpečných látek. Na základě výsledků stopovací zkoušky byl ponor pracovníky vodáren zatěsněn a také došlo k rozšíření ochranných pásem i na povodí tohoto toku.

Ze stopovací zkoušky na Bubovickém potoce je patrné, že voda neproudí podél údolí směrem k jímacímu objektu vodárny Srbsko, ale skrz holyňsko–hostimskou synklinálu po údolí Kačáku, kde vyvěrá na dvou místech. Jedním je pramen ve Svatém Janu pod Skalou (pramenné větve Ivan, Ivanka a V kotelně), kam stopovač dorazil za 50 hodin od injektáže, maximální rychlostí 60 m/hod. Návratnost stopovače je 8 %. Druhý vývěr se nachází v prameni V Nivě. Tam stopovač dorazil za 38 hodin maximální rychlostí 87 m/hod. Návratnost se pohybovala kolem 6 %. Zbýlý stopovač se zřejmě rozptýlil v sedimentech v oblasti ponorů. Tato stopovací zkouška prokázala rychlé spojení ponorů pod Bubovicemi s pramenem ve Svatém Janu pod Skalou, které byly uvažovány jako záložní zdroj pitné vody. Výsledky ovšem ukazují, že tato voda je pro zachycení nevhodná, neboť zde dochází k velmi krátké



Obr. 7. Průniková křivka stopovače v prameništi ve Svatém Janu pod Skalou

Tab. 2. Zjištěné parametry ze stopovací zkoušky Bubovice – údolí Kačáku. Rozsah hodnot je dán nejistotou měření průtoku

Injektáž	5. injektáž	4. injektáž
sledování	pramen V Nivě	prameniště Sv. Jan
hltnost ponoru (l/s)	5,7	1,9
průtok pramene (l/s) ODHAD	10–15	25
vzdálenost opravená (x 1,5) (m)	3390	3000
čas prvního objevení (hod)	37,7	45,2
čas max koncentrace (hod)	43	68,1
střední doba zdržení (hod)	104,6	117,8
maximální koncentrace (µg/l)	17,3	1,3
maximální rychlost proudění (m/den)	2160	1593,8
střední rychlost proudění (m/den)	779	611,3
disperzní koeficient (m ² /s)	1,24	1,04
podélná disperzivita (m)	138	147
Pecletovo číslo ()	25	20
objem zatopené části krasového kanálu (m ³)	2150–5700	10600
průměrná plocha zatopeného profilu (m ²)	0,6–1,7	3,5
návratnost stopovače	9–13 %	5%

době zdržení, což představuje značné riziko kontaminace bakteriemi nebo jinými kontaminanty z ČOV pod Bubovicemi.

Stopovací zkoušky fluoresceinem do vodárenských objektů mohou být prováděny bez nutnosti přerušení provozu, neboť koncentrace stopovače v jímané vodě lze postupně zvyšovanými injektážemi udržet na úrovni prvních µg/l, a fluorescein je tak rozložen chlorací/ozonizací vody. Představují v ČR podceňovaný zdroj informací o rychlém proudění a potenciálních cestách a zdrojích kontaminace.

Poděkování: Poděkování patří všem, kteří přispěli k těmto stopovacím zkouškám. V oblasti Turnova děkujeme Ing. J. Kovalčikovi, Ing. J. Průšovi, Mgr. D. Hiblerovi, panu Kurfiřtovi. Za pomoc s přípravou a povolením zkoušky v Českém krasu RNDr. Peterovi Malíkovi CSc., RNDr. K. Žákovi CSc., RNDr. F. Pojerovi a kolegům z SCHKO, J. Gregovské z KHS a Ing. P. Paškové. Za pomoc s odběrem vzorků a dalšími pracemi děkujeme F. Vycpálkovi, M. Kolčavovi, Z. Menglerovi, M. Šedivému, A. Buchtové, E. Šedivé, A. Ševčíkové, I. Pierce, E. Janouškoví, p. Červenkovi a dalším. J. Kukačkoví, I. Zárubovi patří poděkování za zkonstruování automatického odběráku vzorků.

Literatura/References

- [1] Aquilanti, L.; Clementi, F.; Nanni, T.; Palpacelli, S.; Tazioli, A.; Vivalda, P. M., 2016: DNA and fluorescein tracer tests to study the recharge, groundwater flowpath and hydraulic contact of aquifers in the Umbria-Marche limestone ridge (central Apennines, Italy). *Environ Earth sci* 75:626.
- [2] Borghi, A.; Renard, P.; Cornaton, F., 2016: Can one identify karst conduit networks geometry and properties from hydraulic and tracer test data? *Advances in Water Resources* 90, 99–115.
- [3] Bruthans, J.; Zeman, O., 2000: Nové poznatky o hydrogeologii Českého krasu. *Český kras*. Beroun: Muzeum Českého krasu, 25(26), 41-49. ISSN 1211-1643.
- [4] Field, M. S., 2002: The QTRACER2 Program for Tracer-Breakthrough Curve Analysis for Karst and Fractured Rock Aquifers. National Center for Environmental Assessment–Washington Office Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC 20460, EPA/600/R-98/156a.
- [5] Field, M. S.; Leij F. J., 2014: Combined physical and chemical nonequilibrium transport model for solution conduits. *Journal of Contaminant Hydrology* 157, 37–46.
- [6] Geyer, T.; Birk, S.; Licha, T.; Liedl, R.; Sauter, M., 2007: Multitracer Test Approach to Characterize Reactive Transport in Karst Aquifers. *GROUND WATER* 45, No. 1, 36–45.
- [7] Goldscheider, N.; Meiman, J.; Pronk, M.; Smart, C., 2008: Tracer tests in karst hydrogeology and speleology. *International Journal of Speleology*, 37 (1), 27-40. Bologna (Italy).
- [8] Herza, T., 2021: Hydrologie a hydrogeologie Bubovického potoka. Bakalářská práce, PfF UK, Praha.
- [9] Huntton, R. B., 1995: Is it appropriate to apply porous media groundwater circulation models to karstic aquifers? In *Groundwater Models for Resources Analysis and Management*, A.I. El-Kadi, Boca Raton, Florida Lewis Publishers, 339–358.
- [10] Käss, W.; Behrens, H.; Himmelsbach, Th.; Hötzl, H.; Hunkeler, D.; Leibundgut, C. H.; Moser, H.; Rossi, P.; Schultz, H. D.; Stober, I. A. Werner, A., 1998: Tracer

technique in geohydrology. Balkema, Rotterdam, 581 p.

- [11] Kůrková, I.; Bruthans, J.; Balák, F.; Slavík, M.; Schweigstilllová, J.; Bruthansová, J.; Mikuš, P.; Vojtíšek, J.; Grundloch, J., 2019: Factors controlling evolution of karst conduits in sandy limestone and calcareous sandstone (Turnov area, Czech Republic). *Journal of Hydrology* 574, 1062–1073.
- [12] Lauber, U.; Ufrecht, W.; Goldscheider N., 2014: Spatially resolved information on karst conduit flow from in-cave dye tracing. *Hydrology and Earth System Science* 18, 435–445.
- [13] Mareš, J., 2017: Stopovací zkoušky v krasu s přihlédnutím k novějším výzkumům. *Bakalářská práce, PFF UK, Praha.*
- [14] Uličný, D.; Laurin, J.; Čech, S., 2009. Controls on clastic sequence geometries in a shallow-marine, transtensional basin: the Bohemian Cretaceous Basin, Czech Republic. *Sedimentology* 56, 1077–1114.
- [15] Worthington, S. R. H., 2009: Diagnostic hydrogeologic characteristics of a karst aquifer (Kentucky, USA). *Hydrogeology Journal* 17, 1665–1678.
- [16] Worthington, S. R. H., 2014: Characteristics of channel networks in unconfined carbonate aquifers. *Geological Society of America Bulletin* 127; no. 5/6, 759–769.
- [17] Worthington S. R. H.; Ford D. C., 2009: Self-Organized Permeability in Carbonate Aquifers. *GROUND WATER* 47, no. 3, 326–336.

Mgr. Jakub Mareš (autor pro korespondenci)

doc. RNDr. Jiří Bruthans, Ph.D.

**¹Ústav hydrogeologie, inženýrské geologie a užití geofyziky
Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova
Albertov 2038/6
128 00 Praha 2
maresj15@natur.cuni.cz**

Use of tracer test to reveal the potential contamination sources and paths of water supply facilities (Mares, J.; Bruthans, J.)

Abstract

Tracer tests (indicative or indicator tests, use of markers) are a key technique for determining preferential flow paths and delineating watersheds in karst. They are also widely used to verify flow and

determine transport characteristics at contaminated sites. They consist of injecting a known amount of tracer into a sinkhole or well and taking water samples at the locations where tracer is expected to reappear. Tracer tests make it possible to determine not only the flow velocity, but also the volume of mobile water between objects when discharge is measured, and also how many % of the tracer has arrived at the monitored objects, and thus also how many % of the tracer, on the other hand, is heading to unmonitored/unknown places. In the Czech Republic, tracer tests were so far usually carried out mainly with NaCl, but in the other countries the most commonly used tracer for decades has been the sodium salt of fluorescein (hereinafter Na-fluorescein) and other fluorescent tracers, as their background concentrations in nature are mostly zero and modern fluorimeters enable to detect tracer concentrations usually in tenths of $\mu\text{g/l}$, which allows the injection of a very small amount of tracer compared to NaCl, well below visibility with the naked eye. In 2020, a tracer test using NaCl showed a quick connection of the newly opened sink near Bartošova pec cave with the drinking water supply in Turnov–Dolánky. This led to the sealing of the sink and the extension of protective zones to the vicinity of the sink. A tracer test with Na-fluorescein in 2021 demonstrated the rapid flow of water from the Bubovický stream sink in the Český Kras to the springs in Sv. Jan pod Skalou and the surrounding area, and on the contrary refuted the possibility that the water from the sink is connected with the water supply well in Srbsko. A positive statement was obtained from the regional public health authorities to carry out the tracer tests in Český kras, so tracer tests with Na-fluorescein can now be used in the Czech Republic in the same way as in neighboring countries. In conclusion, it can be stated that tracer tests are an effective tool for monitoring groundwater flow not only in karst environments. They can be used to confirm or disprove the rapid connection of sinks, streams, and other objects with drinking water supplies, thereby targeting measures to prevent the possible contamination.

Key words

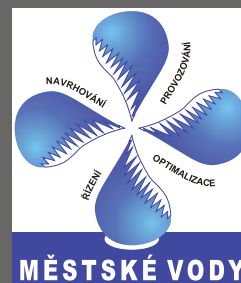
tracer tests – karst – drinking water – contamination – water sources

Pozvánka

na XXIII. ročník odborné konference

MĚSTSKÉ VODY 2023

5. a 6. října
ve Velkých Bílovicích



www.mestskevody.cz



Mediální partner



info@ardec.cz

+420 602 805 760

Uplatnění technologií MBBR pro terciární / kvartérní dočištění odtoků v souladu s připravovanou novelou směrnice 91/271/EHS

20 let s technologiemi PRO-AQUA CZ, s.r.o., v České republice

Připravovaná novela směrnice 91/271/EHS vyžaduje pro ČOV s kapacitou pro více než 100 000 EO₆₀ limity pro ukazatele $P_{\text{celk}} = 0,5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a $N_{\text{celk}} = 6,0 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Zároveň jsou uvedena i minimální procenta redukce pro $P_{\text{celk}} = 90 \%$ a $N_{\text{celk}} = 85 \%$. Dalším požadavkem je pak instalace kvartérního čištění pro snížení koncentrací mikropolutantů v odtocích z ČOV. Požadovaná účinnost čištění je na úrovni 80 %, přičemž explicitně jsou jmenovány polutanty kategorie 1 (amisulprid, aarbamazepin, citalopram, klarithromycin, diklofenak, hydrochlorothiazid, metoprolol, venlafaxin a kategorie 2 (benzotriazol, kandesartan, irbesartan, směs 4- a 6-methylbenzotriazolu). Zatímco u odstraňování mikropolutantů neexistuje jiná možnost než instalace kvartérního stupně čištění se speciálními technologiemi, u nutrientů typu N a P jsou v zásadě možná tři různá řešení: (1) implementace do stávající vodní linky, (2) výstavba terciárního stupně čištění, (3) kombinace řešení (1) a (2). Pro výběr technologie bude vždy rozhodující



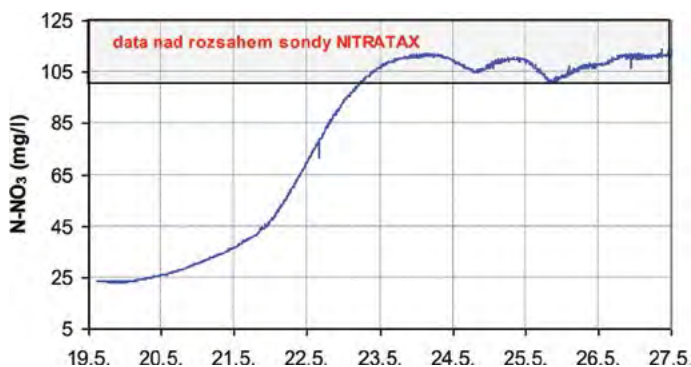
Obr. 1. Heterogenní katalyzátor nanesený laserovou ablací na porézní strukturu



Obr. 2. Nosiče biomasy PAQ 800+



Obr. 3. Aerační systém MBBR reaktoru



Obr. 4. Náběh nitrifikace v MBBR reaktoru pro čištění kalové vody

technologické uspořádání stávající biologické části ČOV, její kapacita, kvalita odpadních vod na přítoku, kvalita odpadních vod na odtoku (resp. stávající odtokové parametry) a požadovaný odtokový limit pro N_{celk} a P_{celk} ve výhledu (koncentrační vs. účinnostní). Rovněž budou rozhodující dispoziční plochy pro výstavbu nových technologií. Odstraňování mikropolutantů se pak výhledově bude týkat všech ČOV nad 100 000 EO, přičemž modifikovaný MBBR systém je jednou z možných technologií kvartérního čištění.

Společnost PRO-AQUA CZ, s.r.o., z Ústí nad Labem se dodávkami MBBR technologií (obr. 3, 5) zabývá již 20 let, a to pro průmyslové aplikace i pro sektor čištění komunálních odpadních vod. Součástí know-how jsou i dva vlastní vyvinuté typy nosičů biomasy (obr. 2) pro MBBR reaktory PAQ 34 a PAQ 800+ vyráběné v ČR, které reagují na specifické podmínky trhu v ČR, a jsou cílené na uplatnění jak ve vysoko zatěžených MBBR systémech, tak i pro eliminaci specifických polutantů z odpadních vod. Mezi specifické polutanty se řadí i farmaka, na která se odkazuje připravovaná novela 91/271/EHS.

Vysoce koncentrované odpadní vody (organické znečištění)

V případě vysokozařížených odpadních vod se často využívá předřazení vysoko zatěženého MBBR reaktoru před vlastní biologickou ČOV, čímž dojde k velmi intenzivnímu a rychlému odstranění snadno rozložitelného organického znečištění z odpadní vody v relativně malém objemu reaktoru. Vlastní aktivační systém se tak ochraňuje před nárazovým znečištěním a průnikem snadno rozložitelných složek znečištění do vlastního aktivačního procesu, což má za následek velmi pozitivní vliv na kvalitu kalu jako prevenci před vláknitým bytřením kalu (ČOV Aroma – 2 133 EO). Vysokozařížený MBBR reaktor lze rovněž uplatnit i v hybridním systému. Za tímto účelem společnost PRO-AQUA CZ, s.r.o., vyvinula tzv. hybridní selektor (CZ patent č. 305100), který využívá principy kinetické, metabolické a mechanické selekce (ČOV Poděbradka – 10 000 EO).

Nitrifikace a obtížně biologicky rozložitelné polutanty

Obtížně rozložitelné organické látky lze MBBR procesem odstraňovat díky kultivaci specifických biodegradérů na nosičích, kdy v běžném aktivačním systému potřebné stáří kalu nelze díky jejich nízkým růstovým rychlostem dosáhnout. Určitou paralelou je v tomto případě aplikace MBBR pro biologickou nitrifikaci. Např. u čištění dusíku z kalové vody bylo na dlouhodobých poloprovozních testech na ČOV Litoměřice dosaženo přes 85% účinnosti odstranění $N\text{-NH}_4$ z kalové vody (obr. 4). V reálných podmínkách byla prokázána schopnost odstraňování řady dalších polutantů. Speciálně vykultivovanými biodegradéry byl např. inokulován MBBR systém v Draslovce Kolín (4 600 EO), kde od roku 2006 probíhá odstraňování anilínu a kyanidů z odpadních vod s extrémní solností $> 30 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$. Na ČOV Preciosa (2 500 EO) bylo zase dosaženo odstraňování pryskyřic z odpadních vod. Specificky kultivované biodegradéry na MBBR nosičích byly testovány na odstraňování BTEX a PAU z vod hydraulické bariéry v Ostravě, přičemž účinnosti pro oba polutanty dosáhly $> 99,5 \%$ s odtokovými koncentracemi BTEX $< 0,5 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ a PAU16 $< 0,2 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$.

Odstraňování farmak a kvartérní čištění dle připravované novely 91/272/EHS

Instalace kvartérního stupně čištění pro snížení množství mikropolutantů v odtoku je v současné době na velkých kapacitách ČOV velká neznámá. Lze proto počítat pouze s ověřenými technologiemi, které



Obr. 5. Odtoková síta MBBR reaktoru pro zadržování nosičů

jsou provozně velmi nákladné, a de facto spadají pod vodárenské technologie. Jako finální koncovku budou mít většinou sorpční filtraci (nejpravděpodobněji na aktivním uhlí). To vyžaduje zbavení odtoku veškerých NL a pokud možno i maximální redukci zbytkového rozpuštěného organického znečištění tak, aby toto znečištění zbytečně nespotebovávalo sorpční kapacitu filtrů. Mikropolutanty jsou totiž ve vyčištěné odpadní vodě přítomny v koncentracích o 3–5 řádů nižších, než jsou reziduální organické látky, které sorpční kapacitu vyčerpávají. Právě modifikovaná technologie MBBR je pro účely plnění požadavků připravované novely 91/271/EHS pro odstraňování mikropolutantů z odpadních vod (antibiotik, xenobiotik, hormonů) jedním z možných řešení. Společnost PRO-AQUA CZ, s.r.o., spolu s ČSAV vyvinula vysoce účinný katalyzátor (obr. 1) a zároveň proces

pro degradaci rezistentních antibiotik. Meziprodukty z oxidačního procesu jsou následně degradovány pomocí MBBR technologie, čímž je po separaci NL dosahováno velmi nízkých koncentrací organického znečištění, které lze s velkou efektivitou sorpčně finalizovat. Aktuálně je tato technologie poloprovozně testována na několika lokalitách v rámci grantového projektu financovaného z Norských fondů ve spolupráci s Technickou univerzitou v Liberci.



Dr. Ing. Libor Novák
PRO-AQUA CZ, s.r.o.
Petrovická 214
403 40 Ústí nad Labem
www.pro-aqua.cz

INFORMUJEME



Vznik a aktuální stav naplňování nové Evidence vodních děl podléhající technickobezpečnostnímu dohledu v ČR

Daniel Pokorný

Na základě tzv. „suché novely vodního zákona“ (zákon č. 544/2020 Sb.) byla Ministerstvu zemědělství uložena správa nové Evidence vodních děl I.–IV. kategorie technickobezpečnostního dohledu. Ministerstvo zemědělství za vydatné podpory všech s. p. Povodí a pověřených osob vykonávajících technickobezpečnostní dohled nad vodními díly v ČR započalo v roce 2022 s budováním a naplňováním této nové evidence.

Záměrem tohoto článku je popsat hlavní cíl zavádění evidence, postup naplňování a seznámit čtenáře s členěním této evidence, která prozatím slouží výhradně pro potřeby Ministerstva zemědělství. Ovšem do budoucna bude užitečným nástrojem pro všechny stavební úřady v ČR, které jsou odpovědné za kontrolu a dodržování výkonu technickobezpečnostního dohledu nad vodními díly.

V současnosti jsou dohledem nad prováděním technickobezpečnostního dohledu pověřeny tzv. vodoprávní úřady, které mají v náplni své činnosti dohled nad stavbami vodních děl. V důsledku změn, které s sebou nese tzv. rekonstrukce stavebního práva, bude od 1. 7. 2024 z působnosti speciálních stavebních úřadů (tedy z vodoprávních úřadů) dohled nad vodními díly, včetně jejich povolování, přesunut na stavební úřady. Pro lepší srozumitelnost je v článku použit pouze termín „stavební úřad“.

Úvod

Technickobezpečnostní dohled (dále jen „TBD“) nad vodními díly znamená zjišťování technického stavu vodních děl z hlediska bezpečnosti, stability a možných příčin jejich poruch. Provádí se zejména pozorováním a prohlídkami vodních děl, měřením jejich případných deformací, sledováním průsaku vod, jakož i hodnocením výsledků všech pozorování a měření a jejich porovnáním s předem určenými mezními nebo kritickými hodnotami. Součástí TBD je rovněž vypracování návrhů opatření k odstranění zjištěných nedostatků.

TBD podléhají vodní díla, která slouží ke vzdouvání a zadržování vody. Jedná se o:

- a) přehrad, hráze a jezy, s výjimkou příčných staveb v korytech vodních toků a přilehlých územích, jejichž výška od paty hráze po korunu je nižší než 1 m a celkový objem vzdušné vody nepřesahuje 1 000 m³, nebo pevných a nepohyblivých příčných vzdouvacích staveb v korytech vodních toků, jejichž pevná přelivná hrana je převýšena nade dnem v podjezí méně než 1,5 m,
- b) stavby na ochranu před povodněmi,
- c) stavby, které se k plavebním účelům využívají v korytech vodních toků nebo na jejich březích,
- d) stavby k využití energetického potenciálu povrchových vod, s výjimkou příčných staveb uvedených v písmenu a), a
- e) jiné stavby sloužící ke vzdouvání nebo zadržování vody, s výjimkou nádrží zcela zahloubených v zemi bez vzdouvacího prvku, slepých ramen, vodovodních řadů a vodojemů, kanalizačních sítí a rekreačních bazénů.

Z hlediska TBD se vodní díla rozdělují do I. až IV. kategorie podle rizika ohrožení lidských životů, možných škod na majetku v přilehlém území a ztrát z omezení funkcí a užiteků ve veřejném zájmu.

O povinnosti zajistit dohled nad vodními díly TBD, o jeho rozsahu, případně o podmínkách jeho provádění a o zařazení vodního díla do I.–IV. kategorie, rozhoduje stavební úřad na základě žádosti o povolení záměru vodního díla nebo jeho změny.

Provádět TBD nad vodními díly I. až III. kategorie může pouze pověřená osoba v rozsahu svého pověření od Ministerstva zemědělství. Nad vodními díly IV. kategorie může vlastní výkon TBD provádět vlastník vodního díla či pověřená osoba. Zabezpečení výkonu TBD je povinností vlastníka každého vodního díla zařazeného do příslušné kategorie TBD.

Přehled pověřených osob k provádění TBD

nad vodními díly I.–III. kategorie zveřejňuje Ministerstvo zemědělství na svých internetových stránkách (sekce Voda – Technickobezpečnostní dohled).

Cíle nově zaváděné evidence

Hlavním cílem Evidence vodních děl I.–IV. kategorie TBD (dále jen „evidence“) je vytvoření pracovního nástroje pro stavební úřady, které v rámci webové aplikace uvidí všechna vodní díla podléhající TBD ve své územní působnosti (obec s rozšířenou působností, kraj, ČR), vč. kompletních (technických) údajů o vodním díle a prováděním TBD.

Rozhodujícím parametrem je uvedení data poslední tzv. technickobezpečnostní prohlídky konané dle § 62 vodního zákona. Pro vodní díla I. kategorie je technickobezpečnostní prohlídka prováděna 1x ročně, pro vodní díla II. kategorie 1x za 2 roky, pro vodní díla III. kategorie 1x za 4 roky a pro vodní díla IV. kategorie 1x za 10 let. Dle tohoto parametru se v evidenci znázorňují body všech vodních děl barevně – tzv. „semafor“. Zelená barva značí, že technickobezpečnostní prohlídka je doložena v řádném termínu, žlutá barva značí, že za 30 dní uplyne termín, po němž bude vodní dílo z hlediska uskutečnění technickobezpečnostní prohlídky v časovém prodloužení, a oranžová barva značí, že vodní dílo je již v časovém prodloužení s uskutečněním technickobezpečnostní prohlídky.

Nová evidence se tedy do budoucna stane užitečným nástrojem pro všechny stavební úřady v ČR, které jsou odpovědné za kontrolu a dodržování výkonu TBD nad vodními díly. Po zjištění stavebního úřadu, že nad konkrétním vodním dílem není řádně prováděn výkon TBD v předepsaných intervalech, bude stavební úřad povinen neprodleně kontaktovat vlastníka vodního díla, a jeho zákonnou povinnost začne aktivně vynuocovat. Ministerstvo zemědělství od tohoto systému očekává, že dojde k zefektivnění činnosti stavebních úřadů v oblasti TBD a nebude docházet k prodloužení výkonů TBD zejména u vodních děl IV. kategorie. U těchto vodních děl nejčastěji vznikají poruchy při povodňových situacích a mezi hlavní příčiny patří právě zanedbání TBD.

Zákonné povinnosti a systém naplňování

Zákonné zmocnění ke vzniku evidence je obsaženo v § 61 odst. 10 citovaného vodního zákona a správa této evidence je svěřena Ministerstvu zemědělství. Povinnost k naplňování evidence je obsažena v § 61, odst. 12 písm. e), resp. odst. 13 písm. b) tohoto zákona, a to

Tab. 1. Termíny postupného naplňování evidence

Kategorie vodního díla z hlediska TBD	Odhad počtu vodních děl (ks)	Termín k naplnění evidence dle vyhl. č. 471/2001 Sb.	Subjekt odpovědný za naplnění evidence	Lhůta stanovená pro naplnění (roky) od 1.1.2022 (spuštění evidence)
I.–II. kategorie	112	1. 1. 2023	pověřené osoby	1
III. kategorie	371	1. 1. 2024	pověřené osoby	2
IV. kategorie (s. p. Povodí/LČR)	2 000	1. 1. 2025	pověřené osoby/stavební úřady	3
IV. kategorie (ostatní)	25 000	1. 1. 2028	pověřené osoby/stavební úřady	6

pro pověřené osoby k výkonu TBD (ve vztahu k vodním dílům I.–III. kategorie či vodním dílům IV. kategorie, nad kterými pověřené osoby provádí TBD) či pro stavební úřady (ve vztahu k vodním dílům IV. kategorie, nad kterými pověřené osoby neprovádí TBD).

Rozsah údajů a způsob vedení evidence je stanoven vyhláškou Ministerstva zemědělství č. 471/2001 Sb., o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly, ve znění pozdějších předpisů. Termíny postupného naplňování evidence jsou stanoveny v rámci přechodných ustanovení – viz **tab. 1**.

Vlastní lokalizace vodních děl I.–IV. kategorie TBD (souřadnice) je a bude pro potřeby evidence předávána z provozních informačních systémů s. p. Povodí (ISyPo), a to zejména z existující evidence vodních nádrží a příčných překážek. Vyhláška č. 252/2013 Sb., o rozsahu údajů v evidencích stavu povrchových a podzemních vod a o způsobu zpracování, ukládání a předávání těchto údajů do informačních systémů veřejné správy, ve znění zákona č. 87/2021 Sb., ukládá správcům povodí identifikovat a doplnit chybějící vodní nádrže IV. kategorie, a to v termínu nejpozději do 1. 1. 2026.

Vzhledem k zákonným termínům naplňování evidence jsou v současné době naplněny údaje k TBD k vodním dílům I. a II. kategorie. V letošním roce budou pověřenými osobami naplněny též údaje k vodním dílům III. kategorie. Termíny naplňování pro vodní díla I.–III. kategorie podle uvedené vyhlášky jsou již plněny a jsou vytvořeny předpoklady, aby tomu tak bylo i v následujících letech, včetně zahrnutí vodních děl IV. kategorie.

Vznik evidence a jeho funkcionalita

Nová evidence byla vytvořena na platformě firmy ESRI – ArcGIS Experience Builder, vlastní mapové služby jsou publikovány prostřednictvím GIS serveru ArcGIS Enterprise. Není bez zajímavosti, že I. etapa evidence byla vytvořena Odborem informačních a komunikačních technologií Ministerstva zemědělství (věcným garantem byl Odbor státní správy ve vodním hospodářství a správy povodí) a nebyla zadávána externě.

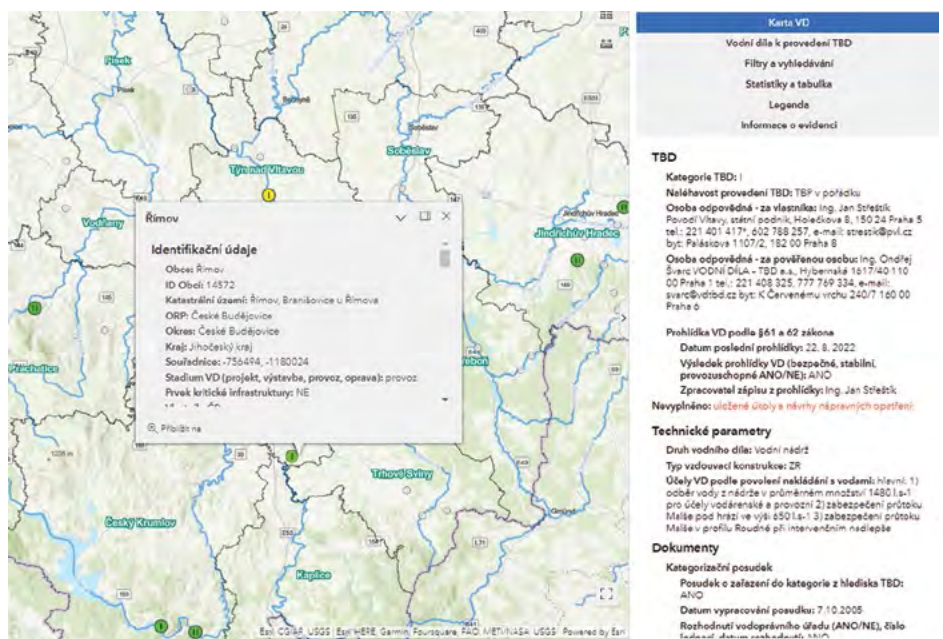
Nová evidence byla založena v průběhu roku 2022 a prozatím slouží výhradně pro potřeby resortu Ministerstva zemědělství (viz **obr. 1**). V rámci II. etapy evidence bude vyhotoveno rozhraní, které po přihlášení příslušného stavebního úřadu či pověřené osoby umožní vizualizaci vodních děl podléhajících TBD dle územní působnosti stavebního úřadu či vizualizaci vodních děl, nad kterými pověřená osoba vykonává TBD. Předpoklad spuštění této II. etapy evidence je přelom roku 2023/24.

Funkční členění nové evidence:

- **Karta vodního díla** (viz **obr. 2**)
- obsahuje povinné a nepovinné identifikační údaje o vodním díle, výkonu TBD, technických parametrech vodního díla, dokumentech TBD, přílohy (Program TBD, prohlídka TBD)



Obr. 1. Ukázka evidence TBD – I. etapa



Obr. 2. Karta vodního díla

kační údaje o vodním díle, výkonu TBD, technických parametrech vodního díla, dokumentech TBD, přílohy (Program TBD, prohlídka TBD)

- **Vodní díla k provedení prohlídky TBD**
- obsahuje seznam vodních děl označených žlutou a oranžovou barvou (30 dní před prodloužením, v prodloužení)
- **Filtrování a vyhledávání** (viz **obr. 3**)
- umožňuje filtrovat vodní díla dle kategorie TBD, dle naléhavosti uskutečnění další technickobezpečnostní prohlídky (v pořadí, 30 dní do prodloužení, v prodloužení), dle druhu vodního díla (vodní nádrž, suchá nádrž, jez, příčná překážka, ochranná hráze, plavební komora, vodní elektrárna, přivaděč, odkaliště apod.), dle územní působnosti stavebních úřadů (obce s roz-

šířenou působností, kraje, ČR), dle územní působnosti s. p. Povodí (Povodí Vltavy, Povodí Labe, Povodí Ohře, Povodí Moravy a Povodí Odry)

- **Statistiky a tabulka** (viz **obr. 4**)
- obsahuje počty vodních děl v jednotlivých obcích s rozšířenou působností, okresech, krajích, v územní působnosti s. p. Povodí
- obsahuje interaktivní grafy a počty dle naléhavosti uskutečnění další technickobezpečnostní prohlídky (v pořadí, 30 dní do prodloužení, v prodloužení), dle kategorie TBD, dle druhu vodního díla
- umožňuje zobrazení dat v tabulkové podobě, vyhledávání a export vybraných údajů
- **Legenda**
- zobrazení řádné legendy
- **Informace o evidenci**

– základní popis evidence, vč. legislativního ukotvení

Závěr

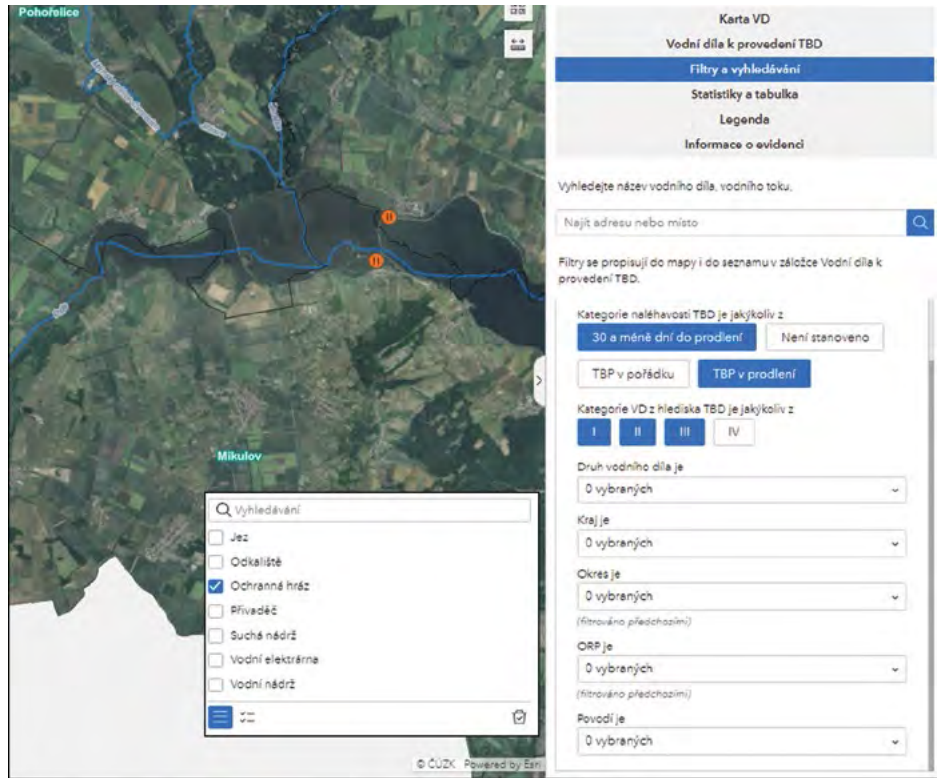
Ministerstvo zemědělství ve spolupráci s pověřenými osobami k výkonu TBD a se s. p. Povodí v roce 2022 vytvořilo novou evidenci. Tato interní evidence vodních děl podléhající TBD je prozatím využitelná pouze pro potřeby Ministerstva zemědělství. Na přelomu roku 2023/24 bude zpracována II. etapa evidence, která umožní využití této evidence i pro potřeby stavebních úřadů. Tento termín se zdá být dostatečný i s ohledem na probíhající rekodifikaci stavebního práva. Termíny pro naplňování evidence uložené vyhláškou č. 471/2001 Sb. jsou v současné době naplňovány pro vodní díla I.–III. kategorie a je vytvořen základ pro naplňování i pro vodní díla IV. kategorie v následujících letech. Vzniká tak bezesporu systém, který stavebním úřadům usnadní efektivní výkon státní správy v oblasti kontroly, dodržování a vynucování provádění TBD nad vodními díly. Dalším významným efektem nově založené evidence je skutečnost, že poprvé v historii vodního hospodářství v ČR dojde k identifikaci skutečného počtu kategorizovaných vodních nádrží (doposud existují pouze odborné odhady v rozmezí 25–30 tis.).

Poděkování patří všem pracovníkům Ministerstva zemědělství, vč. externích spolupracovníků, kolegům ze s. p. Povodí a pracovníkům a.s. VODNÍ DÍLA – TBD, kteří se podíleli na legislativních úpravách, vývoji a podobě nové evidence. Zvláštní poděkování zasluhuje především Daniel Baťa (externí spolupracovník Ministerstva zemědělství) a Ing. Jakub Konopásek, Ph.D., z Odboru informačních a komunikačních technologií Ministerstva zemědělství.

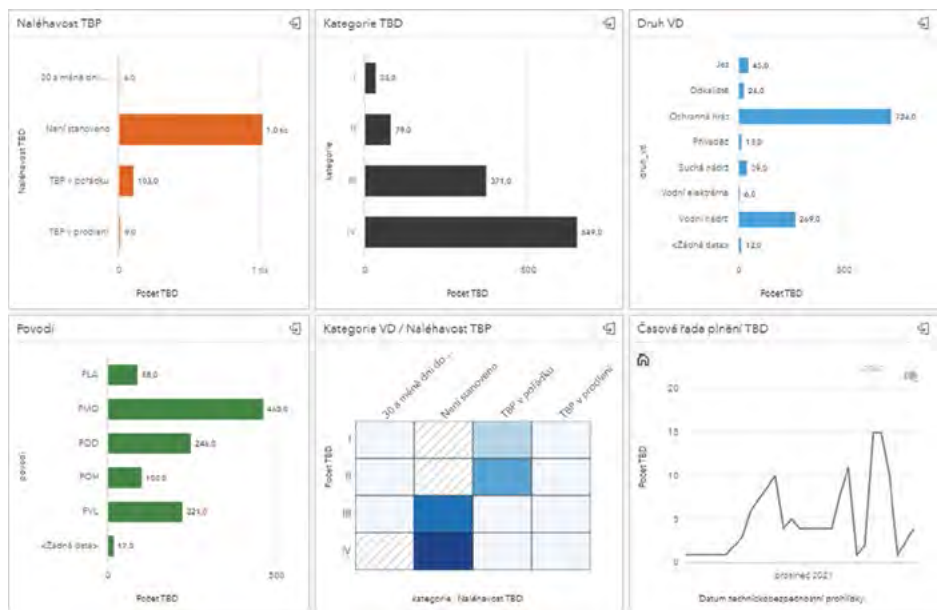
Literatura

[1] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů

Ing. Daniel Pokorný
Odbor státní správy ve vodním hospodářství a správy povodí
Ministerstvo zemědělství
Těšnov 17
110 00 Praha 1
daniel.pokorny@mze.cz



Obr. 3. Filtry a vyhledávání



Obr. 4. Statistika a tabulka



Inovativní technologie pro recyklaci odpadních vod a odpadního tepla

HUTIRA
www.hutira.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

Neutralizace alkalických vod oxidem uhličitým – náhrada minerálních kyselin ve vodárenství a čištění odpadních vod

Alkalické odpadní vody vznikají v široké škále průmyslových provozů. Aby nedošlo k poškození kanalizační soustavy a narušení následného procesu čištění odpadních vod, legislativa vyžaduje, aby byla tato voda neutralizována. Nejběžnější metodou snižování pH alkalických odpadních vod je použití minerálních kyselin jako je H_2SO_4 nebo HCl . Jejich aplikace je však provázána řadou problémů. Článek má poukázat na možnosti využití oxidu uhličitého jako vhodné náhrady minerálních kyselin při neutralizaci a úpravě pH nejenom odpadních vod, ale i vod pitných či technologických.

Mezi problémy využití minerálních kyselin patří zvyšování koncentrace jak jednotlivých solí v odpadních vodách (dle použité kyseliny to jsou sírany, chloridy, dusičnany), tak hodnoty RAS nad povolené limity. Čím dál větší prioritou se stává bezpečnost. Silné kyseliny patří mezi žíraviny, s nimiž je nezbytné nakládat s maximální opatrností. Jakýkoliv styk s pokožkou vede ve většině případů ke zranění s trvalými následky.

Se vzrůstajícími požadavky na ekologické, bezpečné a nákladově efektivní procesy se od minerálních kyselin ustupuje směrem k využití CO_2 . CO_2 rozpuštěný ve vodě, působí jako dvojsytná, slabá kyselina. Neutralizační reakcí vznikají uhličitany a hydrogenuhličitany – přirozená složka vody. Díky ploché neutralizační křivce (obr. 1) je proces neutralizace řízen velice přesně a případné překyselení a následná nutnost použití např. louhu pro zvýšení pH je při použití CO_2 vyloučeno. Oproti tomu, v případě použití minerálních kyselin, je s možností překyselení nutno počítat a provést k tomu nezbytná opatření. Z těchto důvodů jsou i nároky na technologii dávkování CO_2 nižší, čímž se výrazně snižují investiční náklady a náklady na údržbu.

Nejvýznamnějším argumentem pro nasazení CO_2 bývají nízké provozní náklady. Používaný CO_2 je původem vždy vedlejším/odpadním produktem, a to buď vedlejším produktem z chemické

výroby (např. výroba vodíku) nebo z biologického procesu (většinou výroba ethanolu). Východí surovina, téměř čistý plynný CO_2 , je tak k dispozici v podstatě zdarma. Jsou zde pouze náklady na jeho vyčištění, zkapalnění a rozvoz zákazníkům. Z tohoto důvodu je cena CO_2 výrazně nižší a stabilnější než cena minerálních kyselin. Spotřeba CO_2 je pak určena chemickou stechiometrií a dokážeme jí tak velice přesně spočítat. Ve srovnání s nejčastěji využívanými kyselinami je téměř ve všech případech spotřeba CO_2 nižší, kdy 1 kg CO_2 nahradí např. 1,16 kg 96% H_2SO_4 nebo 2,68 kg 31% HCl .

Čím vyšší je spotřeba neutralizačního činidla, tím zřetelnější jsou ekonomické výhody CO_2 . V případě spotřeb CO_2 nad cca 10 tun/rok, je pro skladování plynu využito vertikálních kryogenních zásobníků o kapacitách cca 4–60 tun CO_2 , které jsou zaváženy nákladními cisternovými vozy. Jednotková cena za kilo plynu je pak výrazně nižší v porovnání se zásobováním v tlakových lahvích, svazcích talkových lahví nebo mobilních zásobnících.

Technologie dávkování CO_2 do vody se liší podle typu a funkčnosti stávajícího systému a potřebného množství plynu. Plyn může být dávkován přímo do proudu vody v potrubí pomocí trysek, do nádrží pomocí jemnobublinných aeračních elementů nebo do bočního proudu vody (bypassu) v kombinaci se stacionárním mísičem atd. Na základě zkušeností je vždy pro daný případ vybrána nejúčinnější a nejhodnější metoda vnosu plynu do vody, tak aby došlo k jeho kompletnímu spotřebování. Obr. 2 zobrazuje jedno z možných řešení dávkování CO_2 do vody – bypass s trubkovým reaktorem.

CO_2 se v tomto smyslu nepoužívá pouze pro neutralizaci odpadních vod, ale také ve vodárnách pro úpravu pH surové vody před koagulačním stupněm úpravy vody nebo pro mineralizaci vody dávkováním vyváženého množství hydroxidů vápenatého a CO_2 . Další aplikací je úprava pH užitkových a provozních vod (např. po alkalickém čištění). V určitých případech je využíván i pro úpravu pH chladících nebo jiných vod za účelem zamezení tvorby vodního kamene. Díky tomu, že při vhodné aplikaci CO_2 lze dosáhnout tvorby špatně rozpustných uhličitánů, lze tento plyn použít také při srážení např. vápenatých iontů a iontů kovů z odpadních a procesních vod. Výrazně nižší rozpustnost uhličitánů kovů oproti síranům a dusičnanům zajišťuje vysokou účinnost procesu s CO_2 . Sráží se tak např. ionty kadmia, niklu, železa atd.

Příklady z praxe

V Evropě realizovala společnost Messer řádově stovky aplikací CO_2 pro úpravu pH nejrůznějších typů vod v odvětvích, jakými jsou například chemický, papírenský, textilní, energetický, stavební, sklářský, metalurgický nebo potravinářský průmysl, úprava pitných, užitných či technologických vod atd.

V tuzemsku již bylo provedeno několik instalací. Příkladem je neutralizace odpadních vod v mlékárně Klatovy, kde došlo k nahrazení nevhodného dávkování kyseliny sírové oxidem uhličitým. Stávající systém nebyl uspokojivě schopen zajistit pH vypouštěných vod a díky častému překyselení vod byl provozovatel nucen dávkovat ještě hydroxid sodný. Vnos CO_2 namísto minerální kyseliny zajistil optimální, plně automatický provoz při snížení nákladů na neutralizační činidlo.

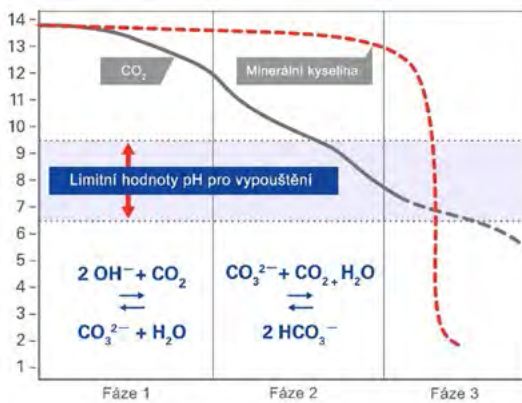
Dalším příkladem aplikace CO_2 je neutralizace procesních alkalických vod tuzemského výrobce oceli. Jedná se o stovky l/s odpadních vod s pH mezi 8 až 13. Díky rozsáhlým zkušenostem expertů společnosti Messer bylo při minimálním zásahu do stávající technologie zajištěno dokonalé využití dávky CO_2 při neutralizaci a celkové snížení zatížení úpravní. Velkým benefitem byl také výrazný pokles provozních nákladů.

Další připravované instalace této technologie nejen v tuzemsku ukazují na stále větší zájem o ekologičtější a předně ekonomičtější přístup k neutralizaci vod s minimální investicí a takřka nulovou údržbou s využitím oxidu uhličitého.

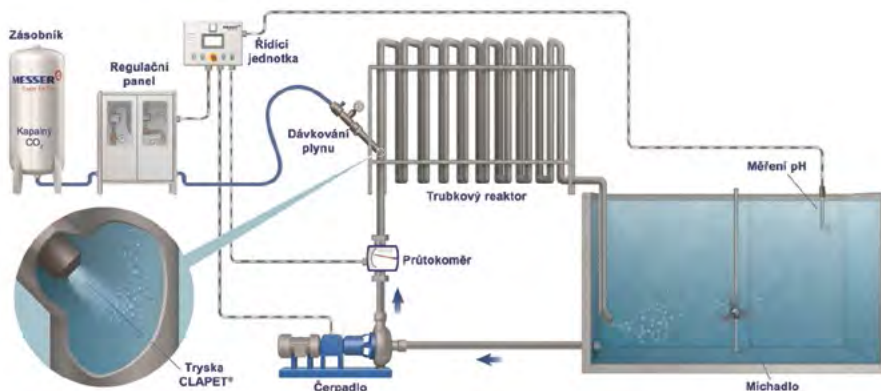
Ing. David Bek, Ph.D.
Messer Technogas s. r. o.
602 760 022

David.Bek@messergroup.com

MESSER
Gases for Life



Obr. 1. Schématické znázornění neutralizačních křivek CO_2 a minerální kyseliny s vyznačenou nejběžnější přípustnou oblastí pH odpadních vod pro jejich vypouštění



Obr. 2. Příklad zařízení pro neutralizaci odpadních vod oxidem uhličitým



Povodňové situace z posledních let v povodí Odry

Tomáš Řehánek

Po několika významných povodních, které zasáhly dílčí povodí Horní Odry koncem devadesátých let minulého století a zraje současného milénia, bylo toto území po roce 2015 naopak postiženo značným hydrologickým suchem, které přetrvávalo až do jarních měsíců roku 2020. Současné období pak lze charakterizovat výskytem občasných lokálních povodňových situací, jež zasahují především drobné vodní toky a jejichž příčinami jsou povětšinou intenzivní srážky přívalového charakteru. Přesto byly místy zaznamenány významné doby opakování kulminujících průtokových vln i značné škody na majetku.

Povodně z roku 2020

V letních měsících a zraje podzimu se vyskytlo hned několik povodňových situací. Nejpodstatnější z nich přitom nastaly ke konci měsíce června a v první polovině měsíce října, kdy bylo v obou případech zasaženo téměř celé zájmové povodí. Příčinné srážky měly zpočátku spíše přívalový charakter, později se uplatňovaly také déletrvající vydatné deště.

Rozsahem zasažené oblasti byla nejvýznamnější situace, která se vytvořila na konci druhé červnové dekády v reakci na bouřky i srážky trvalejšího charakteru. Zájmové území bylo už značně nasyceno srážkami z předchozích období, docházelo proto k náhlým vzestupům hladin vodních toků, a to nejdříve na Starobělském potoce v Ostravě – Staré Bělé, kde bylo značně poškozeno břehové opevnění a stabilizace koryta, a to za více než 4 mil. Kč. Na řadě vodních toků v oblasti Poodří i na Jesenicku pak byla překročena 5letá voda.

Další povodňová epizoda nastala po vydatných deštích na sklonku měsíce června,

kdy bylo dosaženo největších průtokových extrémů. Při větší než 10leté vodě tehdy kulminovala Porubka ve Vřesíně a na Polančici v Polance nad Odrou byl překročen dokonce 100letý průtok. Povodeň byla významná také na řece Petrůvce, pravostranném přítoku dolní Olše z Polska, kde byl překročen 50letý průtok a dravý vodní tok pak na českém území místy vyvracel stromy.

Přívalová srážka pak zasáhla 20. července povodí Bystrého potoku na Frýdlantsku. Místním šetřením bylo posléze zjištěno, že pod soutokem Rzavého s Plavárenským potokem se rozlévaly jejich vody po okolních pozemcích. Podle rozsahu zaplaveného území lze usuzovat, že v dolním úseku Rzavého potoku se mohl kulminační průtok pohybovat dokonce okolo 100leté vody.

Po vydatných a vytrvalých deštích z druhé poloviny srpna nastaly opětovné vzestupy hladin především beskydských vodních toků. Větší než 2letou kulminaci měl střední a dolní úsek toku řeky Olše, kde se však zhruba od Karviné projevoval transformační efekt jejího koryta pozvolným zmenšováním vrcholového průtoku. Z přítoků Olše byly okolo 5letého průtoku zasaženy řeky Lomná, kde došlo k rozplavení balvanitého skluzu v Horní Lomné, a opět Petrůvka.

S nástupem září došlo po vytrvalém a vydatném dešti k vzestupům hladin jesenických vodních toků, a to zejména v povodích horní Opavy, Vidnavky a na řekách Bělé i Osoblaze. Povodňové škody blížící se 2 mil. Kč byly evidovány na potoku Kunětička ve Velkých Kuněticích.

Krátce po konci astronomického léta vydatně pršelo v oblasti Poodří a Podbeskydí. Nejvýznamnější průtokovou odezvu na spadlé srážky měly Ludgerovický potok, na němž byl

26. září překročen 10letý průtok, a Polančice blížící se 5leté vodě.

Začátkem měsíce října reagovaly na déletrvající deštivé období zvětšenými průtoky některé z vodních toků odtékajících především z podhůří Nízkého Jeseníku. Na říčce Polančici byl přítom ve dnech 2. i 4. října zaznamenán 3. SPA.

Nejvydatnější regionální deště pak nastaly v období 12.–14. října, kdy již bylo zájmové území silně nasyceno předchozími srážkami. Větší než 5leté průtoky měly Bílovka i Polančice a zvláště pak Porubka a pravděpodobně i Luha v Jeseníku nad Odrou, kde došlo k překročení 10letých průtoků. Na rostoucí množství srážek začala 14. října reagovat také vlastní Odra, kde byl v Odrách, v Ostravě-Svinově i v Bohumíně překročen 5letý průtok a v důsledku odpouštění vody z nádrže Barnov docházelo k ohrožení zástavby v obci Loučky. Petrůvkou prošla 10letá voda a na říčce Sezině v Bravanticích byl překročen 50letý průtok (obr. 1). Povodňové stavy začaly v dalších dnech nabývat na významu i v povodí řeky Opavy. Na Opavici i na Opavě v Opavě byly překročeny 10leté průtoky a na řadě profilů pak průtoky 5leté. Na dolní Opavě byl z důvodu nedostatečného zajištění stavby zaplavován prostor Hlučínského jezera.

Povodně z roku 2021

Nejzávažnější povodňové situace nastaly v měsíci květnu, kdy bylo zasaženo především Opavsko a Hlučínsko, a zvláště pak ve druhé polovině července, kdy došlo ke zpusození horního povodí Bělé na Jesenicku.

Povodňová situace z období 12.–14. května byla vyvolaná přívalovými srážkami vypaďavajícími do již významně nasyceného území. Na Ludgerovickém potoce v Ludgerovicích bylo dosaženo 20letého průtoku, aniž však jeho vody vyběžily. V horní části tohoto povodí přitom došlo k transformaci povodňové vlny jejím průchodem soustavou suchých nádrží v Markvartovicích. V nočních hodinách na 14. května pak kulminovala vystoupením ze svých břehů říčka Hvozdnice v Jakartovicích. Na jejím dolním toku pak povodeň vrcholila v brzkých ranních hodinách překročením 5letého průtoku s bezpečným převedením korytem vodního toku. Povodní byly dále zasaženy některé drobné vodní toky.



Obr. 1. Vybřežení vodního toku Sezina v Bravanticích dne 14. října 2020



Obr. 2. Povodňové škody na řece Bělé v Domašově ze dne 18. července 2021

Dramatická situace nastala například při přelévání povodňové vlny přes těleso hráze malé vodní nádrže (MVN) Nový Dvůr na vodním toku Velká. Voda a bahnotok z okolních polí opakovaně působily škody ve dnech 12. i 13. května v Šilheřovicích a okolních obcích.

Přivalové srážky postihly předcházející noci a dopoledne dne 18. července horní povodí řeky Bělé, na níž bylo posléze v Jeseníku i v Mikulovicích dosaženo 5letého průtoku. V Domašově však vrchol povodňové vlny zřejmě přesáhl 50letý průtok a na mnoha místech došlo k poškození cca 4km úseku jejího koryta v hodnotě přesahující 40 mil. Kč. (obr. 2).

Povodně z roku 2022

Nejvýznamnější povodňové situace proběhly začátkem června na Místecku, zkraje července na Frýdlantsku a v povodí Lučiny, a ve druhé polovině srpna na Těšínsku, Karvinsku a Javornicku.

Dne 9. června se převážně na Místecku vyskytovaly přeháňky i silné bouřky, jež způsobily vzestupy hladin drobných vodních toků v prostoru pod hrází vodního díla (VD) Olešná a zaústěním Hodoňovického náhonu do řeky Olešné. Nejvíce byl přítom zasažen pravostranný přítok Olešné v km 9,1, na němž mohla být dokonce překročena 100letá voda. Významně bylo dále postiženo také povodí nedalekého Hlinského potoku, kde ale výborně zafungovala kaskáda suchých nádrží, jež ztransformovala odhadovaný téměř 10letý přítok na zhruba 1letý odtok.

V podvečerních a večerních hodinách 1. července se v obdobné oblasti vyskytovaly velmi intenzivní srážky, které tentokrát vyvolaly povodeň zejména v povodí Bystrého potoku na Frýdlantsku, kde vodní tok Říčka i Bystrý potok nad ústím do řeky Ostravice pravděpodobně překročily 20leté průtoky a došlo ke značným škodám na jejich stabilizačních úpravách. Dále byly zasaženy vodní toky zaústěné v Žermanickém přivaděči vody, které se hlavní měrou podílely na 10letém přítoku do zátopy VD Žermanice.

Po velmi teplém letním počasí z konce druhé dekády srpna, přinesla zvlněná studená fronta vydatné srážky, po nichž již brzy ráno 23. srpna kulminovala řeka Petruška dosažením 50letého průtoku a rozlivy vod v Dolních Marklovicích (obr. 3). V pozdních večerních



Obr. 3. Rozliv řeky Petrušky v Dolních Marklovicích dne 23. srpna 2022

hodinách následujícího dne nastal, po výskytu silných bouřek, náhlý vzestup řeky Stonávky s překročením 20leté vody. V chatové oblasti Hradiště přítom docházelo ke splachům vod z okolních pozemků a k zaplavení zahrádek, příjezdových cest i sklepení některých domů.

Poslední významná epizoda této povodňové sezony nastala ke konci měsíce srpna, kdy zesílila četnost opakujících se přeháněk a bouřek, a to zvláště v oblasti Poodří a na Javornicku. Ve večerních hodinách 28. srpna přítok Kletenským potokem do zátopy MVN Kletné pravděpodobně téměř 100letý průtok. Došlo k zanesení její přednádrže šterkovými sedimenty a plávmi a k zaplnění retenčního prostoru vlastní nádrže. Většina vody přítom přepadala bezpečnostním přelivem a bezpečně odtékala korytem Suchého potoku mimo zástavbu obce Suchdol nad Odrou. Na Javornicku byly povodně silně zasaženy Vojtovický, Vlčický a Heřmanický potok, na kterých vznikly povodňové škody za cca 3,6 mil. Kč. Dosažená úroveň kulminační hladiny Vojtovického potoku v Bernarticích přítom zhruba odpovídala záplavovému území pro hladinu 20leté vody.

Závěry

Díky soustavnému úsilí státního podniku Povodí Odry na poli zmírňování nepříznivých účinků povodní dochází k eliminaci povod-

ňových škod v maximální možné míře, jako tomu bylo kupříkladu v loňském roce na Vojtovickém potoku v Bernarticích u Javorníku nebo na Kletenském potoku v Suchdolu nad Odrou. Přesto byly za povodní z posledních tří let zaznamenány škody, které se v souhrnu pohybovaly okolo 57 mil. Kč, s jejichž odstraňováním se musí vodohospodáři vypořádat.

Průběžně dochází k zahušťování pozorovaných oblastí. Proto bylo po povodních z roku 2021 zřízeno měření srážek nad Karlovicemi na Jeseníku a v obci Závada na Hlučínsku. V loňském roce došlo k doplnění měření vodních stavů řeky Ostravice v městském obvodu Hrabová na jihovýchodním okraji Ostravy. Nově se dále připravuje rozšíření měřicí sítě o povodí Vojtovického potoku v podhůří Rychnovských hor.

RNDr. Tomáš Řehánek, Ph.D.
Povodí Odry, s. p.
Varenská 49
701 26 Ostrava
tomas.rehanek@pod.cz



Olomoucký kraj, obec Troubek a Povodí Moravy společně zahájily přípravy protipovodňové ochrany Troubek

Petr Chmelář

Olomoucký kraj, Povodí Moravy a obec Troubek podepsaly memorandum o spolupráci při realizaci protipovodňových opatření Troubek. Memorandum o spolupráci podepsali zástupci jednotlivých organizací 9. června (obr. 1). Protipovodňová opatření Troubek jsou součástí komplexu protipovodňové ochrany Pobečví.

Tak rozsáhlý projekt vyžaduje spolupráci kraje, správce povodí a obce. Podpisem memoranda bude zahájena příprava projektové dokumentace pro povolení stavby. Obec

Troubky společně s hejtmánstvím se na ní budou podílet částkou 1,6 milionu korun. Další jednání pak proběhnou v rámci přípravy financování samotné stavby, kdy se předpokládá, že 85 procent nákladů na stavbu protipovodňové ochrany Troubek pokryje dotace Ministerstva zemědělství.

„Takto rozsáhlý projekt se neobejde bez podpory Olomouckého kraje a krajská rada spolupracuje na realizaci protipovodňových opatření. Je to velmi důležitá ochranná stavba v obci, která je pravidelně postihována povod-

němi, nyní se konečně dostáváme k řešení, na které obyvatelé Troubek čekají šestadvacet let,“ řekl hejtmán Olomouckého kraje Josef Suchánek.

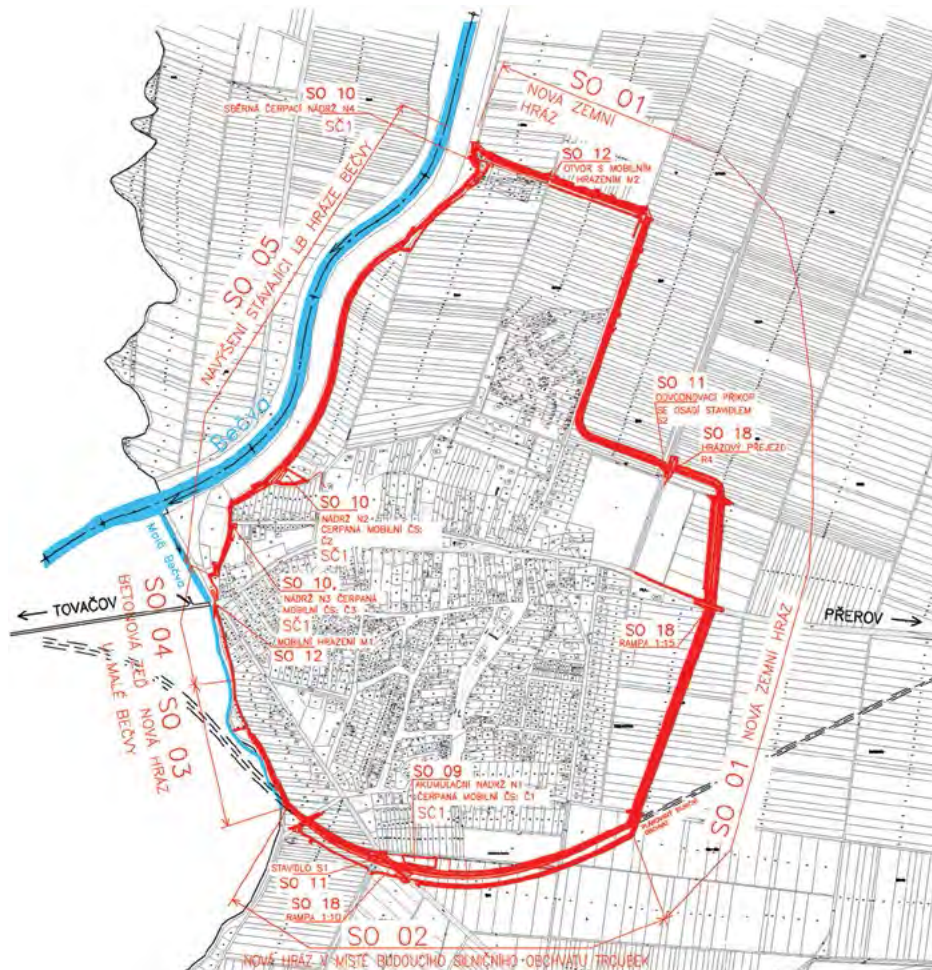
Koryto Bečvy je v okolí Troubek nyní schopné pojmout dvacetiletou povodeň, plánovaná ochrana je koncipována na stoletou povodeň. Problematické je také šterkopískové podloží, na kterém se obec nachází, a proto projekt počítá s technickými opatřeními, která zabrání průniku podzemních vod. „Od ničivé povodně, která naši obec zasáhla v roce 1997, postihla Troubky ještě jedna menší povodeň v roce 2010. Mám obrovskou radost, že v rámci zastupitelstva obce panuje shoda na podobě protipovodňových opatření a že máme podporu olomouckého hejtmánství. Od roku 2017 řešíme majetkoprávní vztahy, tak aby mohla protipovodňová ochrana naší obce vzniknout,“ prohlásil starosta Troubek Martin Frgal.



Obr. 1. Podpis Memoranda o spolupráci. Zleva generální ředitel Povodí Moravy Václav Gargulák, hejtmán Olomouckého kraje Josef Suchánek a starosta Troubek Martin Frgal

Projekt počítá s prstencovým ohrázením celé obce (obr. 2). Okolo Troubek vyrostou nové hráze, protipovodňové zdi a dojde i k navýšení stávajících hrází. Z důvodu komplikovaných hydrologických podmínek a režimu podzemních vod bude součástí opatření systém protivztlakových studní, odvodňovacích příkopů, nádrží prosáklé vody a čerpacích agregátů. V současnosti Povodí Moravy připravuje veřejnou soutěž na zhotovitele projektové dokumentace. Výstavba opatření za přibližně 600 milionů korun by mohla začít v roce 2027. „Troubky stojí na soutoku Moravy a Bečvy. Podloží tvoří především štěrkopisek. Z historických snímků jde vidět, že při povodních některá místa v Troubkách zaplavila průzračná podzemní voda. Navržená opatření poskytnou obyvatelům Troubek komplexní ochranu, a to jak proti vodě z řeky, tak proti prosakující vodě z podloží,“ vysvětluje Gargulák. Stavba samotná potrvá přibližně čtyři roky.

Protipovodňová opatření v Troubkách jsou součástí komplexu opatření v Pobečví. Ta sestává ze dvou etap. „V rámci první etapy probíhá výstavba liniových opatření, která chrání obce a města podél vodního toku. Hlavní opatření druhé etapy bude představovat výstavba bočního suchého poldru u Skaličky, který je základním a ne-



Obr. 2. Projekt ohrázení obce Troubky

zbytným prvkem systému protipovodňové ochrany na řece Bečvě. V posledních letech Ministerstvo zemědělství financovalo v Pobečví projekty za 370 milionů korun a další projekty se připravují. Ministerstvo zemědělství vynaložilo na stavbu protipovodňových opatření celkem již téměř 22 miliard korun,“ zdůraznil ministr zemědělství Zdeněk Ne-

kula, který se podpisu memoranda účastnil. Obě etapy ochrání 110 tisíc obyvatel Pobečví až na úroveň povodně v roce 1997.



Petr Chmelar
tiskový mluvčí
Povodí Moravy, s. p.
chmelar@pmo.cz

Povodeň v Orlických horách 1998

Tomáš Hofmeister

Letos v létě uplyne 25 let od ničivé povodně, která 22. a 23. července 1998 postihla Orlické hory a jejich podhůří. Během 10 až 12 hodin zde vypadly srážky s úhrnem přes 200 mm, což byl více než dvojnásobek maxima zaznamenaného měřením, které se tu provádí již od roku 1901.

Na Rychnovsku bylo nejvíce zasaženo údolí potoka Hluky. Přestože z celkové plochy jeho povodí (12,2 km²) bylo přibližně 90 % z poloviny zalesněno a z poloviny zatrávněno, byl povrchový odtok velmi intenzivní a rychle se v hlubokém údolí horské bystřiny zkoncentroval do výrazné povodňové vlny. Ta s sebou navíc nesla velké množství plavenin a splavenin, protože eroze vodního proudu způsobila vymletí dna koryta až na skalní podklad a podemletí jeho břehů, čímž na přilehlých svazích došlo k sesuvům půdy včetně stro-

mového porostu do koryta potoka. Balvany, zemina a kmeny stromů o celkovém objemu několik desítek tisíc metrů krychlových, vše bylo mohutným přívalovým proudem transportováno do níže položeného, zastavěného území. V obci Kounov došlo při průchodu této povodňové vlny nejen k obrovským materiálním škodám, ale bohužel i ke ztrátám na lidských životech!

Škody na bytovém fondu obce Kounov (úplné zničení 5 domů a poškození dalších 49) a obecní infrastrukturu dosáhly 95 milionů Kč. Další desetimilionové škody způsobila povodeň na lesním a vodním hospodářství.

Souběžně byly těmito povodněmi postiženy také další obce ležící na tocích ve správě státního podniku Lesy České republiky (dále jen LČR). Jednalo se o obce Bílý Újezd, Deštné v O. h., Dobré, Olešnice v O. h., Orlické Zá-

hoří, Osečnice, Říčky v O. h., Sedloňov a Val u Dobrušky. Celkové náklady na odstranění povodňových škod realizované LČR po povodni dosáhly téměř 100 milionů Kč. Z toho cca 40 % bylo hrazeno z vlastních zdrojů LČR (zejména nezbytné náklady bezprostředně po povodni) a cca 60 % z dotací Ministerstva zemědělství ČR.

Immediately po těchto tragických událostech bylo LČR zahájeno provádění zabezpečovacích prací s cílem uvolnění koryt vodních toků k opětovnému zajištění odvádění běžných průtoků. Současně LČR zadaly zpracování studií odtokových poměrů a preventivních protipovodňových opatření. Na základě výstupů a doporučení těchto studií bylo bezodkladně zadáno zpracování projektových dokumentací. Proto mohlo být ještě v roce 1998 přistoupeno k zahájení výstavby nejdůležitějších protipovodňových opatření. Ta měla za účel jednak stabilizovat a zkapacitnit koryta dotčených vodních toků zejména v zastavěných územích a jednak zabránit vzniku a transportu splavenin a plavenin nad zastavěnými územími.



Destrukce koryta vodního toku a souběžné komunikace nad obcí Kounov směr Deštné v O. h.



Přehrážka nad obcí Kounov



Povodňové škody v obci Kounov (místní část Hluky)



Provádění zabezpečovacích prací – zajištění průtočnosti koryta vodního toku – v obci Kounov



Úprava koryta vybudovaná v obci Kounov po povodni



Zástavba v obci Dobré po průchodu povodňové vlny



Rekonstruované koryto toku v obci Dobré

Jedním z hlavních protipovodňových opatření je budování retenčních přehrážek, které slouží k zachycování neseného materiálu zejména při zvýšených průtocích a také k výškové a směrové stabilizaci vodních toků. Například již v průběhu povodňové události v roce 2000 zachytily dvě z těchto nových přehrážek vybudované na potoce Hluky nad

obcí Kounov splaveniny a plaveniny uvolněné povodní.

Na závěr je nutno podotknout, že povodně jsou přirozenou součástí koloběhu vody v krajině a zasahují celý svět. Můžeme však pracovat na tom, aby jejich negativní dopad byl co nejmenší.

Tomáš Hofmeister
Lesy ČR, s.p.
tomas.hofmeister@lesy.cz



Zveme na konferenci Vodní toky 2023

**21.–22. listopadu
v Hradci Králové**

Nosnými tématy jsou: problematika správy vodních toků a správy povodí, podpora financování technických opatření na vodních tocích z veřejných zdrojů, řešení extrémních hydrologických jevů, zkušenosti z přípravy a realizace projektů prevence před povodněmi, zmírnění negativních účinků suchých období a zlepšení vodního režimu v krajině, legislativa a výzkum ve vodním hospodářství, plánování v oblasti vod.

Vyzýváme vás k přihlášení autorských příspěvků na uvedená témata konference.
Žaneta Čaloudová, kvt@vrv.cz



Diskuse k Chat GPT

Tomáš Kvítek

Šéfredaktor časopisu Václav Stránský otevřel v čísle 4 další kolo diskuse „mokřady versus meliorace“ v rubrice „Slovo úvodem“. Ano, taky jsem zaregistroval, že něco takového jako Chat GPT existuje. Vyběhlo to na mě na mém novém PC. Tak jsem mu dal nějakou jednoduchou otázku, kterou si již nepamatuji, po odpovědi jsem mu vynadal, ať se ještě učí. A ono ohledně meliorací je to i v tomto případě všechno trochu jinak, už jen to slovo „meliorace“ používá Chat GPT úplně nesmyslně.

Sakra, jak to, že ještě dnes si někdo pod slovem meliorace představí jen a jen odvodnění? Opravdu zde v tomto textu nechci obhajovat meliorace, ale je třeba vidět a vědět, co to vlastně meliorace jsou. Stokrát napsáno, stokrát nepochopeno. Tak po sto první. Dovolím si citovat z článku „Zlo zvané meliorace“ od uznávaného vědce, dnes již pobývajícím na onom světě, Ing. Zdeňka Vašků, CSc., z roku 2011, který vyšel v časopise Vesmír 90, číslo 7, str. 440.

Jsem přesvědčen, že Z. Vašků nadpis článku myslel ironicky, z pohledu významu slova před rokem 1948. Vašků píše: „Z tohoto zorného úhlu jistě potom nepřekvapuje ani to, že těch cca 30 zárodňovacích, vodohospodářských a kulturně-technických činností, které se běžně vyskytují v rejstřících prvorepublikových melioračních projekčních a stavebních firem (kromě odvodnění jsou zde uváděny např. závlahy, protierozní ochrana, rekultivace, pozemkové úpravy, stavba rybníků a malých vodních nádrží, úpravy malých vodních toků, odbahňování rybníků a kanálů, terénní úpravy, hrazení bystřin, stabilizace strží, budování polních cest, stavby mostků a propustků, zakládání pastvin a jejich zařízení, zřizování sadů, účelové výsadby dřevin v krajině, přírodně-krajinářské úpravy, stavby studní a vodovodních řadů, stabilizace svahů, konsolidace lavinových drah, stokování, slánování, vylehčování těžkých půd, sádrování, rekonstrukce hydromelioračních zařízení atd.) prakticky zdegradovalo na jednostranně plošné odvodnění trubkovou drenáží“.

Těch cca 30 zárodňovacích, vodohospodářských a kulturně-technických činností 1. republiky provádíme i dnes a říkáme tomu vznešeně a jinak – „revitalizace krajiny“, abychom to sprostě slovo „meliorace“, které pojmově zkomolil komunistas a socialismus, nemuseli použít. Matení pojmů začalo v roce 1948. Proč? Protože komunisti museli vše pozitivní vymazat. Teď to budeme dělat dobře, lépe a jinak. Proč? Protože si nevážili práce našich předků, nevážili si historie a ta přeci, tedy ta komunistická, začala v roce 1948. Matení pojmů ale pokračuje i dnes. Dnes říkáme všem těm melioračním opatřením raději „přírodně blízká a technická“. Větu „teď to budeme dělat dobře, lépe a jinak“ jsem slyšel od některých mladých odborníků s mlékem na bradě v roce 2000. Proč? Protože jim někdo zase řekl, že

dosud bylo vše špatně. Ano, cílem minulých odvodňovacích prací a úprav toků bylo rychle odvést vodu z krajiny. Proč? To mělo mnoho důvodů: politické (agregace pozemků do velkých půdních bloků), klimatické (dostatek srážek), přírodní (mnoho pramenných vývěřů uprostřed polí zamokřovalo pozemky, půda nebyla únosná pro tehdejší mechanizaci). Na výstavbu malých vodních nádrží, odbahňování rybníků a kanálů, terénní úpravy, hrazení bystřin, stabilizace strží, budování polních cest, stavby mostků a propustků, stavby studní a vodovodních řadů, stabilizace svahů, nebylo moc finančních zdrojů, a proto nebyly moc „vidět“. Tak tedy převažovala „ta opatření, které jsou v současné době hodnoceny pouze jako negativní“. Ale to není důvod pozitivní věci šmahem vymazat. S vaničkou jsme vyhlili i dítě. Zde z mé strany přichází kritika současného pojetí revitalizace krajiny. Jedná se o systém „rozsypání čaje“, a pak se divíme, že se ekonomické a veřejně prospěšné efekty nedostavují. Jaký mají cíl ta současná přírodně blízká a technická opatření (PBTO), která by měla být, a nejsou, propojována do jednoho funkčního celku v rámci malých subpovodí? Vyhodnotil někdo funkčnost a efektivnost opatření, které za miliardy korun dotací „tečou“ na revitalizaci krajiny v rámci nějakého většího územního celku? PBTO mají za cíl zlepšit jakost vody, zvýšit retenci a akumulaci vody v krajině, posílit podzemní vody zvýšením infiltrace vody do půdy, snížit dobu trvání agronomického a hydrologického sucha, snížit riziko lokálních záplav, výrazně omezit erozi půdy, zvýšit dobu ochlazujícího účinku vegetace, zvýšit poutání vzdušného CO₂, zvýšit vitalitu keřové a stromové vegetace, zvýšit biodiverzitu krajiny. Toto mají tedy „současné meliorace“ za cíl. Povodí Vltavy, státní podnik, má v dané oblasti následující skončené a probíhající aktivity: 1. Příprava listů opatření typu A, lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí-podklad v rozsahu celého povodí Vltavy. 2. Přírodně blízká a technická opatření na zemědělské půdě v povodí VN Švihov na Želivce. 3. Stanovení rozsahu ploch s vysokou potřebou návrhu opatření pro zvýšení retence, akumulace vody a zlepšení jakosti vody v povodí VN Švihov na Želivce. 4. Studie proveditelnosti realizace přírodně blízkých a technických opatření na zemědělské půdě v povodí VN Švihov na Želivce. 5. Příprava listů opatření typu A v povodí VN Švihov na Želivce ke zlepšení jakosti a zvýšení retence vody, 2021–2026. 6. Inženýring a vyprojektování vybraných přírodně blízkých a technických opatření v povodí VN Švihov na Želivce s následnou realizací. To je skutečnost současných „melioračních opatření“ na zemědělském půdním fondu. Možná, až přejde současná klimatická změna, přijde nějaký jiný ideolog a řekne: „Jó, to jste dělali opravdu moc

špatně, podmínky se změnilly, a tak musíme vodu rychle odvést z krajiny.“ Doufám, že se tak však nestane. Proč jsem napsal tento článek? No, aby uměl Chat GPT v blízké budoucnosti lépe reagovat a vysvětloval všem, co to jsou či byly meliorace, a navíc ještě vše v souvislostech.

prof. Ing. Tomáš Kvítek, CSc.
Předseda redakční rady časopisu

Poznámka šéfredaktora: Že jsem v otázce nevhodně použil slovo meliorace, jsem si uvědomil hned den poté, co byla poslána data do tiskárny. Proto jsem i do tiskárny volal, zda by šlo udělat v podkladech opravu. Montáž čísla ale byla hotova, byla by úprava finančně náročná a nestihly by se termíny. Tak jsem úvodník nechal v původní podobě s očekávaním na reakci. Tomáš Kvítek mi poslal reakci s prosbou o uveřejnění. Rád tak činím. Ne jen proto, že je předseda redakční rady, takto bych postupoval u jakéhokoliv čtenáře.

Dovolím si zde ocitovat a doplnit moji odpověď Tomáši Kvítkovi: „...jazyk se vyvíjí a dochází k posunu významu slov (vzpomeňme na babičku šukající po místnosti, použít slovo ‚sranda‘ za první republiky bylo společensky nepřijatelné, je odvozeno od lidského exkrementu, host mělo původně význam slova cizinec, nepřítel, mohl bych pokračovat) stejně tak i význam slova meliorace se posunul k pouhému odvodnění/zavodnění (jak ostatně v zmiňovaném článku pan Zdeněk Vašků konstatuje). Ostatní bohužel funkce meliorací se ztratily se znelicováním pozemků a s potlačením významu neekonomických funkcí krajiny. Nemyslím si, že by na tyto činnosti nebyly peníze, hlavní příčinou dle mého bylo přesvědčení tehdejších mocipánů, že neproduktivní funkce krajiny jsou redundantní, a proto není třeba se jimi zabývat (a mrhat na ně prostředky). Mohu dokladovat tedy v podhůří, že zemědělské úpravy většinou byly spíše k neuzžitku až ke škodě. Víím, byly poplatny své době a často i ti, kteří ty úpravy dělali, věděli že je to blbost, ale dostali to úkolem shůry daným. Pamatuji si na starého pomalu prvorepublikového melioračníka, který celý život dělal tady v regionu na ZVHS. Zkraje devadesátých let jsme spolu procházeli krajinou a vysvětloval mi, jak a proč k tomu či onomu opatření došlo. Skoro se omlouval. Říkal, že oni z oboru věděli, co by krajina potřebovala, co jí naopak škodí, ale proti straně a vládě byli bezmocní. Ba pokusy o zdravý selský rozum byly v padesátých letech hodnoceny jako záškodnická činnost proti budování socialistického zemědělství.“

Věřte mi, že i já si přeji si, aby obor meliorace zase bylo chápán jako obor zlepšující, ctěn širokou veřejností, jako tomu bylo v časech prvorepublikových. Aby navíc i do sebe vstřebal nové poznatky o úloze vody v krajině, kteří naši předkové neměli, aby obor počítal i s klimatickou změnou. Je třeba vzít v potaz i to, že se zvyšujícím se bohatstvím společnost klade na krajinu stále více funkce estetické, environmentální. Jak znám lidi z oboru, jsem si jist, že svoji práci dokáží přesvědčit širokou společnost, že meliorace v prapůvodním slova smyslu jsou pro krajinu a společnost užitečné. Naopak druhá strana by jejich argumentům měla naslouchat a nechat se i poučit. V kulturní, člověkem pozmeněné krajině to bez technických opatření nepůjde.



Konference Hydrologie malého povodí 2023

Miroslav Tesař

Ve dnech 30. 5. až 1. 6. 2023 se konala v Praze na Novotného lávce u Karlova mostu konference Hydrologie malého povodí 2023 (HMP 2023). Konference HMP 2023 se zúčastnilo více než sto účastníků, z toho celá čtvrtina ze Slovenska. Konání této dnes již tradiční akce bylo zahájeno v roce 2003, tedy v roce, kdy hlavní organizátor akce (Ústav pro hydrodynamiku AV ČR, v.v.i.) slavil padesáté výročí svého založení. Následovaly konference v roce 2005, 2008, 2011, 2014 a 2017. Již avizovaná konference HMP 2020 byla zrušena z důvodu pandemie COVID-19. Konference HMP 2023 byla tedy sedmá v pořadí, a to v roce, kdy instituce hlavního organizátora oslavila 70. výročí svého založení. Konference byla spoluorganizována Českou vědeckotechnickou vodohospodářskou společností, z. s., ve spolupráci s dalšími institucemi (Ústav hydrologie SAV Bratislava, Český hydrometeorologický ústav, Český národní výbor pro hydrologii a Český národní komitét geodetický a geofyzikální – asociace IAHS). Konference byla pořádána pod záštitou České komise pro UNESCO v rámci programu Strategie AV21 – Voda pro život. Mediálním partnerem akce byl časopis Vodní hospodářství. Je potěšitelné, že o akci byl mimořádný zájem, o čemž svědčí i vysoký počet příspěvků přednesených na konferenci formou ústních prezentací (celkem 40) nebo posterových sdělení (celkem 30). Příspěvky dodané celkem rovnoměrně pokrývaly osm tematických okruhů konference, kterými byly:

- Globální vlivy a změny v režimu vodních zdrojů v malém povodí;
- Komplexní monitoring a bilance zásob vody v malých povodích;
- Hydrologické extrémy (přívalové povodně; sucho – typy a hodnocení);
- Vliv vegetačního krytu a způsobu využití povodí na vodní režim;
- Transportní procesy v půdě a vliv hydrofobie povrchové vrstvy na ně;
- Hydrologické modelování; nejistoty v hydrologickém modelování;

- Látkové toky v malém povodí a eutrofizace povrchových vod;
- Malá povodí v horských oblastech (usazené srážky, akumulace a tání sněhu, atd.);
- Nové metody, techniky a přístrojové vybavení v hydrologii a hydroekologii představovaly po celou dobu konání akce čtyři společnosti, a sice AQUAMonitoring, s.r.o. (<http://www.aquamonitoring.cz>), Ekotechnika, s.r.o. (www.ekotechnika.cz), Fiedler AMS, s.r.o. (www.fiedlerams.cz) a Meteoservis, s.r.o. (www.meteoservis.cz).

Konferenci zahájil hlavní organizátor Miroslav Tesař, poté pronesli úvodní slova Martin Pivokonský (ředitel ÚH AV ČR), Yveta Velísková (ředitelka ÚH SAV) a Pavel Hubený (ředitel Správy NP Šumava). V průběhu konference HMP 2023 bylo v 8 sekcích předneseno celkem 40 ústních příspěvků, přičemž jednotlivé sekce moderovali předem oslovení předsedové (4 z ČR a 4 ze SR, a sice: p.t. Martin Pivokonský, Václav Šípek, Lubomír Lichner, Pavla Pekárová, Milena Císlarová, Petr Vít, Jaroslav Škvarčina a Yveta Velísková). Všechny dodané příspěvky byly publikovány na flash disku: Hydrologie malého povodí 2023 (eds. Soňa Hnilicová a Miroslav Tesař), Ústav pro hydrodynamiku AVČR, v.v.i., 2023, ISBN: 978-80-87117-22-4. Sborník je, spolu s ostatními sborníky z předchozích ročníků, volně dostupný na stránkách organizátora akce (www.i.h.cas.cz/hmp) za podmínek tam uvedených.

Proč právě malá povodí? Definicí povodí jako skeletu krajiny se zabývali již editoři sborníku HMP 2003: „V odtokové hydrologii hraje povodí roli základní funkční buňky krajiny. Rozčlenění krajiny na povodí, tof geniální objev antického světa, kdy byla poprvé jasně formulována myšlenka, že veškerá voda odtékající tokem z krajiny pochází ze srážek na ní dopadlých. Povodí splňuje požadavek na minimální počet zpětných vazeb s okolím zejména tím, že voda z něj tokem odteklá do něj již zpět tokem nevrteče. Tato zdánlivě triviální vlastnost má za následek,

že povodí jsou po délce toku, bráno od pramene, hierarchicky uspořádána tak, že větší povodí obsahuje všechna menší. Proto je také možné studovat hydrologické jevy v různých, avšak hierarchicky podřízených měřících. Příkladem je vztah odtokové hydrologie, hydroopedologie a půdní fyziky při studiu srážko-odtokového procesu. Zvolit správnou velikost povodí při hledání příčinných vazeb mezi srážkou a odtokem je umění, kterému se právě učíme. Volbou velikosti povodí se totiž jaksi mimochodem vyloučí ze hry některé vazby. A mohou to být právě ty, které jsou podstatné a hledané. Příkladem takové nežádoucí ztráty je fakt, že na velkém povodí se zásoba vody v půdě jeví jako podružná z hlediska tvorby odtoku ze srážky. Pak ale nelze téměř nic říci o příčinných vazbách odtoku ze srážky na kvalitu půdního a vegetačního pokryvu...“ K velikosti povodí ve svém příspěvku publikovaném ve sborníku HMP 2008 uvedl Jaroslav Balek: „...Rozhodování, zda je povodí malé, lze provést pouze ve vztahu k povaze problému, pro který má toto povodí poskytnout příslušné informace; lze tedy hovořit o „malých povodích“ o rozloze stovek či tisíců km²...“. Obě výše uvedené citace se plně promítly v příspěvcích přednesených na konferenci HMP 2023, kdy byly prezentovány výsledky získané pozorováním v povodích s plochou od desetin po tisíce kilometrů čtverečních.

Po závěru konference navštívili zaregistrovaní zájemci Muzeum Karlova mostu, kde účastníky přivítal Zdeněk Bergman (mimochodem rovněž vodohospodář) – převozník pražský, ředitel Pražských Benátek a Muzea Karlova mostu. Ten návštěvníky osobně provedl několika sály původního Křižovnického špitálu a kostela sv. Ducha (sv. Františka) a přiblížil historii jedinečného místa a jedinečné stavby. Atmosféra historií naplněného místa, zanicený erudovaný výklad průvodců, pohledy z oken muzea na Karlův most



Ředitelka ÚH SAV Yveta Velísková a ředitel Správy NP Šumava Pavel Hubený při zahájení konference



Ředitel ÚH AV ČR, v.v.i., Martin Pivokonský a Michal Jeníček



Zdeněk Bergman – převozník pražský, ředitel Pražských Benátek a Muzea Karlova mostu

i možnost sestoupit k pozůstatkům Juditina mostu, předchůdce mostu Karlova, jen umožnil zážitek účastníků konference HMP 2023. Je milou povinností organizátorů akce i touto cestou poděkovat panu Zdeňku Bergmanovi.

Jedinou dosud ne zcela přesně zodpovězenou otázkou zůstává termín konání příští konference HMP. Na závěr konference se účastníci hlasováním dohodli, že místo a termín konání další akce bude stanoveno

výsledkem ankety, která byla otevřena na stránkách konference (www.ih.cas.cz/hmp). Do chvíle uzávěrky tohoto příspěvku se jeví celkem jasný názor účastníků na místo konání – většina preferuje stejné místo jako dosud. Avšak co se týče termínu konání další konference, panuje zhruba shoda na roku 2025 a 2026. Organizátoři se tedy rozhodli ponechat anketu otevřenou i pro veřejnost a širší okruh potenciálních účastníků. Pro-

síme všechny zájemce o vyplnění ankety do konce roku 2023. Poté bude anketa uzavřena, vyhodnocena a budeme se těšit na shledanou v Praze na Novotného lávce na akci HMP 2025, eventuálně 2026!

Miroslav Tesař
ÚH AV ČR, v. v. i.
miroslav.tesar@iol.cz

Mechanické mělnění na ČOV

Stroje pro mechanickou úpravu kalu nacházejí svoje uplatnění na různých pozicích v technologii čistíren odpadních vod. Provozovatelé se naučili těmto strojům, které přispívají ke spolehlivému a nepřerušovanému provozu strojní technologie na ČOV, důvěřovat. Uplatnění zde nacházejí především dva základní typy mělničů - macerátory a drtiče.

Nejrozšířenějším strojem pro mechanické mělnění je macerátor, jehož funkční princip je založen na řezných nožích rotujících po řezném síti. Macerátor je schopen spolehlivě rozmělnit veškerá vlákna obsažená v kalu na jasně definovanou velikost. Úprava kalu macerátorem vede také k jeho lepší homogenizaci, snížení viskozity a zlepšení tekutosti. Konstrukce macerátorů je předurčuje pro použití v aplikacích, kde se průtočné množství pohybuje mezi cca 5–150 m³/h a provozní tlaky nepřekračují 4 bary. Macerátor je vhodné použít tam, kde vláknité nečistoty způsobují provozní problémy v podobě ucpávání a blokad rotačních strojů a tam, kde je potřeba provádět dodatečnou homogenizaci kalu. Typicky se jedná například o instalace na kalové koncovce před zahušťovacím či odvodňovacím zařízením či před čerpadly surového kalu.

Dvouhřídelový drtič je stroj, který je v posledních letech čím dál častěji využíván na stokových sítích pro účinnou ochranu

čerpadel před ucpáním. Nesporné výhody ovšem přináší i jeho instalace do některých pozic v rámci technologie ČOV. Základním funkčním prvkem jsou dva protiběžné mělníci rotory se speciální geometrií, které v kombinaci se statickými protinoží zajišťují hrubé mělnění pevných i vláknitých nečistot v proudě kapaliny. Použití dvouhřídelového drtiče dává největší smysl tam, kde jsou provozní problémy způsobeny „agregovanými nečistotami“, tedy různými shluky vlasů, chlupů, vlhčených ubrousků či textilu. Dvouhřídelové drtiče nabízejí vysokou průtočnou kapacitu, velmi dobrou tlakovou odolnost a také velmi nízké provozní náklady v instalacích s vysokou intenzitou provozu. Drtiče nacházejí svoje uplatnění na nátoky a mechanickém stupni čistíren. Velmi vhodnou pozicí pro instalaci drtiče je například také recirkulace vyhnívacích věží, či před čerpadly primárního kalu.

Vhodně zvolený a správně nadimenzovaný typ mechanického mělniče tedy zajistí nejen zvýšení provozní stability a minimalizaci neplánovaných servisních odstávek strojní technologie, ale přinese také další úspory plynoucí například z kvalitnějšího odvodnění kalu a snížení nároků na obsluhu i energetických nároků na hydraulickou dopravu kalů.

Michal Voronin
michal.voronin@vogelsang.info



TECHNOLOGIE ODPADNÍCH VOD NA MÍRU

Macerátory, drtiče a čerpadla pro čistírny odpadních vod a stokové sítě

Neustále se zaměřujeme na hospodárnou práci s moderní a spolehlivou technologií a využíváme naše know-how a dlouholeté zkušenosti, abychom podpořili naše zákazníky jako kompetentní partner – mimo jiné inovativními koncepty a sofistikovanou technikou, jako je například **macerátor RotaCut** nebo **drtič odpadních vod XRipper**, které ekonomicky zvládnou individuální aplikace.

VOGELSANG – LEADING IN TECHNOLOGY

Olomoucká 81, Brno | Tel.: +420 511 440 475
vogelsang.info

Navštivte náš stánek na
**15. bienální konferenci
CzWA VODA 2023**
20. – 22. září 2023 Litomyšl

VOGELSANG 

PRAHA UDĚLALA DALŠÍ KROK K VYUŽITÍ OBNOVITELNÉ ENERGIE

Ústřední čistírna odpadních vod (ÚČOV) spustila provoz nové bioplynové stanice, která umí přeměnit kalový bioplyn na bioCNG. Ročně tak vyrobí min. 1,2 milionu m³ bioCNG, které budou využity pro pohon vozového parku.

Projekt pro hlavní město Prahu zajistila Pražská vodohospodářská společnost (PVS) ve spolupráci s Pražskými vodovody a kanalizacemi (PVK) a Pražskou plynárenskou. Stavba byla realizována za 14 měsíců Sdružením Česká voda-Memsep - Čermák a Hrachovec. Vlastní investiční náklady stavby jsou necelých 60 mil. Kč bez DPH. Celý projekt je unikátní ukázkou spolupráce pražských městských firem.

ODPAD JAKO ZDROJ ENERGIE

„Projekt na výrobu biometanu je naprosto v souladu s naším klimatickým plánem, ve kterém slibujeme využít odpad jako zdroj energie pro vozy městské hromadné dopravy. Investice v ÚČOV jde obdobným směrem jako naše plánovaná modernizace bioplynky v Chrástě u Poříčian,“ uvedla Ing. Jana Komrsková, náměstkyně primátora pro oblast životního prostředí a klimatického plánu.

„BioCNG na ÚČOV je významným příspěvkem k dlouhodobé snaze Prahy o maximální využití energie z obnovitelných zdrojů. Pomůže nám nejen naplňovat cíle Klimatického plánu hlavního města Prahy do roku 2030, ale je to také další krůček k zajištění větší energetické bezpečnosti a soběstačnosti,“ doplnil Bc. Michal Hroza, radní hl. m. Prahy pro infrastrukturu.

„Naším cílem je, aby byla pražská čistírna plně energeticky soběstačná a všechny přebyteky byly využity pro Pražany. Jsem rád, že



Petr Mrkos, generální ředitel PVK, Ing. Jana Komrsková, náměstkyně primátora pro oblast životního prostředí a klimatického plánu, Michal Hroza, radní hl. m. Prahy pro infrastrukturu, Pavel Válek, předseda představenstva PVS, Martin Slabý, předseda představenstva Pražské plynárenské Distribuce

ÚČOV dokáže plně využívat energie, které vznikají v procesu čištění odpadních vod, a ode dneška produkuje nejen ekologickou elektřinu, teplo, ale i plyn,“ zdůraznil Pavel Válek, předseda představenstva PVS.

NÁHRADA 1,3 MILIONU LITRŮ BENZINU

Jak se vyrábí bioCNG? V procesu čištění odpadních vod vzniká při stabilizaci (vyhňívání) kalu jako vedlejší produkt bioplyn, jehož hlavní složkou je metan. A právě z kalového plynu se po úpravě a zvýšení podílu metanu (až na 99 procent) vyrábí bioCNG. O přeměnu se postará jednotka využívající membránovou technologii MemGasTM skupiny Veolia. V areálu Ústřední čistírny odpadních vod se tímto způsobem ročně vyrobí minimálně 1,2 milionu m³ bioCNG, který je dále využíván pro pohon vozového parku.

„Vyrobené množství rozhodně není zanedbatelné. Roční produkce bioCNG nahradí zhruba 1,3 milionu litrů benzínu. Navíc každý automobil, který bude jezdit na bioCNG, sníží uhlíkovou stopu ročně o jednu tunu,“

Ústřední čistírna odpadních vod

- Ústřední čistírna odpadních vod na Císařském ostrově (ÚČOV) čistí více než 96 procent odpadních vod z území hlavního města Prahy a jedná se o největší zařízení tohoto druhu v České republice.
- Ročně vyčistí přibližně 110 milionů m³ odpadních vod. V rámci čištění odpadních vod vznikne asi 80 tisíc tun čistírenských kalů, které jsou díky své kvalitě využívány jako hnojivo v zemědělství. Při stabilizaci (vyhňívání) těchto kalů vzniká přirozeným procesem bioplyn.

“Vyrobené množství rozhodně není zanedbatelné. Roční produkce bioCNG nahradí zhruba 1,3 milionu litrů benzínu. Navíc každý automobil, který bude jezdit na bioCNG, sníží uhlíkovou stopu ročně o jednu tunu.

Petr Mrkos, generální ředitel PVK.

říká Petr Mrkos, generální ředitel PVK, které Ústřední čistírnu odpadních vod provozují.

Po úpravě je plyn vtlačěn do středotlakového rozvodu plynu v Papírenské ulici. BioCNG vyrobený v Ústřední čistírně odpadních vod budou pro pohon svých vozidel využívat kromě PVK také Pražské služby, Pražská plynárenská a Technologie HMP. Projekt navíc počítá s budoucím navýšením kapacity bioplynové stanice až na 12 mil. m³.

„Jedná se o první přímo připojenou výrobu biometanu do distribuční sítě naší společnosti,“ uvádí Martin Slabý, předseda představenstva Pražské plynárenské Distribuce. V horizontu deseti let by biometan měl jakožto nefosilní a takřka bezemísňé palivo nahradit až 15 procent spotřeby zemního plynu v Česku. „Plánujeme připojovat další jednotky, a pokud se tento projekt osvědčí, tak by v budoucnu například všechna auta městských společností mohla jezdit na plyn, který se vyrobí na Císařském ostrově,“ dodává.



K úpravě bioplynu na bioCNG slouží jednotka využívající membránovou technologii MemGasTM skupiny Veolia.

Členská schůze CzWA

Výbor Asociace pro vodu ČR z. s. svolal na středu 26. dubna 2023 na 11:00 hod. členskou schůzi. Schůze se konala v Malém sále hotelu Jezerka v Seči-Ústupkách. Protože členská schůze nebyla v zahajovacím čase usnásenischopná, uskutečnila se od 11:30 hodin náhradní členská schůze s totožným programem.

Předseda David Stránský přednesl zprávu o činnosti výboru a odborných skupin, ve které shrnul úspěšný rok 2022. Kromě odborné práce (příprava a připomínkování legislativy, odborné posudky) jsme uspořádali 13 seminářů a 11 webinářů, které navštívilo více než



Předseda CzWA David Stránský seznamuje účastníky schůze s činností CzWA v roce 2022

2000 účastníků. Mezinárodní přesah měla konference IWA Water Loss 2022 v Praze s 370 účastníky z 58 zemí. Videorozhovory a záznamy webinářů na našem kanálu YouTube přesáhly ve sledovanosti číslo 10 tisíc. Dále byly dle programu předneseny zpráva o činnosti výboru, zpráva o práci odborných skupin, zpráva o hospodaření a zpráva kontrolní komise. Byla projednána výše členských příspěvků na rok 2024.

Letošní členská schůze projednávala jeden mimořádný bod, a to schválení čestného členství pro Ing. Břetislava Krňávka, Ph.D., za dlouholetou práci ve výboru a pro RNDr. Jaroslava Sojku, který byl jedním ze zakládajících členů Asociace a dlouholetým členem kontrolní komise.

Schůze byla ukončena předsedou CzWA doc. Ing. Davidem Stránským, Ph.D., poděkováním přítomným za účast.

Usnesení členské schůze:

- Členská schůze schvaluje
 - zprávu o činnosti výboru CzWA za rok 2022,
 - zprávu o činnosti odborných skupin za rok 2022 a
 - zprávu o hospodaření za rok 2022.
- Členská schůze bere na vědomí zprávu kontrolní komise za rok 2022.
- Členská schůze schvaluje členské příspěvky pro rok 2024 v této výši:

Typ členství	Členský příspěvek (Kč/rok)
Člen, člen expert s VH	1 450,-
Člen, člen expert bez VH	900,-
Člen, člen expert s VH – důchodce	750,-
Člen, člen expert bez VH – důchodce	400,-
Studenti	300,-
Člen na mateřské dovolené	300,-

- Členská schůze schvaluje udělení čestného členství v CzWA pro Ing. Břetislava Krňávka, Ph.D., a RNDr. Jaroslava Sojku.

Výbor CzWA

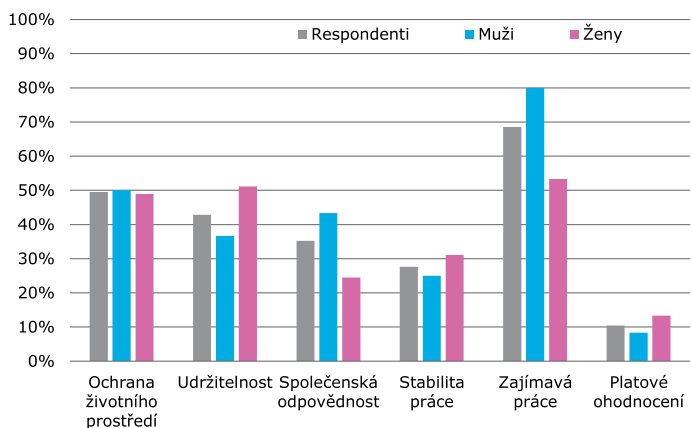
Budoucnost našeho oboru pohledem YWP CZ

Na konferenci Nové metody a postupy při provozování ČOV, která se konala ve dnech 25.–26. dubna, měla naše skupina YWP CZ přednášku na téma budoucnost čistírenství pohledem YWP CZ.

Ing. Nikola Salová s Ing. Filipem Harcínkem nejdříve v krátkosti seznámili posluchače s cíli a aktivitami skupiny, následně představili několik zajímavých výzkumných i provozních projektů, na jejichž řešení či realizaci se podílí zejména členové YWP CZ a jejichž výsledky mohou být pro budoucnost oboru velmi přínosné. Z vybraných projektů můžeme jmenovat například mezinárodní projekt **Horizon2020: Wider Uptake of Water-smart Solutions**, který se zabývá cirkularitou a udržitelností ve vodním hospodářství. Představeny byly také projekty **Digitální dvojče čistírny odpadních vod pro simulace provozních optimalizací v reálném měřítku a čase** a **Digitální dvojče úpravny vody pro efektivní řízení rizik kritické vodárenské infrastruktury**.

Hlavní část přednášky se věnovala průzkumu, který YWP CZ provedla mezi mladými vodáři do 35 let. Jedním z cílů průzkumu bylo definovat požadavky na práci v oboru vodohospodářství a upozornit na možné rozdíly mezi stávající a nastupující generací. Dotazník byl rozdělen do šesti částí: obecná, o YWP CZ, personální, technologická,

o revizi směrnice ESH/271/91 a o udržitelnosti ve vodním hospodářství. Celkem dotazník vyplnilo 105 respondentů, zastoupení mužů a žen bylo 60 ku 45. Dokončené minimálně bakalářské vzdělání mělo 85 % respondentů a poměr studentů a pracujících byl 29 : 71 %.



Obr. 1. Motivace pro studium/práci ve vodárenství

Z průzkumu vyplynulo mnoho zajímavých a cenných informací, ať už se jedná o důvody, proč respondenti obor studují či v něm pracují, jaký je jejich názor na současné legislativní požadavky na kvalitu pitných a vyčištěných odpadních vod nebo zda jim požadavky z návrhu revize směrnice o čištění městských odpadních vod přijdou přiměřené či příliš ambiciózní. Pro zaměstnavatele mohou být určité přínosné odpovědi na otázku, jaká kritéria jsou pro respondenty zásadní při výběru zaměstnání.

Za všechny zajímavé výstupy a odpovědi přinášíme alespoň malou ochutnávku – 91 % dotázaných odpovědělo, že je vodárenství baví, naopak pouze 7 % dotázaných přemýšlí o změně oboru. Na otázku, co respondenty motivovalo pro studium či práci v oboru (viz **tab. 1**), byla jednoznačně nejčastější odpověď zajímavá práce, následovaná ochranou životního prostředí, udržitelností, společenskou odpověd-

ností. Až pátá v pořadí byla odpověď stabilita práce, přestože ta je dle mého názoru prezentována nejčastěji jako největší výhoda práce ve vodárenství. Je k zamyšlení, jestli bychom náš obor neměli i navenek více prezentovat jako zajímavé, inovativní, dynamické prostředí plné výzev k řešení. Zajímavé by také bylo udělat podobný průzkum u respondentů nad 35 let a výsledky těchto průzkumů porovnat.

Díky velkému množství otázek i respondentů je možné kombinací získat množství cenných výsledků korelací a zjištění, která budou postupně vyhodnocována a průběžně publikována při vhodných příležitostech. Sledujte proto komunikační kanály skupiny YWP CZ!

**Filip Harciník
Jakub Sochor**

Společné setkání CzWA a AČE SR

Ve dnech 30.–31. března 2023 se konalo po šesti letech společné setkání výborů Asociace pro vodu ČR (CzWA) a Asociácie čistiarenských expertov Slovenskej republiky (AČE SR) na zámku Smolenice na Slovensku. Moc rádi jsme navázali na dlouholetou tradici společných setkávání, která byla na delší čas přerušena pandemií covidu.

Obě asociace řešíme podobné záležitosti, takže se vzájemně můžeme poučit a vyměnit si zkušenosti. Díky tomu byl program setkání

nabitý a měli jsme po celou dobu co probírat. Řešili jsme nejen odborná témata a legislativu, kterými se obě asociace aktuálně zabývají, ale také praktické záležitosti. Program byl zakončen prohlídkou Pálfyho zámku Smolenic a společným obědem.

Nyní bude řada na CzWA, aby vybrala pěkné místo v ČR a mohli jsme se těšit na setkání v roce 2025.

David Stránský



Igor Bodík a David Stránský v přátelské diskusi



Společná fotka účastníků setkání

Vodárenský čtvrtek v květnu – Mikrobiologie pitné vody

O tématu květnového Vodárenského čtvrtku jsme my, jeho organizátoři, poměrně dlouho uvažovali. Bude zájem o klasické, tradiční, dalo by se říci chronicky známé zaměření, jakým mikrobiologie pro oblast pitné vody je? A ukázalo se, že rozhodně ano, protože počet přihlášených účastníků v přímém přenosu atakoval stovku.

Právě v první přednášce jsme se s Danou Baudišovou (SZÚ) vrátili k úplným kořenům této problematiky a osvěžili si základy, na kterých stojí. A hned jsme také zjistili, že tato oblast není tak rigidní a tradiční, jak se zdálo, a že na mnoho ukazatelů mikrobiologické jakosti se časem začalo pohlížet jinak, než se před lety psalo v učebnicích. Dokazuje to například aktuální interpretace nálezů skupiny koliformních bakterií či přítomnosti *Clostridia perfringens*.

V dalším příspěvku nás Veronika Tomi (PVK) provedla možnostmi rychlých metod pro stanovení přítomnosti mikrobiologické kontaminace vody pro provozní praxi – ověření mikrobiologické nezávadnosti

vody podmiňuje v PVK znovuuvedení vodovodu do provozu po provedené opravě. Byly prezentovány výsledky řady metod, které laboratoře PVK odzkoušely nebo již běžně používají včetně jejich vzájemného porovnání i porovnání s klasickými kultivačními metodami. To jsou neocenitelné předané zkušenosti!

Závěr semináře patřil představení průtokové cytometrie prováděné přístrojem BactoSens, se kterým měla možnost dlouhodobě pracovat autorka sdělení Eliška Maršálková (BÚ AV ČR). Praktické využití metody sledování celkového počtu buněk ve vodě, jejich velikosti a stavu předpokládá změnu pohledu na mikrobiologické oživení vody a přijetí skutečnosti, že voda je živý systém a počty buněk se v ní nacházejících jsou její přirozenou a neoddělitelnou součástí. Seminář přinesl řadu tradičních i novátorských pohledů na mikrobiologii vody, a proto pokud jste se tohoto webináře neúčastnili nebo byste ho chtěli zhlédnout opakovaně, doporučujeme využít záznam v kanálu YouTube CZWA.

Za OS Vodárenství CZWA

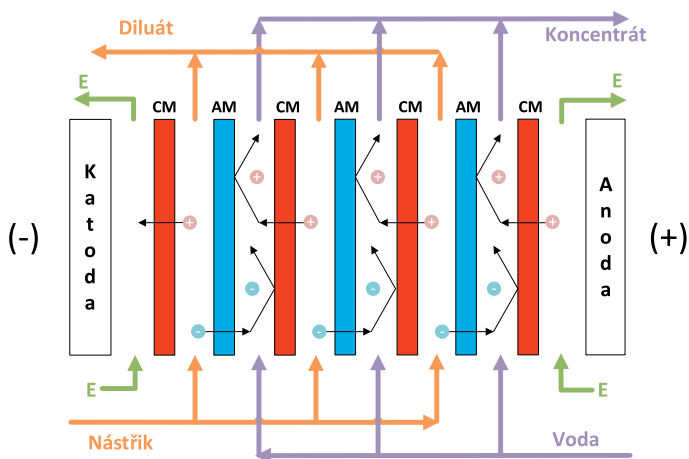
Helena Sochorová

Netradiční využití elektrodialýzy pro průmyslové aplikace

Obecný popis elektrodialýzy

Elektrodialýza (dále jen ED) patří mezi membránové separační procesy, které využívají iontově selektivní membrány. V ED rozlišujeme dva základní typy membrán, a to kationt-selektivní membrány a aniont-selektivní membrány. Kationt-selektivní membrány mají strukturu membrány vytvořenou tak, že touto strukturou mohou projít pouze kationty,

anionty jsou touto membránou zadrženy. V případě aniont-selektivní membrány je princip stejný, jen prochází anionty a zadrženy jsou kationty. Pokud jsou tyto membrány vloženy do vodivého prostředí, například roztoku soli, a zároveň je na tento systém aplikován jednosměrný proud, dojde k migraci disociovanych složek solí v roztoku. Kationty se pohybují ke katodě, přičemž mohou projít kationt-selektivní membránou a zároveň jsou zadržovány aniont-selektivní membránou. Stejný princip platí i pro anionty, jen v obrácené logice. Názorně je tento obecný princip zobrazen na **obr. 1**. Díky takto řízené migraci iontů dojde k odsolení vstupního roztoku, který se po průchodu ED nazývá diluát, a k akumulaci iontů solí v koncentrovaném roztoku.



Obr. 1. Princip ED

Proces ED je v dnešní době stále častěji využívaným průmyslovým procesem. Nejběžnějším průmyslovým využitím ED je odsolení procesní vody, jak na vstupu, tak na výstupu procesu. Mezi hlavní přednosti ED patří:

- výtěžnost vody přes 90 %,
- nízké nároky na předúpravu,
- nízké provozní náklady,
- nízké náklady na čištění,
- životnost membrán více než 10 let.

Celý proces je možné navrhnout na zpracování malého množství OV (již od jednotek kubických metrů za den) až po systémy, které zpracují stovky kubických metrů za hodinu. Příkladem může být největší ED ve střední Evropě odsolující přes 640 m³/h říční vody v závodě Grupa Azoty – Police (obr. 2). Krom těchto standardních aplikací, je možné ED využít i v dalších nestandardních aplikacích, které jsou popsány v následujících kapitolách.

Aplikace 1. Zpracování síranových odpadů

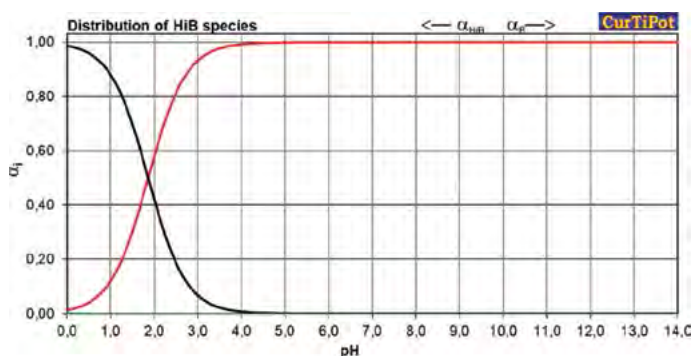
Kyselá odpadní voda s vysokým obsahem kyseliny sírové vzniká často v procesech loužení hornin, povrchové úpravy kovů nebo plastů atd. Nejčastějším způsobem likvidace této vody je smíchání s alkalickou odpadní vodou ze stejného závodu (pokud je k dispozici), čímž dojde k neutralizaci a vzniku odpadní vody s vysokým obsahem solí. Z tohoto důvodu je vhodné do neutralizační nádrže přidávat suspenzi vápna (Ca(OH)₂) za účelem vzniku málo rozpustného CaSO₄. Rozpustnost CaSO₄ ve vodě je cca 3 g/l. Pokud je tato hodnota překročena, začne krystalovat CaSO₄ a vypadávat z roztoku v podobě CaSO₄·2H₂O. Při tomto srážení vypadávají z roztoku také hydroxidy těžkých kovů a dojde k snížení jejich koncentrace v odpadní vodě. Po přefiltrování a úpravě pH je odpadní voda vypouštěna do kanalizace či recipientu. Odpadní voda přitom stále obsahuje zvýšené koncentrace síranu vápenatého dané jeho rozpustností ve vodě (viz součin rozpustnosti CaSO₄). Takto vyčištěná odpadní voda nemusí vždy splňovat lokální emisní limity a představuje zátěž pro životní prostředí. V takovém případě je možné dočištění pomocí ED.

OV vyčištěnou výše popsaným způsobem nelze vést přímo na koncentrační membránové procesy a znovu zakonzertovat, protože by došlo rychle k překročení meze rozpustnosti, a tím ke „scalingu“ v membránovém procesu. Řešením však mohou být protolytické rovnováhy v systému H₂SO₄, HSO₄⁻, SO₄⁻². Pro kyselinu sírovou je možné najít následující rovnovážné konstanty: pK_{A1} = -3 a pK_{A2} = 1,99. Obr. 3 ukazuje, že při pH < 4 jsou v roztoku přítomny ionty HSO₄⁻ a se snižujícím pH koncentrace těchto iontů roste. Rozpustnost soli Ca(HSO₄)₂ je navíc vyšší než rozpustnost CaSO₄.

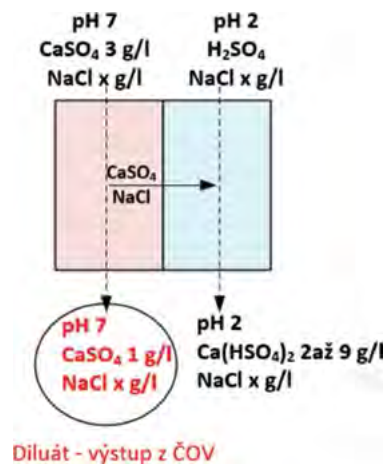
V případě, že je do systému čištění síranových vod zakomponována ED a jsou využity výše popsané protolytické závislosti, lze dosáhnout významného snížení síranů ve vypouštěných odpadních vodách. Princip celého čištění je založen na faktu, že do ED vstupují dva rozdílné proudy. Prvním z nich je přečištěná zfiltrovaná OV po již proběhlém srážení, neutralizaci a kalolisu (dále již pouze filtrát). Tento proud by za normálních okolností byl vypuštěn do kanalizace, či vodního recipientu. Druhým proudem je část odpadní kyselinové vody s vyšší koncentrací H₂SO₄. Tato voda teprve čeká na neutralizaci a srážení.



Obr. 2. EDR s kapacitou přes 640 m³/h



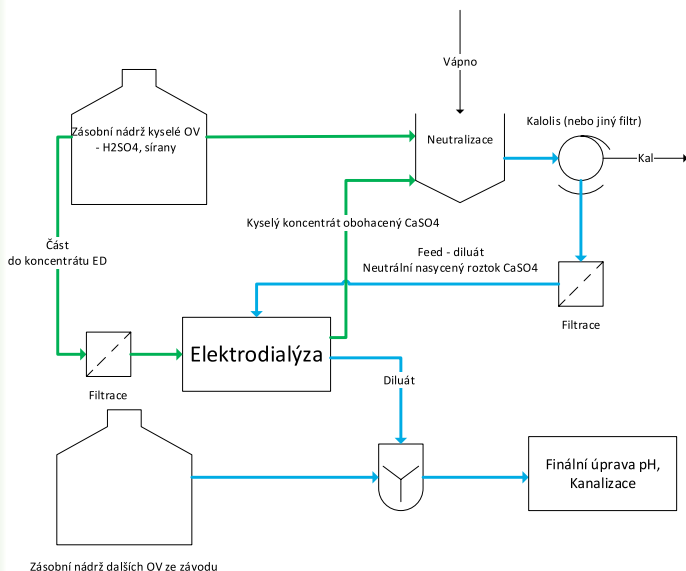
Obr. 3. Molární zlomek protolytické rovnováhy kyseliny sírové, hydrogen síranu a síranu v závislosti na pH (H₂SO₄ – zelená, HSO₄⁻ – černá, SO₄⁻² – červená)



Obr. 4. Obecný princip přenosu CaSO₄ z neutralizovaného filtrátu do kyselinové odpadní vody

Filtrát vstupuje do elektrodialýzy na straně nástřiku, vlivem vloženého stejnosměrného proudu dojde k migraci přítomných iontů přes příslušné membrány do sousedního okruhu koncentráta, který je tvořen odpadní kyselinovou vodou. Na základě výše popsané protolytické závislosti je možné transportovat část odpadních rozpustěných solí (viz obr. 4) zpět do proudu, který bude znovu neutralizovaný a následně srážený přidávkem vápenné suspenze.

Diluát, který tímto způsobem vzniká, má o více jak 55 % nižší koncentraci CaSO₄ ve výstupním odpadním proudu nežli odpad, který by byl vyčištěn klasickou metodou bez použití ED, což vede k snazšímu dosažení emisních limitů a šetrnějšímu přístupu k životnímu prostředí. Navíc riziko zničení membránového systému vlivem nežádoucího scalingu je nulové, protože systém pracuje v oblasti pH, kde jsou použité membrány stabilní a transportované ionty rozpustné. Celé



Obr. 5. PFD implementace ED do systému čištění kyselých odpadních vod

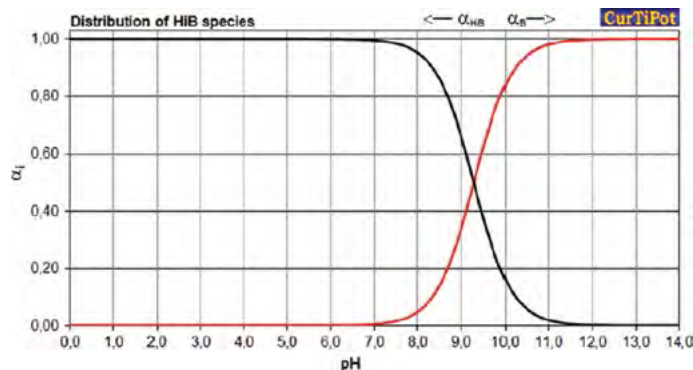
schéma implementace ED do výše popsaného systému čištění síranů je zobrazeno na **obr. 5**.

Aplikace 2. Selektivní odsolení amoniakálních vod

Běžným způsobem zpracování odpadních vod se zvýšením obsahem amoniakálních solí je biologické čištění. Limitací pro tento způsob řešení může být celková solnost v roztoku, která negativně působí na celý proces biologického odbourávání amoniaku z odpadních vod.

Stejně jako v předchozím případě, kdy se využívalo znalosti protolytické rovnováhy systému H_2SO_4 , HSO_4^- , SO_4^{2-} , lze v případě znalosti protolytické rovnováhy systému $NH_4^+/NH_3 \cdot H_2O$ dosáhnout selektivního odsolení amoniakální vody před jejím dalším zpracováním na biologické ČOV. Celá úvaha je založena na základním principu separace látek v ED. Jak bylo napsáno v úvodu, ED separuje z jedné komory do druhé pouze tu část roztoku, které je nabitá (disociovaná). Vše, co nemá náboj (není disociováno), ve vstupním roztoku zůstává a nepřechází přes membrány. Jak je v **obr. 6** patrné, pH roztoku určuje formu, v které se vyskytují amoniakální ionty ve zpracovávaném roztoku. Pokud je pH vyšší než 11, lze předpokládat, že v roztoku se vyskytují dominantně $NH_3 \cdot H_2O$ molekuly, které nemají žádný náboj, a proto nemohou být odstraněny pomocí ED.

V případě, že se provede řízená změna pH zpracovávaného roztoku tak, aby bylo dosaženo $pH > 11$, je možné úspěšně využít ED proces na selektivní odstranění přítomných solí (např. NaCl) od amoniaku. Míra odstranění nežádoucích znečišťujících solí je závislá na konkrétním požadavku zákazníka. V praxi je možné odsolovat vodu až k hodnotám pod 1 mS/cm. Ve zde prezentovaném případě byl požadavek odsolovat vstupní roztok (52 mS/cm) na koncentraci cca 8 mS/cm v diluátu, což odpovídá koncentraci RAS cca 6 g/l. Okruh koncentráty



Obr. 6. Protolytická rovnováha amoniaku a amoniakálního kationtu v závislosti na pH (NH_4^+ – černá, $NH_3 \cdot H_2O$ – červená)

byl zakonzentrován na vodivosti blízké 190 mS/cm, což odpovídá celkové koncentraci RAS cca 160 g/l. Takto získaný koncentrát je již možné v případě systému „zero liquid discharge“ odpařit na odparce za účelem získání krystalické soli. Zásadním faktem v tomto případě zůstává skutečnost, že rejekce (výtěžnost) amoniakálního dusíku za použití ED se změněným pH byla v rozmezí 88–95 %. Tím je zaručeno, že amoniakální dusík zůstává ve výstupním proudu a může být odstraněn biologickou cestou na ČOV.

Závěr

Elektrodialýzu je možné využít v aplikacích, kde se zpracovávají jednotky až stovky m^3/h , přičemž zpracovávaný roztok může být silně kyselý nebo silně alkalický. Díky této skutečnosti je možné, v kombinaci se znalostí protolytických závislostí různých solí, provést separaci solí tak, aby byla zvýšena účinnost čištění odpadních vod. V případě snižování výstupní síranové solnosti při likvidaci kyselých síranových vod lze, díky ED a správné kombinaci vstupních proudů, snížit finální síranovou solnost o více jak 55 %. V případě zpracování amoniakálních odpadních vod a dodatečné regulaci vstupního $pH > 11$ lze dosáhnout selektivního odstranění všech přítomných solí. Rejekce amoniakálního dusíku je v takovém případě vyšší jak 88 %. Navíc lze celý systém nastavit v konceptu zero liquid discharge (ZLD) a koncentrát z ED posílat díky vysoké výstupní solnosti přímo na odparku. Technologii elektrodialýzy je možné navrhnout na zpracování malého množství OV (již od jednotek kubických metrů za den) až po systémy, které zpracují stovky kubických metrů za hodinu (např. 640 m^3/hod).

Jan Kroupa
Libor Šeda
Tomáš Jiříček
Monika Heřmánková

MEGA a.s.
Pod Vinicí 87
471 27 Stráž pod Ralskem
jan.kroupa@mega.cz

Vodárenský čtvrtek v dubnu – Vodou proti klimatickým změnám

Dubnový vodárenský čtvrtek nám připomněl významnou úlohu vody a vegetace. První přednášející Jan Pokorný (ENKI o.p.s.) uvedl přednášku historii potvrzeným faktem, že lesy udržují oběh vody a jsou zásadní pro utváření klimatu. Zmínil několik publikací potvrzujících fakt, že když se krajina odlesní, vysychá. Všechny tyto skutečnosti dal do souvislosti s přísunem sluneční energie – pokud krajina a města ztrácí vodu, ovlivňují tím distribuci sluneční energie a (nejen) lokální klima. Uvedl řadu zajímavých příkladů, třeba že pod stromem může být intenzita slunečního záření 10x nižší a teplota o více než 20 °C nižší, nežli je tomu na osluněném chodníku. Strom chladí svoje okolí výparem vody a vyrovnává teploty; na rozdíl od klimatizace, která ohřívá okolí



podobně jako lednička místnost. Denně strom dokáže vypařit mnoho litrů vody a svým ochlazovacím výkonem se vyrovná několika klimatizačním jednotkám.

Jan Pokorný ukázal, že evapotranspirace je zásadním procesem distribuce sluneční energie, vyrovnávání teplotních a tlakových rozdílů, tvorby mlhy, mraků, krátkého i dlouhého oběhu vody. Přes vodu můžeme tedy ozdravovat klima.

Druhý přednášející Michal Kravčík (MPRV SR, Ludia a voda) byl prvním zahraničním hostem vodárenského čtvrtku a představil nám nejen Bílou knihu, která byla vydaná u příležitosti Konference OSN o vodě, ale i knihu Voda pro třetí tisíciletí. Obě publikace zdůrazňují, že vysušování zemského povrchu způsobuje negativní jevy, které musíme jak preventivně řešit, tak předcházet riziku jejich výskytu. Je třeba obnovovat malé vodní cykly a navrátit tím přirozený výskyt častějších a mírnějších lokálních srážek. Je důležité zavodnit ekosystémy, podpořit ukládání uhlíku do půdy, obnovit vegetaci, zvýšit

úrodnost půdy a obnovit ztracenou biodiverzitu. A zdůraznil, že bez vody vlastně nic neexistuje. Vystoupení slovenské delegace na letošní konferenci OSN vyvolalo značný zájem mezi účastníky. Doufejme, že toto téma bude v odborných kruzích i mezi politiky získávat na váze a řešení vodních problémů se stane nedílnou součástí balíku opatření ke zmírnění klimatických změn.

Nenechte si ujít záznam tohoto zajímavého povídání na YouTube kanálu CzWA.

Za OS Vodárenství CZWA

Eliška Maršálková

Čištění odpadních vod z malých zdrojů znečištění

Tradiční seminář věnovaný čištění odpadních vod z malých zdrojů se letos konal v prvních červnových dnech nedaleko Babiččina údolí u České Skalice. Snahou pořadatelů je vytvářet prostředí, ve kterém se budou diskutovat současné problémy. Letos se podařilo tento úmysl beze zbytku naplnit, a to i díky netradičním prvkům, jako je workshop a exkurze na dlouhodobě fungující vegetační obecní čistírnu.

Příspěvek *Nová evropská legislativa a její dopady na ČR* (Plotěný) se zabýval dvěma evropskými směrnici: připravovanou směrnicí k městským vodám a směrnicí o využití recyklovaných komunálních vod, která vstoupila před nedávnem v platnost. Z prezentací o směrnici na městské vody, které na různých fórech zazněly, se zdálo, že legislativa kolem IAS (individuální čistírny) se musí zpřísnit, neboť tvoří podstatnou část znečištění. Po podrobnějším prostudování dokumentu je nutno konstatovat, že tvůrci směrnice zavádí reálnější pohled na IAS a pokud tento pohled bude akceptovat i naše legislativa, tak by se realizace sanitace venkova mohla pohnout dobrým směrem (pokud za správný směr považujeme udržitelné chování). Z návrhu vyplývá, že řídké osídlené oblasti do 10 EO/ha není nutné brát jako aglomerace a lze k nim přistoupit individuálně, a s ohledem na samočistící procesy (v našich podmínkách to budou obce i o velikosti 200 EO). Dalším cílem je, aby požadavky na domovní čistírny byly obdobné jako na větší čistírny (u nás by to znamenalo snížení nároků), dále aby se zavedla evidence IAS pro lepší kontrolu (což je něco, co se skupina ČAO dlouhodobě snaží prosadit), protože kvůli nedostatku kapacit úřadů není velká část IAS pod kontrolou a kazí domovním čistírnám jméno. Pokud budeme opravdu chtít zavést reálný systém kontroly, jak to EU požaduje, ukáže se jako potřebná účast třetích osob (podobně jako technická kontrola u aut nebo revize u kotlů). Doufejme, že naši legislativci se ke směrnici (té části týkající se decentralu a malých aglomerací, které se naší skupiny týkají) zachovají lépe, než ke směrnici EU č. 2020/741, která řeší recyklaci komunálních vod a jejich využití nejen na závlahy. Tu jsme bohužel jako Česká republika jako nepotřebnou odmítli – podle MZe u nás sucho nepotřebujeme řešit úsporami ve spotřebě a recyklaci.

V prezentaci *Nové požadavky na ČOV do 50 EO na Slovensku* (Igor Bodík) byla uvedena současná a výhledová situace ve Slovenské republice. Aktuálně je bez kanalizace a ČOV 1,6 mil. obyvatel, z toho 820 tis. v kategorii do 1 000 EO. Úřady často podporují žumpy před domovními čistírnami, neexistuje seriózní evidence malých ČOV do 50 EO. Ze srovnání odtokových požadavků na ČOV do 2 000 EO v zemích střední a východní Evropy vyplývá, že některé země mají poměrně benevolentní požadavky, jiné zase nereálně přísné. Legislativa Slovenska pro malé ČOV (do 50 EO) se s malými rozdíly podobá té české (pět kategorií DČOV).

O *telemetrickém sledování a kontrole obecních soustav domovních ČOV* informoval další příspěvek (Jaromír Tomšů). Obecní soustavy DČOV jsou povolovány od roku 2016. Hlavní výhodou je centrální monitoring, kdy mohou buď ČOV posílat SMS na server, nebo mají senzory, které jsou napojeny na řídicí jednotku (možnost napojit i chytrý vodoměr). Společnost Satturm realizovala centrální monitoring již pro 21 obcí (1070 DČOV). Přenášené informace jsou zejména motohodiny dmychadla, otevření čistírny a informace z kalové sondy, která měří sedimentační vlastnosti kalu a zaznamenává každý den objem kalu po 30minutové sedimentaci. Servis a provoz čistíren je monitorován nepřetržitě, on-line, a přístup k údajům může mít i státní správa. Provozní poplatek vychází cca na 500 Kč/1 DČOV/1 měsíc. Na tyto soustavy DČOV je poskytována dotace od SFŽP ve výši až 150 000 Kč na jednu DČOV. Posluchači byli seznámeni i s budoucí vizí úspory 45 % pitné vody díky využití předčištěné a dešťové vody.

Zkušenosti s *využitím odpadní vody pro více zeleně ve městech* představil další přednášející (Michal Šperling). Využití odpadní vody pro závlahu okrasné zeleně má velkou výhodu v tom, že tento druh vody teče stále a všude. Může tak nahradit vodu dešťovou, využijeme

ji v místě vzniku, snížíme množství čištěné odpadní vody, snížíme spotřebu pitné vody, ochladíme město výparem. Systémy, které toto umožňují, jsou mokřadní střechy, mokřadní fasády, mokřadní záhony. V odpoledním příspěvku se autor věnoval praktické ukázce, kdy se u penzionu (5 až 50 EO) nahradila nefunkční domovní ČOV kořenovou čistírnou, která se mnohem lépe vyrovná s nerovnoměrným nátokem odpadních vod. Kořenová ČOV se skládá z šestikomorového septiku, dvou vertikálních filtrů (nezatopený a zatopený) a odtoku do rybníka.

Odstraňování anionaktivních tenzidů z odpadních vod (Marie Pištěková, Jan Šálek) je téma související s recyklací a využitím např. šedých vod na závlahu. Jak v laboratorních podmínkách, tak i na polo-provozním polygonu a v reálném provozu se ukazuje, že anionaktivní tenzidy nejsou v obvyklých koncentracích nějakým nebezpečným polutantem, že se velmi dobře váží na prostředí (písečité i hlinitopísčité), a že dochází k jejich podstatnému odbourávání (účinnost zpravidla kolem 90 %). Totéž můžeme sledovat i u biologických nádrží, kde dojde k obdobnému efektu po několika dnech zdržení. Paradoxní se zdá to, že u aerovaných nádrží je redukce menší.

Nejlepší vodohospodářská stavba roku 2022 – přírodní čistírna v obci Hlína (Michal Křiška). Toto ocenění získala nově postavená přírodní ČOV v obci nedaleko Brna pro 320 EO. V obci je tlaková a gravitační kanalizace, dvě čerpací stanice. Díky svažitému terénu může čistírna pracovat zcela bez elektrické energie (energie ze solárního panelu se využívá na sledování srážení fosforu, které není povinné). Uspořádání ČOV tvoří jemné česle (následně rozdělení na tři toky), anaerobní separátor (doba zdržení 10 dní), vertikální filtr 1. stupně (hrubší frakce – 2,5 mm), vertikální filtr 2. stupně (jemnější frakce). Toto uspořádání umožňuje odstranění nejen N_{amon} , ale i N_{celk} . Aktuální denní průtok je 10 m³/den, počítá se s postupným zvýšením na 30 m³/den, pulzní napouštění umožňuje průtok až 60 l/s. Ani tato stavba se neobešla bez komplikací, jako bylo nevhodné načasování zahájení výstavby (zima) a kalkulované vícepráce od stavební firmy. Na druhé straně má ambice se stát vlajkovou lodí, která by mohla změnit pohled vodoprávních úřadů a Povodí na používání extenzivních čistíren.

Otázkou *Kam s kalem z domovních čistíren* se zabýval příspěvek paní Ladislavy Matějů. Novela zákona o odpadech, která vejde v platnost od 1. 7. 2023 (284/2021 Sb.), se nebude týkat nakládání s kaly, byly zde ale upraveny a doplněny definice kalu a upraveného kalu. Uvádí se, že upraveným kalem je kal, který splňuje mikrobiologická kritéria stanovená vyhláškou ministerstva. Vyhláška 273/2021 Sb. je v platné verzi od 1. 1. 2023 (445/2022 Sb.) velice benevolentní v oblasti požadavků na mikrobiologické ukazatele při použití kalů na zemědělské půdě, kde byl stanoven limit 10⁶ KJT/g sušiny pro enterokoky a koliformní bakterie po kategorii II. (nejasnost v rozdělení



Průběh semináře



Kořenová ČOV Velká Jesenice

na kategorie I. a II.). Tyto parametry je schopen splnit i neupravený aktivovaný kal (testován kal z 12 domovních ČOV). Obavy plynou především z antimikrobiální rezistence (AMR), která se vlivem reziduí antibiotik spolu s neantibiotickými léčivými a těžkými kovy obsaženými v kalech může značně rozšířit (každoročně roste počet úmrtí na AMR). Pro snížení rizika šíření AMR by měly být kaly z ČOV podrobeny kompostování, vápnění, termické hydrolýze nebo sušení. Jak tedy nakládat s kalem z domovních ČOV? Dle vyhlášky platí povinnost odvozu na větší ČOV, kaly ale zároveň splňují parametry pro upravený kal a můžou se tedy použít na zemědělskou půdu. Vzhledem k rostoucím AMR je žádoucí před aplikací na půdu kal kompostovat nebo vápnit.

Nové pohledy na sanitaci venkova (Karel Plotěný) byla přednáška, která uvedla závěrečný workshop. Přednáška poukázala na to, že představy o sanitaci malých obcí jsou často nereálné. V globálu při plánovaných investicích kolem 5 miliard ročně do řešení odkanalizování v ČR nevyřešíme malé obce ani za 50 let (pokud bychom je měli řešit centrálně). Nerealistická řešení jsou příčinou zbytečně vynaložených nákladů na projekty, které se nikdy neuskuteční (i statisícové škody pro obce), a miliardových nákladů, které jsou vynaloženy bez efektu na změnu kvality vody v toku. Z praxe jsou známy případy řešení obcí, kde náklady na 1 EO tvoří 270 tis. Kč, což je náklad, který by umožnil v jiném zvoleném případě realizovat sanitaci pro 10 EO. Zajímavý je i údaj, kolik by musela vydat ČR (občané v obcích od 1 do 2 tis. EO) na pokrytí nákladů vyplývajících z návrhu ve směrnici o městských vodách. Při nákladech např. 150 tis. Kč/EO a skoro milionu lidí v této kategorii, by to bylo více než 100 miliard! Při řešení sanitace venkova byla zmíněna potřeba vhodné zpracovaných plánů rozvoje vodovodů a kanalizací a jejich posuzování z hlediska udržitelnosti (ekonomické, ekologické, sociální hledisko), nově včetně posuzování odolnosti (blackout, válka, povodně, sucho).

V rámci diskuse byla také řešena problematika harmonizace/platnosti normy 12566-3, která může působit potíže při povolování/



Odtok z kořenové ČOV Velká Jesenice

ohlašování ČOV na vodoprávních úřadech. Na stránkách CzWA bude vyvěšeno stanovisko UNMZ.

Workshop

V rámci workshopu byla řešena sanitace obce o 250 obyvatelích, obce, která byla soustředěna kolem malého toku a umožňovala tak jak centrální, tak i decentrální řešení. Do finálního posuzování se dostala dvě nejudržitelnější řešení – jedno jako skupina domovních čistíren s telemetrií a druhé jako centrální vegetační ČOV (v dnešní době by asi byla v praxi tendence prosadit variantu s jednou centrální aktivací ČOV). Dopady na obyvatele (viz ukazatele udržitelnosti) by byly zhruba stejné – stočnou by se lišilo ve stovkách korun za rok, a tak by při hlasování v zastupitelstvu rozhodoval subjektivní pohled (daný obecným povědomím), tedy akceptovatelnost a pak odolnost vůči vnějším vlivům – což jsou obecně nové parametry, které by měly být součástí rozhodovacího procesu. Na prvním místě byl samozřejmě dopad sociální, a ten byl zhruba stejný. Zajímavé bylo, že i u tak malé obce by se podařilo uvedenými řešeními dostat se stočným pod 30 korun.

Cílem druhého workshopu bylo hledání slabých míst vodohospodářského řešení lokality Chytré Líchy, a to jak z pohledu legislativního, tak i z dalších hledisek, jako je provozování, akceptace obyvatelstvem atd. Cílem projektu (zkráceně) je úspora 50 % objemu pitné vody použití

Servis a opravy strojů a zařízení

Pravidelně. Jednorázově. Akutně.



Poskytujeme komplexní služby v oblasti vodního hospodářství včetně inženýrských služeb, oprav a (i havarijního) servisu

nonstop havarijní služba
800 150 155
www.vodaczservice.com

VODA^{CZ}
service

Technologie úpravy a čištění vody

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

kalolisy, zahušťovačky kalu,
lamelové usazovačky,
pískové filtry

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

envites[®]

Technika pro vodní a kalové hospodářství

podzemní vody jako užitkové, a to prostřednictvím veřejného vodovodu, zachycení srážkových vod na lokalitě a případně i recyklace šedých vod s využitím přírodního čištění a následného zasáknutí v místě, čímž by dopad odběru užitkové vody na množství podzemních vod na lokalitě byl minimální. Jako možné místo střetu zájmů byla shledána akceptace zasakování vyčištěných šedých vod na lokalitě a možnost ovlivnění kvality odběrů podzemních vod v okolí. Kladné bylo hodnocení odolnosti zásobování vodou díky využití místního zdroje užitkové vody. Očekávané problémy v projednávání – stanovisko k zasakování recyklovaných vod, využití užitkové vody na jiné účely než splachování a zálaha. Jako neprůchodné se jeví její využití na osobní hygienu.

Exkurze

Druhý den proběhla exkurze na kořenovou čistírnu ve Velké Jesenici. Tato ČOV byla postavena v roce 1998 (550 EO), následně v roce 2015 provedena její úprava (750 EO), aby splnila požadavek na odstranění

amoniakálního dusíku – doplněn vertikální a denitrifikační filtr na odtoku. Celý areál ČOV se rozkládá na ploše 7 800 m². Provedl nás starosta obce, která si ČOV sama provozuje. Celkové provozní náklady na čistírnu činí 150 000 Kč/rok, 17 Kč na 1 m³ odpadní vody (s odpisy). Vodné a stočné činí celkem 70 Kč. Obsluha ČOV obnáší čištění šterbinové usazovací nádrže, čištění česlí a lapáku tuku, sekání trávy. Starosta si chválí jednoduchost obsluhy, odolnost vůči balastním vodám a estetickou hodnotu. S přehledem jsou plněny všechny požadované limity.

Pořadatelé děkují všem účastníkům semináře a těšíme se opět za rok na setkání.

Za OS ČAO

Karel Plotěný
Věra Štiková

22. mezinárodní vodohospodářská výstava VODOVODY A KANALIZACE 2023

Ve dnech 23.–25. května 2023 se na pražském výstavišti v Letňanech po dlouhých čtyřech letech uskutečnilo jedno z nejvýznamnějších vodohospodářských setkání v České republice.

Asociace pro vodu ČR z. s. při této významné události nechyběla. Jako v minulých letech jsme se odbornými přednáškami spolupodíleli na doprovodném programu výstavy a díky vstřícné nabídce Sdružení oborů vodovodů a kanalizací z. s. jsme mohli být součástí společného stánku SOVAK, SVH a CzWA. Jsme velmi rádi, že jsme se tak mohli stát jedním z důležitých míst k oborovému setkávání.

Jana Šmídková



Slavnostní zahájení výstavy



Společný stánek SOVAK, CzWA a SVH



Pohled na výstavní plochu

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

Redakční rada:

prof. Ing. Pavel Jeníček, CSc.; Ing. Martin Koller; Ing. Jiří Kratěna, Ph.D.; doc. Ing. Tomáš Kučera, Ph.D. – předseda; Ing. Lubomír Macek, CSc., MBA; Ing. Plotěný Karel; Ing. Karel Pryl; doc. RNDr. Jana Říhová Ambrožová, Ph.D.; Ing. Sochorová Helena, Ph.D.; Jakub Sochor; Ing. Miroslav Váňa; Ing. Jan Vilímec; Ing. Tomáš Vítěz, Ph.D.

Listy CzWA vydává Asociace pro vodu ČR – CzWA

Kontaktní adresa pro korespondenci a zaslání příspěvků:

Asociace pro vodu ČR z.s. (CzWA)
Jana Šmídková
Traťová 574/1
639 00 Brno
czwa@czwa.cz, +420 737 508 640

Slovo úvodem

Dámy a pánové, vážení kolegové a čtenáři, toto číslo Krajinného inženýra vychází v letním dvojčísle Vodního hospodářství a vy jej tedy dostáváte do rukou v době prázdnin. Doufám, že si je užíváte ke své spokojenosti, ať už je trávíte v domácích luzích a hájích, nebo jste se vydali do více či méně vzdálených destinací.

V minulém čísle jsem se vědomě vyhnul komentování širšího dění u nás i ve světě, tentokrát si to však nemohu odpustit. Když jsem v prosincovém čísle zmínil katastrofu zničení Oskilské přehrady, netušil jsem, že dojde k neštěstí ještě většího rozsahu. Ano, mám na mysli Kachovskou přehradu v Chersonské oblasti na Ukrajině, jejíž havárie způsobila obrovskou, nejen ekologickou katastrofu. Nepřísluší mi zde rozebírat příčiny a vinu, byť se to jeví jako poměrně zřejmá záležitost, dovolím si tedy opět vyslovit přání, aby bylo možné co nejdříve započít snahy o nápravu dopadů tohoto neštěstí.

Jsem rád, že o dění v naší společnosti mohou psát veskrze pozitivní zprávy. Od posledního čísla Krajinného inženýra totiž proběhly dvě akce, které naše společnost pořádala. Na začátku května to byla konference Rekreace a ochrana přírody, tentokrát s podtitulem „S přírodou ruku v ruce?“. V polovině června se pak konala konference Rybníky 2023. O obou akcích přinášíme informaci v tomto čísle. Současně bych rád upozornil na další akci, kterou naše společnost pořádá. Je jí opět po dvou letech konference Krajinné inženýrství 2023. Konference se koná 14. a 15. září ve Křtinách. Podrobnější informace poskytnou Ing. Čášek (j.casek@3eprojektovani.cz) a Ing. Fialová (jitka.fialova@mendelu.cz).

I tentokrát nevynecháváme rubriku věnovanou představování rybníků. Tentokrát se podíváme na rybník Mrštín na toku Vlkavy na Mladoboleslavsku.

Závěrem Vám všem přeji hezký zbytek léta a rád bych vyslovil přání, abychom se setkali na některé z akcí pořádaných naší společností či při jakékoli jiné příležitosti.

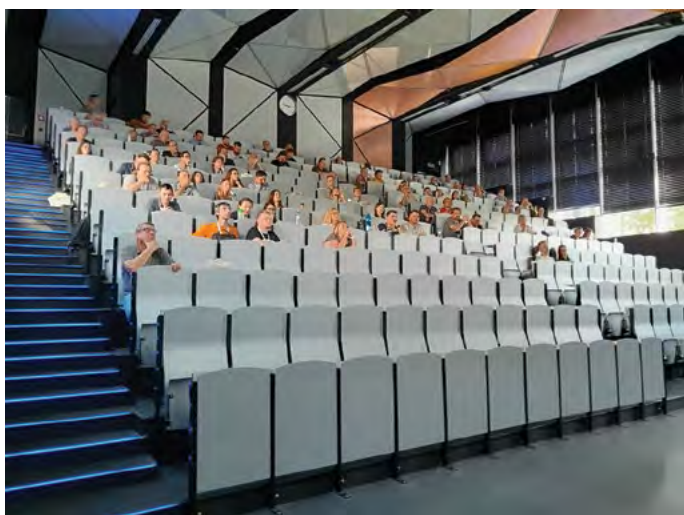
(-vd-)

Rybníky 2023

Konference Rybníky 2023 byla již devátým ročníkem odborného setkání věnovaného rybníkům a tématům s nimi souvisejícím. Formát konference byl již tradiční, když konference byla dvoudenní s tím, že první den byl věnován přednáškám a druhý exkurzi. Akce se konala ve dnech 15. a 16. června na půdě Fakulty stavební ČVUT a byla pořádána naší společností (ČSKI) ve spolupráci právě s FSv ČVUT a Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků. Kapacita konference limitovaná dopravou na exkurzi na 100 osob byla zcela naplněna.

První konferenční den patřil přednáškám, které byly rozděleny do čtyř bloků. Dopolední část programu byla věnována příspěvkům souvisejícím zejména s výstavbou, rekonstrukcemi

a historií rybníků a vodních nádrží. Výstavbou malých vodních nádrží se zabývaly příspěvky Ing. Čáška (nádrže v rámci revitalizace toku na Pelhřimovsku a Ing. Karneckého (nádrž na Letné), rekonstrukci bezpečnostního přelivu VN Hostivař představil Ing. Pukl. Historii se věnovali ve svých příspěvcích Mgr. Havlíček (historické vodohospodářské objekty na vodní pohon) a RNDr. Létal (rybníky v severní části Hornomoravského úvalu). Zazněl i příspěvek věnovaný výparu z vodní hladiny jakožto významnému faktoru hydrologické bilance vodních ploch (Ing. Beran). Dopolední část programu byla věnována vodě v rybnících a rybám. Ing. Potužák prezentoval výzkum prováděný na Jordánu v Táboře, Ing. Baxa pohovořil o trendech ve vlivu povodí na koncentrace vybraných látek v rybnících a Ing. Regenda přednesl příspěvek o rybožravých



Příspěvkům prezentovaným na čtvrté části programu naslouchalo pozorně více než 100 účastníků



Exkurzi prováděl Ing. Baxa, ředitel ENKI, za což mu patří velký dík

predátorech. Na závěr byl Ing. Baxou prezentován výzkumný projekt RAGO zaměřený na přírodě blízké rybí obsádky, čímž mimo jiné učinil intro pro páteční exkurzi.

Již tradičně byl první konferenční den zakončen neformálním posezením v Únětickém pivovaru. Oproti předchozímu roku nám byla otevřena stodola, což za sebe vnímám velmi pozitivně. Diskuse byly živé, odborné i neoborné, což považuji za jeden z největších přínosů konference.

Exkurze tento rok zaměřila do CHKO Brdy k Padrťským rybníkům. Na sraz k hotelu Diplomat dorazilo méně účastníků, než bylo očekáváno, jelikož řada jich zvolila dopravu po vlastní ose na sádky v Mirošově. Následoval společný přesun k samotným Padrťským rybníkům. Velký dík patří Ing. Baxovi, který účastníky exkurzí provedl a informoval je o výzkumech

zde realizovaných. Ty jsou prováděny na čtyřech menších rybnících nacházejících se na toku Klabavy pod Dolejším padrťským rybníkem. Navštíveny tedy byly rybníky Ledvinka, Gricák, Šindelka a Výtažník. Poté se účastníci přesunuli k Hořejšímu padrťskému rybníku, kde je čekalo občerstvení a možnost krátké procházky. Zde byla konference i ukončena a účastníci se rozjeli do svých domovů.

Příští rok nás čeká již desátý jubilejní ročník. Termín bude ještě upřesněn, ale předběžně se bude opět jednat o červen. Věřím, že i v příštím roce bude o konferenci zájem a že budeme schopni přinést zajímavý program.

Václav David

Rekreace a ochrana přírody – s prostředím ruku v ruce?

Rekreace a ochrana přírody – s prostředím ruku v ruce? (Public recreation and landscape protection – with environment hand in hand?) byl název konference, kterou uspořádala Česká společnost krajinných inženýrů s Ústavem inženýrských staveb, tvorby a ochrany krajiny Lesnické a dřevařské fakulty Mendelovy univerzity v Brně ve spolupráci s Českou bioklimatologickou společností, Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR a Partnerstvím, o.p.s., a za podpory od společností FS Bohemia, s.r.o. a Lesy České republiky, s.p.

Nad konferencí převzali záštitu prof. Dr. Ing. Jan Mareš, rektor Mendelovy univerzity v Brně, prof. Dr. Ing. Libor Jankovský, děkan Lesnické a dřevařské fakulty MENDELU, doc. Dr. Ing. Tomáš Vrška, ředitel Školního lesního podniku



Ukázka lesní pedagogiky v Arboretu Křtiny



Účastníci exkurze do Lednicko-valtického areálu

Masarykův les Křtiny, Ing. Dalibor Šafařík, Ph.D., generální ředitel Lesů České republiky, s.p., Mgr. Jan Grolich, hejtman Jihomoravského kraje, a JUDr. Markéta Vaňková, primátorka statutárního města Brna.

Konference byla pořádána ke stoletému výročí Školního lesního podniku Masarykův les Křtiny a uskutečnila se ve dnech 9. až 11. května 2023 v kongresovém sále zámku ve Křtinách. Zde si cca 80 účastníků vyslechlo celkem 21 příspěvků k dané problematice. Konference se bylo možné účastnit také online a tuto možnost využilo dalších cca 20 účastníků.

Průběh konference

Konferenci zahájil krátkým prolovem doc. Dr. Ing. Tomáš Vrška, ve kterém také přivítal účastníky a představil Školní lesní podnik Masarykův les Křtiny a jeho problémy spojené s intenzivním rekreačním využíváním území. Poděkoval všem účastníkům za příspěvky do sborníku a osobní účast na konferenci.

Posléze se Ing. Jana Cháberová ve spolupráci s doc. Ing. Jitkou Fialovou, MSc., Ph.D., ujala vedení jedné z dopoledních sekcí. Dopolední sekci zahájil svým příspěvkem Mgr. Tomáš Salov, tiskový mluvčí NP České Švýcarsko, který měl svůj příspěvek na rozsáhlý požár z roku 2022.

Dopoledne ještě proběhly dvě paralelní sekce a stejně tak i odpoledne před exkurzemi.

Jedna z odpoledních exkurzí byla vedena do Adamova a do Josefského údolí po již zrušené turistické trase a druhá do Arboreta Křtiny, kde byly realizovány ukázky lesní pedagogiky a cvičení lesní mysli, a do lomu Seč u Rudice.

Účastníci konference přijeli nejen z České republiky a Slovenska, ale i například z Polska. Online byli připojeni účastníci z Itálie, Filipín, Rumunska nebo z Turecka.

Poslední konferenční den byla exkurze vedena do Lednicko-valtického areálu s ukázkami řešení rekreační infrastruktury.

Podpora Světelského oltáře v kostele sv. Barbory v Adamově

Účastníci konference se v rámci předkonferenční rozpravy složili na podporu obnovy Světelského oltáře, který měli někteří možnost navštívit a prohlédnout si i s výkladem.

Poděkování: Za finanční a nefinanční podporu konferenci děkujeme společnosti FS Bohemia, s.r.o.

Jitka Fialová
Ústav inženýrských staveb, tvorby a ochrany krajiny
Lesnická a dřevařská fakulta
Mendelova univerzita v Brně
Zemědělská 3
613 00 Brno
jitka.fialova@mendelu.cz

Rybník Mrštín

Úvod

Rybník Mrštín se nachází ve Středočeském kraji východně od obce Kosořice cca 10 km jihovýchodně od Mladé Boleslavi (obr. 1). Rybník je situován mezi ř. km 28 a 29 toku Vlkavy, která se vlévá zprava do Labe u Kostomlat. Zátopa rybníka je protáhlá od severovýchodu k jihozápadu a je výrazně esovitě zakřivená (obr. 2).

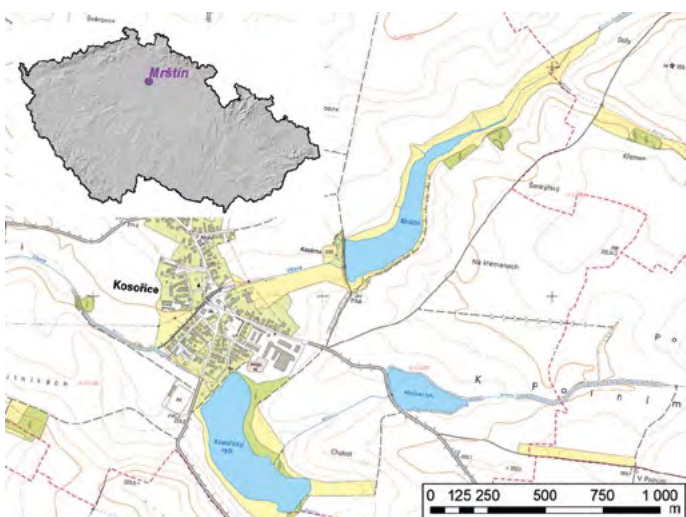
Z pravého břehu jsou do zátopy přivedena odvodňovací pera od pozemků rozprostírajících se na pravém břehu.

Ani tato oblast nepatří mezi oblasti všeobecně známé rybníkářstvím, rybníků se zde však nachází poměrně velké množství. Zmínit je třeba zejména kaskádu rybníků o rozloze od 1 ha (rybník Borůvek) do 7,3 ha (Jistebský rybník) na Hladoměřském potoce, který je levostranným přítokem Vlkavy v horní části povodí. Významná je i soustava rybníků na Jabkenickém potoce, který se do Vlkavy vlévá zleva až pod Mrštínem.

V bližším okolí Mrštína se na bezejmenném levostranném přítoku Vlkavy vlévajícím se do ní v Kosořicích nachází dva rybníky – Močický rybník (3,7 ha) a Kosořický rybník (7,9 ha). Kosořický rybník je zajímavý i tím, že má přítok zajištěn převodem i z toku Jabkenického potoka.

Rybníční objekty

Spodní výpust se nachází v cca 1/3 délky hráze od jejího levého zavázání. Uzávěr spodní výpusti tvoří otevřená šachta se šoupětem pro regulaci vypouštění ode dna a drážkami pro dluže k regulaci hladiny (obr. 3). Odpadní potrubí od výpusti



Obr. 1. Rybník Mrštín rybník na Základní mapě ČR



Obr. 3. Šachta uzavřeného požeráku na spodní výpusti rybníka Mrštín

je vyústěno do vývařiště, které též slouží jako loviště pod hrází a je vybaveno ocelovou lávkou s drážkami pro zahrazení. Přímý bezpečnostní přeliv je situován k pravému zavázání hráze. Skluz přelivu spadá do mohutného vývařiště, z něhož je voda odváděna korytem do toku pod nádrží (obr. 4). Vzhledem k tomu, že nádrž je rybochovná, je přeliv chráněn česlovou stěnou púdorysně trojúhelníkového tvaru rozvinutou do prostoru zátopy. Přeliv byl v roce 2021 rekonstruován, protože byl ve špatném technickém stavu. Hráz rybníka je přímá, cca 200 m dlouhá, s poměrně strmým návodním i vzušním lícem.

Historie

Údaj o založení rybníka Mrštín chybí. Kronika obce Kosořice do roku 1930 odhaduje zakládání rybníků na zamokřených územích na konec 14. století, což by odpovídalo první vlně výstavby rybníků v Českých zemích za doby vlády Karla IV. a po ní. Konstatovat s jistotou, že v tomto období byl založen i rybník Mrštín, ovšem nelze. Obec byla převážně vlastnický rozdělena, když jednotlivé statky měly různé pány. Opakovaně se mezi vlastníky objevují zástupci rodu Krajířů z Krajku. V 17. století patřily Kosořice spolu s dobrovickým statkem Adamu z Valdštejna, který je získal výměnou od Albrechta z Valdštejna roku 1623. Po smrti Adama roku 1638 přešel majetek do vlastnictví jeho potomků. Rybník Mrštín byl v této době v přímém vlastnictví této vrchnosti, přičemž záznamy uvádí, že dával 40 kop kaprů. Ve 30. letech 20. století hospodařila na rybnících Jihočeská rybníkářská společnost.

Pohled do starých map naznačuje kontinuitu existence rybníka, minimálně od 18. století, od kterého jsou k dispozici mapová díla potvrzující jeho existenci. Zakreslen je tak na Müllerově mapě z roku 1720 (list č. 8, obr. 5), mapě I. rakouského vojenského mapování (1VM) z let 1764–1768 (list č. 76,



Obr. 2. Zátopa rybníka Mrštín je protáhlá s esovitým zakřivením



Obr. 4. Skluz bezpečnostního přelivu s mohutným vývařištěm



Obr. 5. Výřez Müllerovy mapy zpracované v měřítku cca 1 : 132 000



Obr. 6. Výřez mapy I. rakouského vojenského mapování zpracované v měřítku 1 : 28 800



Obr. 7. Výřez mapy II. rakouského vojenského mapování zpracované v měřítku 1 : 28 800



Obr. 8. Výřez mapy stabilního katastru zpracované v měřítku 1 : 2 880

obr. 6), mapě II. rakouského vojenského mapování (2VM) z let 1836–1852 (list č. O_6_IV, obr. 7), mapě stabilního katastru (SK) z let 1824–1843 (obr. 8), na Přehledné hydrografické mapě Království českého z roku 1856 i mapě III. rakouského vojenského mapování (3VM) z let 1877–1880 (list č. 3854_3, obr. 9), nechybí ani na novodobějších mapách – například topografické mapy (S52) v systému S-1952 z let 1951–1971 (obr. 10) nebo současná Základní mapa České republiky (ZM). Záznamy v kronice obce Kosořice hovoří i o hydrologických extrémech, které se rybníka dotkly. Jedná se o sucho z roku 1874, kvůli kterému bylo nutno slovit ryby, a záplavy z roku 1926, kdy bylo území obce po delší čas zaplaveno. O havárii na rybníce se však kronika nezmiňuje, takže lze předpokládat, že rybníky tuto katastrofu ustály. Kronika zmiňuje záplavy i obecněji, a dokonce hovoří o tom, že se správci rybníků nechťeli podílet na likvidaci škod a že vodu z rybníků při záplavách upouštěli a přispívali tím k záplavám v obci. Upouštění lze samozřejmě chápat jako preventivní opatření a rybníkářům jej určitě nelze zaslívat.

Krom chovu ryb byl rybník využíván v minulosti též jako zdroj energie. Pod hrází se nacházela pila a mlýn.

Byť to vypadá, že rybník Mrštín existoval kontinuálně po staletí, u dalších rybníků v okolí tomu tak nebylo. Za zmínku určitě stojí rybník, který se nacházel cca 600 m nad Močic-

kým rybníkem. Na mapě 1VM je patrná jeho hráz, ale rybník zakreslen není, zatímco na mapě 2VM již je zakreslena vodní plocha, stejně tak na mapě SK, kde lze najít i jméno rybníka Polný. Na mapě 3VM ani na pozdějších dílech již zakreslen opět není. Zánik postihl i rybník Niemetzky, který byl naposledy zaznamenán na mapě 1VM, nacházel se východně od Rejšic a byl dle všeho největším v blízkém okolí.

Současnost

V současnosti je rybník Mrštín využíván k chovu ryb. Hospodaří na něm společnost Rybářství Chlumec nad Cidlinou. K rekre-



Obr. 9. Výřez mapy III. rakouského vojenského mapování zpracované v měřítku 1 : 28 800



Obr. 10. Výřez mapy v systému S-1952 zpracované v měřítku 1 : 10 000

ačným účelům v podobě koupání rybník využíván není. Jednak z důvodu špatného přístupu k vodě s ohledem na rozsáhlé rákosiny a jednak vzhledem ke špatné kvalitě vody, která je důsledkem vstupu znečištění z bodových zdrojů na toku nad rybníkem. Rybník je též předmětem výzkumu orientovaného na hydrologické funkce malých vodních nádrží. Nad i pod rybníkem jsou na toku zřízeny měrné profily, v okolí nádrže je zřízeno 8 mělkých vrtů monitorujících stav hladiny podzemní vody.

Závěr

Rybník Mrštín je dalším příkladem méně známého rybníka i oblasti, která není rybníkářstvím typická. Byť rybník sám o sobě není příliš atraktivním turistickým cílem, lze určitě doporučit k návštěvě rybníky výše v povodí Vlkavy či na Jabkenickém potoce v Přírodním parku Jabkenicko včetně Jabkenické obory.

Literatura

- [1] Kosořice: Kronika obce do roku 1930
- [2] Liebscher, P.; Rendek, J. (2014). *Rybníky České republiky*. Academia, Praha.
- [3] Vlček, V.; Kestřánek, J.; Kříž, H.; Novotný, S.; Píše, J. (1984). *Zeměpisný lexikon ČSR – Vodní toky a nádrže*. Academia, Praha, 316 s.

Vás srdečně zve na
XXVI. ROČNÍK KONFERENCE
**NOVÉ TRENDY
V ČISTÍRENSTVÍ**

PŘIHLÁŠKA
PRO PARTNERY

PŘIHLÁŠKA
PRO ÚČASTNÍKY

HOTEL PALCÁT TÁBOR
9. května 2471, 390 02 Tábor
7. – 8. 11. 2023
www.envi-pur.cz

Václav David
Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství
Fakulta stavební
České vysoké učení technické v Praze
Thákurova 7
166 29 Praha 6 – Dejvice
vaclav.david@fsv.cvut.cz

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
www.culligancz.cz



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

7-8/2023 ♦ 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 Nietscheová; RNDr. Pavel Punčochář, CSc.; Ing. Jiří Švancara; Ing. Lenka Wimmerová, MSc., Ph.D.

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

Objednávky časopisu, vyúčtování inzerce:
administrace@vodnihospodarstvi.cz

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

Roční předplatné 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

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.**

NA ZÁVĚR...



O Bečvě a zákonech

Mnoho a mnoho více či méně odborných pojednání nebo jen tisíce prostých názorů k významnému případu havárie na řece Bečvě v roce 2020 se objevuje stále častěji v našich sdělovacích prostředcích. Zcela chápu rozhořčení rybářů a jejich sympatizantů nad tím, jak byly ryby otráveny a že je třeba věc vyšetřit. Méně osob se pak již zabývá tím, jak se udusily v loňském roce ryby v dokonce ještě asi o 3 tuny větším množství při havárii na Dyji v létě 2022. Suše se konstatoval nedostatek kyslíku v důsledku organického znečištění některých přítoků a dál ticho po pěšině. Naproti tomu se Bečva stala od samého počátku politickou causou, protože ji bylo možno dobře zneužít a uchopit jako předvolební zbraň dokonce ve třech volbách v ČR. Každému stejné?

V dané cause jsem zatím stále povinován mlčením, a proto nemohu napsat nic, co by se případu konkrétně věcně dotýkalo, zatímco kdejaký hlupák a neplatič silničních pokut si o mne otírá své špinavé pracky. Spravedlnost tedy pláče, a stačilo, abych veřejnosti sdělil, že Inspekce rozhodla v případě vyloučení jisté společnosti (stále nesmím jmenovat!) správně, a ihned jsem dostal správný pokutu od úřadu pro nespravedlnost v dosti citelné výši. Protože nehodlám platit pokutu další, musím trpět silný a neoprávněný nátlak politiků vedený jejich mrzkými pohnutkami. Ti mohou stále vše. Dokonce ani slovnatá a rozporuplná Parlamentní komise mne nevyslechla, ale zato navrhla mé potrestání, což se následně stalo. Byl jsem jí však požádán o zaslání svých návrhů ke změně vodního zákona, a když jsem objednanou práci zaslal, parlamentní komise mi práci odmítla zaplatit. Každý z poslanců ale bere na takovéto odborné posudky a názory paušální měsíční příplatek ve výši mnohem větší, než byla moje symbolická fakturace. Veřejně tady sděluji, že jsem fakturoval 6000 Kč, které mi Parlament za objednanou a dodanou práci stále ještě dluží.

Návrhy k novele vodního zákona

Již při tvorbě nového vodního zákona jsem v letech 1998–2000 podal řadu doplňujících návrhů. Většina z nich byla přijata a jsou v zákoně dodnes. Některé byly časem našimi zákonodárci zrušeny jako „zbytečné“ a ze zákona postupně vypadly, aby umožnily lepší a „svobodnější“ podnikání. Patří mezi ně také ustanovení o povinném ustanovení vodohospodářů ve firmách nakládajících s vodou v množství více, než je stanovený limit. Toto ustanovení mělo být pokračováním dřívější povinnosti mít v podniku vodohospodáře odpovědného a znalého celé vodní problematiky ve firmě a vypadlo v posledních fázích projednávání zákona. To už dnes řada mladších kolegů nepamatuje a mnozí o tom ani neslyšeli. Dodávám pro ně, že vodohospodář byl do roku 2000 něco jako „ředitel veškeré vody“ a ve firmě měl zhruba takové postavení, jako dnes Manažer ISO 14000 v podnicích, které si tuto normu dobrovolně implementují. Valná většina ostatních na to s prominutím kašle, protože zisk je přednější. Všimněme si rozdílu mezi povinností a dobrovolností! I u firem s certifikovaným ISO 14000 jsou znát významné rozdíly v kvalitě a funkci systému. Znám případy, kdy si firma ten certifikát prostě úplně evidentně koupila.

Krátce před schválením vodního zákona č. 254/2001 Sb. schválili ale zcela paradoxně slovní poslanci zavedení funkce odpadového hospodáře v podnicích (zákon č. 158/2001 Sb.) na základě významných problémů s odpady. Vodohospodáři tvrdohlavě nebyli zavedeni po mých připomínkách ani později, když už bylo zřejmé, jak velká chyba se stala. Funkce odpadového hospodáře v podnicích byla pro rovnost rezortů opět zrušena parlamentem v zákoně č. 541/2020 Sb. Postup, který normální člověk nevymyslí. Zákon o vodách má za 23 let platnosti 34 novel – kdo se má takovými zákony řídit a jak je vynucovat?

Podnikový vodohospodář dříve měl mít odborné vzdělání a měl za povinnost trvale se vzdělávat v oboru. Vodohospodáři měli každoročně několik odborných konferencí s vysokou účastí (zažil jsem to, na některých jsem přednášel). Vodohospodář měl také pod sebou

všechnu vodu v podniku a při jednáních s úřady nebo inspekci byl hlavní kontaktní osobou. Tato dobrá praxe se postupně opustila a mnozí odborní vodohospodáři přešli na jiné pozice a dnes již většinou do důchodu.

Jako znalec, konzultant a auditor jsem ve firmách dost často, abych konstatoval stav úplné vodní roztržitosti a neodborného nakládání s vodami. Zdroje vody patří často třeba pod účtárnu, provoz dílčích zařízení k předčištění vod z technologie pod stavební nebo strojní údržbu (nejlépe pod obě) a vypouštění a ČOV pod nějakého ekologa, který má obvykle jakékoli jiné než vodařské vzdělání.

Ve zvláště vybraných případech jsou všechny tyto osoby účelově řízeny podnikovým managementem způsobem „mlč nebo půjdeš“. Provozují se i zařízení zcela mimo hranice technické způsobilosti, a úřady to nevidí nebo nechtějí vidět. Tento systém platí nyní nejen ve vodním, ale také v odpadovém hospodářství. Nedávno jsem na jedné konferenci veřejně jmenoval firmu, kterou s aplikací těchto zásad považuji za nejhorší v republice, protože vykazuje jednu havárii za druhou, a dokonce již se smrtelnými následky. V rozumně vedeném státě by taková firma musela již dávno skončit, u nás ne.

K návrhu novely vodního zákona jsem se vyjádřil poměrně skepticky. Nedoporučil bych další snižování limitů k vypouštění, protože jsme většinou již na technicko-ekonomicky únosné hranici, která by naše firmy posunula do významné ekonomické nevýhody vůči firmám v jiných zemích. Bylo by to technicky i finančně neúnosné náročné a stavělo by to naše firmy do nekonkurenceschopného postavení vůči zahraničním. Dodržujeme proto limity na dohodnuté evropské úrovni. Stejně tak jsem nedoporučil další zvyšování pokut za havárie, vidím to jako neefektivní. Navrhovaná výše pokut by mohla vést k úplné likvidaci firmy i v případě malého překročení limitů. Nevedla by ale jako nástroj k prevenci, ale pouze k represí. Dobře se ví, že vraha neodradí ani hrozba trestu smrti nebo doživotí, protože si každý myslí, že nebude prokazatelně odhalen a právníci ho zachránějí. Bohužel je to tak a právníci smejí lhát a mlžit ve pro-

spěch svého klienta, až se jim od huby práší. A stejně tak i takzvaní experti na straně obhajoby. Jak se mají ve věcech vyznat soudy, které nedisponují žádnou odbornou technickou nebo biologickou kvalifikací? Zvítězí rozum a spravedlnost, nebo poloha čárek a gramatika psaného zákona? O lobbismu poslanců ani nemluvě!

V návrhu novely vodního zákona je také ustanovení o tom, jak mají být evidovány veškeré výusti do vodních toků. To mohl navrhnout jen šílenec, který neví, co kde všude je a myslí si, že z pohledu jeho kanceláře se to dá dobře nařídit a zvládnout. Navíc už jedna taková evidence je. Praxe je taková, že na ORP i na krajích sedí často úředníci (a úřednice, abych byl genderově správný), kteří o problematice nemají nejmenší potuchy a nevědí ani, co mají mít – například havarijní plány. Nejsou takoví všichni, musím dodat, že se najdou i myslící výjimky. Ono to platí také v procesu EIA, kde se s tím setkávám dost často. Není to tak dávno, co mi jistý městský úřad v úrovni ORP sdělil, že nemá žádné mapové podklady o aktivních nebo zrušených kanalizacích v oblasti své působnosti. Jak takový úřad může působit, si jistě dokáže čtenář představit.

V kontrolním a rozhodovacím procesu by měla být více užívána odbornost znalců a odborných ústavů jako konzultantů a zejména také zdravý rozum. Pozor ovšem na pseudoodborníky a profesory ze zcela jiných oborů! V návrhu je také ustanovení o určité ochraně vodohospodářů před výpovědí zaměstnavatele, protože odborníci nerostou na stromech a pokud někdo získá příslušnou odbornost a znalosti a pokusí se je v organizaci uplatnit i v nesouladu s vedením (samozřejmě že to je drahé...), měli by si ho ve firmě vážit stejně jako jiného odborníka. Iniciativa je obvykle trestná, že? Proto je také navržena povinnost zaměstnavatele hradit svému vodohospodáři přiměřené náklady na jeho další studium, včetně např. účasti na odborných konferencích, výstavách apod.

Dovolím si zde parafrázovat známou hlášku tak, že nejlevnější havárie je ta, která nevznikne. K tomu je ale třeba účinných preventivních nástrojů, represe je pozdě a žádnou havárii už nenapraví. Proto jsem mezi jiným znovu navrhl do novelizace vodního zákona zařadit i návrat ustanovení o povinných vodohospodářích s povinným trvalým vzděláváním. Tato funkce by mohla být povýšena spojením s obnovením funkcí odpadového hospodáře do pozice podnikového ekologa ve smyslu například systému ISO 14000. Obdobně by měli být povinně vzděláváni úředníci a inspektoři ve státní službě, abychom se nedočkali dalších nesmyslných rozhodnutí. Jestli to naši poslanci a navrhovatel novely zákona se zlepšením věci myslí vážně, poznáme podle tohoto parametru.

Ing. Jiří Klicpera, CSc.

Autor (1948) je absolventem VŠCHT Praha a několika postgraduálních kursů na technických i právnických vysokých školách. Je oprávněnou osobou pro EIA/SEA, auditorem a znalcem v oblastech vodního a odpadového hospodářství. Od roku 1973 trvale pracuje a publikuje v české ekologii i v zahraničí.



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 web: www.vrv.cz

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

www.in-eko.cz

ALL
FOR
WATER



**LEADER VE FILTRACI
A MIKROFILTRACI**

Celosvětově nejpoužívanější řešení pro odstranění NL a redukci P

intenzifikovaný

diskový filtr



BENEFITY ↓

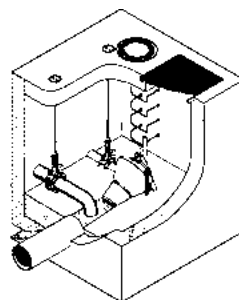
až 57% úspora nákladů na údržbu

až 40% úspora elektrické energie



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

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



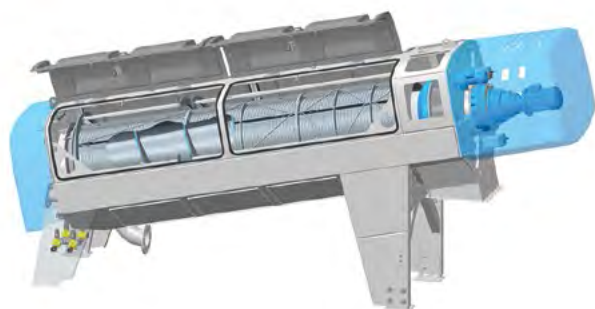
Virový ventil v regulační šachtě
FluidCon

**Dodavatel vstrojení
kanalizačních objektů**

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

HUBER
TECHNOLOGY
WASTE WATER Solutions

Moderní řešení pro ČOV



Odvodňovací lis Q Press

Nejlepší je originál

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

Aqua Global

INTELEKTUÁLNÍ ŘEŠENÍ FILTRACE A ÚPRAVY VODY



INOVATIVNÍ IZRAELSKÁ ZAŘÍZENÍ A TECHNOLOGIE

PRO FILTRACI, ÚPRAVU A DOČIŠTĚNÍ
PITNÉ, TECHNOLOGICKÉ, CHLADICÍ
A ODPADNÍ VODY



+420 602 727 230



+420 566 630 843



info@aquaglobal.cz



Jamská 2366/73

591 01 Žďár nad Sázavou



www.aquaglobal.cz

Fontana
TRADITION IN PROGRESS



Rero 662 – 1932

Samočistící česle
s integrovaným lisem – SCCLS

VÝROBCE ZAŘÍZENÍ PRO ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

FONTANA a. s., Příkop 4, 602 00 Brno; fontana@fontana.cz
telefon: +420 545 175 847; www.fontana.cz

WITKOWITZ
ENVI

WITKOWITZ ENVI a.s.

Ruská 1142/30, Ostrava-Vítkovice

witkowitz-envi.cz

+420 724 937 609

envi@witkowitz.cz

od nádrží po čistírny

Ucelené řešení ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD, BIOPLYNOVÝCH
STANIC a SKLADŮ KAPALNÝCH HNOJIV. VELKOKAPACITNÍ
SKLADOVACÍ NÁDRŽE pro zemědělství a vodní hospodářství.



Ultrazvukové vodoměry - vyřešte trvale detekci úniků vody



Zhruba 70% všech ztrát vody je způsobeno úniky v síti, před vodoměry.

Detekce úniků je časově náročný, neefektivní a nákladný proces, často založený na postupu "pokusu a omylu". Kamstrup poskytuje řešení: vodoměr s velmi přesným měřením a s integrovanou akustickou detekcí úniků. To Vám pomůže identifikovat možné úniky a zajistit snížení ztrát vody.

IT'S TIME TO KNOW

Více informací na kamstrup.com/cs-cz/ALD-cz

kamstrup

FB PROCÉDÉS
STROJNĚ STÍRANÉ ČESLE NA ODPADNÍ VODU
ODBORNÍCI NA ČESLE OD ROKU 1985

JEDNODUCHOST
SPOLEHLIVOST
ÚČINNOST

FB PROCÉDÉS:
NAVRHUJE, VYRÁBÍ, DODÁVÁ A INSTALUJE
SAMOČISTÍCÍ ČESLE PRO VŠECHNY TYPY
ČISTÍREN ODPADNÍCH VOD

ROLIOL

Prodejce FB Procédés v ČR a SR
www.roliol.cz
+420 581 746 296

