



vodní hospodářství

www.vodnihospodarstvi.cz

ročník 75

2
2025

KUNST

DRYDEN
AQUA
DISTRIBUTION
SUSTAINABLE
WATER
QUALITY

**Johnson
Screens**
A brand of
Aqseptence Group

GreenFil™

Filtrační médium s aktivovaným povrchem
pro drenážní systém Triton®

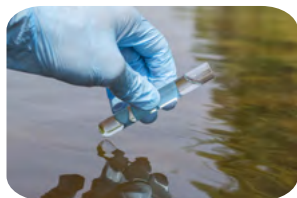
13. 3. Voda Zlín. Konference. Zlín. Info: marketa.bartova@smv.cz

2.-3. 4. Vodní nádrže 2025. Konference. Brno. Info: <http://vodninadrze.pmo.cz>

3.-4. 6. Nové trendy v čistírenství. Konference. Lipno. Info: www.envi-pur.cz

PŘÍLOHA
KRAJINNÝ
INŽENÝR

Odběry vzorků



Jsme držitelé certifikátů:
Manažer vzorkování odpadu
Manažer vzorkování odpadních vod
Manažer vzorkování podzemních vod

Portfolio analýz



Těžké kovy včetně Hg
PAU, PCB, OCP, TOL
AOX a EOX, TOC, DOC
Uhlovodíky C10-C40 a NEL
Mikrobiologie a ekotoxicita
Kyanidy a fenoly

Akreditovaná laboratoř životního prostředí Monitoring



Laboratorní rozbory

Pitné vody
Teplé vody
Odpadní vody
Bazénové vody

Zeminy
Odpadu
Asfaltu
Sedimentu
Kalu



Naše laboratoř je ryze česká firma s tradicí od roku 1995. V současnosti máme 25 zaměstnanců a 4 akreditované vzorkaře.



Radiová 1122/1, Praha 15



www.moni.cz



+420 266 316 272



moni@moni.cz

EKO EKO s.r.o.

- Projektové práce

- kanalizace, čerpací stanice odpadních vod, čistírny odpadních vod
- vodovody, vodojemy, čerpací stanice pitných vod, úpravní vod
- předčištění průmyslových odpadních vod z potravinářského průmyslu
- základní technická vybavenost území (sítě, komunikace a pod.)
- rekonstrukce ulic v obcích a ve městech (povrchy, inženýrské sítě)

- Vypracovává a zajišťuje

- provozní řády čistíren, úprav, kanalizací, vodovodů
- zajištění územních rozhodnutí a stavebních povolení
- zpracování žádostí o podporu z veřejných prostředků pro vodohospodářské akce
- technicko - ekonomické studie v oboru vodního hospodářství

- Poradenská a konzultační činnost
- Inženýrská činnost v oboru

EKO EKO s.r.o.
F. A. Gerstnera 2151/6
České Budějovice
370 01

tel: 385 775 111
www.ekoeko.cz
e-mail: ekoeko@ekoeko.cz

GDF spol. s r.o.

DODÁVKY ŘÍDICÍCH SYSTÉMŮ PRO VODÁRENSTVÍ
PO CELÉ ČESKÉ REPUBLICE

ZAJIŠTĚNÍ KOMPLETNÍ DODÁVKY ELEKTROINSTALACE

REALIZACE NA VÍCE NEŽ 4400 VODÁRENSKÝCH OBJEKTECH
A VÍCE NEŽ 250 DISPEČERSKÝCH PRACOVÍŠTÍCH

33 let
gdf
www.GDF.cz



Věci zbytné a nepotřebné?

Trump začal úřadovat. K Trumpovi mám ambivalentní vztah, určitě ho neadoruji, ani ho (zatím) úplně nezatracuji. Jsem si vědom krize, kam se podíváš. Krize ekonomiky, společnosti, mezilidských vztahů, krajiny. V krizi je kvantita i kvalita. Dlouhodobě to tak dál nejde. Chce to ranaře. Ale ranaře, který si uvědomuje, že svět je vyvažovaný jemným předivem vztahů a vazeb a že vše souvisí se vším. Kvantita a kvalita se navzájem ovlivňují. Trump se však kvalitou nechce zabírat, všechno ořezal na obchod, právo silnějšího, vyhrožování až vydírání, materiální prospěch, okamžitou výhodu, zkrátka kvantitu. Věci kvalitativní považuje za nepotřebné, zbytné. Tak si ale já nepředstavuji žítí. Věřím, že nejsem sám a snad nejsem marginální škarohlíd, který nevěří ve světlé zítřky. Takové žítí je jen přežívání. Bez krásy, bez chutě, bez libozvučnosti, bez emocí libých i nelibých je existence nesmyslná, nepotřebná, zbytečná.

Mnoho lidí mi říká, že jsem naivní idealista, když tvrdím, že Green deal je správný, potřebný, nutný, užitečný. Argumentují: co že my v EU změníme, když v ostatním světě nic pro ochranu životního prostředí nedělají, jsou i většími znečišťovateli? Odpovídám, že neznají čísla, kterými se ohánějí. V přepočtu na obyvatele pořád jsme většími znečišťovateli než většina ostatních zemí světa. Když je jejich životní úroveň nižší než u nás, pak jim nemůžeme vyčítat, že se chtějí mít stejně dobře jako u nás, a tedy že u nich znečišťování roste. Proč by neměli chtít, mít právo se mít stejně dobře jako my? Euroamerická civilizace kultura zavedla do rozvojového světa modlu konzumu, a tedy má povinnost tam i zavádět léky na znečištění.

Ptají se, to si myslíš, že něco změníš? Nevnučuji to ostatním, ale věřím, že člověk se má snažit o řešení, která považuje za správná a mravná bez ohledu, zda něco změní, zda druhé přesvědčí. Má to dělat sám pro sebe. Rád bych byl při vědomí, až budu odcházet, snad se mi nějaká věčná pravda zjeví a budu si moci říci. Snažil jsem se pomáhat, snažil jsem se neškodit, snažil jsem se svoje LCA minimalizovat.

Zcestná a nebezpečná jak vábení bájných sirén je Trumpova argumentace, že omezení těžby fosilních paliv, opatření na ochranu biodiverzity, snahy klimatickou změnu udržet na uzdě mají negativní ekonomické důsledky nebo dokonce prý mohou vést k environmentálním problémům. Požáry v Kalifornii by prý nebyly tak fatální, pokud by se voda nepoužívala k opatřením na ochranu malé ohrožené ryby, korusky severoamerické. To je stejný stupeň demagogie, jako u nás svalování destrukce lesů na lýkožrouta. Jednoduchým řešením však bohužel jednodušší lidé rádi naslouchají. Připomíná mi to, jak naši předkové rozorávali meze, vysoušeli mokřady, ze všeho chtěli hmatatelný, počítatelný užitek. Za blbost se ale platí.

Trump nabízí, že zachová a zvýší životní úroveň Američanů. Pokud ji poměříme kvantitativními parametry, pak se mu to možná krátkodobě podaří, pokud jde však o kvalitu a zdraví lidských komunit z dlouhodobého hlediska, pak nás opatruj Bůh, na kterého se Trump tak často odvolává. Stálo by mu za to připomenout, že v Genesis se praví: Hospodin Bůh vzal člověka a usadil ho do zahrady Eden, aby ji obdělával a střežil. Bohužel my žijeme v přesvědčení, že nám byla Země dána, abychom s ní nakládali dle libovůle, bez ohledu na budoucnost

Jedno podobenství nakonec. Bez čištění odpadních vod by za dnešní neomezené spotřeby nebyla možná existence. Kdysi práce na čistírnách byla práce špinavá, nepříjemná. Pamatuji si, jak na mě silně zapůsobila exkurze na čistírnu v Miškovcích (severní okraj Prahy), kterou jsme absolvovali v rámci vlastivědy před více jak padesáti lety. Smrad, špína, dělníci byli, jako by z Hugových Bídniců okopírováni byli. Za těch padesát let se čistírenství stalo čistým oborem, kde je smysluplné pracovat. Pořád věřím, že tímto přerodem může projít i politika.

Václav Stránský



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

EKOsystem spol. s r.o.
www.ekosystem.cz



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



G-servis Praha, s.r.o.
www.g-servis.cz



vodní 2/2025 hospodářství®

OBSAH

- Dezinfekce vyčištěné odpadové vody z individuálních systémů čištění odpadových vod (Vavrová, I.; Lukáč, T.; Bodík, I.; Drtil, M.) 1
- Odstraňování mikropolutantů z nemocničních odpadních vod (Sýkorová, Z.; Sýkora, P.; Kvaček, R.; Heřmánková, M.; Cypris, M.; Robek, F.; Kaláb, R.) 6
- Různé
 - Sommeliérská zkouška minerálních vod – II. ročník (Landa, D.; Mrázková, S.; Chudá, Ž.) 14
 - Jako rybky ve vodě aneb jak se studenti ponořili do světové akvakultury (Beránek, L.; Škrabánek, J.) 15
 - Konference VODNÍ TOKY 2024 (Plechátý, J.) 17
 - VIII. mise českých vodohospodářů do Izraele (Faigl, L.) 19
 - Reakce Státního pozemkového úřadu na článek „O nepovedených vodohospodářských stavbách“ (Kazdová, P.) 21
 - Reakce firmy Vodohospodářský ateliér na článek „O nepovedených vodohospodářských stavbách“ (Hráček, V.) 21
 - K Slovu úvodem ve VH 12/2024 (Havlíček, T.) 22
 - Ohlasy: K článku *Mechanicko-biologické ČOV s kapacitou pod 2 000 EO na málo vodných recipientech* (VH 12/2024) (Machút, M.) 23
 - Časopisy Voda a Vodní hospodářství (Stránský, V.) 24
 - Obor a osobnost: Vladimír Hlavačka (Stránský, V.) 26
- Firemní prezentace
 - KUNST – váš partner ve vodním hospodářství (Kundrátek, S.) 11
 - Spolehlivé měření průtoku odpadní vody v nezaplňených potrubích (Kompová, R.) 12

Krajinný inženýr

- Plán akcí ČSKI na rok 2025 (David, V.) 29
- Velký rybník na Vrchlici (David, V.) 29

CONTENTS

- Disinfection of treated wastewater from individual wastewater treatment systems (Vavrová, I.; Lukáč, T.; Bodík, I.; Drtil, M.) 1
- Removal of Micropollutants from Hospital Wastewater (Sýkorová, Z.; Sýkora, P.; Kvaček, R.; Heřmánková, M.; Cypris, M.; Robek, F.; Kaláb, R.) 6
- Miscellaneous 14, 15, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 26
- Company section 11, 12

Landscape engineer

- Miscellaneous 29

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

- FLOTÁČNÍ JEDNOTKY
- CHEMICKÉ JEDNOTKY
- TRUBKOVÉ SMĚŠOVAČE
- KOAGULAČNÍ REAKTORY



FILTRACE

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



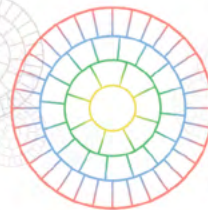
ODVODNĚNÍ KALŮ

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

VODATECH, s.r.o. • Milotická 499/40, 696 04 Svatobořice-Mistřín
tel.: 518 620 962-4 • fax.: 518 620 965 • e-mail: vodatech@vodatech.net • web: www.vodatech.net

MBBR

Moving Bed Biofilm Reactor



www.pro-aqua.cz

TECHNOAQUA

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

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

č. p. 332, 252 41 Libeň

e-mail: mail@technoaqua.cz, www.technoaqua.cz



„ČISTÁ VODA NÁŠ CÍL“

JIŽ VÍCE NEŽ 30 LET NA TRHU
v České a Slovenské republice

Společnost SOKOFLOK



tuzemský dodavatel vysoce účinných organických flokulantů,
koagulantů a dalších speciálních chemikálií pro úpravu
a čištění vod (SOKOFLOK®, FLOERGER®)

adresa: Tovární 1362, 356 01 Sokolov, Česká republika
telefon: (+420)35235071-715, fax: (+420)352623178
e-mail: sokoflok@sokoflok.cz web: www.sokoflok.cz

Uveřejněné články jsou otevřeny k diskusi do 30. dubna 2025. Rozsah diskusního příspěvku je omezen na 2 normostrany A4, a to včetně tabulek a obrázků. Příspěvky laskavě zasílejte na e-mail stransky@vodnihospodarstvi.cz.



- *typ MO*: Rôzne MO potrebujú rôzne dávky UV žiarenia na ich inaktiváciu;
- *kvalita vody*: Prítomnosť nerozpustených látok, organických látok či turbidity ovplyvňuje účinnosť UV dezinfekcie. Vyššie znečistenie vyžaduje vyššie dávky UV žiarenia;
- *doba expozície*: Dlhšia doba expozície UV svetla zvyšuje účinnosť dezinfekcie.

O niektorých MO je však známe, že majú schopnosť opraviť ich DNA štruktúru poškodenú UV žiarením, pričom medzi takéto MO patria aj fekálne baktérie bežne prítomné v OV (napr. *E. coli*). Zvláštna pozornosť je venovaná hlavne fotoreaktivácii, pretože tento mechanizmus môže ovplyvniť účinnosť UV dezinfekcie už v priebehu niekoľkých hodín po jej realizácii. Jedná sa o jav, pri ktorom MO inaktivované UV žiarením obnovia svoju aktivitu prostredníctvom fotoopravy pyrimidínových dimérov v DNA za prítomnosti UV svetla s vlnovou dĺžkou 310 až 480 nm a enzýmu fotolýzy. V [10] sa uvádza, že fotoreaktivácia *E. coli* (počiatočná koncentrácia 10^5 KTJ/ml) nebola zanedbateľná pre UV dávky na úrovni 5 Ws/cm^2 ; pre UV dávky na úrovni 15 mWs/cm^2 fotoreaktivácia nebola zistená. V prípade celkových *kolidiformných* baktérií (počiatočné koncentrácie $96\,000\text{--}250\,000$ KTJ/100 ml) s UV dávkou 40 mWs/cm^2 bolo percento fotoreaktivácie nižšie ako 1 %. Podobné štúdie vykonali aj [11, 12].

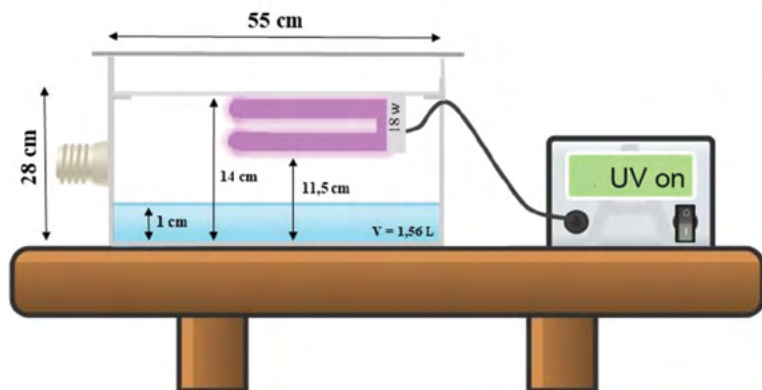
Potrebné UV dávky uvedené v literatúre sa značne líšia. V [13, 14] sa zjednodušene uvádza $100\text{--}170 \text{ mWs/cm}^2$ pre odtok zo sekundárneho stupňa čistenia a 300 mWs/cm^2 pre nitrifikovaný odtok; pre viaceré baktérie stačia jednotky mWs/cm^2 , ale napr. pre *Clostridium* sú potrebné dávky až v stovkách mWs/cm^2 . Je zrejmé, že overenie pre konkrétne OV je potrebné.

V tomto príspevku vyhodnocujeme výsledky uskutočnených dezinfekčných testov s OV odoberanou z malých zdrojov znečistenia (z domovej a koreňovej ČOV) po biologickom čistení. Hlavným cieľom nášho výskumu bolo porovnať získané výsledky dezinfekčných testov s UV žiarením v nekontaktnom procese vykonaných s rôznymi hladinami OV a časmi ožarovania za účelom zistenia optimálnych podmienok pre dezinfekciu.

Materiály a metódy

Testovala sa dezinfekcia OV z malých zdrojov znečistenia, kde uplatnenie recyklácie vyčistenej OV na závlahy pozemkov by mohlo mať reálne využitie. Testy sa robili s odtokom z domovej ČOV (DČOV) pozostávajúcej z aktivácie s časovo segregovanou nitrifikáciou, denitrifikáciou a semikontinuálnym odtokom vyčistenej vody, ktorá je dimenzovaná pre 4 obyvateľov a z koreňovej ČOV (KČOV) nachádzajúcej sa v turistickom zariadení (t. j. narázovo zafažovanej podľa sezóny) dimenzovanej pre maximálne 60 obyvateľov, v ktorej sú sériovo zapojené usadzovacia nádrž, horizontálny filter a vertikálny filter (viď tab. 1).

UV lampa bola umiestnená v dezinfekčnom zariadení nad hladinou $8,5$ resp. $10,5$ cm (v závislosti od výšky hladiny OV). Tento typ zariadenia a dezinfekciu vyčistenej OV s UV lampou sme zvolili cielene z dôvodu, že sme evidovali opakovaný dopyt po overení účinnosti tohoto nekontaktného spôsobu ožarovania OV z najmenších zdrojov



Obr. 2. Vľavo zjednodušená schéma UV dezinfekčného zariadenia (uvedená schéma je pre výšku hladiny 1 cm a objem OV 1,56 l); vpravo je fotografia zariadenia, v ktorom boli vykonané dezinfekčné testy

Tab. 1. Hlavné parametre sledovaných ČOV a priemerné hodnoty vybraných ukazovateľov znečistenia

Typ ČOV	Technologické parametre			Odtok					
	B_v (kg/m ³ .d)	B_x (kg/kg.d)	Konc. kalu (g/l)	BSK ₅ (mg/l)	CHSK _{Cr} (mg/l)	NL (mg/l)	N_{amonn} (mg/l)	N_{celk} (mg/l)	P_{celk} (mg/l)
DČOV	0,12	0,02	6,9**	26,4	99	69	1,5	30,7	10
KČOV	0,009*	0,001*	7,9**	9,9	26	12,2	5,7	77,9	4,1

Zaťaženia B_v a B_x sú v kg BSK₅; *vzťahnuté na celý objem horizontálneho a vertikálneho filtra; **v DČOV sa jedná o koncentráciu suspendovaného aktivovaného kalu; v KČOV sa jedná o spoločnú koncentráciu suspendovaného kalu a kalu narasteneho ako biofilm na štrku nachádzajúcom sa v lôžku obidvoch filtrov.

znečistenia. Zároveň dezinfekciu aj v najmenších ČOV vyžaduje EÚ legislatíva [4] aj slovenská legislatíva [15] (Novelizácia NV 269/2010, Príloha č. 6 pre ČOV do 50 EO, kategória D+). UV lampa mala spotrebu 18 W. Schéma ožarovacej dezinfekčnej jednotky je zobrazená na obr. 2.

Testy sa realizovali ako jednorazové. Do dezinfekčnej nádrže sa naliata biologicky vyčistená voda. Realizovali sa 2 sady testov, s objemom vody 1,54 l (výška hladiny v nádrži 1 cm) a 4,56 l (výška hladiny v nádrži 3 cm), pričom doba ožarovania bola 10 s, 30 s a 60 s. Teplota počas ožarovania bola na úrovni laboratórnej teploty ($20\text{--}24$ °C). Počas ožarovania nedošlo k nárastu teploty.

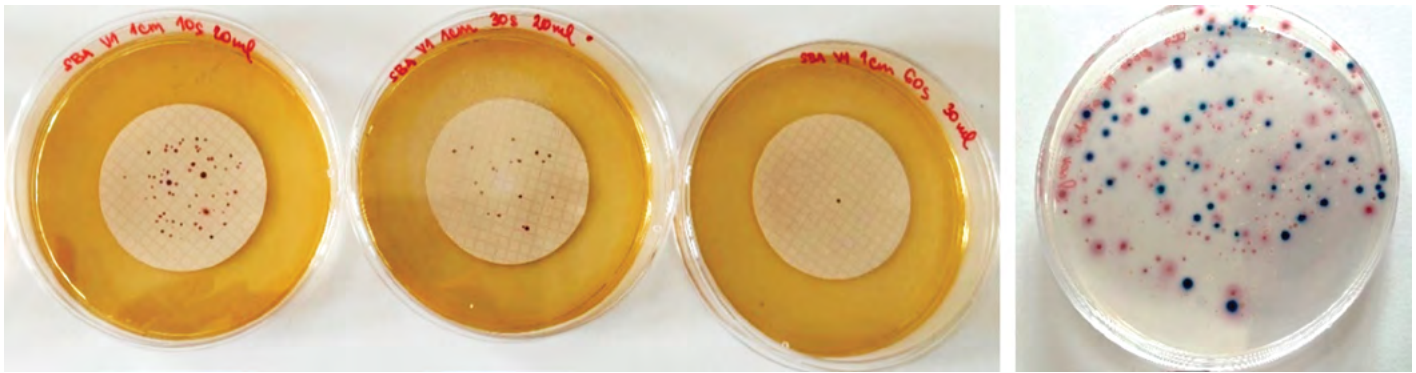
Zodpovedajúce dávky žiarenia sa dajú uviesť v 2 jednotkách:

- vzťahnuté na 1 cm^2 plochy vodnej hladiny v dezinfekčnej nádrži: od 120 mWs/cm^2 (10 s ožarovanie pri 1 aj 3 cm hladine vody v nádrži) po 720 mWs/cm^2 (60 s ožarovanie pri 1 aj 3 cm hladine vody v nádrži);
- vzťahnuté na 1 liter vody v dezinfekčnej nádrži: od 120 Ws/l (10 s ožarovanie pri 1 cm hladine vody) po 720 Ws/l (60 s ožarovanie pri 1 cm hladine vody), resp. od 40 Ws/l (10 s ožarovanie pri 3 cm hladine vody) po 240 Ws/l (60 s ožarovanie pri 3 cm hladine vody).

Po vykonaní každého dezinfekčného testu sme ihneď odobrali vzorky na mikrobiologické analýzy. V prípade mikrobiologických analýz sme sa zamerali na stanovenie *kolidiformných* baktérií, *enterokokov* a konkrétny druh baktérie *E. coli*, ktoré sme stanovovali vždy vo vzorkách biologicky vyčistenej vody pred dezinfekciou a po dezinfekcii UV žiarením.

Pred analýzami sme si pripravili živné média potrebné na kultiváciu vybraných druhov baktérií. Na kultiváciu *kolidiformných* baktérií a *E. coli* sme používali *Chromocult Coliform agar* (skrátene CCA). Na kultiváciu *enterokokov* sme používali *Slanetz-Barlley agar* (skrátene SBA). Stanovenie vybraných druhov MO sme robili dvomi metódami. Prvou metódou bola metóda očkovania vzorky o objeme $100 \mu\text{l}$ na príslušný agar. V prípade druhej metódy sme vzorky o rôznych objemoch filtrovali pomocou tlakového filtračného zariadenia cez filter typu GN-6 Metricel s veľkosťou pórov $0,45 \mu\text{m}$ a priemerom 47 mm . Následne sme filter preniesli do sterilnej Petriho misky s pripraveným agarom. Vzorky určené na stanovenie *kolidiformných* baktérií spoločne s *E. coli* sa kultivovali pri teplote 37 °C po dobu 24 hodín a v prípade stanovenia *enterokokov* pri teplote $44\text{--}45$ °C po dobu 48 hodín. Po uplynutí tejto doby sme zráтали v každej vzorke počet vykultivovaných KTJ (obr. 3) a prepočítali ich na objem 100 ml, kvôli porovnaniu





Obr. 3. Príklady stanovenia enterokokov v OV z DČOV po dezinfekcii s hladinou 1 cm a časom ožarovania v poradí 10 s, 30 s a 60 s (vľavo); stanovenie koliformných baktérií (červené) a E. coli (modré) v OV z DČOV pred dezinfekciou (vpravo)

Tab. 2. Požiadavky na kvalitu vyčistenej OV na poľnohospodárske zavlažovanie [4]

Trieda kvality regenerovanej/recyklovanej vody	Orientačný technologický cieľ	E. coli (KTJ/100 ml)	BSK ₅ (mg/l)	NL (mg/l)	Turbidita (NTU)	Iné
A: Všetky plodiny, ktoré sa konzumujú surové, ktorých jedlá časť je v priamom kontakte s regenerovanou vodou + koreňové plodiny, ktoré sa konzumujú surové. Všetky metódy závlahy.	Sekundárne čistenie, filtrácia a dezinfekcia	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 5	<i>Legionella spp.</i> : < 1 000 JTK/l, ak hrozí riziko aerosolizácie Črevné nematódy (vajička helmintov): ≤ 1 vajičko/l pri zavlažovaní pastvín alebo krmovín
B: Plodiny, ktoré sa konzumujú surové a jedlá časť je nad zemou bez priameho kontaktu s vodou + spracované plodiny + nepotravinové plodiny vrátane plodín na kŕmenie zvierat produkujúcich mlieko alebo mäso. Všetky metódy závlahy.	Sekundárne čistenie a dezinfekcia	≤ 100	15 – 70*	20 – 50*	-	
C: Plodiny, ktoré sa konzumujú surové a jedlá časť je nad zemou bez priameho kontaktu s vodou + spracované plodiny + nepotravinové plodiny vrátane plodín na kŕmenie zvierat produkujúcich mlieko alebo mäso. Kvapková závlaha.	Sekundárne čistenie a dezinfekcia	≤ 1 000	15 – 70*	20 – 50*	-	
D: Priemyselné, energetické a siate plodiny. Všetky metódy závlahy.	Sekundárne čistenie a dezinfekcia	≤ 10 000	15 – 70*	20 – 50*	-	

*v SR je rozsah týchto koncentrácií upresnený v [15] (čím väčšia ČOV, tým prísnejšie koncentrácie).

s jednotkami uvedenými v legislatíve. Analýzy vzoriek boli realizované mesačne, pri rôznych klimatických podmienkach, na základe štandardných metód [16, 17].

Namerané výsledky sme porovnávali aj s výsledkami dezinfekčných testov z inej práce [14] vykonaných v rovnakom zariadení s UV lampou umiestnenou nad hladinou vyčistenej OV odoberanej z mestskej ČOV (MČOV). Jednalo sa o MČOV s usadzovacou nádržou a aktiváciou s anaeróbiou, denitrifikáciou a nitrifikáciou. Zaťaženia biologického stupňa v MČOV boli $B_v = 0,322 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}$ a $B_x = 0,08 \text{ kg/kg} \cdot \text{d}$; zodpovedajúci vek kalu bol na úrovni 20 dní. Biologicky vyčistená OV z MČOV bola pred dezinfekčnými testami v laboratóriu ešte chemicky dočistená prídavkom Fe^{3+} (t. j. OV sa skoagulovala a dozrážala sa v nej fosfor). Naše testy s OV z DČOV a KČOV sa robili v zime až v lete 2024. Porovnávacie testy MČOV podľa [14] sa robili na jar 2023.

Výsledky a diskusia

Legislatívny rozbor

V tab. 2–4 sú uvedené momentálne platné legislatívne požiadavky pre dezinfikovanú OV určenú na závlahy. V [4] sa požiadavky na dezinfekciu delia podľa zavlažovanej plodiny a spôsobu zavlažovania. Slovenská legislatíva zavlažované plodiny ani spôsob závlahy zatiaľ nešpecifikuje.

Tab. 3. Limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia vypúšťaných OV do povrchových vôd alebo podzemných vôd pre malé ČOV do 50 EO – mikrobiologické ukazovatele E. coli a Enterokoky platia len pre Kategóriu D+. Podľa [15], Príloha č. 6; časť A.1, resp. A.2

	CHSK mg/l*	BSK ₅ mg/l*	NL mg/l*	N _{amon} mg/l*	N _{celk} mg/l*	P _{celk} mg/l*	E. coli KTJ/100 ml	Enterokoky KTJ/100 ml
Bez špecifikácie zavlažovania a plodín	bs až 150	40 až 70	bs až 50	bs až 30	bs až 40	bs až 4	150	100

* upresnené v [15] (podľa kategórie ČOV; I, II, III, +P+D); bs – bez sledovania (v niektorých kategóriách ČOV sa daný ukazovateľ nemusí sledovať).

Pre orientačné porovnanie sú v tab. 4 uvedené aj mikrobiologické ukazovatele a koncentrácie tak, ako ich uvádza [15] pre závlahové vody. Ale v tomto prípade sa jedná o „Kvalitatívne ciele povrchovej vody na závlahy“, t. j. vody z riek, jazier, potokov, zavlažovacích kanálov atď., nie sú to ukazovatele a koncentrácie platné pre „vyčistenú OV“.

Z porovnaní legislatívnych požiadaviek v tab. 2–4 vyplýva niekoľko zaujímavých porovnaní, napr.:

- dezinfekcia OV z ČOV do 50 EO, Kategória D+ podľa [15], Prílohy č. 6 znamená dosiahnuť mikrobiologickú kvalitu vyčistenej OV triedy C a D, resp. na hornej hranici triedy B, podľa [4]. Zároveň touto dezinfekciou dosiahneme nižšie koncentrácie enterokokov ako požaduje [15], Príloha č. 2 pre závlahovú povrchovú vodu;
- požiadavky na mikrobiologickú kvalitu závlahovej povrchovej vody podľa [15], Prílohy č. 2 neobsahujú ukazovateľ E. coli, ktorý je hlavným ukazovateľom pre vyčistenú OV určenú na závlahy

Tab. 4. Mikrobiologické kvalitatívne ciele povrchovej vody určenej na závlahy. Podľa [15], Príloha č. 2; časť B

	Koliformné baktérie (KTJ/100ml)	Termotoler. koliformy (KTJ/100ml)	Enterokoky (KTJ/100ml)	Salmonella (KTJ/500 ml)	Črev. nematódy – vajička helminty (počet/1000 ml)	Kolifágy (PFU/1000 ml)
Bez špecifikácie zavlažovania a plodín	10 000	1 000	1 000	0	0	100

Pozn.: V uvedenej prílohe č. 2 sú niektoré nezrovnalosti, ktoré by sa mali pri očakávanej zmene legislatívy upraviť alebo vynechať. Napr. ak sa zavlažuje s pitnou vodou, potom sa nemusí kvalita vody hodnotiť (pričom koncentrácia konkrétneho ukazovateľa je pre pitnú vodu vyššia ako pre závlahovú povrchovú vodu, napr. v prípade Na).

Tab. 5. Výsledky dezinfekcie biologicky vyčistenej OV z DČOV

DČOV		Hladina vody a čas ožarovania					
		1 cm 10 s	1 cm 30 s	1 cm 60 s	3 cm 10 s	3 cm 30 s	3 cm 60 s
Mesiac vykonaných analýz	Biol. vyčistená voda pred dezinfekciou	120 mWs/cm ²	350 mWs/cm ²	720 mWs/cm ²	120 mWs/cm ²	350 mWs/cm ²	720 mWs/cm ²
		120 Ws/l	360 Ws/l	720 Ws/l	40 Ws/l	120 Ws/l	240 Ws/l
KOLIFORMNÉ BAKTÉRIE							
Január	28 500	3 500	75	35	5 500	440	65
Február	125 000	10 500	90	5	32 000	265	15
Marec	60 500	3 500	10	0	26 500	100	5
Máj	44 500	2 900	100	50	23 000	430	100
Júl	49 000	2 065	20	0	27 000	8 000	0
E. COLI							
Január	18 000	5 500	920	47	9 000	1 245	60
Február	39 500	5 500	75	5	11 000	2 015	57
Marec	21 500	500	0	5	3 500	70	0
Máj	9 500	200	10	5	2 000	225	5
Júl	13 300	680	10	0	1 300	500	65
ENTEROKOKY							
Január	8 500	520	85	10	850	350	90
Február	10 500	483	15	0	553	510	100
Marec	6 000	370	45	5	1 030	123	40
Máj	5 200	380	170	40	455	350	100
Júl	10 100	630	25	90	5 000	3 500	800

Tab. 6. Výsledky dezinfekcie biologicky vyčistenej OV z KČOV

KČOV		Hladina vody a čas ožarovania					
		1 cm 10 s	1 cm 30 s	1 cm 60 s	3 cm 10 s	3 cm 30 s	3 cm 60 s
Mesiac vykonaných analýz	Biol. vyčistená voda pred dezinfekciou	120 mWs/cm ²	350 mWs/cm ²	720 mWs/cm ²	120 mWs/cm ²	350 mWs/cm ²	720 mWs/cm ²
		120 Ws/l	360 Ws/l	720 Ws/l	40 Ws/l	120 Ws/l	240 Ws/l
KOLIFORMNÉ BAKTÉRIE							
Január	1 700	565	335	50	1 235	915	100
Február	585	50	20	0	185	65	35
Máj	1 500	410	320	40	1 150	800	80
Júl	3 200	50	20	5	65	15	0
E. COLI							
Január	110	15	10	5	20	5	5
Február	145	70	10	0	45	35	5
Máj	150	25	15	5	30	20	10
Júl	820	25	10	5	45	20	10
ENTEROKOKY							
Január	520	190	95	10	250	100	25
Február	450	300	100	5	350	270	5
Máj	650	180	95	10	220	120	10
Júl	420	100	50	5	310	180	20

(v tejto prílohe sú uvedené len kolifágy, ktoré korešpondujú s výskytom *E. coli*, ale nie je to exaktný vzťah). Ak zjednodušíme, že koncentrácia *E. coli* je nižšia ako koncentrácia pre celkové koliformné baktérie, tak dezinfekcia OV z ČOV na triedu kvality A až C podľa [4] znamená dosiahnutie takej kvality, aká sa požaduje pre povrchovú závlahovú vodu [15], Príloha č. 2.

Výsledky dezinfekcie

Výsledky dezinfekcie biologicky vyčisteného odtoku z DČOV a KČOV sú uvedené v tab. 5 a 6. Z výsledkov je zjavné, že UV žiarenie s nekontaktnou lampou (umiestnenou nad hladinou) je účinné, ale v prevažnej väčšine prípadov vyžaduje dobu ožarovania v desiatkach sekúnd. Z porovnaní koncentrácií uvedených v tab. 7 je zjavné, že rozsah nameraných hodnôt je veľmi veľký, čo pravdepodobne súvisí s aktuálnym zaťažením ČOV, meniacim sa zložením vôd (najmä u DČOV), u MČOV aj s aktuálnym nariadením vôd. Tieto rozdiely indikujú, že proces dezinfekcie by mal byť di-

Tab. 7. Porovnanie rozsahu mikrobiologických ukazovateľov v OV odoberaných z DČOV, KČOV a MČOV

Typ ČOV	Koliformné baktérie KTJ/100 ml	<i>E. coli</i> KTJ/100 ml	Enterokoky KTJ/100 ml
	Biologicky vyčistená odpadová voda		
odtok z DČOV	28 500 až 125 000***	9 500 až 39 500***	5 200 až 10 500
odtok z KČOV	585 až 3 200	110 až 820	420 až 650
odtok z MČOV	21 000 až 330 000*	900 až 73 000*	220 až 9 000*
Biologicky vyčistená voda po dávke 120 mWs/cm²			
odtok z DČOV	2 065 až 32 000	200 až 11 000	370 až 5 000
odtok z KČOV	50 až 1 235	15 až 70	100 až 350
Biologicky vyčistená voda po dávke 350 mWs/cm²			
odtok z DČOV	10 až 8 000	0 až 2 015	15 až 3 500
odtok z KČOV	15 až 915	5 až 35	50 až 270
Biologicky vyčistená voda po dávke 720 mWs/cm²			
odtok z DČOV	0 až 100	5 až 65	0 až 800
odtok z KČOV	0 až 100	5 až 10	5 až 25
odtok z MČOV**	<5 **	<5 **	-

*doplnené o výsledky z dlhodobého monitoringu MČOV realizovaného v rokoch 2023 – 2024 na OEI FCHPT STU; **výsledky podľa [14] (pričom dezinfekcia s UV nasledovala až po koagulácii biologicky vyčistenej vody z MČOV); ***Pozn. pre doplnenie poznania: na inej DČOV v nábehu boli koncentrácie koliformných baktérií až 440 000 KTJ/100 ml a *E. coli* až 190 000 KTJ/100 ml.

Tab. 8. Vybrané mikrobiologické požiadavky pre vody využiteľné na závlahy (v KTJ/100 ml) a podmienky dezinfekcie s UV lampou (18 W, umiestnená nad hladinou)

Trieda kvality recyklovanej vody	Limitné hodnoty (KTJ/100 ml)			DČOV		KČOV		MČOV	
	Koliformné baktérie	<i>E. coli</i>	Enterokoky	Hladina 1 cm	Hladina 3 cm	Hladina 1 cm	Hladina 3 cm	Hladina 1 cm	Hladina 3 cm
[4] trieda A; pre OV	-	10	-	> 60 s	> 60 s	60 s	60 s	30 s	60 s
[4] trieda B; pre OV	-	100	-	60 s	60 s	10 s	10 s	10 s	10 s
[4] trieda C; pre OV	-	1 000	-	30 s	60 s	0 s*	0 s*	0 s*	0 s*
[4] trieda D; pre OV	-	10 000	-	10 s	30 s	0 s*	0 s*	0 s*	0 s*
[15, príl. 6] pre OV	-	150	100	60 s	> 60 s	30 s	60 s	-	-
[15, príl. 2] pre PV	10 000	-	1 000	30 s	60 s	0 s*	0 s*	-	-

OV – odpadové vody; PV – povrchové vody; *pre požadovanú kvalitu nebola potrebná dezinfekcia 1 cm a 10 s = 120 mWs/cm², resp. 120 Ws/l; 1 cm a 30 s = 350 mWs/cm², resp. 360 Ws/l; 1 cm a 60 s = 720 mWs/cm², resp. 720 Ws/l; 3 cm a 10 s = 120 mWs/cm², resp. 40 Ws/l; 3 cm a 30 s = 350 mWs/cm², resp. 120 Ws/l; 3 cm a 60 s = 720 mWs/cm², resp. 240 Ws/l.

menzovaný s rezervou. U chemického zloženia OV tak veľké rozdiely nevidujeme (jedine, že by bol na ČOV napojený priemysel). U vôd z KČOV boli koncentrácie výrazne nižšie (až o logaritmické rády) ako pri DČOV a MČOV. Koncentrácie koliformných baktérií z DČOV a MČOV sú rádovo podobné, koncentrácie *E. coli* a Enterokoky sú v MČOV nižšie (pravdepodobne z dôvodu vyrovnanejšieho zaťaženia a účinnejšieho biologického čistenia na MČOV).

Porovnanie doby ožarovania a dávky UV žiarenia pre dosiahnutie kvality vody požadovanej v rôznych legislatívnych predpisoch je uvedená v tab. 8 (platí pre nekontaktnú UV lampu v tejto konkrétnej testovacej jednotke). Z tejto tab. 8 vyplýva nasledovné:

- pre dosiahnutie kvality vody triedy A [4] boli pre DČOV aj KČOV potrebné časy na úrovni 60 a viac sekúnd (na MČOV stačilo 30 až 60 s). Limit 10 KTJ/100 ml je veľmi prísny; navyše pri triede A sa sleduje aj prísna koncentrácia BSK₅, NL, turbidita a pri spustení do prevádzky sa vyžaduje nielen rutinný, ale aj validačný monitoring. Odporúčame zväziť závlahu plodín vyžadujúcich OV triedy A bez obmedzenia spôsobu závlahy;
- pre dosiahnutie kvality vody triedy B [4] boli potrebné časy ožarovania 10 až 60 s (pre DČOV, KČOV aj MČOV);
- pre dosiahnutie kvality vody triedy C a D [4] bolo potrebné ožarovanie len pre vody z DČOV (trieda C 30 až 60 s; trieda D 10 až 30 s). Pre dosiahnutie triedy C a D [4] v odtoku z KČOV, resp. z MČOV po biologickom čistení a zaradenej koagulácii a zrážaní P, nebola potrebná dezinfekcia (*E. coli* boli aj bez dezinfekcie pod 1000 KTJ/100 ml). Aj tento poznatok potvrdzuje potrebu racionálneho výberu plodín a spôsobu závlahy s vyčistenou OV;
- pre dosiahnutie kvality vody kategórie D+ [15, Príloha č. 6] bolo potrebné ožarovanie pre OV z DČOV aj KČOV 30 až 60 s, čo je na úrovni ožarovania pre dosiahnutie kvality vody na rozhraní tried A a B [4] (v tomto prípade sú rizikovejším ukazovateľom Enterokoky);
- dosiahnutie takej kvality vyčistenej OV, ktorá korešponduje s požiadavkami na závlahovú povrchovú vodu podľa [15, Príloha č. 2] vyžaduje pre OV z DČOV ožarovanie na úrovni 30 až 60 s. OV z KČOV nepotrebuje dezinfekciu.

Aplikované dávky UV žiarenia 10 až 60 s boli v rozsahu od 120 do 720 mWs/cm² (zodpovedá hodnotám 40 až 720 Ws/l). V literatúre sa pre dezinfekciu OV uvádzajú dávky od jednotiek až po stovky mWs/cm², čo je takisto značný rozptyl odporúčaných hodnôt a aj preto odporúčame overiť spôsob dezinfekcie pre konkrétne OV (s danou farbou, chemickým zložením, zakaľom, nerozpuštenými látkami atď.). Dávky v našich experimentoch s nekontaktnou UV lampou boli relatívne vysoké, čo je spôsobené stratami energie pri prechode UV žiarenia do vodnej fázy. Ale platí, že straty energie sú vykompenzované nezanášaním UV lampy a menej náročnou obsluhou, čo môže byť výhodou najmä na malých ČOV (pri uplatnení UV lúčov so spotrebou v desiatkach W sú náklady, t.j. aj úspory, veľmi nízke).

Záver

Požiadavky na dosiahnutie mikrobiologickej kvality OV pre závlahy sú síce prísne, ale dosiahnuteľné aj s UV lampami v nekontaktné verzii nad hladinou. Potrebné je ale overiť dávky UV žiarenia pre konkrétne OV. Odporúčame umožniť aj v našej legislatíve využívať dezinfikované OV na závlahy podľa [4]. Takisto odporúčame upraviť existujúce nariadenie vlády [15], aby niektoré požiadavky zbytočne nebránili využívať vyčistenú OV na závlahy. Pri výbere plodín zav-

lažovaných OV a spôsobu zavlažovania treba zväziť triedu A podľa [4], kde je okrem veľmi prísnej mikrobiologickej kvality aj prísnejší monitoring a náročnejšia obsluha.

Podakovanie: Táto práca vznikla s podporou projektu APVV-22-0292, projektu VEGA 1/0666/23, Programu na podporu excelentných tímov mladých výskumníkov „Biochar ako účinný materiál pre vývoj miniaturizovaných senzorov na dezinfekciu vôd“ a z Programu na podporu mladých výskumníkov STU „Dlhodobý monitoring domových čistiarní odpadových vôd v reálnej prevádzke“. Táto práca sa na 13. bienálnej konferencii Odpadové vody 2024 umiestnila na 3. mieste za najlepšie postery autorov do 33 rokov v sekcii FÓRUM 33.

Literatúra/References

- [1] Ho J., et al.: Assuring reclaimed water quality using a multi-barrier treatment train according to the new EU non-potable water reuse regulation. *Water Research*, 267, 122429 (2024). <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.122429>.
- [2] Lieskovská, Z.; Andrášiová, K. et al.: Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2022. Bratislava: MŽP SR, 113 (2023). ISBN 978-80-8213-152-2.
- [3] Cenia (2023). Zpráva o životním prostředí České republiky 2022. Praha: Česká informační agentura životního prostředí. ISBN 978-80-7674-058-7.
- [4] Regulation (EU) 2020/741 of the European Parliament and of the Council of 25 May 2020 on Minimum Requirements for Water Reuse (2020).
- [5] Wanner, J.; Srb, M.; Beneš, O.: Water reuse in the frame of circular economy. *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering*, 221 – 266 (2023). <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99920-5.00014-7>.
- [6] WISE freshwater information system for Europe: Water reuse. <https://water.europa.eu/freshwater/europe-freshwater/water-reuse> (2024). <https://water.europa.eu/freshwater/europe-freshwater/water-reuse>.
- [7] Berbel J. et al.: Challenges for Circular Economy under the EU 2020/741 Wastewater Reuse Regulation. *Global Challenges*, 7(7), 2200232 (2023). <https://doi.org/10.1002/gch2.202200232>.
- [8] Collivignarelli, M. C. et al.: Disinfection of Wastewater by UV-Based Treatment for Reuse in a Circular Economy Perspective. Where Are We at? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 77 (2021). <https://doi.org/10.3390/ijerph18010077>.
- [9] Kim, S. H. et al.: Development of UV Distribution Model for the Non-Contact Type UV Disinfection System. *International Journal of Chemical Reactor Engineering*, 9, article A57 (2011). <https://doi.org/10.1515/1542-6580.2639>.
- [10] Guo, M. et al.: Comparison of low- and medium-pressure ultraviolet lamps: Photoreactivation of *Escherichia coli* and total coliforms in secondary effluents of municipal wastewater treatment plants. *Water Research*, vol. 43(3), 815 – 821 (2009). <https://doi.org/10.1016/j.watres.2008.11.028>.
- [11] Hallmich, C.; Gehr, R.: Effect of pre- and post-UV disinfection conditions on photoreactivation of fecal coliforms in wastewater effluents. *Water Research*, 44 (9), 2885–2893 (2010). <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.02.003>.
- [12] Guo, M. et al.: UV inactivation and characteristics after photoreactivation of *Escherichia coli* with plasmid: Health safety concern about UV disinfection. *Water Research*, 46 (13), 4031 – 4036 (2012). <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.05.005>.
- [13] Masschelein, W. J.; Rice, R. G. *Ultraviolet Light in Water and Wastewater Sanitation*. CRC press, Taylor & Francis Group, ISBN 978-1-138-56288-2 (2002). <https://doi.org/10.1201/9781138562882>.
- [14] Takács, F.; Bodík, I.: Dezinfekcia vyčistených odpadových vôd pre poľnohospo-

dárské účely fyzikálně-chemickými metodami. Diplomová práce (2023).

- [15] Nariadenie vlády SR č. 269/2010 Z.z, ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd (2010); upravená verzia z 15.11.2022 (2022).
- [16] Olejníková P, et al.: Laboratorné cvičenia z mikrobiológie. Bratislava: Nakladateľstvo STU (2015). ISBN 978-80-227-4457-2.
- [17] STN EN ISO 9308-1/A1: Kvalita vody. Stanovenie *Escherichia coli* a koliformných baktérií. Časť 1: Metóda membránovej filtrácie na stanovenie vo vodách s nízkou koncentraciou sprievodnej bakteriálnej mikroflóry. Bratislava: Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo SR (2017).

Ing. Ines Vavrová (autorka pre korešpondenciu)
Ing. Tomáš Lukáč
Ing. Zuzana Imreová, PhD.
prof. Ing. Igor Bodík, PhD.
prof. Ing. Miloslav Drtil, PhD.
Oddelenie environmentálneho inžinierstva
Fakulta chemickej a potravinárskej technológie
STU v Bratislave
Radlinského 9
812 37 Bratislava
ines.vavrova@stuba.sk

Disinfection of treated wastewater from individual wastewater treatment systems (Vavrová, I.; Lukáč, T.; Bodík, I.; Drtil, M.)

Odstraňovanie mikropolutantů z nemocničných odpadných vod

Zuzana Sýkorová, Petr Sýkora, Robert Kvaček,
Monika Heřmánková, Michal Cypris, František Robek,
Radek Kaláb

Abstrakt

Případová studie popisuje instalaci pilotní technologie na dočištění nemocničných odpadných vod (OV) pomocí ozonizace a sorpce na granulovaném aktivním uhlí (GAU). Pilotní jednotka byla uvedena do provozu na čistiřné odpadných vod Fakultní Thomayerovy nemocnice v Praze (ČOV FTN) v dubnu 2024. Jedná se o první realizaci technologie pro dočištění nemocničných odpadných vod v ČR. Financování projektu bylo podpořeno Státním fondem životního prostředí ČR (SFŽP) z Fondů EHP a Norska. Hlavním cílem projektu je snížit koncentrace léčiv mezi vstupem a výstupem z nemocniční ČOV minimálně o 90 %. Stávající ČOV má kapacitu 1 500 EO (ekvivalentních obyvatel), nátok obsahuje v neznámém poměru infekční a neinfekční nemocniční odpadní vody s vysokým obsahem buničiny. Průměrný denní přítok odpadných vod na ČOV je 200 m³/d s výrazně proměnlivými hodinovými nátoky během dne. Instalovaná pilotní jednotka na separaci léčiv byla navržena na výkon 5–10 m³/h. Pokud je nátok ČOV vyšší než 10 m³/h, je OV přesahující tento limit tak jako dosud hygienizována chlornanem sodným a odvedena do městské kanalizace. Pilotní technologie zahrnuje mikrosítu (velikost ok 10 μm), ozonizační jednotku (produkce ozonu až 210 g/h), celek filtrace přes GAU (2 filtry o kapacitě a = 5 m³/h naplněné granulovaným aktivním uhlím Filtrasorb 400). Vyčištěná odpadní voda je po průchodu pilotní jednotkou využívána částečně jako servisní voda v rámci ČOV, zbytek vyčištěné vody je po chloraci veden do městské kanalizace. Aktuálně je sledována účinnost odstraňování léčiv s výhledem intenzivnějšího využívání vyčištěné OV v rámci areálu nemocnice (závlahy).

Klíčová slova

kvartérní čištění OV – mikropolutanty – farmaka – léčiva – ozonizace – sorpce na GAU

Key words

disinfection – domestic wastewater treatment plant and constructed wetland – reuse of wastewater – UV radiation

Abstract

Due to the growing problem of water shortages and increasing demands for resource protection, the efficient use of treated wastewater is becoming more and more important. The presented contribution deals with the issue of wastewater disinfection from small sources of pollution in individual wastewater treatment systems using UV radiation with the aim of reusing this water for irrigation. UV radiation, as a non-chemical method of disinfection, proves to be an effective and ecological alternative for the removal of microorganisms found in wastewater. The paper analyzes the main parameters of UV disinfection, such as intensity and exposure time for various samples of biologically treated wastewater from domestic wastewater treatment plants and constructed wetland, while the source of radiation was a UV lamp in a non-contact process, i.e. lamp placed above the water surface. For the required disinfection of biologically treated water from the domestic wastewater treatment plant, radiation was needed in tens of seconds. Lower radiation times were required for water from the constructed wetland, while disinfection was not even necessary for some irrigation water quality classes.

Úvod

Odpadní vody z nemocnic, domovů pro seniory, zdravotnických a sociálních zařízení jsou významným zdrojem mikropolutantů (léčiv, antibiotik, hormonů a jejich metabolitů), které se kanalizací přes městské ČOV dostávají do povrchových i podzemních vod. Mikropolutanty jsou stávajícími mechanicko-biologickými ČOV odstraňovány pouze částečně. Tím dochází k narušování biologických pochodů a vzniku antibiotické rezistence v životním prostředí. Z toho důvodu je důležité léčivům v odpadních vodách věnovat pozornost, i když dosud nepatří mezi sledované ani zpoplatněné ukazatele při čištění městských OV. Pokud chceme efektivně snížit pronikání farmak do životního prostředí, je smysluplné instalovat specifické technologie přímo u zdroje znečištění, tj. na odtoku z nemocničných a sociálních zařízení. Jednu takovou technologii, prvního svého druhu v Česku, vám představíme v následujících řádcích.

Stav ČOV FTN před realizací projektu

Stávající ČOV FTN má kapacitu 1 500 EO. Průměrný denní přítok na ČOV je 200 m³/d, maximální okamžitý přítok na ČOV je cca 500 m³/d. Při silných deštích byla veškerá přítékající voda na ČOV nad max. limit svedena do obtokového kanálu a následně do městské kanalizace. Tento stav nastává cca 10x za rok. Mechanicky předčištěná odpadní voda natéká gravitačně na sekundární biologický stupeň tvořený aktivními nádržemi o objemu 2 x 150 m³ (AN), dosazovací nádrží o objemu 380 m³ (DN) a recyklací kalu z DN do AN. Dodávka vzduchu pro aeraci je dodávána dmychadly. Přebytkový kal je odčerpáván do stávající kalové nádrže (KN) o objemu 13 m³. Vyčištěná odpadní voda po hygienizaci (dávkování roztoku NaClO) odtéká přes měrný objekt (Parshallův žlab) do městské kanalizace.

Odpadní vody natékající na ČOV FTN, jejichž parametry jsou uvedeny v tab. 1, jsou tvořeny těmito proudy v neznámém poměru:

- infekční nemocniční odpadní vody;
- neinfekční nemocniční odpadní vody;

Tab. 1. Složení/Parametry vstupní vody (přítok na ČOV FTN)

Parametr	Jednotka	Průměr	Maximum
Přítok	m ³ /d	200	500
	m ³ /h	8,3	-
CHS _{KC,r}	mg/l	551	1 300
BSK ₅	mg/l	186	360
NL	mg/l	131	350
N-NH ₄	mg/l	27	64
pH	-	6,9–7,5	

- odpadní vody z restauračních zařízení (předčištěny vlastními lapáky tuků);
- odpadní vody ze zubařských ordinací;
- dešťové odpadní vody.

Příprava projektu – Dotační výzva SFŽP ve spolupráci s Norskými fondy

Hlavním cílem prezentované případové studie bylo doplnění stávající technologie ČOV FTN o jednotku na dočištění odpadní vody s ambicí snížit koncentrace léčiv mezi vstupem a výstupem z nemocniční ČOV minimálně o 90 %. Nová technologická jednotka byla projektována jako pilotní na průměrný denní průtok s možností odstavení z provozu bez negativních vlivů na dosavadní kvalitu vypouštěných OV. Projekt byl finančně podpořen SFŽP ČR z programu „Životní prostředí, ekosystémy a změna klimatu“ financovaného z Norských fondů 2014–2021.

Údaje o projektu

- | | |
|---------------------------|--|
| Žadatel: | Pražské vodovody a kanalizace, a.s. |
| Partner: | Fakultní Thomayerova nemocnice |
| Dodavatel technologie: | MEGA a.s., divize vodního hospodářství |
| Výše dotace: | 23 099 715 Kč |
| Délka realizace projektu: | 28 měsíců (01/22–04/24) |
- 03/22–09/23 příprava zadávací dokumentace (ZD) podle zákona č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek, pro výběrové řízení na dodavatele technologie;
 - 09/23–11/23 veřejné výběrové řízení na dodavatele technologie podle ZD, evidenční číslo veřejné zakázky Z2023-040389;
 - 11/23–04/24 dodání a instalace technologie dle ZD.

Realizace a instalace pilotní technologie pro efektivní odstraňování léčiv z OV

Realizace technologie zahrnovala vypracování realizační dokumentace, dodávku, instalaci a zprovoznění všech technologických celků v souladu se ZD, včetně armatur, měření, regulace a řídicího systému. Dodavatel technologie neřešil žádné stavební úpravy v jednotlivých objektech ani mimo ně. Všechny potřebné stavební úpravy byly zajišťovány objednatelům díla.

Dodané technologické celky

1. Hygienizace (chlorace) obtoku ČOV;
2. Doplnění mechanického předčištění vstupní OV na ČOV (před-filtrace);
3. Pilotní technologie odstraňování mikropolutantů;
 - 3a) předúprava – mikrosíto, optimalizace nátoků na ozonizaci;
 - 3b) ozonizační jednotka;
 - 3c) GAU filtrace.

Nově dodané technologické celky pracují po ručním nastavení v automatizovaném režimu. Všechny dodané technologické celky jsou napojeny na nový řídicí systém (ŘS) Siemens PLC s vizualizací TOMPACK/ProjectSoft. Nový ŘS pracuje paralelně se stávajícím ŘS Fiedler. Ovládání nového ŘS je umožněno přes počítač a monitor umístěné na velině v hale ČOV nebo přes sdílený vzdálený přístup. Systém dokáže řídit chod ČOV i v případě výpadku vizualizace na monitoru.

Hygienizace obtoku ČOV

Cílem nově instalované technologie je zajištění hygienizace obtoku ČOV při překročení max. kapacity ČOV. Odpadní vody v obtoku ČOV nebyly dosud před vstupem do městské kanalizace hygienizovány. Navrženo bylo jednoduché zajištění chlorace odlehčených OV do kanalizace. Na odlehčovacím kanále před kompresorovnou bylo umístěno měření hladiny radarem. Při výskytu „více než malého průtoku vody v odlehčovacím kanálu“ definovaného jako pevně nastavená hodnota dle výšky hladiny v kanálu (15 mm), se zapne dávkování 12% chlornanu sodného (NaClO) s intenzitou 6 l/h do doby, než hladina v obtokovém kanálu opět klesne pod stanovenou hodnotu (10 mm) nebo do vyčerpání roztoku chlornanu. V objektu kompresorovny byla umístěna 200 l zásobní nádrž na 12% NaClO s dávkovacím čerpadlem, plná zásoba chlornanu vystačí na 33 h provozu. Technologický celek hygienizace je monitorován a řízen přes ŘS na velině.

Doplnění mechanického předčištění

Cílem doplnění mechanického předčištění je zvýšení účinnosti odstraňování nerozpuštěných látek z nátoků ČOV, zejména zvýšení účinnosti odstraňování vláken buničiny, která zbytečně zatěžují

biologický stupeň ČOV a mají negativní vliv na provoz nově instalovaného celku ozonizace. Před budovou mechanického předčištění v nátokovém kanálu jsou umístěny česle (viz obr. 1). Voda z česle je vedena potrubím zavedeným do suterénu budovy mechanického předčištění. Stávající potrubí vedoucí od česle do lapáku písku bylo v suterénu mechanického předčištění přerušeno a mezi vstup a výstup byla vložena tříkomorová nádrž. Další část stávajícího potrubí zajišťuje funkci bypassu tříkomorové nádrže. Tato nádrž slouží k akumulaci vody čerpané na rotační válcové síto a zároveň, jako vedlejší efekt, odseparuje část písku z přítékající OV. Do největší, prostřední komory, která má šikmé dno, natéká potrubím (DN 200) odpadní voda předčištěná na česlích. Následně voda přes sníženou přelivnou hranu nateče do úzké boční komory, ve které je na podstavci umístěno ponorné čerpadlo s frekvenčním měničem o kapacitě 20 m³/h. Ponorné čerpadlo čerpá vodu nahoru do rotačního bubnového síta s kapacitou 55 m³/h, šířkou průřezu 0,5 mm a integrovaným lisem shrabků. Voda je po průchodu bubnovým rotačním sítem svedena do suterénu do třetí komory nádrže, odkud gravitačně odtéká do stávajícího potrubí vedoucího do lapáku písku a za ním řazeného biologického stupně ČOV. Rotační válcové síto je umístěno na plošině nad tříkomorovou nádrží. Shrabky jsou zachytávány v plastovém kontejneru. Pro oplach bubnového síta je využívána vyčištěná OV (odtok z GAU), která je prováděna z hlavní budovy ČOV do budovy mechanického předčištění nově položeným potrubím (viz obr. 2a, 2b).

Pilotní technologie odstraňování mikropolutantů

Cílem tohoto technologického celku je odstranit z biologicky vyčištěné vody léčiva, hormony a degradační produkty těchto látek (viz obr. 3). Pilotní technologii lze provozovat při průtoku 5–10 m³/h. Při nátoku nižším než 5 m³/h se technologie odstaví. Technologie odstraňování mikropolutantů nemá vliv na technologický proces stávající ČOV a může být kdykoliv odstavena bez negativních vlivů na dosavadní kvalitu vypouštěných OV.

Celek technologie odstraňování mikropolutantů obsahuje tyto jednotky:

- Akumulační nádrž pro biologicky vyčištěnou vodu z dosazovací nádrže realizovanou čtveřicí propojených válcových nádrží, $V = 4 \times 2 \text{ m}^3$;
- Mikrosíťový bubnový filtr, velikost ok 10 μm;
- Čerpací nádrž pro ozonizaci, $V = 2 \text{ m}^3$;
- Vymírací nerezovou nádrž, $V = 5 \text{ m}^3$;
- Ozonizační jednotku, produkce ozonu až 210 g/h;



Obr. 1. Přítok nemocničních OV na ČOV FTN



Obr. 2a. 3D model instalace technologie v budově mechanického předčištění

- Filtraci přes GAU, 2 ks filtrů s náplní Filtrasorb 400, 1,25 m³ v každém filtru;
- Nádrž prací vody, V = 8 m³.

Akumulace vody z dosazovací nádrže

Účelem akumulace vody je snížení vlivu nerovnoměrnosti nátoky OV na chod pilotní technologie. V projektu bylo uvažováno s vybudováním venkovní jímky o objemu 10 m³ umístěné do volného prostoru mezi dosazovací nádrž a hlavní budovu. Během přípravných stavebních prací se však ukázalo, že místo je pro vybudování jímky nevhodné, v plánovaném prostoru byly objeveny podzemní inženýrské sítě. Operativně bylo nalezeno alternativní řešení. Jímka ve formě čtveřice propojených válcových nádrží byla umístěna do suterénu haly ČOV. Do těchto nádrží natéká voda z dosazovací nádrže gravitačně přes jímací objekt.

V jímacím objektu je voda odtékající z dosazovací nádrže usměřována pomocí betonové vestavby a hradítka tak, aby přednostně natékala do nátokového potrubí. Teprve při průtoku vody přesahujícím požadovaný výkon pilotní technologie (10 m³/h), je nadlimitní voda tak jako dosud hygienizována a svedena do městské kanalizace. Nátok lze v případě potřeby (oprava, povodeň apod.) zavřít pomocí ručně ovládané armatury umístěné v suterénu haly ČOV.

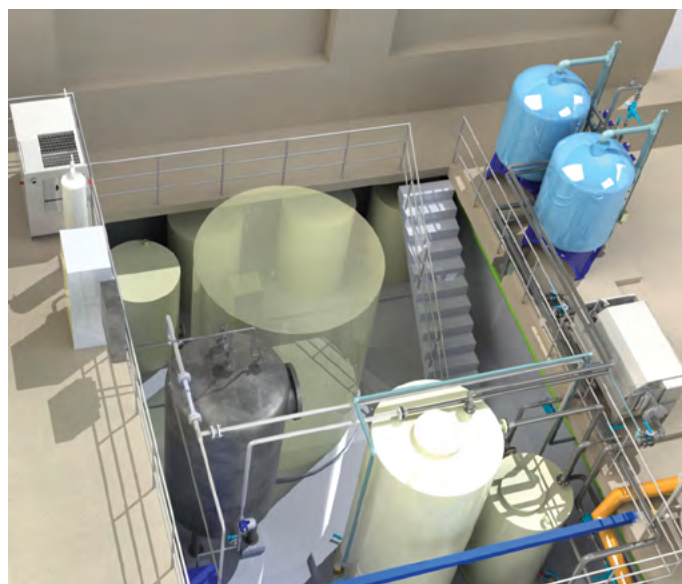
Akumulovaná voda je čerpána na mikrosítový bubnový filtr čerpadlem s frekvenčním měničem umístěným ve třetí z čtveřice čerpacích nádrží, kde je umístěno i hladinové čidlo pro indikaci výšky hladiny.

Mikrosítový bubnový filtr

Mikrosítový bubnový filtr funguje jako samostatný celek s vlastním rozvaděčem a ŘS (viz obr. 4). Na tomto filtru jsou odstraňovány zbytkové nerozpuštěné látky z biologicky vyčištěné vody (uniklé vločky aktivovaného kalu, vlákna buničiny...). Účinnost mikrosítové filtrace je kontrolována pomocí dvojice zákaloměrů na vstupní a výstupní vodě. Tkanina filtru je čištěna integrovaným oplachovým systémem pomocí trysek napojených na produkovaný filtrát mikrosíta. Díky tomu mikrosíto nepotřebuje pevné připojení oplachové vody. Spotřeba oplachové vody při standardním provozu tvoří 4 % z nátoky na filtr; cyklování oplachu je řízeno vlastním ŘS (s vizualizací do velína). Odseparovaný tekutý kal z mikrosíta je zaústěn jako kalová voda do kanalizace odpadních pracích vod vedené do stávajícího kalového hospodářství.



Obr. 2b. Reálné provedení instalace



Obr. 3. 3D model instalace technologie čištění mikropolutantů



Obr. 4. Realizace – mikrosítový bubnový filtr 10 μm

Čerpací nádrž na ozonizaci

Filtrát z mikrosíta je gravitačně sveden do čerpací nádrže vody pro ozonizaci umístěné v suterénu budovy ČOV. Z této nádrže je voda čerpána čerpadlem s frekvenčním měničem (10 m³/h; 2,5 bar) na ozonizační jednotku. Nádrž je vybavena dvěma hladinovými plovákovými čidly pro indikaci minimální a maximální hladiny a také havarijním přetokem.

Vymírací nádrž

Vymírací nádrž má funkci reaktoru sloužícího k oxidaci mikropolutantů ozonem. Doba zdržení vody v nádrži je cca 30 min. Nezreagovaný ozon se spolu s dalšími plyny kumuluje ve vymírací nádrži nad hladinou vody. Při poklesu hladiny je přes solenoidový ventil odváděna plynná fáze z hlavy nádrže do destruktoru ozonu. V něm dochází k rozkladu toxického a reaktivního ozonu na zdravotně nezávadný plyn s obsahem zbytkového ozonu $< 0,1$ ppm, který je následně odváděn potrubím mimo budovu ČOV. Na výstupu vody z vymírací nádrže je měření rozpuštěného zbytkového ozonu v ozonizované vodě. V případě indikace nenulové koncentrace ozonu na výstupu z vymírací nádrže začíná řídicí systém snižovat výkon generátoru ozonu. Dojde-li k překročení hodnoty koncentrace ozonu $0,3$ mg/l na výstupu z vymírací nádrže, řídicí systém vypne produkci ozonu. Vymírací nádrž patří technologicky do jednotky ozonizace, je vyrobena kompletně z materiálu nerez AISI 316L. Její užžitný objem je 5 m³, celkový objem $5,825$ m³. Nádrž je vybavena nerezovou válcovou vestavbou. Nátok vody je veden nerezovým potrubím ke dnu středové vestavby. Voda je odváděna z dolní části vymírací nádrže na filtraci přes GAU. Nádrž má ve dně instalovány dva kulové kohouty pro odkalení vnitřní vestavby a prostoru vně vestavby. V nádrži je umístěno radarové hladinové čidlo pro kontrolu hladiny.

Ozonizační jednotka

Ozonizační stanice je dodávána jako samostatný celek od výrobce s vlastním rozvaděčem a vlastním ŘS. Ozonizační jednotka (viz obr. 5) obsahuje kompresor vzduchu, sušičku vzduchu, generátor kyslíku (čistota 93 %), generátor ozonu (produkce ozonu 210 g/h, koncentrace ozonu v plynu 100 g/Nm³, rozsah výkonu 10–100 %, katalytický destruktor ozonu, čtyřkanálový analyzátor ozonu v ovzduší a systém chlazení ozonizace. Na ozonizační stanici je čerpána OV z čerpací jímky pro ozonizaci. Podle intenzity přítoku do čtveřice akumulacních nádrží je řízen výkon generátoru ozonu (vysílá proudový signál 4–20 mA pro výkon měniče generátoru ozonu 10–100 %). Tlak vody natékající na ozonizační stanici musí být konstantní, je kontrolován tlakoměrem (počáteční nastavení na 2,5 bar, může být mírně upraveno).

Vnos ozonu do odpadní vody je řešen následovně: z hlavního proudu vody je za vymírací nádrží a analyzátozem rozpuštěného O₃ odebírán dílčí proud (tzv. hnací voda, 4 m³/h, 2 bar) do sání čerpadla. V čerpadle dochází k navýšení tlaku dílčího proudu vody na hodnotu potřebnou pro správnou funkci následně zařazeného injektoru. V injektoru dojde k nasátí plynné směsi z generátoru ozonu a jejímu prvotnímu rozptýlení v dílčím proudu vody. Tento dílčí proud je poté zaveden zpět do potrubí hlavního proudu odpadní vody před statický míšič, ve kterém jsou zajištěny optimální podmínky pro rozpuštění ozonu ve vodě. Z výstupu statického míšiče je hlavní proud odpadní vody s ozonem zaváděn do reakční nádrže ozonizace (tzv. vymírací nádrž – viz výše). Proud hnací vody zajišťuje dostatečný míchací gradient a zároveň i dostatečný tlak v tryskách injektoru, a to i při nižších průtocích vody. Cílem ŘS je řídit výkon generátoru ozonu a přítoku vody na ozonizaci tak, aby k odstavení generátoru ozonu docházelo co nejméně. Při dlouhodobě nízkých nátocích na ČOV pod 5 m³/h však k odstavení musí dojít.

Celé zapojení jednotky ozonizace je v materiálu AISI 316L. Stanice ozonizace je umístěna ve zvýšeném přízemí haly hlavní budovy, vymírací nádrže a některé armatury a měření jsou umístěny v suché jímce (v hale). Voda je z jednotky ozonizace vedena dále na dvojici GAU filtrů, kde probíhá závěrečná fáze úpravy odpadní vody.

Kontrola úniku ozonu do ovzduší – BOZP

Z důvodu zajištění bezpečných pracovních podmínek pro obsluhu dle BOZP je jednotka ozonizace vybavena analyzátozem ozonu v ovzduší. Instalované zařízení (analyzátor ozonu, čtyři čidla ozonu, výstražný systém propojený s ŘS jednotky ozonizace) slouží ke sledování koncentrace ozonu v místnostech a uzavřených prostorách podle požadovaných limitů pro koncentraci ozonu v pracovním prostředí (O₃ $> 0,1$ ppm). V místech



Obr. 5. Realizace – část jednotky ozonizace, v pozadí GAU filtry

s možným výskytem úniku byly umístěny čtyři senzory ozonu – dva jsou umístěny u jednotky ozonizace ve zvýšeném přízemí, dva v suché jímce, protože ozon je těžší než vzduch (1. čidlo u generátoru O₃ ve zvýšeném přízemí, 2. čidlo u injektoru ozonu v suché jímce, 3. čidlo u paty vymírací nádrže v suché jímce, 4. čidlo u destruktoru ozonu ve zvýšeném přízemí.) V případě úniku plynného ozonu vydává zařízení světelný a zvukový poplachový signál s následným výstupem do řídicího systému ozonizace. Při překročení bezpečné hodnoty koncentrace ozonu 0,1 ppm je vyhlášen alarm 1 = výstraha doprovázená světelným signálem, automaticky se zapíná vzduchotechnika v suché jímce hlavní budovy (odtah vzduchu ze dna suché jímky mimo budovu). Při překročení hodnoty koncentrace ozonu 0,2 ppm je vyhlášen alarm 2 doprovázený světelným a zvukovým signálem. Při alarmu 2 je okamžitě odstaven generátor O₃, vzduchotechnika odvádí vzduch ze dna suché jímky mimo budovu. Rozsah měření O₃ ve vzduchu je 0 až 1 ppm. Životnost elektrochemického senzoru je 1 až 2 roky v závislosti na četnosti využití.

Filtrace přes GAU

Celek filtrace přes GAU obsahuje 2 ks filtrů, průměr $a = 1400$ mm, o kapacitě $a = 5$ m³/h s náplní granulovaného aktivního uhlí (Filtorasorb 400) o objemu 1,25 m³ v každém filtru. Oba filtry jsou vybaveny automatickým řízením provozu a proplachu pomocí armatur s elektropohony. Zapínání automatického režimu provoz/praní je řízeno dle průtoku vody na ozonizaci nebo dle tlakové ztráty na filtrech. Praní filtrů je postupné, vždy je alespoň jeden z filtrů ve filtrační fázi. Pro praní GAU filtrů je využívána vycištěná odpadní voda jímáná v nádrži prací vody. Odpadní voda po praní GAU filtrů je odváděna potrubím odděleným od ostatních odpadních vod přímo do městské kanalizace. Po zjištění pronikání mikropolutantů do vycištěné výstupní vody nad stanovený limit (účinnost odstranění



Obr. 6. Odběr vzorků vody v den předání technologie objednateli – 16. 4. 2024. 1 – přítok na biologický stupeň po mechanickém předčištění; 2 – odtok z dosazovací nádrže; 3 – vycištěná odpadní voda po průchodu pilotní jednotkou pro odstraňování mikropolutantů.

farmak alespoň 90 %) je potřeba granulované uhlí z filtrů odsát, ekologicky zlikvidovat, naplnit filtry novou náplní a poté filtry opět uvést do provozu.

Nádrž prací vody

Vyčištěná voda z GAU filtrů je odváděna do nádrže prací vody umístěné v suterénu hlavní budovy. Voda z této nádrže je využívána primárně jako servisní voda pro potřeby ČOV. Prací voda se využívá na pravidelné praní GAU filtrů, pravidelné oplachy rotačního válcového síta v objektu mechanického předčištění a pro občasné čištění mikrosíta (v hale ČOV). Teprve nevyužitá/nadbytečná voda z nádrže prací vody odtéká přes chloraci a stávající Parshallův žlab do městské kanalizace.

Účinnost technologie

Účinnost technologie byla testována vzorkovací kampaní o 15 odběrech (3 směsné časové vzorky, 12 bodových vzorků). Vzhledem k vysoké korelaci dat byly všechny odběry hodnoceny dohromady. Vzorky byly odebrány ze tří profilů: v nátoku do aktivizační nádrže (profil „nátok ČOV“), v odtoku z dosazovací nádrže (profil „odtok z DN“) a v akumulaci vyčištěné vody z kvartérní technologie (profil „odtok z GAU“), viz obr. 6. U standardních fyzikálně-chemických ukazatelů dosáhla kvartérní technologie výborné účinnosti odstranění mezi profily „odtok z DN“ a „odtok z GAU“ přesahující 80 % u parametrů NL (8 odběrů), CHSK_{Cr} (15 odběrů) a TOC (8 odběrů). Výsledky jsou zpracovány v tab. 2. Výsledné průměrné koncentrace ukazatelů NL a CHSK_{Cr} jsou výrazně pod limitem potřebným k vypouštění OV do recipientu dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. v platném znění.

K posouzení účinnosti odstranění mikropolutantů byl využit indikativní seznam látek poskytovatele dotace, který obsahoval následující analyty ze skupiny léčiv a jejich metabolitů: acebutolol, atenolol, azithromycin, carbamazepin, clarithromycin, diclofenac-4-hydroxy, diclofenac, furosemid, gabapentin, hydrochlorothiazid, ibuprofen, ibuprofen-2-hydroxy, ibuprofen-carboxy, iopromid, ketoprofen, metformin, metoprolol, naproxen, naproxen-o-desmethyl, oxypurinol, paracetamol, paraxanthine, ranitidine, sotalol, sulfamethoxazol, sulfapyridin, telmisartan, tramadol, trimethoprim, venlafaxine (viz tab. 3). Tyto analyty byly stanoveny ve všech 15 odběrech. Účinnost odstranění průměrné sumární koncentrace mezi profily „odtok z DN“ a „odtok z GAU“ dosáhla 99,4 %. Z nátokových koncentrací na ČOV přesahujících 0,5 mg/l se díky kvartérní technologii podařilo snížit odtokové koncentrace pod 0,2 µg/l.

Na odtoku z GAU bylo v 15 odběrech detekováno alespoň jedenkrát pouze 5 analytů. Jednalo se o látky gabapentin, sulfamethoxazole, telmisartan a paracetamol, které byly nad mezí stanovitelnosti nalezeny pouze 1x či 2x, vždy v koncentracích mírně přesahující jejich mez detekce (10 ng/l u paracetamolu a gabapentinu a 20 ng/l u telmisartanu a 3 ng/l u sulfamethoxazolu). Jedinou problematickou látkou byl metformin, který byl stanoven nad mezí stanovitelnosti u 13 z 15 odběrů s průměrnou koncentrací 95 ± 62 ng/l.

Závěr

Díky spolupráci všech partnerů byla pilotní technologie odstraňování mikropolutantů instalována, uvedena do provozu a předána zadavateli. Z prvotního ověření účinnosti technologie vyplývá, že zvolené technologické uspořádání dokáže významně snížit koncentrace léčiv a jejich metabolitů, stejně jako koncentrace nerozpuštěných látek či organických látek. Provoz technologie bude dále monitorován. Pevně věříme, že tato instalace v budoucnu poslouží jako inspirace pro další intenzifikaci čištění nemocničních odpadních vod nejen v České republice a pomůže odstraňovat problém v podobě vnosu mikropolutantů do životního prostředí přímo u největších zdrojů tohoto znečištění.

Tab. 2. Vyhodnocení odstraňování ukazatelů NL, CHSK_{Cr} a TOC v technologii ČOV FTN

odběrný profil	NL		CHSK _{Cr}		TOC	
	[ng/l]	[%]	[ng/l]	[%]	[ng/l]	[%]
nátok ČOV	230 ± 99	-	687 ± 157	-	-	-
odtok z DN	72,3 ± 35,9	-	133 ± 110	-	34,3 ± 12,0	-
odtok z GAU	4,0 ± 1,7	94,5	9,5 ± 5,3	92,9	5,8 ± 1,7	83,0

Tab. 3. Koncentrace 30 léčiv z indikativního seznamu ve třech profilech ČOV

odběrný profil	detekované analyty	průměrná koncentrace [ng/l]	účinnost odstranění DN – GAU [%]
nátok ČOV	29 z 30	518 188	-
odtok z DN	28 z 30	46 761	-
odtok z GAU	5 z 30	153	99,4

Dr. Ing. Monika Heřmánková (autorka pro korespondenci)

Ing. František Robek

Ing. Michal Cypris

MEGA, a.s.

Ke Klíčovu 191/9

Monika.Hermankova@mega.cz

190 00 Praha 9 – Vysočany

Ing. Radek Kaláb

Fakultní Thomayerova nemocnice

Vídeňská 800

140 59 Praha 4 – Krč

Removal of Micropollutants from Hospital Wastewater (Sýkorová, Z.; Sýkora, P.; Kvaček, R.; Heřmánková, M.; Cypris, M.; Robek, F.; Kaláb, R.)

Abstract

This case study describes the installation of a pilot technology for the post-treatment of hospital wastewater (WW) using ozonation and adsorption on granular activated carbon (GAC). The pilot unit was commissioned at the wastewater treatment plant of the Thomayer University Hospital in Prague (Fakultní Thomayerova nemocnice v Praze; WWTP) in April 2024. This is the first implementation of a technology for the hospital wastewater post-treatment in the Czech Republic. The project was funded by the State Environmental Fund of the Czech Republic (Státní fond životního prostředí ČR; SFŽP) from the EEA and Norway Grants. The main goal of the project is to reduce the concentrations of pharmaceuticals by at least 90 % between the influent and effluent of the hospital WWTP. The existing WWTP has a capacity of 1,500 PE (population equivalent), and the influent contains an unknown ratio of infectious and non-infectious hospital wastewater together with a high cellulose content. The average daily inflow of wastewater to the WWTP is 200 m³/day, with significantly variable hourly inflows during the day. The installed pilot unit for pharmaceutical separation was designed for a capacity of 5–10 m³/hour. If the WWTP inflow exceeds 10 m³/hour, the excess WW is disinfected with sodium hypochlorite and discharged into the municipal sewer system as before. The pilot technology includes a microscreen (mesh size 10 µm), an ozone generation unit (ozone production up to 210 g/h), and a GAC filtration unit (2 filters with a capacity of 5 m³/hour each, filled with Filtrasorb 400 granular activated carbon). The treated wastewater is partially reused as service water within the WWTP, the remaining treated water is chlorinated and discharged into the municipal sewer system. The efficiency of pharmaceutical removal is currently being monitored with a perspective to more intensive use of treated WW within the hospital premises (irrigation).

Key words

quaternary WW treatment – micropollutants – pharmaceuticals – ozonation – GAC adsorption

Ing. Zuzana Sýkorová

Ing. Petr Sýkora

Ing. Robert Kvaček

Pražské vodovody a kanalizace, a. s.

Ke Kablu 971/1

102 00 Praha 10 – Hostivař

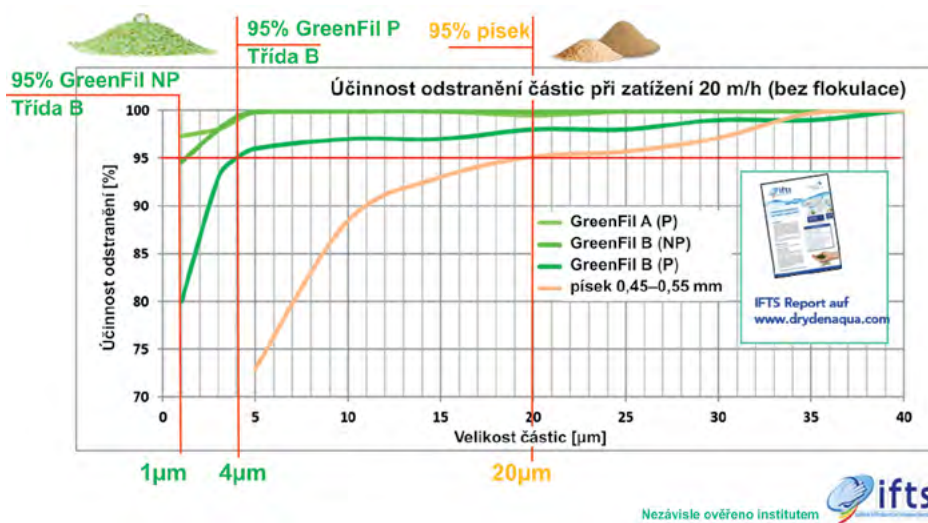
KUNST – váš partner ve vodním hospodářství

Společnost KUNST jako přední dodavatel vodohospodářských investičních celků ve spolupráci se společnostmi Johnson Screen a Dryden Aqua přináší nový filtrační materiál pro filtry s drenážním systémem Triton. Jedná se o materiál, který je určen jako přímá náhrada filtračního písku pro všechny typy otevřených i tlakových filtrů. Materiál je vyroben z recyklovaného skla (zeleného a hnědého), jehož zrnka jsou v jednom z výrobních kroků ošetřena aktivním povrchem. Jsou vyráběny dvě varianty (viz obr. 1), a to polární GreenFil P s negativním nábojem hydrofilního povrchu a nepolární GreenFil NP s hydrofobním povrchem. Aktivovaný povrch v obou případech vykazuje adsorpční vlastnosti, které v případě hydrofobního GreenFil NP přispívají k lepšímu odstraňování organických látek vč. uhlovodíků, bílkovin, lipidů (tuky a oleje) a mikroplastů, zatímco hydrofilní GreenFil N je výborný pro zachytávání těžkých kovů.



Obr. 1. Aktivovaný povrch materiálu GreenFil P a GreenFil NP

V obou případech je povrch plně bioresistentní, díky čemuž má materiál samosterilizující vlastnosti a není náchylný k nárůstu bakteriální vrstvy. Ve filtračním loži se tak netvoří hrudky filtračního materiálu, což omezuje vznik kanálků, kterými by do filtrátu pronikaly nezachycené nerozpuštěné látky. Filtrace s materiálem GreenFil je tak mnohem spolehlivější než při použití písku. Z grafu na obr. 2 je rovněž patrné, že s filtračním materiálem GreenFil je možné s účinností 95 % odstraňovat částice už od velikosti 1, resp. 4 μm (v závislosti na použitém typu a granulometrii), zatímco na pískovém filtru je stejná účinnost dosahována až u nečistot velikosti 20 μm . Obdobně vykazuje materiál GreenFil lepší vlastnosti při praní, kdy jsou patrné úspory prací vody jednak díky lepší expanzi materiálu a rovněž díky lepšímu uvolnění nečistot již při nižších pracích rychlostech.



Obr. 2. Účinnost odstranění částic filtrací přes materiály GreenFil a písek

GreenFil™ – Filtrační médium s aktivovaným povrchem pro drenážní systém Triton®

Materiál GreenFil je možné aplikovat přímo na drenážní systém Triton bez nutnosti použití podkladní vrstvy. Je vhodný pro jednovrstvé i vícevrstvé aplikace. Materiál je samozřejmě certifikovaný pro styk s pitnou vodou.

Závěrem **souhrn hlavních výhod materiálu GreenFil:**

- Inhibuje růst bakterií: netvoří se biofilm a materiál nehrudkuje – velmi spolehlivá filtrace od velikosti částic 1 μm .
- Praní vzduchem je možné, není však vyžadováno.
- Lepší využití vody (úspora 50 % prací vody) a nižší náklady na energii (dmychadla).
- Vyšší expanze filtračního lože díky nižší hmotnosti materiálu (až o 15 %) – vhodné jako náhrada písku při modernizacích a rekonstrukcích.
- Delší filtrační cykly a delší životnost filtru díky lepšímu čištění filtračního materiálu.
- Vhodné pro jednovrstvé i vícevrstvé aplikace bez narušení lože.
- Nižší náklady na životní cyklus jako důsledek kumulace výše uvedených efektů.

V případě zájmu o bližší informace, technický návrh nebo cenovou nabídku na materiál GreenFil se neváhejte obrátit na Ing. Kunderátka na kontaktu uvedeném níže.



Ing. Jan Kunderátek
jednatel
jan.kundratek@kunst.cz
www.kunst.cz



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

Sweco a. s.

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

www.sweco.cz

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

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

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



Spolehlivé měření průtoku odpadní vody v nezaplněných potrubích

Při měření průtoku v částečně zaplněných potrubích je nutné zvolit pro tuto měřicí úlohu optimální přístroj. Tento článek se zabývá různými problémy a aspekty, kterým je nutno při této volbě věnovat pozornost.



TIDALFLUX 2300 F

Měřicí místo je nutno posuzovat jako jeden celek z hlediska nejen investičních, ale celkových provozních nákladů. Důležité je věnovat pozornost provedení měřicího přístroje, dokladům o kalibraci a certifikaci pro provedení do prostředí s nebezpečím výbuchu, pokud je požadována, jednoduché a snadné instalaci měřicího přístroje a těsnění, nízkým nárokům na údržbu a pravidelný servis. Technické řešení by mělo co nejlépe odpovídat běžným provozním podmínkám v kanalizační síti a zvolený přístroj by měl za těchto podmínek měřit spolehlivě a s nízkou nejistotou v širokém rozpětí průtoků.

Mezi přístroji nabízenými pro částečně zaplněná existují rozdíly v konstrukci a technickém řešení, například v použitém principu měření a jeho výhodách a omezeních, které ovlivňují montáž nebo



TIDALFLUX 2300 F – detail vnitřku měřicí trubice

údržbu přístroje. Při měření v kanalizačních sítích si v podstatě konkurují magneticko-indukční a ultrazvukové průtokoměry. Ultrazvuk je v odpadních vodách vždy méně přesný, protože měření se provádí pouze v kanálech mezi dvěma senzory. To znamená, že přesnost měření závisí na počtu kanálů. Magneticko-indukční průtokoměr měří vždy celý profil, a proto je přesnější, protože každá proudnice kapaliny přispívá k celkovému indukovanému napětí. Průtokoměr TIDALFLUX firmy KROHNE např. dosahuje při měření průtoku nejistoty měření menší než 1 % z měřicího rozsahu mezi 10 a 100 % výšky zaplnění. Dokonce ani pevné částice v odpadní vodě nebo jiné faktory, jako je kolísání teploty proudící vody nebo tlaku atmosféry nad hladinou, měření pomocí magneticko-indukčního průtokoměru neovlivňují. U ultrazvuku naopak mohou narušit přenos zvuku, a tedy i průběh měření. Podstatný rozdíl je i v nárocích na údržbu: pro spolehlivé měření je nezbytné ultrazvukové snímače pravidelně čistit od usazenin, zatímco magneticko-indukční průtokoměr je zcela bezúdržbový. Rozdíly mezi průtokoměry existují i při měření výšky zaplnění: některé přístroje mají např. minimální úroveň zaplnění pro menší jmenovité světlosti 20 až 30 %, což znamená, že potrubí musí být zaplněno zhruba z jedné čtvrtiny. Průtokoměr TIDALFLUX umí měřit již od 10 procent zaplnění, což je mnohem lepší hodnota.

Mezi jednotlivými výrobci existují rovněž rozdíly ve schváleních a certifikaci, tj. v omezeních pro použití přístrojů v daném měřicím místě. Někteří výrobci poskytují tyto doklady o schválení pouze na vyžádání a často jsou neúplné. Přístroje například mohou mít schválení podle ATEX, které však platí pouze ve velmi omezeném rozsahu teplot okolí 0 až 30 °C, mimo tento stanovený rozsah nesmí být průtokoměr použit v prostředí s nebezpečím výbuchu. Důležitá je i certifikační agentura, která certifikát vydala, mělo by jít o důvěryhodnou a spolehlivou instituci, aby byla zajištěna provozní bezpečnost průtokoměrů. Například průtokoměr TIDALFLUX firmy KROHNE je podle ATEX a IECEx schválen evropskými zkušebními, aby mohl být provozován naprosto spolehlivě a bezpečně v rámci udávaných provozních parametrů. Certifikovaný rozsah povolených provozních i okolních teplot je u tohoto přístroje -20 ... +60 °C.



TIDALFLUX 2300 F jako součást zařízení pro regulaci dešťové kanalizace s šoupátkem a ventilem



TIDALFLUX 2300 F při vypouštění do sdružené kanalizace

Provozovatelé průtokoměrů si cení nízkých provozních nákladů během doby životnosti průtokoměru. Složitá instalace, nutnost pravidelné údržby nebo častého čištění znamenají prostoje a dodatečné provozní náklady. Důležitý je rovněž požadavek na snadnou montáž. Potrubí s odpadní vodou mají často světlost DN300 nebo větší, a proto není praktické používat přístroje v mezipřírubovém provedení. Přesné vystředění takového přístroje je při montáži opravdu časově náročné a těsnění před a za přístrojem musejí být správně umístěna. S průtokoměry s přírubami je manipulace mnohem jednodušší. Dalším problémem mohou být provozní podmínky. Dodavatelé ultrazvukových průtokoměrů často stanoví, že v bezprostřední blízkosti přístroje nesmějí být žádné turbulence nebo vzduchové kapsy, protože ty ovlivňují průběh a přesnost měření. V dešťové nebo sdružené kanalizaci se poměrně často mohou vyskytnout cizí tělesa, např. větve, a pak turbulencím prakticky nelze zabránit. Magneticko-indukční průtokoměry jsou v tomto směru odolnější a vyžadují také mnohem kratší přímé úseky před a za snímačem.

Údržba přístrojů by měla být snadná a vyžadovat minimální námahu, přístroje firmy KROHNE například pravidelnou údržbu nepotřebují. Někteří výrobci uvádějí roční nebo dokonce půlroční intervaly údržby, ve kterých se musí provádět kontrola měřicího přístroje, zda není poškozen, nebo utažení šroubů. V opačném případě není podle návodu k obsluze zaručena správná funkce průtokoměru, čímž je odpovědnost výrobce a dodavatele přesunuta na stranu uživatele. Intervaly údržby samozřejmě závisejí na použité technologii: u průtokoměrů pro částečně zaplněná potrubí s integrovaným měřením výšky hladiny, například u průtokoměru TIDALFLUX firmy KROHNE, jsou kapacitní snímače výšky hladiny v průtokoměru integrovány ve výstelce a nejsou ve styku s měřenou kapalinou, jsou proto zcela bezúdržbové. Jiní výrobci používají například snímače tlaku, které musejí být z technologických důvodů umístěny na základně průtokoměru, a proto se časem zanášejí. Pro správný průběh měření je pak také nezbytné pravidelné čištění. A protože ho lze provádět pouze zespodu, musí být odpadní potrubí otevřeno směrem dolů. Takové podmínky uvedené návodu k obsluze se v provozní praxi obtížně realizují.

Magneticko-indukční průtokoměr TIDALFLUX 2300 F od firmy KROHNE je určen pro měření čisté i odpadní vody v částečně zaplněných potrubích. Dodává ve jmenovitých světlostech DN200 až DN1600 s převodníkem v odděleném provedení s krytem z korozi-vzdorné oceli. Robustní celosvařovaný snímač má výstelku z polyuretanu, odolnou vůči abrazi, chemikáliím a usazování nečistot, na přání se dodává s krytím IP68. Integrované kapacitní snímače výšky zaplnění nejsou ve styku s měřeným médiem. Průtokoměr měří od 10 % zaplněného průřezu.

Podle podkladů firmy KROHNE zpracovala

Radmila Kompová
R.Kompova@KROHNE.com



Vyberte si správné řešení!

Postupujte při výběru měřicího přístroje pro částečně zaplněná odpadní potrubí zodpovědně

<<<< Podrobnosti najdete v článku

KROHNE

Water & Wastewater



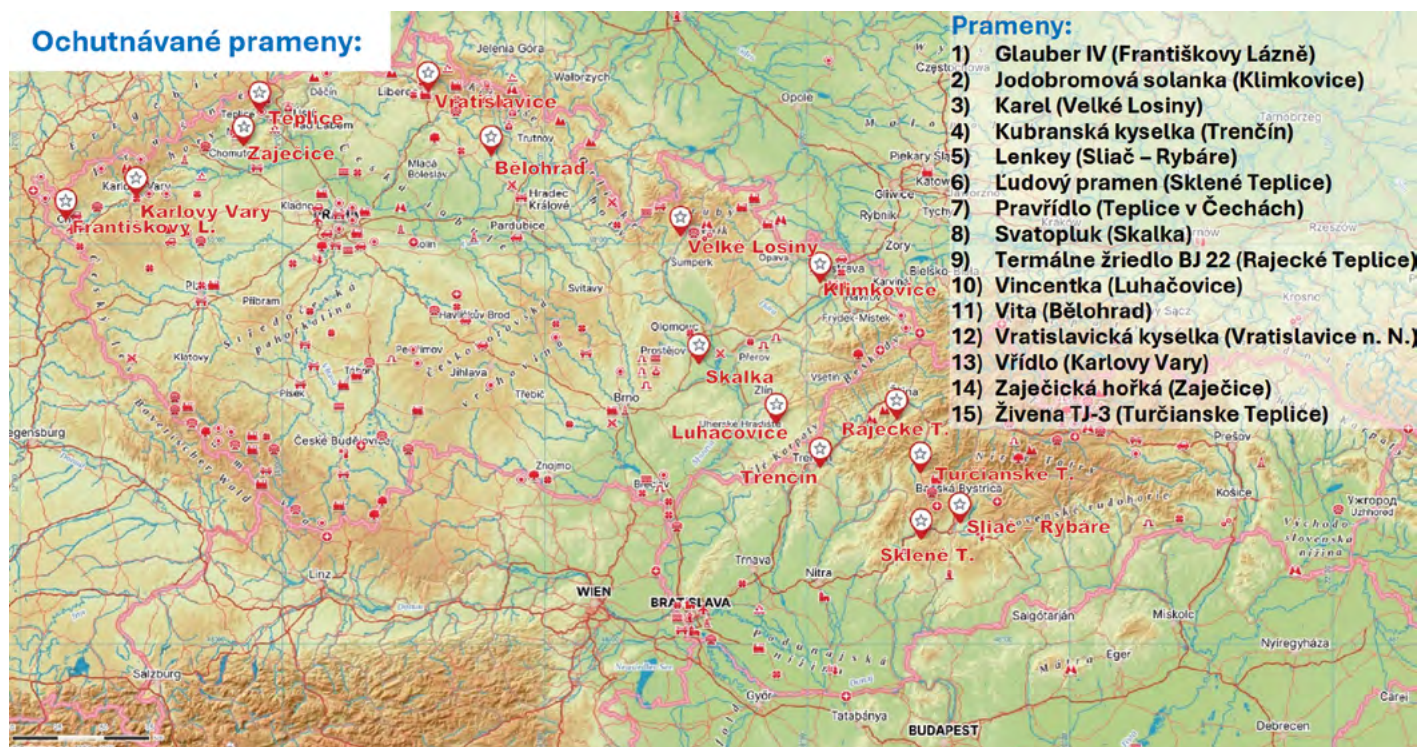
Sommeliérská zkouška minerálních vod – II. ročník

David Landa, Simona Mrázková, Žaneta Chudá

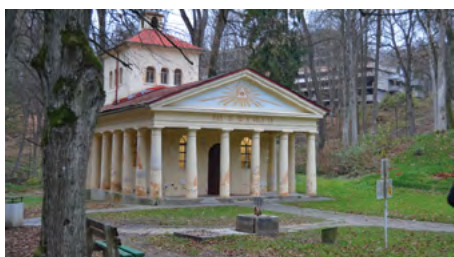
Dne 14. 11. 2024 se opět po roce na Přírodovědecké fakultě v Praze na Albertově konala **Sommeliérská zkouška minerálních vod**, kterou organizovala neformální *Karlova*

asociace ochutnávačů vody za podpory geologických ústavů Univerzity Karlovy, časopisu Vodní hospodářství a Vratislavické kyselky. Pravidla i zaměření zkoušky se od loňského

roku prakticky nezměnila. Stále zůstalo hlavním úkolem přiřadit jména ke vzorkům minerálních vod (viz **obr. 1**). Zásadně se však změnila chuť testovaných vzorků. Byl totiž ještě navýšen důraz na pestrost složení i původu minerální vody. Až na minerální vodu Zaječická hořká byly vývěry stočeny i méně než 24 hodin před konáním události (**obr. 2 až 4**), a to přímo u zdroje. Jediná Zaječická hořká lze obstarat pouze komerční cestou, a to z důvodu nutného „*zahuštění*“, které vede ke zvýšení mineralizace. Některé lokality byly dokonce z časových důvodů navštíveny i v brzkých ranních hodinách dne konání zkoušky. Letos, tak jako tomu bylo před rokem, se testovalo 15 českých, moravských, slezských a slovenských vzorků. Své organoleptické schopnosti



Obr. 1. Mapa ochutnávaných minerálních vod (mapový podklad www.mapy.cz)



Obr. 2. Lázně Sliač – Rybáre



Obr. 3. Lázně Luhačovice



Obr. 4. Lázně Rajecké Teplice



Obr. 5. Slepé vzorky minerálních vod



Obr. 6. Ochutnávání tvořilo přátele



Obr. 7. Ochutnávání minerálních vod spojovalo generace



Obr. 8. Někteří pouze usilovně hledali své oblíbené vody z předešlého ročníku



Obr. 9. Čekání na vyhlášení výsledků bylo napínavé



Obr. 10. Organizační tým

ověřovali studenti přírodovědných oborů i široká veřejnost z České i Slovenské republiky. Bylo nám ctí uvítat odborníky z Českého inspektorátu lázní a zřidel (p. Zdeňka Trískalu), výzkumné pracovníky z Institutu lázeňství a balneologie (p. Tomáše Vylitu) i renomovaného degustátora vod p. Jana Vokurku.

Mezi ochutnávači byl i šéfredaktor časopisu Vodní hospodářství (p. Václav Stránský), kterého překvapilo zaujetí všech zúčastněných. Na základě organoleptických vlastností, tj. vůně, chutě a vzhledu, účastníci testované vzorky přiřazovali k některému ze zdrojů minerálních vod uvedených v nabídce do protokolu. Všichni byli předem, ještě před zkouškou, seznámeni s názvy minerálních vod a jejich chemickým složením. Hlavní změnou oproti minulému ročníku bylo to, že letos bylo ochutnávání rozděleno do dvou částí. V první části měla každá láhev se vzorkem opatřený štítek s názvem testované vody a až ve druhé, kdy ochutnávači obdrželi vyplňovací arch, byly tyto štítky odstraněny a vzorky promíchány.

Maximální počet bodů byl 50. K velkému překvapení organizátorů letos obhájil vítězství

hydrogeolog Jakub Mareš, který letos prokázal, že není odborníkem na minerální vody jen v České, ale i Slovenské republice. Dále ocenění získalo dalších 14 účastníků, což je více než minulý rok. I to svědčí o zvyšující se úrovni ochutnávačů, kteří se dle mnohých ústních sdělení připravovali průběžně celý rok.

Minulý rok vyvolal největší zájem pramen Karel z Velkých Losin, který je vyhlášen pro svoji chuť po zkažených vejcích. I proto bylo organizátory rozhodnuto o pokusu chuťové projevy Karla ještě překonat a zajistit pramen Svatopluk ze Skalky, který má údajně chuť ještě intenzivnější. Taktéž se organizátorům podařilo získat nejmínéralizovanější minerálku z ČR, tj. vody z okolí Klimkovic na Ostravsku, které jsou doporučovány ke kloktání při respiračních onemocněních. Celková mineralizace těchto vod přesahuje těžko představitelných 40 g/l. Pro srovnání, mořská voda má mineralizaci ± 35 g/l.

Podle vysoké aktivity účastníků (obr. 5 až 10), a velmi vysokého zájmu o informace k testovaným minerálním vodám usuzujeme, že zkoušky splnily svůj účel. Ti úspěšní si odnášeli domů **Osvědčení o kvalifikaci So-**

mmeliér minerálních vod. Tři nejlepší navíc získali speciální sirupy a netradiční minerální vodu a výherce dokonce roční předplatné časopisu Vodní hospodářství.

Úspěšnější měli radost z toho, že jsou schopni minerální vody hydrochemicky alespoň rámcově zařadit, a méně úspěšní odcházeli s předsevzetím, že budou pravidelně trénovat, aby se příští rok lépe umístili. Všichni si uvědomili, že schopnost určit na základě organoleptických vlastností chemismus vody zvyšuje odbornost, protože to v konečném důsledku vede k poznání geneze minerální vody. S latinským pozdravem „*dum spiro aquam medicatam bibo*“, tj. „*dokud žiji, minerální vodu piji*“, jsme se rozešli a těšili se na **III. ročník Sommeliérských zkoušek**, které se na podzim v roce 2025 budou konat na stejném místě. A na ty Vás, milí čtenáři, již nyní zveme.

David Landa
Simona Mrázková
Žaneta Chudá
david-aaron@email.cz

ODBORNÉ AKCE



Jako rybky ve vodě aneb jak se studenti ponořili do světové akvakultury

Lukáš Beránek, Jan Škrabánek

Milí čtenáři, rádi bychom se vám nejprve představili. Jsme Lukáš a Honza, magisterští studenti oboru Rybářství a ochrana vod Fakulty rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. V rámci našich studií jsme dostali příležitost účastnit se prestižní mezinárodní konference AQUA 2024, která probíhala v srpnu letošního roku v Kodani. Tato konference je jednou z největších akcí v oblasti akvakultury. V následujících řádcích bychom vám rádi přiblížili naše zážitky a dojmy a zároveň ukázali, co všechno může student z takového setkání získat.

Co je AQUA 2024?

Konference AQUA je pořádána jednou za šest let dvěma významnými mezinárodními

organizacemi – WAS (World Aquaculture Society) a EAS (European Aquaculture Society). Hlavním předmětem konference je akvakultura a šetrné hospodaření s vodními zdroji. Letos se na konferenci sešlo téměř čtyři tisíce účastníků z řad vědců, zástupců firem, politiků a studentů. Účastníci byli prakticky z celého světa, včetně dalekých koutů Asie nebo Jižní Ameriky.

Motto letošní konference bylo **Blue Food, Green Solutions**, tedy volně přeloženo **Modré potraviny, zelená řešení**. Jak název napovídá, hlavními body programu byly ekologie, udržitelnost a možné nové, ekologicky šetrnější postupy v akvakultuře. V přednáškových místnostech své studie a objevy prezentovali nejen odborníci, ale i my studenti. Ve velké výstavní hale pak firmy představovaly tech-

nologie, inovace a rovněž pracovní nabídky. Do toho všeho se zapojily i univerzity a různé výzkumné instituce; všechny tyto sféry se zde setkávaly, vyměňovaly si názory, kontakty a znalosti.

Konference byla rozdělena do 12 speciálních a 60 vědeckých sekcí, pokrývajících témata od výživy a genetiky ryb až po recirkulační akvakulturní systémy a rybniční akvakulturu. Výstava, která probíhala přímo v areálu Bella centra, kde se konference konala, nabízela více než 240 stánků různých firem, včetně výrobců krmiv, prodejců vybavení pro akvakulturu a vědeckých institucí. Všechny abstrakty přednášek a „e-posterů“ lze nalézt v knize abstraktů, která je dostupná na webových stránkách **World Aquaculture Society** v sekci **Abstract Books**.

Studenti a konference

Možná si říkáte, co může obyčejný student nabídnout nebo čím může přispět svou účastí na konferenci světového rozměru. Na tuto otázku se vám teď pokusíme odpovědět.

Za prvé, někteří z řad studentů se zapojili do samotné organizace konference. Bezmála 40 studentů (včetně nás) z různých kontinentů aktivně pomáhalo zajistit klidný a hladký chod akce.

Druhým významným přínosem studentů byla prezentace jejich kvalifikačních prací. Ty mohli představit buď formou klasických



Zastoupení studentů FROV JU na uvítací ceremonii v kodaňské radnici (zleva: Karolína Petráňová, Ondřej Sýkora, Lenka Kajgrová, Jan Škrabánek, Lukáš Beránek)

prezentací, nebo prostřednictvím e-posterů. Postery byly stručným shrnutím projektů, které si každý mohl prohlédnout na pevných interaktivních obrazovkách o rozměrech 54 cm na 96 cm rozmístěných v areálu Bella centra.

Třetí přínos spočíval v přinášení inovací a nových myšlenek do oblasti akvakultury, které jsou, stejně jako v jiných odvětvích, nezbytné a potřebné pro další rozvoj. Aktivně se na tom podílela i studentská skupina European Aquaculture Society.

Studentská skupina EAS, do které patříme, připravila řadu aktivit, díky nimž AQUA poskytla studentům nejen možnost networkingu s významnými vědci a zástupci různých firem (od producentů krmiv, prodejce vybavení pro akvakulturu až po vydavatele knih), ale také navázání kontaktů mezi studenty samotnými. Mohli jsme se například účastnit interaktivního semináře zaměřeného na kódování v programu R. Velmi přínosný byl také studentský workshop, kde jsme ve skupinách řešili konkrétní problémy z akvakulturní praxe. Během celé konference probíhala také speciální akce pro studenty nazvaná **Meet and Eat**. Fungovala podobně jako rande naslepo – v několika různých restauracích byly předem rezervovány stoly, kde se studenti setkávali na základě společně vybraného tématu. Kromě toho, že měli možnost diskutovat o daném tématu, si také pochutnali na dobrém jídle a lépe se mezi sebou poznali.

Práce, vzdělávání, ale i mnohem víc

Oba jsme se aktivně zapojili do organizace konference a zároveň prezentovali naši vlastní práci. Během dne jsme pár hodin denně oba pracovali na zajištění hladkého chodu akce. Měli jsme na starost registraci nově příchozích účastníků, zajištění funkčnosti stánků s e-postery a nahrávání prezentací do přednáškových místností. Dále příjem prezentací od přednášejících, jejich následné zpracování a distribuci po celém rozsáhlém komplexu Bella centra. Samotná práce byla skvělou příležitostí setkat se se zajímavými lidmi a získat nové zkušenosti. Naši vedoucí z týmu EAS a WAS byli ostřílení veteráni, kteří pořádali podobné akce již mnohokrát, a neváhali se s námi podělit o své tipy a rady.

Mimoto vše probíhalo v angličtině, takže jsme zároveň zdokonalili komunikační dovednosti.

Naše aktivní účast nám poskytla kromě zkušeností a kontaktů ještě něco navíc – příležitost prezentovat naši odbornou práci. Společně jsme připravili poster o efektech invazní střevličky východní na fungování rybníčních ekosystémů. Poster vzbudil zájem především u odborníků z Asie, se kterými jsme problematiku diskutovali. Získávání nových vědomostí bylo na konferenci snadné – přednášky byly rozděleny do tematických bloků, takže si každý mohl vybrat oblast, která ho zajímá, nebo v aplikaci dohledat přímo prezentaci.

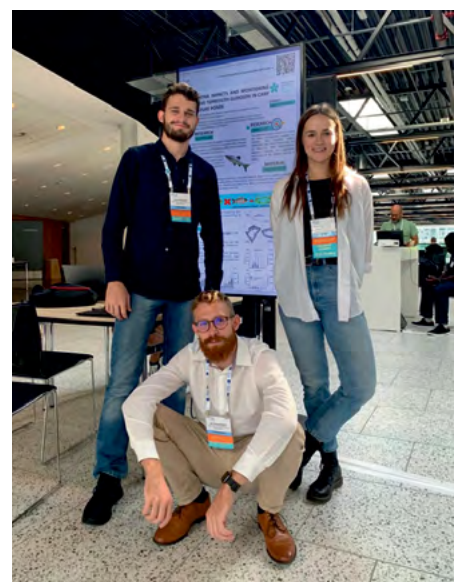
Kromě studijních povinností jsme si užili i večerní program, který byl nedílnou součástí celé akce. Jednou z nejoblíbenějších událostí byla tzv. **Happy hour** s pitím zdarma, konaná v úterý a ve středu. Tato neformální setkání byla skvělou příležitostí k networkingu – pracovali jsme jako „barmani“ – účastníci konference nás často oslovili s vtipnou poznámkou a otázkou, odkud jsme, to často vedlo k zajímavým debatám, a to jak během

Happy hour, tak později během konference, kdy nás účastníci poznávali a vesele se s námi zapojovali do hovoru.

Úterní studentská párty byla dlouho očekávanou událostí, o které se mezi studenty šeptalo již týdny předem. Akce se konala v třípatrovém music klubu a nabídla nejen výborné jídlo a několik bezplatných drinků, ale i atmosféru plnou energie. Ve čtvrtek proběhla poslední velká společenská akce, slavnostní večeře přímo v hlavním areálu konference. Po dlouhém dni plném přednášek a workshopů jsme se všichni sešli na jednom místě, kde jsme hodovali na vynikajícím jídle a pivu – tato uvolněná atmosféra opět poskytla další příležitosti k setkávání a navazování nových kontaktů.

Naše postřehy

AQUA byla obrovská a neustále rušná akce, kde nikdy nevíte, koho potkáte. Z pohledu studentů, kteří byli součástí organizace, musíme říct, že účastníci byli vždy velmi vděční, když jim jakkoliv pomůžete, i když se jedná



Náš e-poster a část autorského kolektivu (zleva: Lukáš Beránek, Jan Škrabánek, Lenka Kajgrová)



Zástupci Fakulty rybářství a ochrany vod JU během účasti na konferenci

jen o nasměrování do správné přednáškové místnosti. Naprostá většina z nich s vámi ráda prohodí pár slov a při dalším setkání si na vás často vzpomenu, což ve většině případů vedlo k dalším konverzacím.

Celá akce byla pro studenty jako švédský stůl plný příležitostí, a to jak studijních, tak pracovních. Tvorba e-posteru byla pro nás dobrým „cvičením“ k přípravě našich kvalifikačních prací (možná do budoucna i vědeckých článků). Studentské neformální večery byly ideálním místem, kde lze získat nové přátele, porovnat studijní kultury různých zemí a společně si popovídat o věci, která nás všechny spojuje – o VODĚ.

Celkově pro nás byla konference výborným a obohacujícím zážitkem. Už se těšíme na příští rok do teplým mořským vzduchem zalité Valencie, kde bude evropská obdoba této akce. Valencijská konference se bude konat od pondělí 22. září do čtvrtka 25. září 2025. Podrobnější informace naleznete na stránkách Aquaculture Europe 2025.

Poděkování: Na úplný závěr bychom rádi poděkovali Fakultě rybářství a ochrany vod JU. Obzvláště Lence Kajgrové, díky které



Výstavní hala během živé atmosféry Happy hour, která se konala přímo mezi výstavními stánky

se nám naskytlá příležitost zúčastnit se a celkově nám se vším pomáhala, dále Martinu Bláhovi a Petru Blabolilovi za pomoc při sepisování abstraktu a následném vytváření e-posteru.

**Lukáš Beránek
Jan Škrabánek
Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
Fakulta rybářství a ochrany vod**

...STALO SE



Konference VODNÍ TOKY 2024

Jan Plechatý

Článek shrnuje průběh 20. konference s mezinárodní účastí Vodní toky 2024, která proběhla ve dnech 20. a 21. listopadu v Hradci Králové. Hlavní témata byla orientována na problematiku extrémních hydrologických jevů (sucho, povodně), opatření k omezení dopadů změny klimatu na vodní zdroje, problematiku správy vodních toků, přípravu a realizaci technických opatření na vodních tocích, včetně prezentací realizovaných staveb.

Ve dnech 20.–21. listopadu 2024 se v Hradci Králové pod záštitou ministra zemědělství Marka Výborného, kterého na konferenci zastupoval vrchní ředitel Aleš Kendík, a primátorky statutárního města Hradec Králové Pavlína Springerové konala již **jubilejní 20. konference Vodní toky**. Konference se konala v kongresovém centru ALDIS, kde v roce 2003 byla zahájena každoroční tradice tohoto setkání vodohospodářů, jen dvakrát přerušena z důvodu covidové epidemie. Hlavními organizátory byla akciová společnost Vodohospodářský rozvoj a výstavba spolu s Českou vědeckotechnickou vodohospodářskou společností.

Impulzem pro uspořádání 1. konference byla reakce na katastrofální povodeň v roce 2002 v Čechách i připomenutí dopadů povodně v roce 1997 na Moravě. Na jubilejní 20. konferenci byla opět ústředním tématem katastrofální povodeň, která letos postihla nejen Moravu, ale i velkou část Čech.

V Hradci Králové se letos sešlo téměř 400 vodohospodářů z řad správců povodí, vodních toků, projektových a inženýrských firem, dodavatelů a výrobců a též zástupců samospráv a státní správy.

Mezi zahraničními hosty byli vodohospodáři ze Slovenska v čele s vrchním ředitelem Slovenského ministerstva životního prostředí Romanem Havlíčkem a dále tradiční účastníci ze Slovenského vodohospodářského podniku v čele s ředitelem technicko-provozního úseku Jozefem Martinkovičem. Mezi účastníky byli i tradiční hosté z odboru životního prostředí města Drážďany.

Při zahájení konference pozdravil účastníky ředitel akciové společnosti Vodohospodářský rozvoj a výstavba Jan Cihlář. U předsednického stolu představil guaranty konference vrchního ředitele Aleše Kendíka a primátorku Pavlína Springerovou, dále spoluorganizátora konference Českou vědeckotechnickou vodohospodářskou společností jejího předsedu Marka Riedera a v neposlední řadě partnera konference, předsedu Svazu vodního hospodářství ČR Petra Kubalu.

Jan Cihlář poděkoval hlavním partnerům konference, a to společností SMP Vodohospodářské stavby a. s., Metrostav a. s., POHL CZ, a. s. a letos poprvé i společností BUDIMEX. Zdůraznil, že společnostmi SMP a Metrostav jsou věrnými partnery konference již od roku 2003, čili již po dvacáté. Poděkoval i dalším partnerům konference i mediálními partnerům, jejichž loga najdete ve 2. cirkuláři

konference na webových stránkách www.vodnitoky.cz.

Připomenutí zářijové katastrofální povodně při jednání u „kulatého stolu“: V úvodu konference nemohlo být opomenuto připomenutí loňské zářijové katastrofální povodně, která postihla většinu Čech a Moravy. Jan Cihlář proto pozval k jednání u „kulatého stolu“ osobnosti, které se významně podílely na zvládnutí této mimořádné povodňové události, a to ředitele ČHMÚ Marka Riedera, generálního ředitele státních podniků Povodí (omluvil se jen GR Povodí Odry z důvodu pracovního zatížení souvisejícího s odstraňováním následků povodně), vrchní ředitel ministerstva zemědělství a ministerstva životního prostředí Aleš Kendík a Jana Kříže. Moderátorem jednání „kulatého stolu“ byl doc. Pavel Fošumpaur z ČVUT, Fakulty stavební, katedry hydrotechniky.

Pavel Fošumpaur nejprve oslovil Marka Riedera, který prezentoval informovanost složek krizového řízení – povodňových komisí i správců vodních toků před nástupem srážkové fronty, s ohledem na nepříznivá data vstupující do předpovědního modelu. Toto umožnilo připravit včasná preventivní opatření a zejména předvypouštění vodních nádrží s cílem zvětšení retenčních prostor pro transformaci povodní a jejich kulminací. Mark Rieder představil i předpokládané výstupy projektu PERUN v oblasti hodnocení rizik souvisejících se vznikem povodňových situací a jejich četností i přínosy projektu v oblasti protipovodňové prevence.

Následně generální ředitel Povodí prezentovali základní charakteristiky povodně v povodí Vltavy a jejích přítoků, v povodí Labe, Odry a Moravy a všechny negativní účinky a dopady povodně, včetně předběžného odhadu škod na vodohospodářském majetku.

Konstatovali, že nejvážnější dopady povodně se projevily v povodí Odry, kde např. v povodí Jeseníků měly katastrofální srážky odezvu do 500letých průtoků, ba i větších, s devastujícím účinkem na vodní toky a celou údolní nivou, včetně devastace obcí a měst.

Srážky v beskydské části dokázala soustava nádrží povodí Odry transformovat včasnou manipulací na neškodné odtoky.

V horní části povodí Moravy měla povodeň obdobný charakter, níže po toku byla katastrofální povodeň utlumena Mohelnickou brázdou a dále Litovelským Pomoravím. Srážky ve střední části Moravy, zejména na Kroměřížsku, dosahovaly 100letých průtoků, lokálně i vyšších. Všechna protipovodňová opatření měst a obcí, kde nebyla výrazně překročena návrhová kapacita, dokázala ochránit obce a města. Tam, kde povodeň byla mnohem větší, došlo k přelévání hrází, místně i k jejich rozplavení. Nikde nedošlo k protřzení hrází, jak informovala média. V povodí Dyje srážky vyvolaly též odezvu v průtocích přesahujících 100leté povodně, včasným předpuštěním Dyjsko-svratecké vodohospodářské soustavy došlo k transformaci povodní v nádržích na neškodné průtoky. Sofistikovanými manipulacemi došlo k převedení povodní v hrázových systémech celé soustavy a ochraně všech měst a obcí na Svatce, Dyji i jejich přítocích. Po povodních započaly zabezpečovací práce, odstraňování povodňových škod a zejména zkapacitnění toků k ochraně před většími průtoky.

Aleš Kendík informoval o připravovaných programech Ministerstva zemědělství na finanční krytí povodňových škod na vodohospodářském majetku, zatímco Jan Kříž vysvětlil, jak bude ministerstvo pokračovat při financování nestrukturálních protipovodňových opatření z Operačního programu Životní prostředí.

Následující prezentace Jiřího Balvína z Povodí Vltavy, státní podnik, a Ivy Jelínkové z Povodí Moravy, s. p., podrobně dokumentovaly přístupy správců povodí k řešení ochrany před povodněmi i vlastní průběh povodně na jihu Čech a ve složitých vodohospodářských úzích povodí Moravy. Josef Martinkovič ze Slovenského vodohospodářského podniku, š. p., představil aktuální činnosti podniku související s ochranou před povodněmi.

Následovalo celkem 18 odborných prezentací, které lze nalézt na webových stránkách konference www.vodnitoky.cz. V dalším bloku konference, který moderoval Tomáš Kendík z Povodí Vltavy, státní podnik, byly postupně prezentovány koncepční záměry a projekty na ochranu před povodněmi v povodí Dolní Nisy a Smědé přednáškou Filipa Urbana z Vodohospodářského rozvoje a výstavby a. s. a dále v povodí Klabavy přednáškou autora Jiřího Balouna z Povodí Vltavy, státní podnik. Jan Kříž poté podrobněji popsal stav financování opatření souvisejících se zmírněním dopadů povodní a sucha z programů v působnosti MŽP, zejména Operačního programu Životní prostředí.

Dále se účastníkům konference prezentovali svými realizovanými projekty i hlavní partneři konference, a to za SMP Vodohospodářské stavby a. s. Roman Hek a za společnost Budimex Krzysztof Tomczuk.

V posledním boku prvního dne konference, který moderoval Pavel Menhard z Vodohospodářského rozvoje a výstavby a. s., informovali generální ředitel Povodí Ohře Jan Svejkovský, Jan Leníček ze společnosti Vodohospodářský rozvoj a výstavba a. s. a Pavel Fošumpaur z ČVUT, Fakulty stavební, o posledním stavu projednávání a přípravy hydrických rekultiva-



Účastníci panelové diskuse. Zleva doprava: Marian Šebesta, Jan Kříž, Mark Rieder, Pavel Fošumpaur, Aleš Kendík, Antonín Tůma, Jan Svejkovský

cí v severních Čechách. Následně Pavel Puncochář z Ministerstva zemědělství prezentoval zaměření a zkušenosti ministerstva z přípravy a realizace projektů na podporu vědy a výzkumu pro vodní hospodářství. Michal Krátký, Povodí Vltavy, státní podnik aktuálně informoval účastníky konference o problematice odstraňování staveb vodních děl z pohledu nového stavebního zákona a novelizovaného vodního zákona.

Druhý konferenční den byl tradičně orientován na přípravu a realizaci projektů revitalizací vodních toků, přírodě blízkých protipovodňových opatření a zlepšení vodního režimu v krajině. Jako v posledních letech, moderoval prezentace druhého dne Antonín Tůma z Povodí Moravy s. p.

K tomuto tématu se postupně představili za Povodí Moravy Radek Krupica, který prezentoval příklady projektů obnovy přirozených koryt vodních toků a Michal Vávra z Povodí Labe, státní podnik, který informoval o monitoringu vývoje revitalizačních opatření. Projekt přírodě blízkých protipovodňových opatření na řece Desné prezentovala Dominika Schubertová ze společnosti AQUATIS. Zbyněk Vodák z Povodí Ohře, státní podnik, informoval o opravě opevnění a objektů na vodním toku Blatenský příkop a ze stejného podniku Jan Železný o rekonstrukci Bobřího potoka ve Verneřovicích. Monika Supeková ze Slovenského vodohospodářského podniku, š. p., představila vodohospodářské řešení zlepšení vodního režimu mokřadních biotopů.

Následovaly dvě prezentace státního podniku Povodí Vltavy zaměřené na aktuální informace vztahující se k implementaci národní a evropské legislativy. Magdalena Nesládková z Povodí Vltavy seznámila účastníky s prvním plánem pro zvládnutí sucha a stavu nedostatku vody pro území ČR. David Kortan poté hodnotil praktické dopady při naplňování cílů a povinností dle nového Nařízení o obnově přírody, které bylo 17. června 2024 schváleno Evropskou radou pro životní prostředí.

V závěru druhého dne konference prezentovali Roman Harviš ze statutárního města

Ostravy nový generel nakládání se srážkovými vodami na území města a dále Jakub Rataj z Krajského úřadu Plzeňského kraje projekt „Zdravá krajina Plzeňského kraje“.

Závěry konference: Antonín Tůma závěrem konference konstatoval, že se podařilo zařadit do programu všechna aktuální témata správy vodních toků. I když se mnohdy jedná o protichůdné zájmy, dokáží správci povodí tyto zájmy harmonizovat a mnohdy neslučitelné cíle sloučit. Je nezbytné ke každému toku přistupovat samostatně a ve volné krajině uplatňovat prvky přírodě blízké, zpomalovat odtok, zvyšovat schopnost krajiny k pozdržení vody, nechat vodní toky se v rámci údolní nivy vyvíjet, v zastavěných oblastech – městech a obcích – uplatňovat technické prvky k ochraně životů a majetku občanů. Podstatné je, že se prvky ochrany jak ve volné krajině, tak na vodních tocích doplňují a v synergickém efektu tvoří ideální kombinaci prvků ochrany před povodněmi. Tam, kde tyto prvky nejsou schopny návrhovým povodňovým průtokům zabránit, je nutné budovat retenci – v údolní nivě bez zástavby a v soustavách nádrží – poldrů a víceúčelových nádržích. Vodní nádrže navíc umožní s akumulovanou vodou hospodařit v době jejího nedostatku – sucha a zajišťují nadlepené průtoky pod nádržemi pro udržení kvality vody ohrožené vypouštěnými čištěnými a nečištěnými odpadními vodami.

Informoval, že problematice kvality vod, hospodaření s vodou v nádržích v době sucha i za povodní a všem souvisejícím aspektům se bude věnovat samostatná konference Vodní nádrže 2025, kterou bude pořádat v Brně ve dnech 2.–3. dubna 2025 Povodí Moravy, s. p., ve spolupráci s ostatními podniky Povodí a Českou vědeckotechnickou vodohospodářskou společností.

Závěrem konference byli účastníci informováni, že příští konference se uskuteční opět v kongresovém centru ALDIS v Hradci Králové, a to ve dnech 19.–20. listopadu 2025.

Jan Plechaty
plechaty@vrv.cz

VIII. mise českých vodohospodářů do Izraele

Ladislav Faigl

Ve dnech 13. až 18. září 2024 se uskutečnila tradiční, v pořadí již osmá, mise českých vodohospodářů do Izraele, zorganizovaná Česko-izraelskou smíšenou obchodní komorou a Ministerstvem zemědělství ve spolupráci s Izraelsko-českou obchodní a průmyslovou komorou, obchodním oddělením Velvyslanectví České republiky v Izraeli a Svazem vodního hospodářství ČR.

Přestože jde o tradiční výjezdní akci, v mnoha ohledech byla netradiční. Vodohospodářské mise do Izraele byly vždy organizovány u příležitosti mezinárodní vodohospodářské výstavy a konference WATEC (www.watec-israel.com). Nejinak tomu bylo i tentokrát, a návštěva výstavy a konference, poprvé pořádané v Jeruzalémě, měla být vyvrcholením celé mise. S ohledem na slabou zahraniční účast, způsobenou omezením leteckých spojů v důsledku zhoršené regionální bezpečnostní situace, se však organizátoři WATECu rozhodli, méně než měsíc před konáním, pro jeho přeložení na září 2025. Vodohospodářskou misi dále ovlivnila vyšší moc v podobě rozsáhlých povodní, které zasáhly většinu území České republiky a další státy střední Evropy, v jejichž důsledku nemohlo pět účastníků mise do Izraele odcestovat. Mise se tak nakonec zúčastnilo 27 vodohospodářů (**obr. 1**). Přes tyto obtíže se podařilo po pěti letech navázat na předchozí vodohospodářské mise, jejichž pravidelný dvouletý interval, související s frekvencí výstavy a konference WATEC, narušila celosvětová pandemie onemocnění COVID-19.

Odborný program byl již tradičně zaměřen na témata aktuální v České republice i Evropské unii. Zásadně jej tak ovlivnila nová evropská směrnice o čištění městských odpadních vod (UWWTD), kterou bude Česká republika transponovat a implementovat. Program mise zahrnoval témata jako jsou kvartérní čištění odpadních vod (odstraňování mikropolutantů, včetně PFAS), antimikrobiální a antibiotickou rezistenci, opětovné využívání vyčištěných odpadních vod (water reuse), ale i kontinuální monitoring, státní správu a regulaci ve vodním hospodářství, úsporné a efektivní závlahy a odsolování.

První odborná návštěva nás zavedla do kibucu Magal, jednoho ze tří kibuců, kde sídlí největší závlahařská firma na světě a lídr v oblasti přesných závlah, společnost **Netafim** (www.netafim.com), **specializující se na kapkové závlahy**. Společnost ovládající 30 % celosvětového trhu se závlahami, s obratem přibližně 1 mld. USD, působící ve více než 110 zemích světa, kterou od roku 2018 většinově vlastní mexická Orbia, jsme navštívili již poněkolkáté a i tentokrát jsme odjžděli obhacení o nejnovější poznatky v oblasti závlah. Kromě prodeje závlahových technologií nabízí

zemědělcům komplexní služby a poradenství, včetně návrhu systému závlah (venkovních i skleníkových) a dlouhodobé spolupráce, a to jak v rozvojových zemích světa (i v místech bez elektřiny), tak u klientů požadující nejmodernější technologie, včetně dronů, senzorů, umělé inteligence, cloudových systémů aj. Kapkové závlahy dokáží, kromě úspory vody, snížit množství aplikovaných hnojiv, a tím i související znečištění půdy a podzemních vod. Zcela novou informací bylo, že prostřednictvím kapkových závlah lze cíleně aplikovat i vybrané pesticidy a herbicidy. S ohledem na masivní zavlažování vyčištěnou odpadní vodou bohužel doposud nebyla uspokojivě zodpovězena otázka vlivu mikropolutantů (včetně farmak a hormonů) na zemědělskou produkci. Známy je možný negativní vliv na kvalitu některých druhů půd v důsledku jejich zasolování. Přesné a úsporné závlahy jsou a budou v čase klimatické změny nutností pro zajištění potravinové bezpečnosti za situace omezených vodních zdrojů.

Následovala návštěva společnosti **IDE Technologies** (www.ide-tech.com) v **odsolovací stanici** u města Chadera. Kromě výroby pitné vody odsolováním mořské vody se tato firma, působící ve více než čtyřiceti zemích světa, zabývá úpravou vody, čištěním městských a průmyslových odpadních vod a water reuse. Odsolovací stanice, kterou jsme měli možnost vidět, byla postavena v roce 2009 vedle největší izraelské elektrárny Orot Rabin (tepelné elektrárny s instalovaným výkonem 2590 MW využívající k chlazení mořskou vodu, která je po využití mísená se solankou z odsolovací stanice) a je jednou z pěti izraelských odsolovacích stanic na pobřeží Středozemního moře. Pitnou vodou zásobuje 1,25 mil. oby-

vatel a s roční produkcí 137 mil. m³ pitné vody patří mezi největší izraelské odsolovací stanice. Zástupci společnosti s námi sdíleli zkušenosti s odstraňováním perfluorovaných a polyfluorovaných látek (PFAS), k čemuž využívají několik technologií, mezi něž patří granulované aktivní uhlí (GAU), membrány pro nanofiltraci (NF) a reversní osmózu (RO) a aniontová výměna (AIX). Hovořili též o energetické náročnosti odsolování mořské vody, kdy je na produkci 1 m³ pitné vody potřeba 3,5 kW/h elektřiny.

Na závěr dne se uskutečnila krátká zastávka u nedaleké historicky významné vodohospodářské stavby – pozůstatků akvaduktu postaveného za dob krále Heroda Velikého v letech 29 až 22 př. n. l., který přiváděl vodu ze 17 km vzdáleného pohoří Karmel do starověkého města Caesarea Maritima, hlavního města římské provincie Judea.

Další den byla významná část programu koncentrována na **Velvyslanectví České republiky** v Tel Avivu (www.mzv.gov.cz/telaviv), kde nás přivítala velvyslankyně J. E. Veronika Kuchyňová Šmigolová. První část programu sestávala ze dvou prezentací a následných diskusí (**obr. 2**).

Jako první vystoupil se svým příspěvkem *Dr. Harel Gal z Water Authority* (www.gov.il/en/pages/water_authority1). Na úvod **představil izraelské vodní hospodářství**. Roční spotřeba vody v Izraeli činila k roku 2022 zhruba 2,3 mld. m³, na níž se 56 % podílelo zemědělství, 38 % zásobování obyvatel pitnou vodou a 6 % průmysl. Využitelné zdroje povrchových a podzemních vod přitom představují pouze 1,2 mld. m³. Tento nepochměr Izrael řeší dvěma způsoby – odsolováním mořské vody a využíváním vyčištěných odpadních vod. Stávajících pět odsolovacích stanic dodává do vodovodní sítě asi 600 mil. m³ pitné vody ročně, přičemž výstavba dalších dvou se již připravuje (jedna je před dokončením). V Izraeli ročně vznikne 648 mil. m³ odpadních vod, z toho 97 % je čištěno (30 % sekundárně, 70 % terciárně) a 81 %, tedy přibližně 505 mil. m³, je využito k závlahám v zemědělství. Zavlažování vyčištěnou odpadní vodou je v gesci Ministerstva zdravotnictví. Za každoročně vydává pro jednotlivé pozemky povolení k zavlažování vyčištěnou odpadní vodou, které obsahuje informace o pěstované plodí-



Obr. 1. Účastníci vodohospodářské mise ve společnosti ODIS ve městě Petach Tikva



Obr. 2. Setkání na velvyslanectví ČR v Tel Avivu

ně, způsobu zavlažování a kvalitě používané vyčištěné odpadní vody. Vyčištěné odpadní vody akumulované v nádržích musí být mezi březnem a říjnem každý měsíc monitorovány. Z 15 nejčastěji se vyskytujících mikropolutantů v odpadních vodách bylo v podzemních vodách nalezeno pouze 5, z toho 4 zřídka. Jediným plošně se vyskytujícím byl ze sledovaných karbamezypin. Podle rizikové analýzy Ministerstva zdravotnictví nepředstavuje zavlažování vyčištěnými odpadními vodami s ohledem na mikropolutanty riziko pro lidské zdraví. Bližší informace o rizikové analýze však nebyly sděleny, ani nejsou veřejně dostupné. V rámci diskuse Dr. Gal vyslovil názor, že mikropolutanty není nutné z odpadních vod odstraňovat (vzhledem k tomu, že se v Izraeli odpadní voda nevypouští do vodních toků, ale je využívána pro různé účely), přičemž doporučil zaměřit se na zdroje znečištění. Další dotazy směřovaly k dlouhodobým dopadům konzumace odsolené vody na lidské zdraví¹ a využívání čistírenských kalů. V prvním případě na otázku nedokázal odpovědět, ve druhém uvedl, že jsou téměř výhradně využívány v zemědělství, přičemž v tomto ohledu existuje regulace ze strany Ministerstva životního prostředí.

Se svým příspěvkem na téma *antimikrobiální/antibiotické rezistence (AMR)* ve vyčištěných odpadních vodách poté pokračoval **Dr. Eddie Cytryn z Volcani Institute**, výzkumného ústavu izraelského Ministerstva zemědělství (www.agri.gov.il/en). Na úvod podrobně popsal princip AMR a výzkumné úkoly, jimiž se ve výzkumném ústavu zabývá. V souvislosti s AMR zmínil i její zařazení do nové evropské UWWTD (čl. 17 odst. 3 a 4). Mezi zásadní výstupy, které představil, patří, že ČOV, navzdory počátečním předpokladům, nejsou hotspots pro AMR, a že v případě zavlažování vyčištěnou odpadní vodou působí půda jako „ekologická bariéra“, a nedochází tak k přenosu AMR do pěstovaných plodin. V Izraeli je vyčištěná odpadní

voda před použitím zpravidla akumulována ve dvou typech nádrží. První je průtočný, kde je prakticky bezprostředně využívána, druhý je dočišťovací, kde může být až tři měsíce, během nichž probíhá v rámci dodatečná desinfekce, např. aplikací chloru. Toto zdržení podle zjištění výzkumného ústavu přispívá ke snižování úrovně AMR. Pokud jde o vliv mikropolutantů, doporučil odborný článek *Mitigating risks and maximizing sustainability of treated wastewater reuse for irrigation*² z prosince 2023, na němž se podílel mimo jiné s ředitelem Volcani Institute prof. Benny Chefetzem, který se touto problematikou zabývá.

Na velvyslanectví posléze proběhlo neformální setkání s představiteli Izraelsko-české průmyslové obchodní komory (www.iccci.org.il).

Další část programu zahrnovala prohlídku návštěvnického centra Igudan (www.igudan.org.il, **obr. 3**) *největší a nejmodernější izraelské čistírny odpadních vod Šafdan* u města Rišon le-Cijon provozované společností Mekorot (www.mekorot-int.com). Šafdan denně čistí cca 430 tisíc m³ odpadních vod od 2,5 mil. obyvatel centrálního Izraele, přičemž využívá dodatečné čištění infiltrací do podzemních vod (*soil aquifer treatment*) po dobu jednoho roku. Je energeticky soběstačný (70 % spotřeby pokrývá produkcí bioplynu, zbytek zajišťují solární panely). Každý den z odpadních vod odstraní 50 tun odpadu, z toho 40 tun vlhčených ubrousků. V současné době probíhá rozšiřování kapacity ČOV, která by měla cca v r. 2031 disponovat i kvartérním stupněm čištění odpadních vod. Půjde o kaskádu technologií – GAU, ozón, membránové čištění. Čistírna z odpadních vod získává fosfor pro další využití (prostřednictvím technologií společnosti Ostara) a zároveň odstraňuje dusík procesem annamox.

Zrušenou výstavu a konferenci WATEC jsme se v rámci programu pokusili alespoň částečně nahradit návštěvou *Izraelského exportního institutu* (www.export.gov.il/en) v Tel Avivu, kam dorazili představitelé čtyř izraelských vodohospodářských společností, kteří prezentovali své technologie a činnost.

² <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589914723000397>

Jako první se představila společnost **vBact** (www.vbact.com), která se zabývá *kontinuálním mikrobiálním monitoringem*. Prezentovaný plně automatický přístroj (**obr. 3**) vodu testuje každou minutu tak, že ji fotí a snímky vyhodnocuje prostřednictvím umělé inteligence. Nesleduje však chemickou kontaminaci, protože by ji dokázal identifikovat pouze v případě zbarvení vody nebo nepřímo v případě úbytku/úhynu bakterií ve vodě, ovšem bez identifikace konkrétní chemické látky. Přístroje jsou využívány v potravinářském a farmaceutickém průmyslu a ve vodárnách, přičemž jedna jednotka stojí v přepočtu zhruba 1,25 mil. Kč. Společnost **Kando** (www.kando.eco) se s pomocí senzorů a nejmodernějších technologií zabývá *monitoringem a analýzami činnosti vodohospodářských společností a systémů*. Využívá při tom mj. umělou inteligenci (aplikace OPStreami), která provozovatelům asistuje v jejich činnosti a přehledně představuje získaná data. Společnost **Ezmems** (www.ezmems.com) je startup dodávající senzory pro monitorování vody využívající polymerní čipy. Uplatnění najde ve farmaceutickém a potravinářském průmyslu i vodním hospodářství. Kromě senzorů poskytují i servis. Umožňuje poznatky z multisenzorové fúze ve vodních systémech a má významný dopad na výkon a bezpečnost. Společnost **IOSight** (www.iosight.com) poskytuje *softwarová řešení pro monitorování a zabezpečení kvality povrchových vod, zlepšování provozu ve vodárenských a energetických zařízeních a optimalizaci využití energií a chemikálií*. Společnost integruje průmyslové know-how, inženýrství a datovou vědu, aby mohla poskytovat nejlepší řešení pro správu dat a analýz pro vodohospodářské a energetické společnosti.

Vodohospodářskou misi zakončila návštěva výrobního závodu společnosti **ODIS** (www.odisfiltering.com) ve městě Petach Tikva (**obr. 4**). Společnost vyrábí a vyvíjí *technologie pro úpravu vody a pro čištění odpadních vod* z municipalit, průmyslu i zemědělství. Pro klienty zajišťuje komplexní služby, od analýzy stavu, návrhu řešení, výroby a instalaci, až po následnou podporu. Řešení nabízí jak základní, tak pokročilá (mj. technologie pro



Obr. 3. Instalace u návštěvnického centra Igudan. Nápis na toaletě zní: S vaší pomocí 100% recyklovatelné



Obr. 4. Automatický přístroj pro kontinuální mikrobiální monitoring společnosti vBact

kvartérní čištění odpadních vod), malého i velkého rozsahu, podle potřeb klienta, včetně mobilních a modulárních. Nabízené systémy jsou kompaktní a jsou tak vhodné

pro např. rozšíření ČOV či její intenzifikaci na omezeném prostoru. Mobilní systémy mohou sloužit například v postižených oblastech (povodněmi, tsunami, hurikány apod.), kde dokáží z jakékoliv vody vyrobit vodu pitnou.

Podle aktuálních informací by se vodohospodářská výstava a konference WATEC měla v náhradním termínu konat ve dnech 8. až 10. září 2025 v Jeruzalémě. Ministerstvo zemědělství a Česko-izraelská smíšená obchodní komora, ve spolupráci s partnery, u této příležitosti uspořádají ve dnech 8. až 14. září 2025 další, v pořadí již devátou, vodohospodářskou misi. Pokud vás tato unikátní výjezdní akce zaujala a rádi byste se jí zúčastnili, obraťte se na níže uvedenou e-mailovou adresu autora článku, ať se k vám včas dostanou příslušné informace. Počet míst bude omezený. Tematické zaměření příští vodohospodářské mise je dosud otevřené, stejně tak jako okruh firem a institucí, které

navštívíme. Vodohospodářská mise tak může být uzpůsobena vašim potřebám. Předběžně zvažovaná témata zahrnují: kvartérní čištění odpadních vod, zkušenosti s výskytem a sledováním PFAS, intenzifikaci a energetickou neutralitu čistíren odpadních vod, nakládání se srážkovými vodami a odvodnění sídel, aplikaci pesticidů precizním zavlažováním, doúpravu vyčištěných odpadních vod před jejím využitím pro závlahy a vliv mikropolutantů na zemědělství a vodní zdroje.

Mgr. Ladislav Faigl
vedoucí oddělení
vodohospodářského plánování
Sekce vodního hospodářství
Ministerstvo zemědělství
Těšnov 17
117 05 Praha 1
ladislav.faigl@mze.gov.cz

OHLASY



Reakce Státního pozemkového úřadu na článek „O nepovedených vodohospodářských stavbách“

Petra Kazdová

Státní pozemkový úřad (SPÚ) považuje za nutné reagovat na článek „O nepovedených vodohospodářských stavbách“ autora Martina Dobeše, zveřejněný v čísle 12/2024 tohoto časopisu. Jako významný veřejný zadavatel si SPÚ váží všech podnětů k jeho činnosti a odpovědně přistupuje ke konstruktivním připomínkám, které mohou přispět ke zkvalitnění jeho práce. Jako investor, který každoročně realizuje projekty v přibližné hodnotě 2,5 mld. Kč po celé ČR, klade SPÚ důraz na kvalitu a efektivnost realizovaných opatření. Každá stavba vznikající v rámci pozemkových úprav prochází odborným posouzením, splňuje přísné technické a legislativní požadavky

a je realizována v souladu se zákonem o zadávání veřejných zakázek. V oblasti nakládání s veřejnými finančními prostředky patří dlouhodobě SPÚ mezi nejtransparentnější organizační složky státu a v mnoha případech uplatňuje interní pravidla přísnější, nežli stanovuje zákon. K problematice rekonstrukce malé vodní nádrže v k. ú. Kosoř SPÚ uvádí, že si vyžádal stanovisko společnosti Vodohospodářský ateliér, s.r.o., která je autorem projektu. Tato společnost se proti uváděným tvrzením důrazně ohrazuje, přičemž její stanovisko je čtenářům dostupné níže.

I přes velmi protichůdné stanovisko projektanta se SPÚ bude podněty zabývat, posoudí

je a bude se jim věnovat v rámci zkvalitnění své budoucí praxe. I z toho důvodu si SPÚ vyžádá stanoviska projektantů zbylých dvou zmiňovaných staveb. Zároveň považuje za nutné zdůraznit, že od doby přípravy kritizovaných projektů a jejich realizace SPÚ upravil interní postupy v přípravě staveb a pod vedením ústřední ředitelky Svatavy Maradové je dále precizuje a posiluje také kontrolní mechanismy, které zajistí ještě vyšší kvalitu realizovaných staveb a efektivní vynakládání finančních prostředků. SPÚ si ze své dlouhodobé praxe uvědomuje, že některé parametry rozsáhlé stavební činnosti mohou být v určitých ohledech konfliktní, avšak přínos všech Státním pozemkovým úřadem zrealizovaných staveb pro krajinu a veřejnost vnímáme jako mnohonásobně vyšší. O tom, že vybudovaná opatření SPÚ fungují a mají smysl, se koneckonců nejlépe přesvědčili obyvatelé obcí v Moravskoslezském a Olomouckém kraji během ničivých povodní v minulém roce.

Petra Kazdová
tisková mluvčí
Státní pozemkový úřad
komunikace@spu.gov.cz

Reakce firmy Vodohospodářský ateliér na článek „O nepovedených vodohospodářských stavbách“

Vítězslav Hráček

V článku s názvem „O nepovedených vodohospodářských stavbách“, který byl publikován v časopise Vodní hospodářství 12/2024, byla i část týkající se „Rekonstrukce malé vodní nádrže v k. ú. Kosoř“ (dále stavba) zasláme vyjádření zpracovatele projektové dokumentace předmětné stavby.

Zařazení této stavby do nepovedených vodohospodářských staveb musíme odmítnout a ohradit se vůči němu. Stavba byla řádně navržena, projednána, povolena, realizována, zkolaudována a uvedena do provozu. Podkladem technického řešení byl Plán společných zařízení schválených Pozemkových úprav v k. ú. Kosoř a části k. ú. Třebotov. Jedná se

o rekonstrukci stávajícího vodního díla, návrhové parametry (výška a šířka hráze, hloubka a plocha nádrže) byly tak již předurčeny stávajícím dílem. Výška rekonstruované hráze byla mírně navýšena konstrukcí nově navržené polní cesty vedoucí po koruně hráze, plocha maximální hladiny stanovena tak, aby nezasahovala do okolních cizích pozemků mimo pozemek vodní plochy.

Není nám známo, jaký zdroj informací o stavbě měl autor článku, Martin Dobeš k dispozici, ani jak ho získal. Podle jeho domněnek a předpokladů se domníváme, že podstatné dokumenty, jako jsou údaje ČHMÚ, posudek pro zařazení vodního díla do kategorie, stano-

viska dotčených orgánů a organizací, stavební povolení atd., k dispozici neměl.

K „chybám v projektu“ uvedeným v předmětném článku uvádíme:

Parametry nádrže uvedené v projektové dokumentaci jsou platné, hloubka vody při maximální hladině je u hráze 4,15 m. Jiné údaje autora článku jsou pouze jeho fabulací.

Návrh bezpečnostního přelivu na převedení Q_{100} je v souladu s ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže a TNV 75 2935 Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních. Domněnka autora článku, že je možné navrhnout přeliv pouze na Q_{20} , a jeho odhad, že bude v posudku pro zařazení vodního díla uveden potenciál škod $P = 0$ bodů, neodpovídá skutečnosti. Na základě Posudku pro zařazení vodního díla do kategorie, které vypracovala VODNÍ DÍLA-TBD, a. s., je stanoven potenciál škod $P = 0,7$ bodu a podle požadavku ve smyslu vyhlášky č. 590/2002 Sb. o technických požadavcích na vodní díla, je nutné zabezpečit toto dílo při povodních

s dobou opakování nejméně 100 let (Q_{100}). Z tohoto důvodu je navržen bezpečnostní přeliv na Q_{100} a bezpečné převýšení koruny hráze je podle standardů navrženo 0,5 m nad maximální hladinu. Menší převýšení by nebylo ani vhodné z hlediska možného zvodnění základové pláň konstrukce nové polní cesty navržené po koruně hráze.

Bezpečnostní a výpustný objekt je navržen jako „sružený objekt“, výpustný objekt má standardní šířku 1 m mimo jiné z důvodu zajištění prostorových podmínek pro obsluhu, osazení lávky apod. Pohledový líc sruženého objektu (spadiště) a veškerých konstrukcí – rovnániny, kamenného záhozu – je proveden podle požadavku AOPK CHKO Český kras z kamenů odpovídajících místním horninám.

Délka bezpečnostního přelivu je závislá na výšce přepadového paprsku, který se doporučuje volit v intervalu 0,3–0,6 m. V projektové dokumentaci byla zvolena výška 0,3 m, potom vychází délka přelivné hrany 10,4 m. Kratší délku přelivné (PD) hrany lze získat při návrhu větší výšky přepadového paprsku, ale na úkor hloubky vody při hladině stálého nadržení. V PD je navržen kruhový kašnový přeliv o poloměru 2 m. Sružený objekt pak musí odolat vztlaku vody při maximální hloubce vody, což je zajištěno hmotností betonové konstrukce. Z tohoto důvodu tak nelze predikovat, že by objekt s kratší přelivnou hranou automaticky výrazně snížil náklady na množství betonu, a tím i cenu za sružený objekt.

Foto sruženého objektu uvedené ve článku je pořízeno v období nenapuštěné nádrže. Při plné nádrži dosahuje hladina vody až po hranu přelivu a konstrukce objektu tak není pohledově exponovaná – viz obrázek.

Před schválením a odevzdáním byla projektová dokumentace podrobena supervizi externí odborné organizace. Až po zapracování jejích připomínek byla převzata investorem, Státním pozemkovým úřadem.

Realizace rekonstrukce vodní nádrže stála mnoho úsilí všech zúčastněných, kteří si nezaslouží ji šmahem označit za nepovedenou stavbu. O tom, zda se jedná o stavbu povede-



Vodní nádrž Kosoř při plné hladině

nou nebo nepovedenou, nerozhoduje autor článku, ale rozhodne až čas, naplnění účelu nádrže pro zadržení vody v krajině a hodnocení širší veřejnosti a občanů obce Kosoř, které byla stavba po její kolaudaci předána do vlastnictví. Dle informace starostky obce Kosoř se rekonstrukce nádrže povedla, vzniklo místo s blankytně modrou vodou a nádrž přispívá i ke společenskému životu občanů.

Pokud měl být článek určen k diskusi, pak neměl mít tendenční název „O nepovedených vodohospodářských stavbách“ s výčtem chyb, které v našem případě a podle našeho názoru ani chybami nejsou. Z obsahu článku může vyplývat, že návrh objektů nádrže při dodržení technických norem je chybný nebo předimenzovaný.

Na základě výše uvedených skutečností může být obsahem článku poškozena naše dobrá odborná pověst v projektové činnosti.

Z tohoto důvodu žádáme autora článku Martina Dobeše, aby se nám v tomto smyslu písemně omluvil a omluva byla uveřejněna v dotyčném časopise Vodní hospodářství.

**Ing. Vítězslav Hráček, jednatel
Vodohospodářský atelier, s. r. o.**

Poznámka redakce: Děkuji zástupci Vodohospodářského atelieru, že iniciativně sám od sebe poslal stanovisko k lokalitě Kosoř. Nyní je třeba dát prostor panu Dobešovi. Je škoda, že zhotovitelé ostatních kritizovaných staveb nereagovali. Líto mi je i, že SPÚ stanovisko poslal až poté, co jsem ho o něj požádal. Navrhují, že by (nejen) vodohospodářské stavby měly splňovat 3U: účelnost, uměřenost, úspornost. Podle mého tomu tak v mnoha případech není.

OHLASY



K Slovu úvodem ve VH 12/2024

Tomáš Havlíček

Milý Václave,
chtěl bych otevřeně zareagovat na úvodník v prosincovém čísle Vodního hospodářství (XII/2024). V textu zjednodušeně řečeno vytýkáš starostům a primátorům tří severomoravských měst, že si stěžují na (ne)činnost státu, a sami toho pro svou protipovodňovou ochranu (moc) neudělali.

Chtěl bych se jich zastat. Tedy alespoň těch starostek a starostů, kterých se dotýkají protipovodňová opatření na horní Opavě

(PPO HO). Tento program byl vyhlášen v roce 2008 po předchozích devastujících povodních usnesením vlády č. 444/2008 „ke konečné variantě opatření na snížení povodňových rizik v povodí horního toku řeky Opavy s využitím přírodních blízkých povodňových opatření“. Týkal a týká se zejména řeky Opavy od uvažované přehrady Nové Heřminovy po Opavu a vedle vlastní přehrady obsahuje i další komplexní strukturální opatření: např. opatření na vodních tocích od přehrady až po

Opavu (hrázové systémy, revitalizace koryt, rekonstrukce nevyhovujících mostů, další potřebné objekty), několik suchých nádrží, úpravy v krajině a přeložku silnice I/45. Není se co divit, že takto pojaté komplexní řešení vyvolalo v dotčených obcích a městech pod plánovanou přehradou očekávání, že hlavní povodňová rizika budou touto činností státu eliminována.

Výkonem činnosti investora bylo pověřeno Povodí Odry. Z těch plánovaných opatření bylo postaveno hlavně několik suchých nádrží (např. poldry Lichnov a Jelení). To hlavní (přehrada a hlavní opatření na vodních tocích) se zatím nepodařilo zrealizovat. Nevím, z jakých důvodů se stalo tak málo za 16 let, jestli to bylo nedostatkem peněz, liknavostí, byrokratickými problémy, odporem některých subjektů, nedostatkem pracovní kapacity nebo ještě něčím jiným. Típnul bych si na jejich kombinaci.

Myslím si, že malé obce mají kapacity a schopnost řešit jenom lokální problémy a právem očekávají řešení na hlavních tocích

od státu a jím pověřených správců. Větší města mají samozřejmě více možností, zmíním se o snahách v Krnově.

Město Krnov usiluje dlouhodobě o multifunkčnost protipovodňových opatření na svém území. V roce 2019 se tato činnost zintenzivnila, město nechalo zpracovat studii a následně i projekt v podrobnosti DUR s názvem „Krnov – řeka ve městě“ a mottem „ŘEKA PRO VŠECHNY“. Tím se do projektu PPO dostaly i krajinnotvorné a městotvorné prvky provázané s technickým řešením PPO. Součástí výstupů byly i písemné souhlasy všech vlastníků dotčených nemovitostí (vesměs průmyslové objekty na březích) a vyjádření jejich zájmu na realizaci návrhů. Dokumentace se zabývá úsekem řeky Opavy od soutoku s Opavicí po železniční mosty při západním okraji města, tedy více než 3 km. Do těchto příprav město Krnov investovalo téměř 9 mil. korun a splnilo termín III/2023 požadovaný Povodím Odry. Město Krnov také jasně deklarovalo svou ochotu podílet se na návrzích investičně i provozně. Začátkem

roku 2024 byl pro jednání vlády připravován časový harmonogram čerpání financí v dalším období. Původně se v Krnově počítalo s pokračováním projekčních prací v roce 2033 (!), po připomínkách to bylo „vylepšeno“ na rok 2029. Nelze se divit nespokojenosti města. Do toho přišly povodně v září, které pravděpodobně na delší dobu smetly možnost města podílet se výrazně na takovýchto investicích, protože bude muset napravit povodňové a související škody. Ještě je poctivé, abych se tady zmínil o pozitivním přístupu pana ministra Výborného. Na jednání města s Povodím Odry přislíbil rychlejší financování této akce a zasadil se o uzavření memoranda o pokračování spolupráce mezi Ministerstvem zemědělství ČR, městem Krnov a Povodím Odry. Na základě toho má být uspišena projektová příprava a realizace opatření v Krnově. Jenom mne mate, že na základě připomínek Povodí Odry z memoranda v preambuli vypadla zmínka o přírodní blízkosti opatření. Chápu, že můžeme diskutovat o tom, co to vlastně v tomto konkrétním případě znamená, protože

ta „přírodě blízká protipovodňová opatření“ nejsou definována nějakou vyhláškou či normou. Nezbývá než věřit, že pokračování projektové přípravy naváže na už zpracované komplexně pojaté návrhy.

Na příkladu města Krnova se tedy snažím ukázat snahy měst o řešení na jedné straně a složitost a těžkopádnost celého procesu na druhé straně. Tím neříkám, že samosprávy a vlastníci ohrožených nemovitostí dělají všechno dokonale a že nemají spoluodpovídat za svou protipovodňovou ochranu, ale „nečestné a nesportovní chování“ bych jim nepřipisoval. Mrzí mne, že musím nesouhlasit s Tvými závěry. Snad do toho výše uvedené informace vnáší trochu víc světla. Vnímám, že Tvé hodnotové pojetí je mi velmi blízké a moc si vážím toho, jak Vodní hospodářství vedeš. Za to bych Ti chtěl takto veřejně poděkovat.

Tomáš Havlíček
ATELIER FONTES, s. r. o.
havlicek@fontes.cz

OHLASY



K článku *Mechanicko-biologické ČOV s kapacitou pod 2 000 EO na málo vodných recipientech (VH 12/2024)*

Miloš Machút

Po létech praktických zkušeností s obsluhou malých ČOV si dovoluji vyslovit svůj názor k otázce mechanického předčištění odpadních vod. U starších obecních ČOV to většinou projektant řešil ručně stíranými česlemi, které se reálně nedají udržet v průchodném a funkčním stavu. Obsluha ani při každodenní návštěvě a svědomitém ručním vyčištění průlin není schopna zajistit, aby po jejím odchodu přítékající nerozpuštěné a čas-

to ani nerozpustné produkty lidské činnosti tyto česle neucpaly.

Bohužel nesouhlasím ani s tvrzením, že toto řeší drtiče shrabků. Reálný drtič, který mám naštěstí jen na jedné ČOV, přítékající ubrousky, papíry a další látky, které by měly být ve směsném odpadu, ale místo toho jsou v odpadní vodě, jen převede do formy vláken a cuků. Ty pak pokračují do dalších nádrží a úspěšně ucpávají buď mechanická čerpadla,

nebo pneumatická čerpadla. V nejlepším případě plavou na hladině, odkud je obsluha mechanicky odstraňuje; nejlépe hráběmi na tyči.

Pohled na drtič shrabků, který je v uvedeném článku jako obr. 1, naprosto nezobrazuje realitu. Takhle čistý drtič jsem v provozu ještě neviděl.

Souhlasím s tím, že otázka kvalitního mechanického předčištění je pro obsluhu malých ČOV dost podstatná. Bohužel často projektantovi chybí osobní zkušenost s obsluhou těchto ČOV, a pak neprosadí u investora řešení, které je sice investičně náročnější, ale ušetří následně nemalé peníze za servis čerpadel, čištění mamutek a i čištění nádrží ČOV.

Dokud budou u nás lidé používat kanalizaci také jako náhradu za sběrné nádoby na komunální i jiný odpad, je potřeba otázce kvalitního mechanického předčištění věnovat dostatečnou pozornost. Z mé zkušenosti zatím nejlépe vycházejí strojně stírané česle.

Ing. Miloš Machút
milos.machut@centrum.cz



Pohled na nátok na ČOV s drtičem shrabků



Akumulační nádrž ČOV-systém SBR

Časopisy Voda a Vodní hospodářství

Václav Stránský

V prvním díle jsem se zmiňoval o předchůdcích časopisu Vodní hospodářství. Děkuji panu MUDr. Františku Kožíškovi, který upřesnil, jak to bylo. V letech 1921 až 1935 vycházel časopis *Plyn a voda*. Název a spektrum témat se rozšířily a v letech 1936–1945 se časopis jmenoval *Plyn, voda a zdravotní technika*. Po válce se časopis přejmenoval na *Paliva a voda* (1946 až 1950). V roce 1950 došlo k jeho rozdělení. Jedna větev vycházela do roku 1958 pod názvem *Voda*, přičemž paralelně s ní od roku 1951 vycházelo *Vodní hospodářství*. Tedy v letech 1951 až 1958 vycházely vedle sebe dva časopisy. Pokračovatelem je od roku 1959 už jen *Vodní hospodářství*.

Na první pohled suchopárny výčet jen drobně se měnících názvů není samoúčelný. Odráží měnící se postoj státu, společnosti, odborníků k fenoménu vody vedoucí k jejímu osamostatňování a zrovnoprávnění. Tuto skutečnost a jistou řevnivost zvýrazňují dva úryvky z **prvního čísla časopisu Voda** z roku 1950, kde se píše: „*Bývalé společné správy městských podniků, plynáren a vodáren zanikly, plynárny sloučeny s elektrárnami... a vodárny se právě nově organizují jako komunální podniky... Proto právě plynáři ztratili zájem na vodárenské části našeho časopisu a vodáři na plynárenské, považující ji za zbytečný balast.*“ Redakce deklarovala, že „*nově organizované vodárny čeká velká práce, neboť dosud jsou u nás celé kraje bez vodovodu...*“. Další náplň časopisu má vycházet z toho, že je „*Třeba i informovat... o úpravě vod pro potřebu průmyslu... I minerálními vodám a žrželci hodláme vůbec věnovat stálou pozornost... Kanalizace měst a obcí je zvláště bolavou stránkou. Její řešení stále bylo odkládáno, ale znečištění vodních toků, z nichž musíme odebírat spotřební vodu, neboť podzemní máme nedostatek, nutí ke konečnému řešení a urychlené výstavbě stokových sítí a čistíren.*“ Časopis *Voda* byl tedy **koncepován jako malovodářský**.

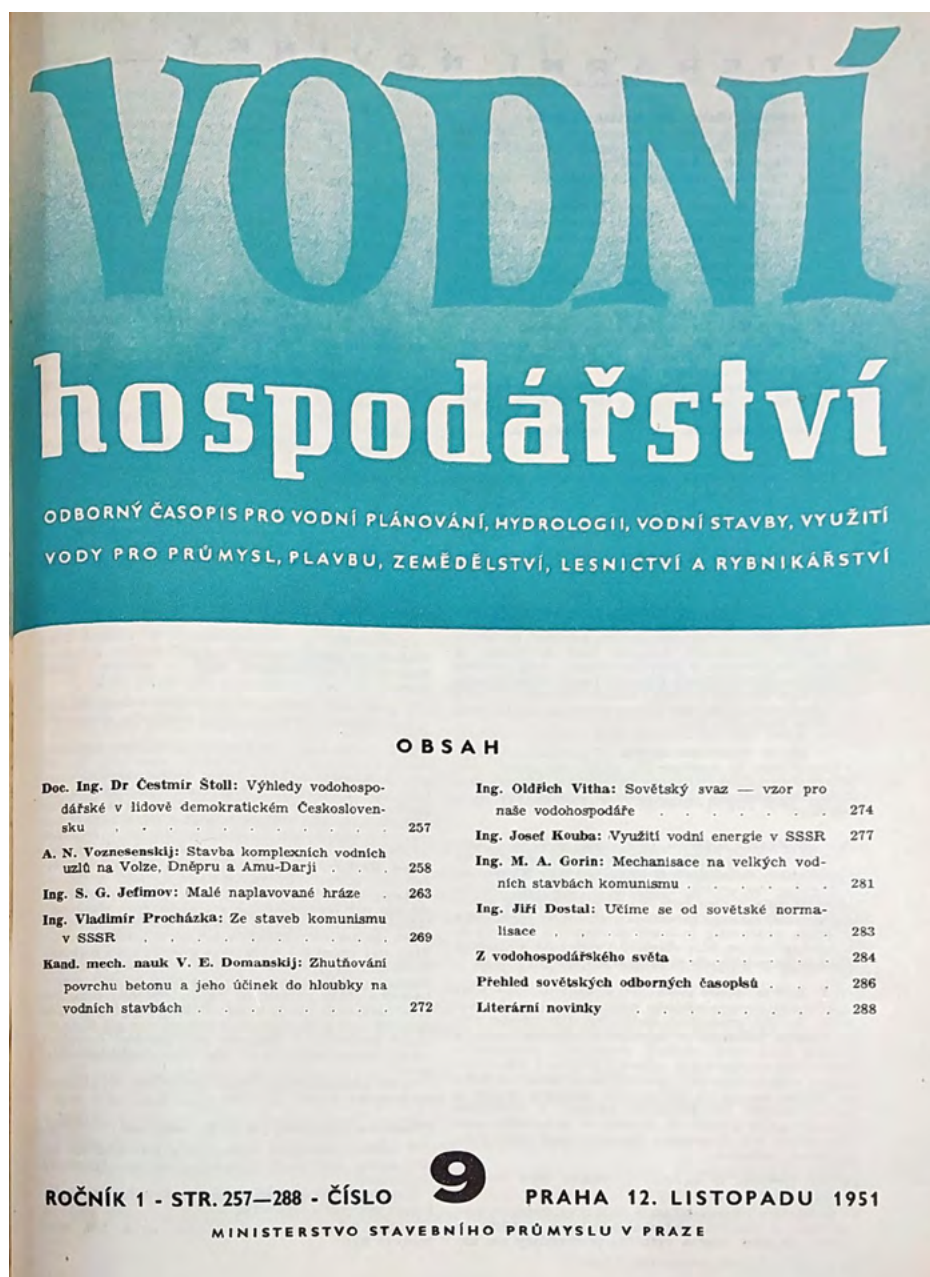
Bylo třeba **vytvořit platformu pro velkovodářské informace**. To byl asi stěžejní impuls pro vznik **Vodního hospodářství**, které začalo vycházet o rok později (1951). Prvním vydavatelem bylo Ministerstvo stavebního průmyslu a v záhlaví byla tato charakteristika časopisu: „*Odborný časopis pro vodní plánování, hydrologii, vodní stavby, využití vody pro průmysl, plavbu, zemědělství, lesnictví a rybníkářství.*“ Je zřejmé, že časopis pokrýval najmě velkou vodu. Jak vypadala jedna z titulních stran prvního ročníku je zřejmé z **obr. 1**. Na úvod úplně prvního čísla časopisu je **zamýšlení o postavení oboru** v Československé republice. Tehdejší ministr stavebního průmyslu, profesor E. Šlechta zmínil některá čísla, která stojí za připomenutí. „...*naše toky jsou vesměs o malé vodnosti... Vykazují přítom velké rozdí-*

ly ve svých průtočných množstvích jak časově, tak i místně. Tak na př. protéká Vltavou nad Prahou minimálně v obdobích sucha jen 12 m³/sek. a maximálně v období dešťů a povodní cca 4.000 m³/sek...“

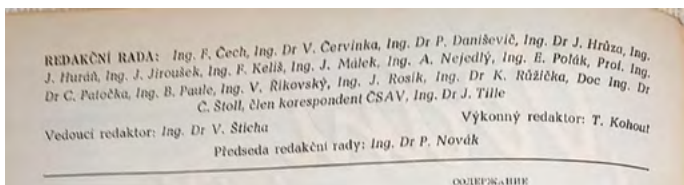
Poznamenávám, že vzhledem k tomu, že minimální zůstatkový průtok v Praze je dnes 50 m³/s, je vliv Vltavské kaskády neoddiskutovatelný. Stejně tak i druhá strana intervalu byla překročena. V roce 2002 byl za srpnových povodní průtok Prahou 5 300 kubíků.

Dále autor připomíná: „*Uvědomme si jen několik čísel, která ukazují na velkou potřebu vody. Tak na př. u obcí v českých krajích do 1.000 obyvatel počítá se nyní na osobu a den 60 l vody... a ve velkých městech přes 10.000 obyvatel 150 l... Roční potřeba na př. na 1 ha zavlažovaných pozemků činí kolem 1.500 m³ vody... Ve společných kravinách uvažuje se o potřebě až 100 l na 1 kus denně. V průmyslové výrobě v průměru můžeme počítat, že na jedno pracoviště činí potřeba 150 l denně... Poroste přímo zásobování obyvatelstva vodou, které např. v českých zemích zachycuje jenom 51 % obyvatelstva, na Slovensku jen 23 % obyvatelstva...“*

Na okraj moje vzpomínka z dětství: bydleli jsme v Čakovicích, které tehdy ještě součástí Prahy nebyly, ale byl to, dalo by se dnešní hantýrkou říci, její satelit. Přesto do bytu tekla v době mého ranného dětství jen užitková voda a vodu pitnou jsme brali ze studny; ne více než dvacet metrů vzdálené od septiku... Přece jen to ale byl pokrok! Když se totiž rodiče na místo v roce 1953 přestěhovali, byl



Obr. 1. Jedna z prvních titulek *Vodního hospodářství* r. 1951. Přečtěte si obsah. K pousmání nebo memento?



Obr. 2 (nahore). První dohledatelná redakční rada časopisu
Obr. 3 (vpravo). Inzerce z roku 1959. Potrubářství má v Hodoníně tradici...

KS ZVAK UH. HRADIŠTĚ
ČIŠTĚNÍ VODOVODNÍHO POTRUBÍ HODONÍN

PROVÁDÍ
TECHNICKÝ vodárenských provozů veřejných, průmyslo-
PRŮZKUM: výřez a důlních

PROČIŠTĚNÍ
městských a průmyslových trubních sítí, svodů,
násosek, priváděcích řadů, vytlačů hydraulickým
způsobem Js 50-500 mm, maximální délka jed-
noto úseku 1500 m
Roztažní hraniční Js 50-300 mm, maximální dél-
ka jednoho úseku 300 m.
Ink. ústace všech tvrdostí

KONTROLU:
průchodnost vodovodních řadů po výstavbě.
Vyléčení vodovodního potrubí ekono-
micky využijete stávajících zařízení, zvýšíte
dodávku vody, snížíte spotřebu elektrického
proudu a nároky na nové investice.

Dotazy řiďte na: ZVAK. ČIŠTĚNÍ VODOVODNÍHO POTRUBÍ HODONÍN
Dolní Vály 901. tel.: 2263

byť bez zavedené vody a matka (tenkrát to byla úloha žen, obdobně jako tomu je nyní ve třetím světě) tahala veškerou vodu v kýblech z asi tak dvě stě metrů vzdálené veřejné studny. Pitná voda do domácností byla v Čakovicích zavedena až se spuštěním Želivky (jestli mě paměť nešálí, v roce 1972).

Článek pokračuje: „*Dosavadní roztržštěné hospodaření vodou ať projevilo se nehospodárnou sítí vodovodů, znečišťováním řek, sobeckým využíváním vody některými závody na úkor závodů jiných nebo násilným měněním půdy, jako násilné vysušování rybníků a luk, bude znemožněno...*“

V časopise je i mnoho ideologického balastu: „*Je nutno, aby budovatelské úsilí našeho lidově demokratického státu napravilo chyby a odstranilo nedostatky v oboru staveb a zařízení vodo-hospodářských zaviněné kapitalistickým režimem a aby podle vzoru Sovětského svazu byla nastoupena nejtěsnější spolupráce techniků a zdravotníků...*“ Na obr. 1 se můžete seznámit s tím, o čem byste si mohli počíst v listopadovém čísle roku 1951 (tedy asi u příležitosti oslav VŘSR, pro ty mladší: Velké říjnové socialistické revoluce, která ale byla v listopadu).

Když si však tyto povinné články Sovětský svaz adorující odmyslíme, tak první léta se v časopise otiskovaly články, které by mohly být i v dnešní době aktuální, jsou to články o potřebě přírodních blízkých opatření. Například v čísle 4/1951 jsem se s chutí začel do článku *Vegetační úprava řek, rybníků, přehrad a hrází* (Zeman, J.). Při četbě článku *Vliv městských odpadních vod na rybí faunu toků*, kterou napsal RNDr. Miloš Zelenka, jsem si vzpomněl na svého koníčka z dětství; sbíral jsem zápalkové nálepky a vzpomínám jak na jedné z nich byla ryбка, co plavala bříchem vzhůru a obrázek byl doplněn sloganem: *Chraňte řeky před špínou, jinak ryby vyhynou*. Padesátá léta byla dobou výstavby přehrad, převažovaly tedy logicky články o přehradách, např. na pokračování byla otištěna stať *Ing. Dr. K. Lossmana: Volba mezi betonovou a zemní hrází*, rozebírány byly i *Agresivní účinky vody na beton* (M. Diblík, Z. Počtová). Časopis se věnoval i *melioracím a závlahám* v prapůvodním slova smyslu, nikoliv ideologií „poručíme větru dešti“ pokrivené podobě.

Při listování v tom dávnověkém tisku mě zaujaly některé drobnosti. Časopis neměl první dva ročníky ani redakční radu. Ta je v časopise uváděna až od roku 1953. Na tomto místě se myslím sluší otisknout její složení (obr. 2). Nejdříve celoroční předplatné činilo 300 korun, po měnové reformě v roce 1953 60 korun (průměrná mzda v roce 1955 činila 1 192 korun). Už v té době se objevily první

Obr. 4. Nevím, jak vám, ale mně se ta titulka líbí

inzeráty – viz obr. 3. Kolikpak asi stál inzerát? To už asi nikdy nezjistíme.

V roce 1955 došlo ještě k jedné drobné úpravě. Časopis otiskoval názvy článků v povinné ruštině, ale i v angličtině. Od roku 1955 časopis začalo vydávání garantovat Státní nakladatelství technické literatury (SNTL), které my starší známe z dob svého studia a jemuž se familiárně říkalo „sentinel“. Odrazilo se to v celkově lepší grafické úpravě, titulní strana nebyla jednotvárná jako dosud, ale byly do ní vkomponovány tematické fotografie (obr. 4). Na počátku roku 1955 byla otištěna informace:

„Odběratelům časopisů Voda a Vodní hospodářství. Při reorganizaci vydávání odborných technických časopisů provedeném koncem roku 1954 byl pro ústřední správu vodního hospodářství určen pro rok 1955 jediný vodohospodářský časopis. Nový časopis „Vodní hospodářství“ bude sloučovat tematiku obou dřívějších vodohospodářských časopisů. Redakční rada byla sestavena z odborníků obou vodohospodářských směrů. t. j. pro velké vodní stavby a stavby zdravotně vodohospodářské. Redakční rada bude se řídit zásadou zařazovat články obou směrů, pokud možno ve stejném

oměru, aby obě skupiny vodohospodářských zájemců byly plně uspokojeny...“

Proč se tento záměr nepodařilo naplnit, a časopisy byly sloučeny až od roku 1959, jak je uvedeno výše, se lze jen dohadovat. Příčinou byly podle mého tehdejší priority; tím byla výstavba přehrad. Tuším, že v tom byly i osobní zájmy a politické priority.

Příště zalistujeme v číslech po sloučení Vodního hospodářství s Vodou, tedy spojení velké a malé vody. Tím rokem je rok 1959.

Václav Stránský

OBOR A OSOBNOST



Vladimír Hlavačka (*1951)

Narodil som sa 22. augusta 1951 v Bratislave, v časti Staré Mesto – prakticky v podhradí, kde som prežil celé detstvo. Na rozdiel od dnešných detí sme čas trávil prevažne vonku. Bol som aktívnym členom turistického klubu a neskôr aj chemického krúžku, keďže chémia ma „chytla“ hneď od začiatku. Po skončení povinnej školskej dochádzky som sa logicky prihlásil na chemickú priemyslovku v Bratislave, ktorú som ukončil maturitou v r. 1970. Okrem maturitného vysvedčenia v odbore Konzervárenstvo a mraziarenstvo som tu „získal“ aj budúcu manželku – spolužiačku. Po absolvovaní dvoch rokov základnej vojenskej služby v Pardubiciach som sa v r. 1973 oženil, nastúpil do zamestnania a na štúdium popri zamestnaní na Chemicko-technologickú fakultu Slovenskej vysokej školy technickej (dnes STU). S manželkou sme spolu vyše 50 rokov a máme dve dávno dospelé deti, troch vnukov a jednu vnučku. Priebeh mojich zamestnaní a ďalšieho štúdia je už súčasťou nášho rozhovoru.

Jak jsi se k vodohospodářskému oboru dostal?

To je trochu zložitejšia história, ale pokúsím sa to rozumne ozrejmiť.

Po maturite na chemickej priemyslovke v Bratislave a absolvovaní základnej vojenskej služby som nastúpil ako laborant do oddelenia membránových procesov Výskumného ústavu liehovarov a konzervární (neskôr LIKO VÚ). Zaoberali sme sa tlakovými membránovými procesmi na partikulárnej resp. molekulárnej úrovni (ultrafiltrácia, nanofiltrácia) a submole-

kulárnej úrovni (priama resp. reverzná osmóza). Išlo o vývoj plochých membrán (iné v tom čase ešte neboli) a aplikácie separačných procesov vo výrobných odvetviach, ale aj pri (pred)čistení odpadových vôd (o membránových bioreaktoroch vtedy ešte nikto netušil). Keďže išlo o devízy, bol problém získať aj základné suroviny na výrobu membrán. Vytvájali sme typy membrán, postupy ich výroby (spočiatku ručne!), laboratórne sme ich testovali; súbežne sa konštrukčne riešili zostavy celých modulov a ich prevádzkové aplikácie. Mali sme viacero úspešných realizačných výstupov (samozrejme dnes sú už nahradené technológiami na vyššej úrovni). Náš 5-členný kolektív dokonca získal v r. 1984 Národnú cenu SSR za „Zavedenie ultrafiltrácie do priemyselnej praxe“. Dnes si na to spomínam predovšetkým pri pohľade na súčasnú úroveň a možnosti membránových separačných procesov v priemyselnej praxi.

Medzitým som popri zamestnaní ukončil štúdium na Chemicko-technologickú fakultu Slovenskej vysokej školy technickej (dnešnej STU), ale s potravinárskou špecializáciou. V osobnom živote som sa tešil, že mi rástli deti, v pracovnom živote bolo výhodou, že som popri štúdiu zároveň získaval praktické skúsenosti. Pomerne veľa sme služobne cestovali, takže boli odvetvia priemyslu (napr. potravinárstvo a biotechnológia), kde som spoznal skoro všetky závody v Československu.

Tento dlhší úvod je dôležitý pre popis ďalšej etapy môjho života, resp. pre zodpovedanie Tvojej otázky, ako som sa dostal do odboru. Začiatkom r. 1984 som od vedenia ústavu dostal poverenie viesť Oddelenie vodohospodárskeho výskumu, čo bola nielen veľká výzva, ale aj obavy zo zodpovednosti. Oponoval som, že o vode viem len to, že „tečie, je mokrá a občas sa dá piť“. Odpovedá bola, že už ma prihlásili na postgraduálne štúdium na VŠCHT Praha v odbore Technologie vody a prostredia. Bol som tak „hodený do vody“ a musel som sa ako „otec od rodiny“ zodpovedne vysporiadať s ďalším štúdiom popri zamestnaní, navyše trochu vzdialenom. Znamenalo to cesty (prevažne nočným vlakom) na sústredenia – prednášky, laboratória, neskôr aj na skúšky. Toto bol jednoznačne ten „zlom“, kedy som sa intenzívne zaoberal už len problematikou vodného hospodárstva. Chcelo to však aj dosť úsilia a učenia – najmä po večeroch, pred skúškami aj po nociach. Obe deti však už podrástli a manželka bola k „večernému študentovi“ (jej slová) tolerantná, takže tých 2 a pol roka štúdia na diaľku ubehlo ako voda. Obhájil som prácu „Využitie ultrafiltrácie pri čistení priemyselných odpadových vôd“ a zvládol záverečné skúšky, takže som „na papieri“ zis-

kal druhú odbornosť „Technológia vody“. Učili nás prevažne osobnosti v odbore, čo môjmu štúdiu podstatne pomáhalo; k tomu aj práca vo firme, zameraná už výhradne na oblasť čistenia odpadových vôd. V škole boli pre mňa najľahšie laboratórne cvičenia, keďže prevládali práce, ktorými sme sa zaoberali aj na našom pracovisku (analýzy, separačné metódy, hydraulická charakteristika...).

Ale od štúdia späť k mojej práci – 15 rokov som bol vedúcim odboru analytických, normalizačných a environmentálnych služieb, kde prevažovala práca „vodohospodára“. Po zmene režimu sa LIKO VÚ pretransformoval na akciovú spoločnosť, zužovali sa finančné zdroje, ubúdalo štátnych úloh, prevažovali rezortné. Do výskumu začali zasahovať čoraz viac akcionári ako odborníci, takže už dozrievalo moje rozhodnutie odísť (hovoril som si, že „ak nie v 50-ke, tak už nikdy“).

Popri práci som 5 rokov externe učil hlavný predmet „Technológia vody“ na Katedre priemyselnej ekológie Materiálovo-technologickú fakultu STU v Trnave. Bolo to však popri zamestnaní, na úkor dovolenky, postupne pribúdali ďalšie predmety (environmentálne inžinierstvo II, ekológia, druhotné suroviny), takže to bolo pomaly časovo nezvládnuteľné. Miesto pedagogického titulu docent som si zabezpečil titul samostatný vedecký pracovník, ktorý si dodnes „z ješitnosti“ píšem pod funkciu konateľ-technolog.

Asi rok ma lanánila súkromná firma (zástupca významného producenta odstredieviek), ktorá chcela rozšíriť svoju činnosť o ďalšie vodohospodárske technológie a separačné procesy. Chceli ma ako technologa a predsedu predstavenstva, no zo žartu tvrdím, že potrebovali hlavne moje tituly.

Posledných 20 rokov mám svoju vlastnú firmu EVH SK (Ekológia a vodné hospodárstvo) a venujem sa najmä fyzikálno-chemickým procesom čistenia priemyselných odpadových vôd a separácii kalov. Napriek vyššiemu veku hovorím, že budem pracovať dovtedy, kým ma to bude baviť, kým mi to zdravie dovolí, a hlavne – kým bude záujem. A skončím, až jedno z toho odpadne.

Kdo byl Tvým vzorem?

Ako som už spomenul, na VŠCHT nás učili prevažne osobnosti v odbore (ospravedlňujem sa, že bez titulov – Chudoba, Zábranská, Pitter, Tuček, Sládeček, Sládečková, Janda, Dohányos, Grau, Ottová – snáď som na nikoho nezabudol). Celkom zámerne uvádzam na prvom mieste Honzu Chudobu. Dovoľujem si ho spomenúť takto familiárne, pretože som sa s týmto „panem učiteľom“ pomerne rýchlo skamarátil – mali sme podobnú filozofiu odbornej práce, ale aj filozofiu života, hoci

to bolo pre neho v nie „politicky“ dobrom období. Stretnutia a debaty s ním (vrátane prednáškových štvrtkov v knihovni katedry) mi dávali nádej, že časom snáď budem odbornore spôsobilým vodohospodárom. Takže za svoj vzor môžem určite považovať Jana Chudobu, hoci – paradoxne – ja sa biologickým procesom čistenia odpadových vôd (čo bola jeho doména) venujem minimálne. Pochopil som však význam selektorov, aj vo firme sme mali zopár úspešných realizácií „selektorovej aktivácie“ (hlavne prestavbou existujúcich zmiešavacích aktivačných nádrží). Túto tému som si zvolil aj za predmet mojej práce v rámci externej aspirantúry (dnes doktorandské štúdium) na ChTF STU. Toto ďalšie moje štúdium popri zamestnaní tiež stálo veľa času, energie a nervov – odborné skúšky, záverečná skúška, obhajoba dizertačnej práce. Tému „Využitie selektorovej aktivácie pri čistení vysokokoncentrovaných potravinárskych odpadových vôd“ som opäť konzultoval s Janom Chudobom. Napriek zložitej situácii som si ho „vynútil“ ako školiteľa-špecialistu – využili sme, že pre „schvaľujúce politické orgány“ na Slovensku bol osobou neznámou. Dodnes je mnohým ľúto, že táto významná osobnosť v odbore nás opustila tak skoro (55-ročný).

Na obdobie štúdia na VŠChT Praha teda spomínam mimoriadne často a rád a teší ma, že sa môžeme – už ako s kolegami – stretávať a porozprávať aspoň na odborných konferenciách.

Nie priamo vzorom, ale partnermi a dobrými spolupracovníkmi sa mi stali konatelia firmy EVH v Brne – Oldřich Šamal a Karel Pěňčík (žiaľ, už tiež nie je medzi nami). S nimi sme v r. 2004 založili „slovenskú pobočku“, ale posledných 15 rokov som majiteľom a konateľom EVH SK s.r.o. už len ja sám. Nesmiem zabudnúť ani na kolegov z výrobnjej firmy Šebesta s.r.o. v Kyjove (Luděk Šebesta, Staňa Trněný, Milan Hrabec), ktorá nám dlhé roky vyrábala väčšinu zariadení a pomáhala nám s realizáciami F-ChČOV.

Co zásadního se během Tvé profesní kariéry v oboru stalo?

Popri aktivačnom procese (asi od r. 1914) sa za ďalší prevratný prvok v našom odbore považuje práve objav selektorov. Došlo k nemu zhruba v dobe, keď som ja nastupoval do zamestnania (r. 1973), ale je tak významný, že ho nemožno ignorovať. Dovoľm si to tvrdiť napriek tomu, že – ako som už spomínal – biologickým procesom čistenia odpadových vôd sa osobne venujem už len okrajovo (poradenstvo, kontrola, posudky, atď.). Dôvodom je predovšetkým zameranie našej firmy na čistenie priemyselných odpadových vôd, kde dominujú hlavne fyzikálno-chemické procesy, kým aktivačný proces sa uplatňuje len sporadicky, napr. ako ďalší stupeň po mechanickom a fyzikálno-chemickom stupni (pred)čistenia.

Určite zásadnou zmenou prešli anaeróbne procesy, najmä využívaním granulovanej biomasy (reaktory typu UASB, IC a pod.), detailné poznávanie ich mechanizmu, metódy zvyšovania produkcie bioplynu, v poslednej dobe aj biometán a pod.

V začiatkoch mojej kariéry som sa venoval tlakovým membránovým procesom, ako súčasťou výrobných a obslužných procesov (separácia farbív, makromolekulárnych látok, výroba napájacej vody do kotlov...), len sporadicky na (do)čistenie odpadových vôd. Dodnes sú

u nás stále relatívnu novinkou membránové bioreaktory (MBR). Napriek niekoľkým v praxi menej vydatým realizáciám zo strany „menej profesionálnych“ firiem, ako aj dopadu na zvýšenie ceny čistiarenskej technológie, majú opodstatnenie, takže ich právom možno považovať za inováčné prvky v našom odbore. Treba však chápať, že ide o procesy, slúžiace na skoncentrovávanie / separáciu aktívnej biomasy, nie na dočisťovanie odtoku.

Pri čistení priemyselných odpadových vôd sa dosiahol pokrok aj pri procesoch koagulácie a flokulácie, najmä aplikáciou nových funkčných činidiel (polyaluminiumchlorid, organické koagulanty, flokulanty nie na báze polyakrylamidu a pod.). Významným prvkom je inováčný spôsob tvorby mikrobubliniek vzduchu vo flotačných zariadeniach („neexpanzná flotácia“), nové prvky v zhrabovaní flotátu a separácii dnového sedimentu, ale aj rozsiahlejšia aplikácia frekvenčných meničov, aktuátorov a pod.

V neposlednom rade ide o nové riadiace prvky – sofistikovanejší systém merania a regulácie procesov, vrátane čoraz viac žiadaného diaľkového dohľadu (sondy, snímače, kamery). To sú také zásahy do čistiarenskej technológie, ktoré ešte takých 10 – 15 rokov dozadu boli nemysliteľné resp. neúmerne drahé. Ak zoberieme do úvahy nárast cien materiálov a energií v posledných rokoch, tak ide o pozitívne dopady aj z pohľadu ceny za čistenie priemyselných odpadových vôd.

Jaký vývoj ve svém oboru očekáváš v budoucnosti?

Ide o to, o akom časovom horizonte budeme uvažovať. Napriek rozličným krízam ide celkový vývoj neskutočne dopredu, skracojú sa intervaly v zavádzaní nových technologických a technických prvkov, čo logicky platí aj pre vodné hospodárstvo. V najbližších rokoch neočakávam nejaké „prevratné“ zmeny, skôr urýchlené zavádzania a príp. zlacnenie vyššie popísaných inováčných prvkov. Ale ako do reality zasiahne napr. umelá inteligencia, to si netrúfne ani odhadnúť. Priznám sa, že, vzhľadom na môj vek, je to dosť mimo môjho chápania a úplne mimo môjho „poľa pôsobnosti“.

U nás vývoj určite ovplyvnia legislatívne požiadavky, najmä tlak na terciárne dočisťovanie vôd a snahy o odstraňovanie ďalších – doteraz nesledovaných – polutantov, ako sú PFAS (per- a polyfluóralkylované látky), mikroplasty, liečivá a ďalšie zložky. Z môjho pohľadu starého praktika je ale dosť nelogické, ak obrazne povedané „naháňame“ nanogramy rôznych polutantov, pričom významné percento obcí nie je odkanalizovaných a nečistí vody vôbec. Aj v niektorých odvetviach priemyslu sú ešte producenti, ktorí procesové svoje vody čistia nedostatočne, niekde aj vôbec – trviaci, že ide „len“ o splaškové vody (ak by som mohol, tak by som ich aj rád zverejnil).

Bude treba riešiť menších producentov (napr. gastro-prevádzky, malé „montážne“ a servisné dielne, časť automotive a pod.), ktorí boli z nevedomosti, v horšom prípade zámerne, zrealizovaní ako tzv. „suché“ prevádzky, neproduktujúce odpadové vody. Alebo pri ktorých projektanti developerov očakávali, že budú spĺňať kvalitatívne parametre splaškových vôd, čo je veľmi často len zbožným želaním. Hoci prevažne nejde o veľké objemy vôd, z hľadiska kvality môžu byť aj rádovo

„mimo“ štandardných splaškových vôd. Pritom štandardné splaškové vody sú dnes kvalitatívne iné, ako 40 – 50 rokov dozadu. (Logické) šetrenie vody v mnohých prípadoch znamená vyššie koncentrácie znečistenia, čo platí aj pre priemyselné odpadové vody. Pri týchto producentoch vidím určité problémy aj v zohľadňovaní príslušnej legislatívy.

Úlohou priemyslu je predovšetkým niečo vyrábať (a následne predať), takže čistenie odpadových vôd (a ďalšie environmentálne úlohy) je finančne zaťažujúca činnosť (pre menežment firmy často „nutné zlo“). Ďalšou záťažou teda je, ak ČOV potrebuje trvalú obsluhu, často aj non-stop. V ďalších rokoch preto očakávam zvýšený záujem o „bezobslužné“ priemyselné ČOV. V praxi by to mohlo znamenať najmä zabezpečiť diaľkový dohľad, kontrolu a riadenie čistiarenskeho procesu externou profesionálnou firmou.

Očakávam tiež určité tlaky či snahy o vyššiu úroveň recirkulácie vôd a/alebo využitie vyčistených vôd na závlahy, čo si bude vyžadovať zvýšenie účinnosti procesov resp. ďalšie čistiarenské stupne. Dokonca som počul, že už nebude stačiť terciárny, ale „kvartérny“ stupeň čistenia. Ja tvrdím, že nie je problém dodať „kozmičnú technológiu za kozmičné peniaze“, ale či a aký to má zmysel (aj z ekologického nielen ekonomického pohľadu)? Niektorí producenti odpadové vody nečistia alebo čistia nedostatočne, takže je (a bude) stále čo riešiť – záleží však aj od toho, na koľko rokov do budúcnosti sa zameriame. Pri úvahách o využívaní vyčistených odpadových vôd na závlahy ma napadá „kacírka“ myšlienka – je v prípade závlah potrebné až tak redukovat obsah nutričov N a P vo vyčistenej vode, keď v poľnohospodárstve sú hnojivá typu NPK bežné? Myslím, že podobný vnos týchto prvkov do pôdy má aj maštalný hnoj (či nie?). Je tu síce riziko zneužitia príslušných povolení (závlahy len „naoko“), ale za úvahy to možno stojí. V najbližšom období tiež očakávam záujem či nutnosť čistiť odpadové vody z čoraz menších zdrojov. Logika však hovorí, že vyššiu úroveň čistenia vôd môžeme ľahšie, určite aj lacnejšie, docieľiť pri zmodernizovaných sofistikovaných komunálnych čistiarniach, ako tlačiť na menších producentov, aby „za každú cenu“ plnili často až nezmyselne prísne resp. nelogické limity. Skúsím sa o tom podrobnejšie zmieniť pri odpovedi na nasledujúce otázky.

Samostatnou otázkou – a úlohou či výzvou do budúcnosti – je vyriešenie produkovaných kalov z čistenia priemyselných odpadových vôd. Berme to tak, že znečistenie sme len pretransformovali z vôd do kalov (zákon zachovania hmoty platí, či sa nám to páči alebo nie). Teda – kam s nimi? Už aj preto je a bude dôležité pri čistení vody a kalov zbytočne „nechemizovať“, hľadať nové funkčné činidlá a postupy (možno drahšie), ktoré povedú k produkcii nie nebezpečných alebo aspoň menej toxických kalov. Takže mladšia generácia vodohospodárov bude mať v tejto oblasti čo robiť aj v budúcnosti.

Na záver tohto odseku o budúcnosti odboru vyslovím pár možno nesplniteľných želaní.

Z hľadiska analytickej kontroly odpadových vôd očakávam dlhšie avizované zrušenie problematickeho ukazovateľa BSK₅, možno neskôr aj náhradu ChSK_{Cr} za TOC (celkový organický uhlík), čomu zatiaľ bráni vysoká

cena prístrojov, ale často aj nejasné korelácie medzi týmito dvomi ukazovateľmi.

Neočakávam to, ale ako technolog by som ocenil, keby boli zrušené „kvalifikované bodové vzorky“, čo sú ukazovatele okamžitej kvality vody (po chvíli môže tiecť úplne iná voda), ale z hľadiska technológie čistenia sú irelevantné. Na elimináciu týchto výkyvov sa preto snažíme presvedčať producentov budovať akumuláčno-egalizačné nádrže, v ktorých sa vyrovnáva prietok a kvalita vody, no predovšetkým sa tým zabezpečí rovnomernejšie látkové zaťaženie čistiarenskeho zariadenia. Do budúcnosti by som si priaľ, aby si najmä projektanti priemyselných ČOV uvedomili, že najdôležitejším parametrom čistiarenskeho procesu je látkové zaťaženie, kým hydraulický výkon je až od neho odvodeným parametrom.

Tiež by som uvítal, keby sa nepreceňovali prepočty priemyselných odpadových vôd cez ekvivalentných obyvateľov (EO), hoci tento ukazovateľ je určený práve pre porovnanie kvality vôd. Treba však brať viac do úvahy pôvod a charakter odpadovej vody. Ako príklad môžem spomenúť napr. vodu s hodnotou $ChSK_{Cr} = 13 \text{ g/l}$, ale s $BSK_5 = 220 \text{ mg/l}$ – tam počítať s EO je úplný nezmysel. Alebo vody s obsahom ľahko separovateľných či ľahko rozložiteľných látok (škroby, cukry, organické kyseliny...), kde prepočet cez EO vychádza na ČOV veľkosti okresného mesta. Pri riešení priemyselných odpadových vôd preto treba viac rozmyšľať než pri splaškových, kde obvykle sú charakter a koncentrácia znečistenia podobné.

Celý život se venuješ priemyslovým vodám. Za toho púl stoeletí (snad mohu byť tak

indiskrétni), co se této problematice věnuješ, se asi mnohé změnilo. Co se týče záběru, stupně čištění...

Už v predošlej odpovedi som naznačil, kam sa podľa mňa problematika priemyselných odpadových vôd dostala a kam smeruje. Dali by sa spomenúť aj menej účinné či ekonomicky menej efektívne riešenia, ale asi môžeme konštatovať, že najväčší priemyselní producenti si za posledné desaťročia svoje odpadové vody prevažne vyriešili. Zdalo by sa teda, že na rade sú tí strední a menší producenti. Áno aj – ale nie je to celkom tak, pretože mnohé staršie priemyselné ČOV si vyžadujú rekonštrukciu (veď dokonca aj tie „porevolučné“ majú už 25 – 30 rokov) a/alebo intenzifikáciu, prípadne „len“ modernizáciu (monitoring, riadiace systémy, väčšie nasadenie FM a pod.).

Z hľadiska úrovne čistenia sa logicky tiež dosiahol významný pokrok, hoci terciárne stupne pri čistení priemyselných odpadových vôd sú ešte pomerne vzácne (česť výnimkám). Najviac sú asi zamerané na obmedzovanie úniku kalu v biologických ČOV, ak sú fyzikálno-chemicky (pred)čistené odpadové vody dočisťované v BČOV. V eliminácii „rozpušteného“ znečistenia sú však ešte stále veľké rezervy. Mám na mysli najmä nebiologické (fyzikálno-chemické) stupne čistenia, kde napr. AOPs (pokročilé oxidatívne procesy), elektro-chemické a podobné procesy (vrátane tlakových a elektro-membránových) narážajú najmä na ekonomickú bariéru. Ekonomickú stránku celkového pokroku v čistiarenstve si však netrúfam posudzovať, to nechám na kompetentných. Tou narážkou na snahu „dočisťovať“ vody už zasahujem do odpovede na ďalšiu otázku.

Samostatnou kapitolou by mohli byť už spomínané ukazovatele kvality (PFAS, mikroplasty, liečivá, drogy...). Tu sa za posledné desaťročia prakticky nič neudialo, pretože tieto zložky prevažne sledované neboli, takže sa ani neriešili. Či to má v najbližších rokoch trápiť (alebo „zaťažovať“?) projektantov a realizátorov priemyselných resp. komunálnych ČOV, to nechám na kompetentnejších. Osobne však zastávam názor, že v prvom rade treba riešiť producentov resp. odpadové vody doteraz nečistené vôbec alebo nedostatočne. A to sa týka nielen obcí, ale aj priemyslu či obslužných nevýrobných činností.

Dokončení príště



Pozvánka



Konference VODA ZLÍN 2025

Ve dnech 13. až 14. 3. proběhne v kongresovém sále Interhotelu Zlín další ročník mezinárodní vodohospodářské konference VODA ZLÍN 2025, kterou pořádá společnost MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s.

bližší informace na

www.smv.cz

Slovo úvodem

Dámy a pánové, vážení kolegové a čtenáři,

pokud čtete *Krajinného inženýra* pravidelně, asi jste zaznamenali, že nyní vychází po delší době v neobvyklém termínu namísto dosavadního prosincového. S ohledem na technické změny bude nově vycházet v číslech 2, 6 a 10 časopisu *Vodní hospodářství*.

V minulosti jsem v tomto období též trochu bilancoval události uplynulého roku. S ohledem na zaměření časopisu *Vodní hospodářství* i naší společnosti byly asi nejvýznamnější loňskou událostí zářijové povodně. Jednalo se skutečně o ničivou událost, která si bohužel vyžádala i lidské oběti. Nechci se zde vyjadřovat k tomu, kde se stala chyba a co mohlo být uděláno lépe, protože by to vyžadovalo jasné argumenty a na to není prostor. Chtěl bych naopak vyjádřit potěšení nad tím, že jsme se opravdu významně posunuli vpřed vzhledem k předpovědím a včasnému varování a na ně navázaným operativním opatřením. Rozdíl oproti událostem z roku 1997 a 2002 je opravdu veliký a jsem přesvědčen o tom, že právě díky tomu došlo k významnému snížení vzniklých škod.

V tomto čísle *Krajinného inženýra* najdete plán akcí připravovaných naší společností na rok 2025. Některé mají již pevně stanovený termín, některé ještě nejsou v době uzávěrky termínově stanoveny. I tak ale věřím, že Vás některá z nich zaujme a že se budeme moci setkat i osobně. Mimo plán akcí v tomto čísle najdete i představení dalšího rybníka, tentokrát se jedná o Velký rybník na Vrchlici, který má, alespoň z mého pohledu, řadu zajímavostí. Jednou z nich je i doklad toho, že dopad rybníků a vodních nádrží na jejich okolí může být nahlížen různými způsoby, což je podle mého často přehlíženo.

Obvykle jsem v úvodníku prosincového čísla přál hezké svátky a pohodový vstup do následujícího roku. Jelikož jsme se posunuli až do února, nezbyvá mi v tuto chvíli než doufat, že se Vám obojí vydaří dle Vašich představ.

(-vd-)

Plán akcí ČSKI na rok 2025

Pro rok 2025 je připravena řada odborných akcí, mezi nimiž převažují ty již tradiční, nechybí ovšem ani novinky. Již tradičně je první odbornou akcí seminář **Právo v praxi krajinného inženýra**. Oproti předchozím roků se tentokrát uskuteční s ohledem na časové možnosti až v březnu. Seminář organizačně zajišťuje doc. Fialová (jitka.fialova@mendelu.cz).

Na duben je připravována **exkurze do jižních Čech**, jejímž cílem bude rašeliniště Hrdlořezy a vodohospodářská soustava Tábor. Přesný termín zatím nebyl stanoven, ale bude v brzké době zveřejněn na stránkách ČSKI a distribuován dalšími informačními kanály. Exkurzi organizačně zajišťuje Ing. Lubas (miroslav.lubas@lesycr.cz).

V květnu se koná již šestnáctý ročník konference **Rekreace a ochrana přírody**. Uskuteční se 12.–14. května ve Křtinách na Blanensku. Bližší informace budou distribuovány obvyklými cestami, případně je poskytne hlavní organizátorka doc. Fialová na kontaktní adrese raop@atlas.cz.

I v roce 2025 se bude konat **konference Rybníky**. Uskuteční se v termínu 19.–20. června opět na půdě Fakulty stavební ČVUT v Praze-Dejvicích. Jedná se již o jedenáctý ročník konference, která si za dobu svého konání našla stálý okruh účastníků. Formát bude tradiční, tj. první den bude věnován přednáškám, druhý pak exkurzi. Organizačně akci zajišťuje Ing. David, informace jsou k dispozici na kontaktní adrese konferencerybniky@gmail.com, případně budou distribuovány obvyklými kanály, mj. samozřejmě prostřednictvím webových stránek společnosti (www.eski-cr.cz).

Na září je naplánována bienální konference **Krajinné inženýrství**, která se místem konání vrací do Prahy. Uskuteční se 11.–12. září na půdě Fakulty stavební ČVUT. Detaily budou upřesňovány na počátku roku 2025.

Bližší informace ke všem plánovaným akcím budeme zveřejňovat na stránkách naší společnosti (www.eski-cr.cz) a současně distribuovat dalšími komunikačními kanály. Věříme, že Vás některá z akcí zaujme a těšíme se na setkání.

(-vd-)

Velký rybník na Vrchlici

Velký rybník na Vrchlici je stavbou v mnoha ohledech zajímavou, a to jak z pohledu historie, tak současnosti. Nádrž se nachází ve Středočeském kraji na Kutnohorskú cca 3 km jihozápadně od Kutné Hory na toku Vrchlice mezi ř. km 9 a 10 (**obr. 1**). Svou velikostí se sice nemůže rovnat VN Vrchlice umístěné o kilometr výše proti proudu, přesto jej lze zařadit k těm spíš větším. Jeho rozloha dle DIBAVOD činí 7,3 ha, další zdroje uvádí zpravidla vyšší údaje – 9,6 ha (Vlček et al., 1984), 10 ha (Koutek, 2008). Při této rozloze zadržuje rybník 299 tis. m³ vody. Zátopa o délce cca 1 km má dva výrazné choboty – jeden v místě přítoku samotné Vrchlice na západě, druhý v místě přítoku od Bílejova z jihu (**obr. 2**).

Rybníční objekty

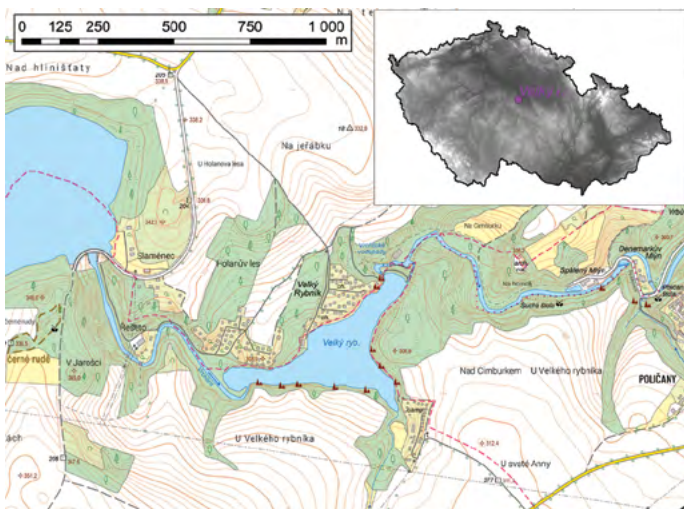
Hráz Velkého rybníka je na běžné poměry značně vysoká, když dosahuje výšky 15–16 m, přičemž je s pouhými 90 m poměrně krátká (**obr. 3**). Toho bylo dosaženo jejím umístěním v místě, kde

je údolí toku Vrchlice sevřené a hluboce zaříznuté. Profil hráze je lichoběžníkový se strmými sklony svahů, u paty vzdušního líce se ve střední části nachází opěrná zeď.

Stávající spodní výpusť zahrnuje dvě roury DN600 vybavené trojicemi uzávěrů a je osazena věžovým objektem kruhového půdorysu o průměru 5 m (**obr. 4**). Bezpečnostní přeliv má Velký rybník dva. První je umístěn na levém konci hráze, je přemostěn betonovým mostem a voda z něj odtéká vodopádem vylámaným ve skále (**obr. 5**). Druhý přeliv se nachází u pravého konce hráze při strmé skále.

Historie

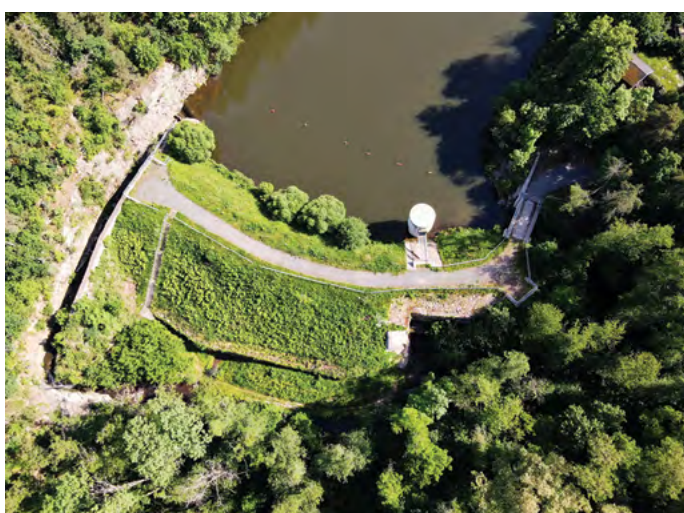
Velký rybník byl postaven v polovině 19. století. Většina pramenů uvádí rok 1850 (Vlček et al., 1984; Koutek, 2008; Liebscher a Rendek, 2014), na informační tabuli NS údolím Vrchlice je uvedena výstavba 1850–1852. Je možné předpokládat, že rok 1850 je rokem zahájení a rok 1852 rokem dokončení stavby. Od této doby je rybník zachycen víceméně na všech dostupných mapových dílech. Na Přehledné hydrografické mapě Království



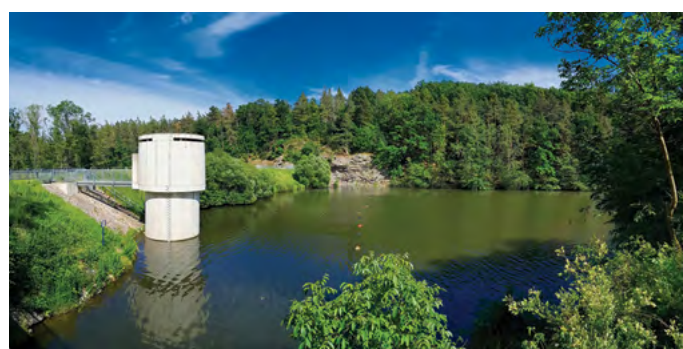
Obr. 1. Velký rybník na Základní mapě ČR



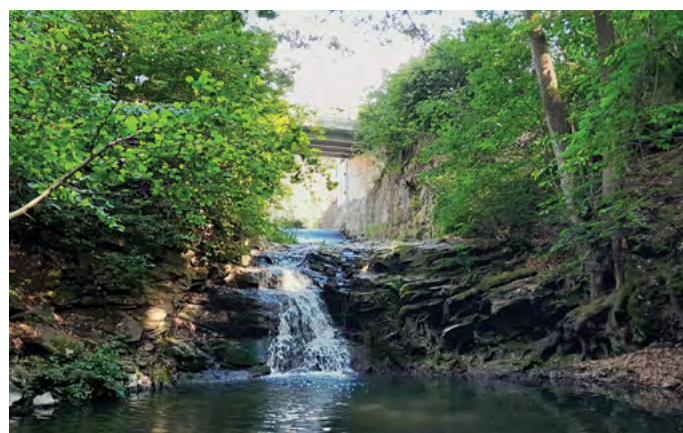
Obr. 2. Zátapa Velkého rybníka – vlevo dole chobot u přítoku od Bílejova, vlevo dále chobot v místě přítoku Vrchlice do rybníka, v pozadí patrná část zátopy VN Vrchlice



Obr. 3. Pohled na hráz z ptáčích perspektivy – na snímku je dobře patrný věžový objekt výpusti a bezpečnostní přelivy u obou konců hráze



Obr. 4. Věžový objekt spodní výpusti



Obr. 5. Vodopád pod levým bezpečnostním přelivem

českého z roku 1856 ještě zakreslen není, jelikož byla zpracována jen krátce po jeho dokončení (obr. 6), ale na mapě III. rakouského vojenského mapování (3VM) z let 1877–1880 (list č. 4054 2, obr. 7) již znázorněn je, nechybí ani na novodobějších mapách – například topografické mapě (S52) v systému S-1952 z let 1951–1971 (obr. 8). Přesto se během své relativně krátké existence nevyhnul pohromám. Již po dvaceti letech došlo při povodni v červnu 1870 k protržení hráze (Svatoš a Křivka, 2018), oprava však byla pravděpodobně provedena bez odkladu.

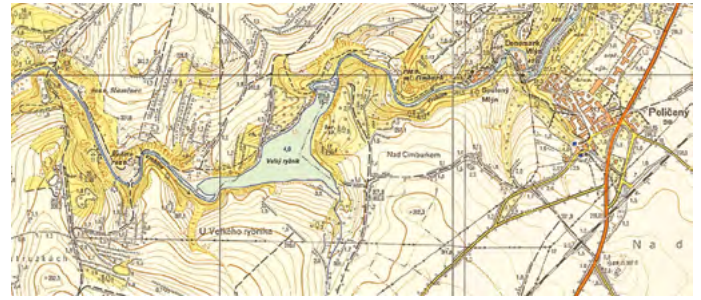
Velký rybník ovšem není první plochou, která se v této lokalitě nacházela. Již mnohem dříve zde existoval Dolejší královský rybník. Jeho osud je však do značné míry zahalen nejistotou. Jednalo se bezpochyby o nádrž, která měla zadržovat vodu za účelem regulace průtoku na Vrchlici pro potřeby řady mlýnů a dalších technických zařízení. Doba jeho vzniku není v použitých zdrojích výslovně uvedena. Nad tímto rybníkem byl na přelomu 70. a 80. let 16. stol. (Bílek, 2018) postaven Hořejší královský rybník a lze opatrně předpokládat, že byly s ohledem na jejich názvy (pokud tyto nejsou pozdější) vystaveny ve stejném období. Chlum a kol. (1975) uvádí vybudování Hořejšího královského rybníka na sklonku 70. let 16. stol. Veselský (2008) zmiňuje k roku 1581, že „...aby nedostatku vody a uhlí, čehož oběho k tavení stříbra zapotřebí bylo, nenastávalo, dali úředníci horní na náklad mince zdělati rybník veliký na gruntech malešovských nad hutěmi nedaleko Hory Kutné s velmi nákladnou hrází k držení a dutí vody...“. Zmínka se může týkat jak Dolejšího, tak i Hořejšího královského rybníka. Pokud by byl Hořejší rybník zbudován již koncem 70. let, jednalo by se spíše o Dolejší, s ohledem na velikost však byly pravděpodob-



Obr. 6. Výřez z Přehledné hydrografické mapy Království českého z roku 1856



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



Obr. 8. Výřez mapy v systému S-1952 zpracované v měřítku 1 : 10 000



Obr. 9. Výřez Müllеровy mapy zpracované v měřítku cca 1 : 132 000



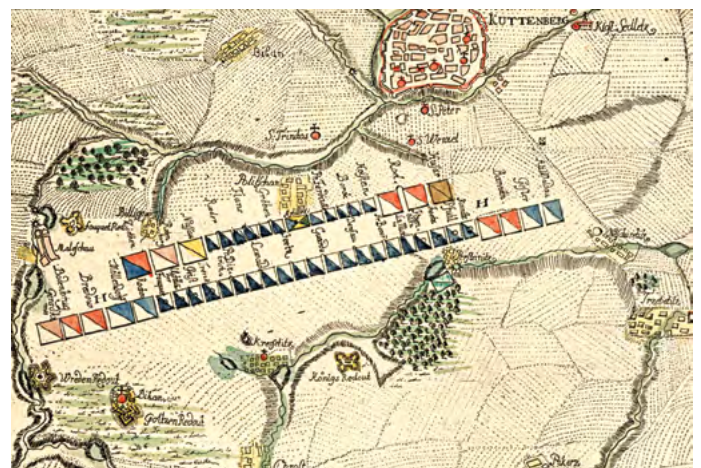
Obr. 10. Výřez mapy I. rakouského vojenského mapování zpracované v měřítku 1 : 28 800



Obr. 12. Výřez Kreybichovy mapy Kouřimského kraje z roku 1842



Obr. 11. Výřez mapy II. rakouského vojenského mapování zpracované v měřítku 1 : 28 800



Obr. 13 (vpravo). Výřez plánu bitvy u Chotusic z roku 1742

ně oba budovány po dobu více než jednoho roku, což časově ukotvení dosti komplikuje. Další Veselského zmínka (opět bez bližší specifikace) je k roku 1586, kde uvádí „*Rybník nový s znamenitým nákladem se dělá. Ten ačkoliv hutěm ku pohodlí mohl býti pro zdržování vody v suchá léta, ale neví se, bude-li co bezpečného, neb zpráva jest, když bylo vody do něho na podzim napuštěno díl nějaký, že se hráz počala probírat.*“ Hráz Dolejšího královského rybníka se nacházela cca 100 m níže pod profilem současné hráze Velkého rybníka, hráze Hořejšího královského rybníka pak v severním vrcholu zákrutu Vrchlice v prostoru zátopy současného VD Vrchlice. Za zmínku stojí i záměr, podle kterého měla být z Hořejšího královského rybníka štolou odváděna voda směrem k Bylanům, odkud vedl náhon k důlním pracovištím u Kaňku severně od Kutné Hory. Dostupné prameny však shodně uvádějí, že tento záměr nebyl realizován, byť ražení štoly bylo dle všeho zahájeno. Dle Bílka (2018) oba rybníky zanikly při povodni v roce 1587, kdy byly jejich hráze značně poškozeny a k obnově již nedošlo. Zmiňovaná povodeň se odehrála 9. června, přičemž příčinou havárie Dolního a Horního královského rybníka bylo mimo jiné i protržení dalších rybníků výše na Vrchlici (Veselský, 2008). Katastrofa způsobila velké škody na mlýnech a dalších provozech níže na Vrchlici a vyžádala si minimálně jednu lidskou oběť, kterou byla dle Klempery (2000) vdova Kateřina Smolíčková spadnuvší do vody ve snaze přejít lávku, která byla již zatopena. Minimálně jeden z obou rybníků tak existoval pouze několik let (pravděpodobně se to však týká obou). Touto katastrofou se naplnily obavy, které panovaly již ve 14. stol. za panování Karla IV. Již v roce 1359 při schválení prodeje Malešovského panství Sedleckému klášteru vymíněno císařem Karlem IV., aby nebyly na panství stavěny rybníky, protože by mohly ohrožovat těžební a hutní aktivity v Kutné Hoře (Sedláček, 1900; Herel, 2016). Zajímavé je, že povodeň z roku 1587 není první událostí tohoto typu. Již v roce 1466 je doložen spor mezi kutnohorskými a tehdejšími majiteli panství Malešov Jiříkem z Hustiřan. Tento spor vznikl kvůli protržení některých rybníků na panství, k čemuž dle kutnohorských došlo v důsledku přílišného nadržování vody. Spor skončil rozhodnutím krále Vladislava nařizujícím majiteli panství, „*aby rybníky vodou nepřepřelňoval, hráze a odtok vody v dobrém stavu držel, aby se kutnohorským vodou škoda nedála.*“

V 17. a 18. století se tedy v místě stávajícího Velkého rybníka vodní plocha nenacházela. Dokládají to i mapové podklady. Na Müllerově mapě z roku 1720 (list č. 17, obr. 9), mapě I. rakouského vojenského mapování (1VM) z let 1764–1768 (list č. 145, obr. 10), mapě II. rakouského vojenského mapování (2VM) z let 1836–1852 (list č. O_9_VI, obr. 11) a mapě stabilního katastru (SK) z let 1824–1843 tak vodní plocha zakreslena není. Stejně tomu tak je na Kreybichově mapě Kouřimského kraje z roku 1826 (obr. 12), nahlédnout se stejným výsledkem lze i do plánu bitvy u Chotusic z roku 1742 (obr. 13).

Závěrem historického exkursu je též záhodno uvést, že tok Vrchlice, na němž se Velký rybník nachází, se v minulosti jmenoval různě. V pramenech lze nalézt především starší název Pách užívaný zejména v okolí Kutné Hory (Zavadil, 1912; Chlum et al., 1975; Koutek, 2008; Liebscher a Rendek, 2014). Říčka ovšem nesla ve výše položených úsecích i název Malšovský potok (Malšovka B. na mapě 2VM) či ještě výše v povodí Bahýnka dle stejnojmenné obce, jak zmiňuje Chlum (1975). V období prvních Přemyslovců se pak dle stejného zdroje s odvoláním na kronikáře Kosmu tok nazýval Vyzpliš (Wyzplisa rivulus). Samotný Velký rybník se měl původně jmenovat Obický (dle jednoho ze zatopených mlýnů), název se ale neujal. Názvy obou rybníků z konce 16. století také nelze brát jako jisté. V případě Horního královského rybníka je v literatuře zmiňován i název Rabštejnský rybník (Bílek, 2018) Vejvanovský rybník (Herel, 2016). Veselský (2008) pak u rybníků názvy neuvádí a zmiňuje je jako „...*rybník veliký JMCé...*“ nebo „...*druhého rybníka JMCé pod tím dole ležícího...*“ (JMCé – jeho milosti císařské, pozn. aut.).

Současnost

Rybník je v současnosti využíván především k rekreaci. Chatová osada rozprostírající se na levém břehu rybníka vznikla v 50. letech 20. stol. Rybník umožňuje koupání či jízdu na šlapadlech, je zde provozován i rekreační rybolov, přičemž rybník je revírem spadajícím pod SHMO ČRS Kutná Hora.

Správa samotného vodního díla spadá pod Povodí Labe, s. p. V letech 2016–2017 prošel rybník rekonstrukcí, která se týkala zejména výměny spodních výpustí, nefunkčních již od poloviny 20. století, úpravu však prodělaly i bezpečnostní přelivy a těleso hráze. Rekonstrukce získala ocenění Svazu vodního hospodářství ČR jako Vodohospodářská stavba roku 2018.

Závěr

Velký rybník na toku Vrchlice je bezpochyby zajímavou stavbou vymykající se typické představě o rybnících na našem území. Jeho návštěvu stojí za to spojit s naučnou stezkou údolím Vrchlice, která pod rybníkem protéká sevřeným údolím a mívá řadu historických mlýnů, případně i s návštěvou města Kutná Hora.

Literatura

- Bílek, J. (2018). Báňskohistorický přehled jižní části kutnohorského revíru. *Kutnohorský – vlastivědný sborník*, 20, s. 1–22.
- Herel, J. (2016). *Malešovské panství*. [online], 51 s.
- Jůna, J. (2016). *Rybníkář Mikuláš Ruthard* z Malešova a jeho rod. Vydal Martin Jůna, Jindřichův Hradec, 71 s.
- Koutek, T. (2008). *Nejkrásnější české rybníky*. Brána, Praha, 440 s.
- Klempera, J. (2000). *Vodní mlýny v Čechách II*. Libri, Praha, 284 s.
- Liebscher, P.; Rendek, J. (2014). *Rybníky České republiky*. Academia, Praha, 584 s.
- Munzar, J. (1998). Historické povodně v Čechách a na Moravě na příkladu roku 1598. *Meteorologické listy*, 51, s. 169–174.
- Sedláček, A. (1900). *Hrady, zámky a tvrze Království českého, Díl 12, Čáslavsko*. František Šimáček, 378 s.
- Svatoš, P.; Krivka, P. (2018). Velký rybník na Vrchlici – rekonstrukce historického vodního díla. *Mezinárodní konference XXXVI. Priehradné dni 2018 (zborník príspevkov)*, 24–26. říjen 2018, Bratislava, s. 46–55.
- Šťastný, R.; Březina, J. (Ed.). (1960). *Kutnohorský: vlastivědný obraz*. Krajský dům osvěty v Praze.
- Teplý, F. (1937). *Příspěvky k dějinám českého rybníkářství*. Nákladem Ministerstva Zemědělství Republiky Československé.
- Veselský, P. M. (2008). *Královské horní město Hora Kutná. Úplný děje- a místopis. Díl I. až III*. Kuttna, Kutná Hora, 264 s.
- Vlček, V.; Kestřánek, J.; Kříž, H.; Novotný, S.; Píše, J. (1984). *Zeměpisný lexikon ČSR – Vodní toky a nádrže*. Academia, Praha, 316 s.
- Zavadil, A. J. (1912). *Kutnohorský slovem i obrazem. Díl 2. Místopis okresního hejtmánství. Část 1. Soudní okres kutnohorský*. Nakl. Karla Šolce v Hoře Kutné, 536 s.

Václav David

Katedra hydromeliiorací a krajinného inženýrství

Fakulta stavební

České vysoké učení technické v Praze

Thákurova 7

166 29 Praha 6 – Dejvice

vaclav.david@fsv.cvut.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



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

2/2025 ♦ ROČNÍK 75

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; Ing. Lucie Pokorná, Ph.D.; 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 Ččkně, Czech Republic

www.vodnihospodarstvi.cz

DIČ: CZ25172379

Datová schránka: 6c9a5be

Roční předplatné základní 1344 Kč, pro individuální nepodnikající předplatitele 840 Kč. Ceny jsou uvedeny s DPH. **Roční předplatné na Slovensko** 38 €. Cena je uvedena bez DPH.

Objednávky předplatného přijímá redakce na administrace@vodnihospodarstvi.cz nebo prostřednictvím www.vodnihospodarstvi.cz

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

Distribuce: SEND Předplatné spol. s r.o., Ve Žlábku 1800/77, 193 00 Praha 9

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

Tisk: Tiskárna Macik, 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
Jakékoliv užití celku nebo části časopisu rozmnožováním je bez písemného souhlasu vydavatele zakázáno.
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.

NENECHTE si ujít

13. 3. **Voda Zlín.** Konference. Zlín. Info: marketa.bartova@smv.cz

22. 3. **Světový den vody.** Info: <https://www.un.org/en/observances/water-day>

2.–3. 4. **Mezinárodní labské fórum.** Ústí nad Labem, Mezinárodní komise na ochranu Labe. Info: sekretariat@ikse-mkol.org

2.–3. 4. **Vodní nádrže 2025.** Konference. Brno. Info: <http://vodninadrze.pmo.cz/>

8.–9. 4. **Nové metody a postupy při provozování ČOV.** Konference. Seč. Info: Filip.Wanner@energieag.cz

24.–25. 4. **Podzemní vody ve vodárenské praxi 2025.** Konference. Rychnov nad Kněžnou. Info: studio@studioaxis.cz, <http://www.podzemni-vody.cz>

12.–14. 5. **Rekreace a ochrana přírody.** Konference. Křtiny. Info: raop@atlas.cz

20.–22.5. 23. **Vodovody a kanalizace 2025.** Praha. Info: <https://www.vystava-vod-ka.cz/>

20.–21. 5. **Setkání vodohospodářů v Kutné Hoře 2025.** www.vodakh.cz/category/setkani-vodohospodaruv/

29.–30. 5. **Čištění odpadních vod z malých zdrojů znečištění.** Seminář, Moravský Kras. Info: czwa@czwa.cz

3.–4.6. **Nové trendy v čistírenství.** Konference. Lipno. Info: www.envi-pur.cz/konference-nove-trendy-v-cistirenstvi-2025/

4.–6. 6. 20. **ročník Pitná voda 2025.** Slovensko. <https://savesk.sk/>

18.–19. 6. **Rybníky 2025.** Konference. Praha. Info: konferencerybniky@gmail.com, www.cski-cr.cz

4.–5. 9. **Inteligentní aerační systémy.** Konference. Prušánky. Info: martina.kucerova@zemsky.cz

8.–10. 9. **Membránové procesy pro udržitelný rozvoj.** Konference. Pardubice. Zaměření: *Možnosti snižování znečištění a recyklace odpadních vod v různých průmyslových oblastech, včetně zpracování nebezpečných odpadů; Rozvoj membránových technologií v oblasti čištění a recyklace vody v potravinářství, farmacii, zdravotnictví, energetice a komunálních odpadních vod; Recyklace vody a získávání cenných látek z odpadních vod; Inovativní technologické postupy a membránové technologie; Vývoj nových materiálů a typů membrán a jejich aplikace.* Info: info@czemp.cz

11.–12. 9. **Krajinné inženýrství.** Konference. Praha. Info: www.cski-cr.cz

17.–19. 9. 16. **Bienální konference CzWA VODA 2025.** Litomyšl. Info: www.bienalkaczwa.cz/

2.–3. 10. **Městské vody.** Konference, Velké Bílovice. Info: iva.hlavinkova@ardec.cz

7.–9. 10. **Hydrologie malého povodí 2025.** Konference. Praha. Info: miroslav.tesar@iol.cz Sledujte i <https://www.ih.cas.cz/>

20.–22. 10. 14. **bienálna konferencia Rekonštrukcie stokových sietí a čistiarní odpadových vôd.** Podbanské. Info: www.vuvh.sk

19.–20. 11. **Vodní toky.** Konference. Hradec Králové. Info: caloudova@vrv.cz

26.–27. 2. 2026 **Řešení extrémních požadavků na čištění odpadních vod.** XI. bienální konference na novém místě! Konferenční centrum Křtiny. Zájemci o (nejen) aktivní účast kontaktujte Ing. Follera: foller@adchem.cz

Tento přehled je průběžně aktualizovaný. Nově přidané akce oproti minulému číslu jsou vysázeny modře. Pokud máte zájem, rádi dáme vědět i o vaší akci. Přehled najdete také na www.vodnihospodarstvi.cz.





Ještě k minulému roku

Každoročně se pořádají, troufnu si tvrdit, nižší desítky odborných akcí týkající se vody. Není v lidských silách je všechny navštívit a už vůbec ne o všech setkáních v časopise referovat, případně zprostředkovat postřehy účastníků. Nyní jsem si promazával v počítači loňskou poštu, přitom jsem narazil na dva maily, kde pisatelé informovali o dvou akcích. Jedná se o jedno malo- a jedno velkovodařské setkání. Obou jsem se zúčastnil a z mého pohledu obě patřila k loňským vrcholným. Sdělované postřehy jsou dle mého nadčasové, zaslouží si, aby neskončily v elektronické stoupě.

První mi poslal **Jan Foller** a týká se semináře **Fosfor: Aktuální situace a nové výzvy**, který v polovině listopadu na půdě sídla Povodí Vltavy organizovala Česká fosforová platforma (<http://fosforovaplatforma.cz/>). Stojí za ní nadšenci, kteří se jí věnují ve svém volném čase, proto o ní asi není tolik slyšet, jak by si zasloužila a jak by bylo třeba. Podle mého je o fosforu třeba diskutovat jednak proto, že jednou může být fosforu nedostatek, podruhé ale i proto, že paradoxně naopak ho v životním prostředí je nadbytek (všeho moc škodí); má negativní dopad na krajinu a vodu. Ale co mi Jan Foller napsal (redakčně upraveno)?

Je velmi dobře, že se kolegové z České fosforové platformy rozhodli tuto akci zorganizovat právě teď, kdy se diskutuje o možných dopadech nové evropské legislativy na rozhodovací procesy v oblasti intenzifikací ČOV a jejich další podpory. Je nutné ocenit, jak po všech stránkách perfektně zajistili tuto akci *kolegové z podniků Povodí, kteří zároveň nesou, obrazně řečeno na svých bedrech, odpovědnost za kvalitu vod, a přitom mají bohužel legislativou dané minimální možnosti tento stav přímo ovlivnit*. Jenom mám trochu strach, jestli už není pozdě. Usuzuji tak z obsahu projevů některých kolegů, kteří v prvních přednáškách akci zahajovali. Mám pocit, a to je můj subjektivní názor, že je u nás v ČR v oblasti ochrany vod všechno trochu obráceně. Jsem přesvědčen, že by to mělo být tak, že:

- Hlavní slovo by měl mít ten, kdo nese za současný stav vod a jejich ochranu hlavní míru odpovědnosti (ví, jak by měly vody vypadat, aby plnily funkci ochrany života – nebo by to alespoň měl vědět), tedy podniky Povodí a z části specializované instituce, třeba AOPK.
- Hlavní poradní hlas by měly mít instituce, které by měly vědět, jak ochranu a dobrý stav vod po odborné technické a technologické stránce zajistit (vědecká obec – VÚV, školy a třeba CzWA – všichni napojení zpětnou vazbou na provozovatele a kontrolní instituce).
- Teprve na třetím místě v procesu tvorby pravidel ochrany vod by měly stát instituce, jako je třeba SOVAK nebo vlastníci jednotlivých zařízení, kteří nesou břemeno nákladů spojených s realizací procesu ochrany vod. Tyto by měly především volat po osvětě, víc než se snažit tvorbu ekologických pravidel omezovat nebo ovlivňovat ve směru změkčování nebo zachování často zastaralých technických názorů (třeba pod záminkou blíže nespecifikované „udržitelnosti“ a někdy deklarované snahy o zajištění hypotetického „sociálního smíru“).

Je to možná příliš zjednodušující pohled, ale zatím to tak vypadá, že se nejméně angažují po formální stránce právě ti, které uvádím v bodě „c“ s podporou části zástupců, které jsem zařadil pod bod „b“. Ze zkušeností nabytých v poslední době mohu říci pouze to, že nejčastěji slyším při řešení palčivých problémů ochrany vod otázky typu: „Kdo to zaplatí?“ místo otázek, které by měly znít stále častěji, s ohledem na vážnost situace, na prvním místě: „Co a jak máme udělat?“. Trochu ve zdánlivém rozporu s tím, co jsem právě řekl je skutečnost, že přibývá i ve vědecké populaci stále více autorů „*knížecích rad*“ a „*mistrů slepých uliček*“, ve smyslu hodnocení dle Jára Cimrmana.

Snaha nadšenců, jinak je nelze označit, a lidí věci ochrany vod oddaných, které shromažďuje právě Česká fosforová platforma a kteří většinou z vlastní iniciativy řeší mnohdy i závažné problémy, není zatím společností vůbec oceňována a většinou ani vnímána, natož podporována. Je to škoda. Zájem o tuto akci však naznačuje, že roste „hlad“ po konkrétních a ihned uplatnitelných informacích ze zdrojů, jako je tato akce. Platí to i přesto, že konferencí je stále víc, i když mnohé mají, podle mne, skutečný přínos pouze pro pořadatele (platí u těch s vložitelným). Je třeba organizátorům za tuto akci poděkovat.

Z velkovodařské oblasti byla velice inspirativní konference **Přehradné dni**, která proběhla v říjnu v krásném prostředí Vysokých Tater. Trochu neobvykle působilo, že opravdu vůdčí osobností tam byla žena (měl jsem ji možnost poznat, tak spíš musím napsat – moudrá distingovaná dáma), profesorka Bednářová z bratislavské technické univerzity. S jejími názory jsme se mohli už seznámit v časopise na konci roku.

Zajímavý pohled na věc měli i pánové *potápěči*. *Málo si to uvědomujeme, ale bez nich by byl bezchybný chod velkých vodohospodářských staveb skoro nemožný*. Pánové z *Potápěčská stanice, a.s.*, která navazuje na své předchůdce, kteří s touto službou vodohospodářským stavbám začali již někdy před padesáti lety, své dojmy z konference vyjádřili následovně. **Ing. Jaroslav Šot:** Mám-li konferenci *hodnotit*, pak za Potápěčskou stanicí a. s. jako kolektivního člena Českého přehradního výboru jednoznačně kvituji příležitost účastnit se obecně na odborných konferencích s vodohospodářským zaměřením. Speciálně XXXVIII. přehradní dny 2024 v SR mohu z mého pohledu hodnotit velmi přínosně, promítla se v nich vysoká úroveň odborného programu, zvolená lokalita a prostory samotné konference. Bezvadné byly samozřejmě i neformální aktivity s kamarády a kolegy „od vody“, vše potvrzeno skvělým červeným vínem (pro mě Hron). Na takové zpestření se jistě těší každý z účastníků.


Co mě *zaujalo zvláště?* Z pohledu dodavatele speciálních služeb (segment pracovního potápění) pozorně dlouhodobě sleduji například témata: stárnutí VD – rekonstrukce, TBD bezpečnost VD, zanášení VD sedimenty, v neposlední řadě změny klimatu... Zde například VD Gabčíkovo utěšňování dilatačních spár, VD Orlík – aktuální informace BP.

Je vidět, že před námi stojí hodně problémů. *Co podle mého je třeba dělat?* Je nutné udržovat si přehled o přístupech, technologických a technice v oblasti pracovního potápění v návaznosti na potřebách odběratele. Nejzásadnější je ovšem z mého pohledu investování do stabilního vnitřního prostředí firmy, a to zejména do kvalitních odborných zaměstnanců, což trvá roky. Bohužel jsem i na této konferenci opakovaně zaznamenal téma „nedostatek nových vodohospodářů a co s tím?“.

Týká se to i potápěčů. O tom mluvil **Miloslav Haták**, který zdůraznil, že Asociace profesionálních potápěčů ČR historicky sdružuje firmy, které poskytují služby především pro vodohospodářství. Během letošní konference jsme diskutovali i o nedostatku kvalitních pracovníků a především odborníků na všech úrovních. Z rozhovorů vyplynulo, že je pro zadavatele velmi důležité mít možnost využít osvědčené a spolehlivé firmy, které mohou operativně řešit zadané úkoly a především poskytnout záruky a servis na své služby. Tuto konferenci řadím mezi nejlepší, kterých jsem se mohl zúčastnit.

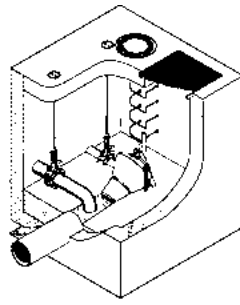
Rád postřehy z obou konferencí otiskuji a poznamenávám, že platí ono židovské moudro: nejsem tak bohatý, abych si mohl dovolit kupovat levné věci. Také bychom se neměli snažit vymýšlet důvody, proč to nejde (na to jsme mistři), ale naopak hledat řešení ekonomicky výdělečná, a přitom užitečná pro člověka, krajinu, svět. O tom, že to jde, si v některém z dalších čísel budeme povídat s panem Pavlem Policarem, předsedou představenstva Vak Havlíčkův Brod.

Václav Stránský



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



**Dodavatel vstrojení
kanalizačních objektů**

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

Virový ventil v regulační šachtě
FluidCon

HUBER
TECHNOLOGY
WASTE WATER Solutions

Moderní řešení pro ČOV

Rotační česle a síta Rotamat



Nejlepší je originál

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

ROLIOL
ČERPADLA K VAŠIM SLUŽBÁM



ROLIOL.CZ

ALL
FOR
WATER

IN-EKO
TEAM

FILTRACE

FLOTACE

PŘEDČIŠTĚNÍ

komunální a průmyslové ČOV rybí farmy

terciární a kvartérní čištění

redukce fosforu až na 0,1 mg/l

www.in-eko.cz

REKUPER

Efektivní regulace a usměrňování průtoků vod v kanalizacích

komplexní vystrojování odlehčovacích komor a dešťových zdrží • plovákové regulátory štitové česle • štitové oddělovače

REKUPER SYCHROV, s.r.o.

Husa 28 • CZ - 463 44 Paceřice • e-mail: info@rekuper.cz
tel.: + 420 482 464 611 • fax: +420 482 464 630

Návrh • dodávka • montáž • servis

www.rekuper.cz

envites

FILTRACE

SEDIMENTACE

ODVODNĚNÍ

PŘÍPRAVA POMOCNÝCH CHEMIKálií

Videňská 120b, 619 00 Brno, CZ

S 30 lety zkušeností je společnost ENVITES, spol. s r.o. Vaším partnerem při dodávce technologických celků i jednotlivých komponent pro:

- Tlakové pískové filtrace
- Kontinuální pískové filtrace
- Lamelové usazovací nádrže
- Čiření
- Přípravu pomocných chemikálií
- Zahušťování kalu
- Kalolisy
- Vystrojení betonových nádrží



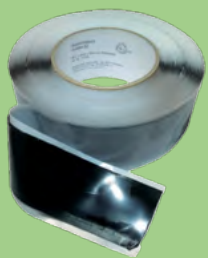
TEL: +420 547 429 211

WWW.ENVITES.CZ

INFO@ENVITES.CZ

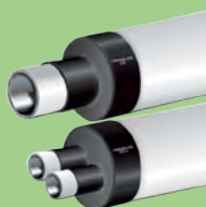


Příslušenství trubních sítí



Butylkaučková těsnící hmota

- těsnící páska, zejména pro systémy objímek KMR a smršťovací koncovky
- certifikováno podle EN 489
- těsnící páska pro uzavírací manžety



Smršťovací manžeta k ukončení izolace typ CSS a CSS-2

- předizolované potrubní systémy
- ropovody a plynovody
- vodovodní potrubí
- konečné přepážky
- vysoké teploty