



Vodohospodársky spravodajca 1-2

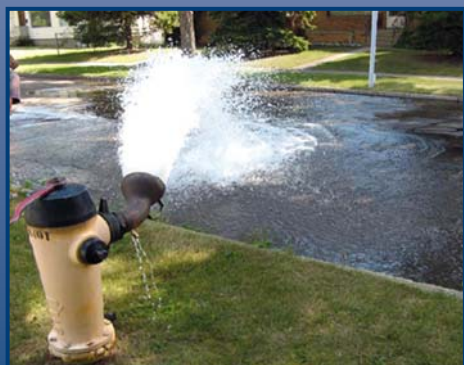
ročník 59

dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie

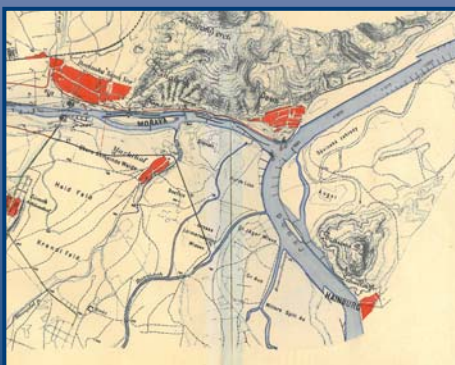
2016



PF 2016



***Jak účinněji proplachovat
vodovodní rozvodné sítě?
strana 9***



***80 rokov od schválenia projektu
úpravy Moravy
strana 17***



***Kalibračné parametre
v matematických modeloch
strana 23***

REG  TRANS-**rittmeyer**

KNOW - HOW
ZO SKÚSENOSTÍ



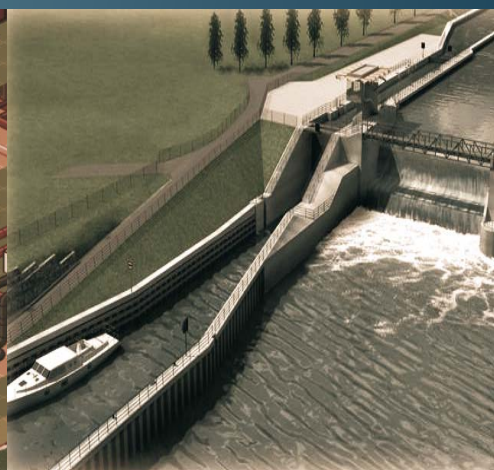
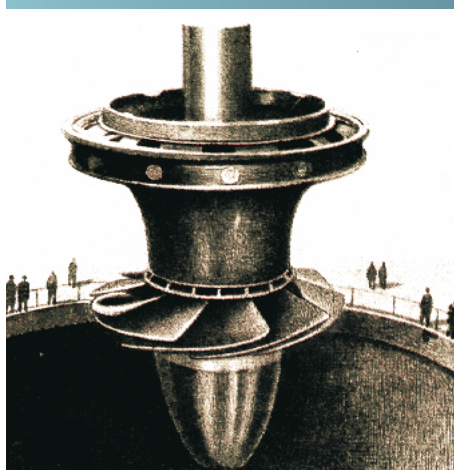
Myšlienka, návrh, projekt



Inžinierska,
projektová
a dodávateľská
spoločnosť
v oblasti merania,
regulácie a riadenia
technologických procesov

Medzi energiou a spotrebiteľom

energetika životné prostredie hydrotechnika



Regotrans-Rittmeyer, spol. s r.o.
Pluhová 2
831 03 Bratislava
Slovenská republika

TEL/FAX:
+421-2-444 61612
+421-2-443 71766

E-mail:
office@regotrans-rittmeyer.sk
www.regotrans-rittmeyer.sk

Vážení čitatelia, milí vodohospodári,



máme za sebou rok 2015, ktorý bol plný zmien a aj pracovných udalostí.

Stali sme sa členmi Asociácie zamestnávateľských zväzov a združení SR, ktorá je vrcholovou zamestnávateľskou organizáciou na Slovensku. Je to pre nás podpora nielen pri našich aktivitách, ale aj pomoc pri koordinácii a presadzovaní návrhov zákonov či ďalších právnych predpisov týkajúcich sa vodného hospodárstva.

Kedže nemenej podstatnou časťou činnosti Združenia zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve sú vzdelávanie aktivity, radi budeme spolupracovať s AZZZ SR, ako aj s ďalšími členmi.

V roku 2015 sme pokračovali vo vydávaní už 58. ročníka časopisu Vodohospodársky spravodajca, na ktorý sa nám tiež podarilo získať dotáciu z Enviromentálneho fondu. Začiatkom roka sme skvalitnili papier, na ktorom vychádzal, neskôr sme pridali farebné strany a potom od polovice roka začal Vodohospodársky spravodajca vychádzať ako plnofarebný. Aj tento rok sme sa snažili šíriť nové vedecké informácie vo vodnom hospodárstve pre vodohospodárov, ale aj priblížiť sa k čitateľovi – laikovi a zvýšiť celkové povedomie o vode. Nechýbali tiež príspevky, analýzy a spracovania dôležitých poznatkov a skúseností z praxe doma aj v zahraničí.

Na Zhromaždeniach predstaviteľov zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku, ktoré sa konali počas roka, Výkonná rada schválila viacero nových nariadení a predpisov. V rámci konania veľtrhu CONECO/RACIOENERGIA 2015 bola organizátorom – Združeniu zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku a Asociácii vodárenských spoločností spolu s Ministerstvom životného prostredia SR, ktoré poskytlo záštitu na podujatie, udelená cena za mimoriadny prínos v prezentácii vodného hospodárstva a za rozvoj novej sekcie VODA. Združenie pokračovalo v činnosti prostredníctvom odborných komisií, keďže jeho činnosť sa každoročne riadi schváleným rozpočtom a akčným plánom na príslušný rok. Týmto chcem poďakovať všetkým spolupracovníkom za pomoc pri organizácii stretnutí, ale aj za pomoc pri rokovaniach a prejavenie dôvery.

V spolupráci s Výskumným ústavom vodného hospodárstva a ďalšími významnými partnermi, sme v minulom roku zorganizovali dve úspešné medzinárodné konferencie – Manažment povodí a povodňových rizík 2015 a Hydrologické dni 2015 v Bratislave, ale aj Rekonštrukcie stokových sietí a ČOV v Podbanskom. Obidve podujatia sa uskutočnili pod záštitou Ministerstva životného prostredia SR. Cieľom prvej z nich bolo vytvoriť fórum pre výmenu informácií, najnovších skúseností a identifikáciu problémových otázok, ktoré by prispeli k ochrane krajiny a ľudí pred ničivou silou vody. Rekonštrukcie stokových sietí a ČOV oboznámili odbornú verejnosť s najnovšími poznatkami, postupmi a technológiami umožňujúcimi bezpečné a ekologicky vyhovujúce odvádzanie, čistenie odpadových vôd a nakladanie s čistiarenským kalom.

Na záver by som chcela zaželať Združeniu, jeho členom, ale aj všetkým prispievateľom a čitateľom časopisu v tomto roku veľa pracovných aj osobných úspechov, mnoho podnetných stretnutí a realizáciu zaujímavých projektov vo vodnom hospodárstve.

Ing. Ľubica Kopčová, PhD.
predsedníčka Výkonnej rady ZZZVH

OBSAH – TABLE OF CONTENTS

Kopčová, Ľ. – príhovor	3
Speech of the General Director of the Water Research Institute	
Novák, V., Vranovská, A. – Priority slovenského predsedníctva v Stratégii EÚ pre Dunajský región (EUSDR) za prioritnú oblasť 4 „Obnoviť a udržať kvalitu vôd“	4
Priorities of the Slovak Presidency in the EU Strategy for the Danube Region (EUSDR) for the Priority Area 4 'To restore and maintain the quality of waters' Danube Region	
Krno, Ľ. – Vlaňajší deň otvorených dverí na Ružíne prilákal rekordný počet návštevníkov	7
Open day at the Ruzin Water Reservoir attracted last year record number of visitors – We have noticed	
Makovinská, J. – Technická podpora Národného referenčného laboratória pre oblasť vôd na Slovensku vo Výskumnom ústave vodného hospodárstva	8
Technical support in the National Water Reference Laboratory for Slovakia in the Water Research Institute. – We have noticed	
Macek, L. – Jak účinněji proplachovat vodovodní rozvodné sítě?	9
How to flush the water supply system more efficiently – From the water management practice	
Slaninka, V. – 80 rokov od schválenia projektu úpravy Moravy	17
80 years since the approval of the Morava River regulation project – We have noticed	
Holubec, M., Brtko, J., Rešetka, M., Luther, S. – Možnosti využitia nulmocného železa pre odstraňovanie chlórovaných uhľovodíkov	21
Possibilities of using zero-valent iron for the removal of chlorinated hydrocarbons – Water management research	
Hrudka, J., Holubec, M., Stanko, Š., Škultétyová, I., Galbová, K. – Kalibračné parametre vstupujúce do matematických modelov zdravotno-vodohospodárskych stavieb	25
Calibration parameters entering the mathematical models of sanitary-water management structures – Water management research	
Macek, L., Kulhavý, Z. – Možnosti rekonstrukcie melioračných stavieb s uplatnením princípu regulácie drenážneho odtoku	29
Possibilities of the reconstruction of amelioration structures by applying the principle of drainage discharge regulation – Water management research	
Konferencie – Hydrochémia 2016, Nové trendy v oblasti úpravy pitnej vody, Pitná voda 2016, Vodárenská biológia 2016	33
Conferences – Hydrochemistry, New Trends in Drinking Water Treatment, Drinking Water 2016, Water Supply Biology – Announcements	
Buchlovičová, J. – XVI. konferencia s medzinárodnou účasťou PITNÁ VODA	35
16th DRINKING WATER Conference – We have noticed	
Borovská, D.: Informácia o nových STN	37
Information on new Slovak Technical Standards – Regulations, Standards	

Foto na titulnej strane:

Ing. Václav Koleda, SVP, š. p. – Velký Kolpašský tajch
a na 3. strane obálky Tajch Vindšachta

Priority slovenského predsedníctva v Stratégii EÚ pre Dunajský región (EUSDR) za prioritnú oblasť 4 „Obnoviť a udržať kvalitu vôd“

Vladimír Novák¹, Andrea Vranovská²

¹ vymenovaný na zastupovanie generálneho riaditeľa sekcie vôd a koordinátor prioritnej oblasti 4,
Ministerstvo životného prostredia SR

² Výskumný ústav vodného hospodárstva

Vznik Stratégie EÚ pre Dunajský región (EUSDR), tzv. Dunajskej stratégie ako makroregionálnej stratégie spájajúcej štáty Dunajského regiónu bol iniciovaný Európskou Radou v roku 2010. Táto stratégia združuje 14 podunajských štátov, z toho 9 členov EÚ (Obr. 1), a je koordinovaná Európskou komisiou. Cieľom Dunajskej stratégie je podpora spoločnej zodpovednosti za ekonomický a spoločenský rozvoj

krajín regiónu, jeho prírodného a kultúrneho dedičstva.

Široká škála problematiky rozvoja prosperity regiónu je rozdelená do 4 pilierov a 11 prioritných oblastí.

I. PILIER - PREPOJENIE PODUNAJSKEJ OBLASTI

Prioritná oblasť 1A. Zlepšiť mobilitu pre vnútrozemské vodné cesty

Prioritná oblasť 1B. Zlepšiť mobilitu pre

cestné, železničné a letecké spojenia

Prioritná oblasť 2. Podporovať udržateľnejšie zdroje energií

Prioritná oblasť 3. Podporovať kultúru a cestovný ruch, kontakty medzi ľuďmi

II. PILIER - OCHRANA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA V PODUNAJSKEJ OBLASTI

Prioritná oblasť 4. Obnoviť a udržať kvalitu vôd



Obr.1 Záujmové územie EUSDR



Obr. 2 Zasadnutie Riadiaceho výboru PO4 (20/10/2015, Bratislava)

Prioritná oblasť 5. Riadiť riziká v oblasti životného prostredia

Prioritná oblasť 6. Chrániť biodiverzitu, krajinu a kvalitu ovzdušia a pôd

III. PILIER – ROZVÍJANIE PROSPERITY V PODUNAJSKEJ OBLASTI

Prioritná oblasť 7. Rozvíjať znalostnú spoločnosť prostredníctvom výskumu, vzdelávania a informačných technológií

Prioritná oblasť 8. Podporovať konkurencieschopnosť podnikov vrátane rozvoja zoskupení

Prioritná oblasť 9. Investovať do ľudí a zručností

IV. PILIER - POSILNENIE PODUNAJSKEJ OBLASTI

Prioritná oblasť 10. Zvýšiť inštitucionálnu kapacitu a spoluprácu

Prioritná oblasť 11. Spolupracovať s cieľom podporiť bezpečnosť a riešiť organizovaných a závažnú trestnú činnosť

Slovenská republika sa od začiatku zapojila do implementácie aktivít EUSDR v rámci všetkých prioritných oblastí. Národným koordinátorom EUSDR je Úrad vlády SR. Slovenská republika

sa stala spolu-koordinátorom prioritnej oblasti 4 (PO4) „Obnoviť a udržať kvalitu vôd“ (spolu s Maďarskom) a prioritnej oblasti 7 (PO7) „Rozvíjať znalostnú spoločnosť prostredníctvom výskumu, vzdelávania a informačných technológií“ (spolu so Srbskom). Predsedníctvo EUSDR je založené na rotujúcom princípe v ročných intervaloch. Slovenská republika je v roku 2016 predsedajúcou krajinou EUSDR. Pre nadchádzajúce predsedníctvo si Slovenská republika stanovila pre jednotlivé piliere kľúčové priority smerujúce k rozvoju potenciálu EUSDR.

V oblasti vôd kladieme dôraz najmä na rozvoj dynamicky orientovaného integrovaného manažmentu a ochrany vôd, prednostne na zabezpečovanie dostatočného množstva a kvality vôd s ohľadom na vplyvy a dopady klimatickej zmeny. Komplex aktivít riešených v tejto oblasti môže významne prispieť k zlepšeniu trvalo udržateľného rozvoja a komfortu života v spoločnosti. V rámci tejto témy sa aktivity budú sústreďovať najmä na národné prístupy v rámci podunajských krajín pri identifikácii sucha a nedostatku vody a uplatňovanie efektívnych adaptačných opatrení v rámci problematiky

sucha a nedostatku vody (vrátane postupov uplatňovaných pri stanovovaní ekologických prietokov – e-flow a národných vodných účtov). V rámci predsedníctva Slovenskej republiky v Dunajskej stratégii bude snahou vytvorenie expertnej pracovnej skupiny pre oblasť vôd, stanovenie jej cieľov a pravidiel jej činnosti. Očakávaným prínosom bude spracovanie analýzy národných prístupov v rámci podunajských krajín pri identifikácii a nastavení opatrení pre suchu a nedostatok vody (vrátane e-flow a národných vodných účtov), ktoré budú prezentované počas 5. výročného fóra EUSDR, ktoré sa bude konať v Bratislave v novembri 2016. Navyše na uvedenú tému bude v máji 2016 v Bratislave organizovaná medzinárodná konferencia, od ktorej sa očakáva vzájomná informovanosť, prehodnotenie doterajších riešení a hľadanie spoločných postupov pri riešení problematiky racionálneho využívania vôd v podunajských štátoch.

Slovenská republika v rámci priorit predsedníctva považuje za potrebné aj otvorenie témy zabezpečenia a zachovania dobrého stavu vôd pri realizácii nových infraštruktúrnych projektov (ako napr. protipovodňové opat-



Obr. 3 Návšteva ukrajinských a moldavských expertov (30/09/2015, Bratislava)

renia, vodné nádrže, vodné elektrárne, vodné cesty, prístavy, diaľnice, mosty, tunely a pod.) v záujme trvalo udržateľného rozvoja dunajského regiónu. Táto téma bude zameraná na podporu spoločných postupov pre vytváranie nových trvalo udržateľných rozvojových činností človeka vo vzťahu k dosahovaniu dobrého stavu vôd, resp. výnimkám z dosiahnutia dobrého stavu vôd podľa čl. 4.7. rámcovej smernice o vode. Očakávaným výstupom je vypracovanie odporúčania pre Európsku komisiu, ktoré sa bude týkať efektívnych postupov posudzovania nových trvalo udržateľných rozvojových činností človeka vo vzťahu k dosahovaniu dobrého stavu vôd pri zachovaní a podpore rozvojových aktivít štátov

EUSDR. Spoločné prerokovanie navrhovaných postupov a hľadanie spoločných riešení sa očakáva od workshopu, ktorý bude organizovaný v septembri 2016 v Bratislave.

Prioritná oblasť 4 „Obnoviť a udržať kvalitu vôd“ je koordinovaná ústredným orgánom štátnej správy pre oblasť vôd – MŽP SR s technickou podporou Výskumného ústavu vodného hospodárstva. Počas implementácie hlavných 14 aktivít Road Map zameraných predovšetkým na integrovaný manažment povodia Dunaja a jeho častkových povodí, znečistenie vôd a propagáciu a šírenie informácií z oblasti vôd, vyvíja výrazné úsilie pri organizovaní stretnutí (Obr. 2) a podujatí, vypracovávaní štúdií, podpore projektov

a hľadania finančných možností na realizáciu projektov, ako aj zameranie na spoluprácu s nečlenskými krajinami EÚ v oblasti čistenia odpadových vôd, odkanalizovania a zásobovania pitnou vodou (Obr. 3). Prehľad aktivít PO4 sú dostupné na webstránke www.danubewaterquality.eu.

Veríme, že navrhnuté témy budú prínosom pre Dunajský región a pre zvládnutie uvedených výziev využijeme všetky mechanizmy pri hľadaní spoločných riešení. Zároveň vyslovujeme nádej, že v rozvíjaní navrhnutých tém bude pokračovať aj nasledujúce predsedníctvo EUSDR, ktorým je Maďarsko.



Jako, s.r.o.
aktivní uhlí, antracit
UV-dezinfekce

tel.: +420 283 981 432
+420 603 416 043
fax: +420 283 980 127
www.jako.cz
e-mail: jako@jako.cz

Vlaňajší deň otvorených dverí na Ružíne prilákal rekordný počet návštevníkov

Mgr. Ľuboš Krno

Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. Banská Štiavnica

V jedno sobotňajšie septembrové ráno (12. 9. 2015) sa Košice prebúdzali síce do hmlistého oparu, no postupne sa obloha začínala rozjasňovať a tím pracovníkov Správy povodia Hornádu a Bodvy Slovenského vodohospodárskeho podniku si s úľavou vydýchol. Veď k ich tradičnému Dňu otvorených dverí na Ružíne, ktorý organizovali už po tretí raz, nepotrebujú nič, len priaznivé počasie. Všetko ostatné si zabezpečia sami. Sprevádzanie, odborný výklad, teplý čaj na zohriatie i exkurzie do priestorov, kde sa bežný smrteľník inokedy nedostane. A práve to sú magnety, ktoré návštevníkov v posledných

sa projekt celkom pekne rozbehol, tak sa košickí vodohospodári samozrejme chceli s jeho výsledkami pochváliť aj počas Dňa otvorených dverí. Spolu s vodohospodármi sa do projektu striedavo zapojili aj obce Margecany, Košická Belá, Malá Lodina či Jaklovce, ktoré v troch sezónach poskytli na práce súvisiace s odstraňovaním odpadu na brehoch priehrady, ale aj na výrobu norných stien 84 nezamestnaných občanov. Výsledok ich práce je obdivuhodný, no množstvo vyzbieraného odpadu priam alarmujúce. Za tri roky odstránili z hladiny Ružína vyše 2 270 ton rôzneho odpadu. Jeho zvyšky sa však

vstúpe do areálu tejto vodnej stavby si mohli na informačných tabuliach prezrieť grafické zobrazenia celého vodného diela, oboznámiť sa s parametrami i technicko-prevádzkovým zabezpečením priehrady. Niektorí vyslovili aj obavy z prípadného pretrhnutia hrádze. No po prehliadke vodného diela a oboznámení sa s jeho konštrukčným riešením mohli odchádzať úplne spokojní. Vodné dielo Ružín, ktoré bolo vybudované v rokoch 1963 až 1972 najmä kvôli zabezpečeniu priemyselnej vody pre Východoslovenské železiarne a ďalšie priemyselné podniky v Košiciach, ale aj na splnenie povodňo-



VS Ružín



VS Ružín

rokoch najviac priťahujú na Ružín. Veď 14 kilometrov dlhá vodná nádrž, z oboch strán zovretá strmými brehmi Volovských vrchov, je skutočnou perlou Hornádu. A to aj napriek tomu, že sa v ostatných rokoch stáva doslova stokou komunálneho odpadu vytváraného nesprávnymi a nezodpovednými obyvateľmi okolitých osád v povodí tejto rieky. Priam neuveriteľné tony odpadu každoročne pri jarnom topení sa snehu zamoria hladinu Ružína. V roku 2013 však vodohospodárom podalo pomocnú ruku Ministerstvo životného prostredia SR, ktoré prostredníctvom Environmentálneho fondu podporilo nový projekt „Čistenie Ružína“. A keďže

ešte stále pohojďovali aj pred očami návštevníkov Dňa otvorených dverí.

„Keďže je momentálne už dlhú dobu extrémne sucho a hladina Ružína nám veľmi poklesla, nedá sa nám už odpad odstraňovať, pretože rameno bagra je príkrátke“ – vysvetľuje riaditeľ Správy povodia Hornádu a Bodvy Peter Hoffman, no vzápätí dodáva, že jeho správa už pripravuje nákup zariadenia s dlhým ramenom na odstraňovanie odpadu aj pri nízkej hladine.

Návštevníkov, ktorí neustále prichádzali, (nakoniec ich zaregistrovali rekordných viac ako 500), však zaujímalo aj množstvo ďalších vecí. Už pri

vých vln a v čase sucha zase na zriedenie odpadových vôd, sa postupne stalo aj vyhľadávaným oddychovým miestom turistov, rybárov, chatárov a ďalších milovníkov čarovnej prírody Volovských vrchov. Jeho krásu síce v posledných rokoch špatí práve komunálny odpad, no vodohospodári s predstaviteľmi samospráv okolitých obcí dúfajú, že sa im neustálou osvetovou činnosťou, medzi ktoré zaradili aj Deň otvorených dverí na Ružíne, podarí tento stav aspoň podstatne zmieniť. Cesta zmeny myslenia nesprávných spoluobčanov však bude ešte zrejme poriadne dlhá!

Fotografie: TASR

Technická podpora Národného referenčného laboratória pre oblasť vôd na Slovensku vo Výskumnom ústave vodného hospodárstva

RNDr. Jarmila Makovinská, CSc.
Výskumný ústav vodného hospodárstva

Činnosť Národného referenčného laboratória pre oblasť vôd na Slovensku (ďalej NRL) bola definovaná Dohodou medzi ministrami troch rezortov (Ministerstvom pôdohospodárstva SR, Ministerstvom zdravotníctva SR a Ministerstvom životného prostredia SR) z 31. decembra 1996, uznesením vlády SR č. 638/96, resp. č. 761/2000. Okrem toho sú niektoré činnosti definované v zákonoch, nariadeniach vlády, vyhláškach a iných dôležitých dokumentoch.

Podľa ustanovenia § 4a ods. 10 novely zákona o vodách č. 364/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov bolo NRL určené ako najvyšší metodický orgán na zabezpečovanie kvality odberov vzoriek a analytických skúšok vôd a s vodou súvisiacich matric. V zmysle ustanovenia časti 4 § 13 ods. 4 zákona č. 442/2002 Z. z. o verejných vodovodoch a verejných kanalizáciách je NRL najvyšším metodickým centrom na kontrolu kvality vody a s vodou súvisiacich matric na všetkých stupňoch nakladania s vodou v zmysle tohto zákona a na odborné posudzovanie účinnosti technologických riešení a použitých zariadení v oblasti úpravy a čistenia povrchových vôd, podzemných vôd, odpadových vôd a kalov. Podľa ustanovenia § 13 ods. 5 tohto zákona NRL určuje metodiky pre stanovovanie jednotlivých prvkov vo vode, ktoré sú záväzné.

NRL vykonáva terénne prieskumy, odbory vzoriek, analýzy a vyhodnotenie výsledkov v rámci medzinárodného monitoringu v povodí rieky Dunaj (TransNational Monitoring Network) v súlade s Dohovorom o spolupráci a trvalom využívaní Dunaja (Danube Convention) a v súlade s Dunajskou Deklaráciou (Convention on Co-operation for the Protection and Sustainable Use of the Danube River). Ide o monitorovací program, kde sú kladené vyššie požiadavky na kvalitu údajov.

V oblasti Programu monitorovania vôd na Slovensku zabezpečuje NRL prieskumy, špeciálne odbory vzoriek a analýzy v oblasti základnej fyzikálno-chemickej, organickej a anorganickej, mikrobiologickej, hydrobiologickej a rádiochemickej analýzy. NRL je pracoviskom, kde sa sústreďujú vzorky vôd pre špeciálne analýzy z celého územia Sloven-

ska a tým sa zabezpečujú aj požiadavky smernice 2008/105/ES, resp. 2013/39/EÚ o environmentálnych normách kvality v oblasti vodnej politiky, rovnako sa zabezpečujú aj požiadavky smernice 2009/90/ES, ktorým sa ustanovujú technické špecifikácie pre chemickú analýzu a monitorovanie stavu vôd. NRL plní aj úlohy vyplývajúce z Protokolov splnomocnencov slovensko-maďarskej, slovensko-rakúskej, slovensko-poľskej a slovensko-ukrajinskej komisie pre hraničné vody v oblasti sledovania kvality spoločných hraničných vôd.



Na obrázku zariadenie GCMSQQQ – plynový chromatograf s hmotnostným detektorom a trojitým quadrupólom.

V rámci implementácie európskych smerníc vykonávalo NRL v minulosti mnohé aktivity v oblasti kvality pitných vôd, v súčasnosti je to predovšetkým v oblasti hodnotenia chemického a ekologického stavu povrchových vôd. Ide predovšetkým o realizáciu požiadaviek rámcovej smernice o vode (2000/60/ES) a súvisiacich smerníc, a to najmä v oblasti prípravy metodických postupov, hodnotiacich schém; aktualizácii, modernizácii a implementácii nových metodík v oblasti vôd. Výsledky prác slúžia aj ako podklady pre plánovanie a pre reportovanie EK.

Všetky fázy budovania Národného referenčného laboratória pre oblasť vôd na Slovensku sa uskutočnili na základe výsledkov niekoľkých domácich aj zahraničných auditov a za účasti expertov v oblasti analýzy vôd z Bruselu, ktorých odporúčania boli podmienkou financovania prístrojového vybavenia z externého zdroja.

Pôvodné technické vybavenie Národného referenčného laboratória pre oblasť vôd na Slovensku vychádzalo z prístrojovej techniky patriacej odboru hydroanalytických laboratórií vo Výskumnom

ústave vodného hospodárstva. Dosiahnutiu špičkovej európskej úrovne napomohlo vybavenie prístrojmi a zariadeniami prostredníctvom rôznych programov.

Základom bol projekt PHARE EC/WAT/24 Národné referenčné laboratórium pre oblasť vôd, neskôr to boli Environmentálny program v povodí Dunaja, národný program Belgickej vlády (FITA 4), twinningové projekty („Implementácia a posilnenie smernice o vypúšťaní nebezpečných látok do vodného prostredia“ a „Posilnenie kontrolných

systémov v oblasti bezpečnosti potravín“). V rokoch 2009 – 2010 sa realizovali nákupy dvoch nových plynových chromatografov (v rámci projektu „Monitorovanie a hodnotenie vôd“) a zakúpenie kvantitatívnej časti PCR, prístroja na detekciu DNA reťazcov (pre identifikáciu a kvantifikáciu mikroorganizmov).

Súčasťou projektu „Monitorovanie a hodnotenie vôd – II. etapa“ z operačného programu životné prostredie je aj dodávka prístrojovej techniky, odberových zariadení a počítačovej techniky. V rámci analytickej techniky ide najmä o zariadenia umožňujúce kvantitatívnu a kvalitatívnu analýzu organických látok na báze plynového chromatografu s trojitým kvadrupólom a kvapalinového chromatografu s trojitým kvadrupólom, ktoré patria medzi moderné a citlivé techniky. Vďaka nim je možné sledovať extrémne nízke koncentrácie organických látok v pitných, prírodných a odpadových vodách, ako aj v iných vodných matriciach. Súčasťou dodávky sú aj ďalšie plynové a kvapalinové chromatografy, hmotnostný spektrometer s indukčne viazanou plazmou má využitie v simultánnej anorganickej analýze kovových aj nekovových prvkov, ortuťový analyzátor, iónový chromatograf, spektrofotometre, mikroskopická technika, pomocné laboratórne zariadenia na úpravu a spracovanie tuhých a kvapalných vzoriek, zariadenia a sondy na odbory vzoriek povrchových a podzemných vôd a merania terénnych parametrov. Počítačová technika je súčasťou obnovy laboratórnej siete NRL na zber, spracovanie a hodnotenie informácií o vodnom prostredí.

Jak účinněji proplachovat vodovodní rozvodné sítě?

Ing. Lubomír Macek, CSc., MBA

Aquion, s.r.o., Osadní 324/12A, 170 00 Praha 7, e-mail: lubomir.macek@aquion.cz

ÚVOD

Jedním ze základních kamenů údržby vodovodní sítě je její proplachování. Proplachování provádíme po opravách potrubí i během nové výstavby potrubí tak, abychom z potrubí pokud možno vyplavili všechny nečistoty, pokud už se do potrubí dostaly. Častěji proplachujeme síť také, pokud se množí připomínky odběratelů na kva-

snízuje množství stížností na výskyt hnědé vody a zpomaluje zarůstání potrubí. Je možné říct, že pravidelné proplachování také zlepšuje stav vnitřního povrchu potrubí.

PŘÍČINY „HNĚDÉ“ VODY

Hnědá voda je jednou z hlavních stížností odběratelů v okamžiku, kdy odběratel otočí kohoutkem a vidí, že

tá a proudění je převážně laminární. Se zvyšující se rychlostí se zvyšuje gradient rychlosti u stěny potrubí, mezní vrstva se zmenšuje a blíže ke stěnám potrubí zasahují turbulence z proudění (Kolář, Patočka, Bém, 1983). Jak se zvyšuje rychlost proudění, začíná docházet k vznosu sedimentů uložených na dně potrubí. Jemné sedimenty jsou uvedeny do vznosu a opět sedimen-



Obr. 1 Proplachování hydrantů (Brand, 2004)

litu dodávané vody. Proplachování by mělo být jednou z pravidelných činností, která zlepšuje kvalitu dodávané vody, snižuje množství sedimentu na dně potrubí a eventuálně i množství biofilmu na jeho stěnách. Vhodná četnost a způsob proplachování zajišťuje dobrou kvalitu vody v rozvodech,

z něho teče méně čistá voda. To může být způsobeno několika příčinami. Jedna příčina, při které se téměř vždy objeví hnědá voda, je velmi vysoký průtok v potrubí rozvodné sítě. Za normálních okolností teče voda ve vodovodním potrubí pomalu a převážně středem potrubí, mezní vrstva je plně vyvinu-

tovat mohou až s poklesem rychlosti proudění. Jakmile se sediment dostane do vznosu do plného průřezu potrubí, je transportován dále. Vzhledem k tomu, že u jemných sedimentů je sedimentační rychlost velmi nízká, dojde k jejich vyplavení u odběratelů z kohoutků (Bellevue Fire, 2012).

Pokud ignorujeme produkty koroze a ďalší vznikajúce inkrusty a sedimenty v potrubí, môže dochádzať díky postupnému zarúšťaniu potrubí ke zvyšovaniu hydraulických ztrát, ke znižovaniu průtočného průřezu a tím ke znižovaniu tlaku. Tyto usazené nebo inkrustované látky mohou také přispívat ke snižování koncentrace chloru. Mohou poskytovat útočiště nebo živnou půdu pro mikroorganismy. Proplachováním potrubí pečujeme o bezpečnost vody, zlepšujeme její kvalitu a správně pečujeme o rozvodný systém. Proplachováním potrubí, v závislosti na dosažených rychlostech v potrubí při proplachování, odstraníme jen část sedimentů či inkrustů. V závislosti na místních možnostech je možné použít chemický nebo mechanický způsob eliminace inkrustů. V našem příspěvku se chceme zabývat výhradně odstraňováním sedimentů a pravděpodobně i nějakého podílu inkrustů pomocí proplachování vodovodního potrubí.

Výměna stagnující vody je zvlášť důležitá na mrtvých koncích a v oblastech s malými průtoky. Tyto oblasti je vhodné proplachovat častěji.

TESTOVÁNÍ HYDRANTŮ

Při proplachování vodovodního potrubí je žádoucí dosáhnout co největší rychlosti proudění v potrubí. Když naplno otevřeme hydrant pro proplachování, zvýšení průtoků můžeme vnímat také jako příležitost ke kontrole hydrantu a vodovodní sítě. Při otevření hydrantu máme příležitost kontrolovat a zapisovat následující parametry:

- Odvodnění hydrantu
- Viditelné a slyšitelné úniky
- Správná funkce uzávěru
- Vyplachované produkty koroze a rez
- Vyplavované pevné částice, např. šterk
- Tlak vody
- Stanovení zákalu – umožní vyhodnotit množství znečištění
- Stanovení barvy vody
- Stanovení pH vody v řadu – může identifikovat případné problémy s potrubím
- Koncentrace chloru na začátku a na konci proplachování – identifikuje případné organické látky
- Průtok

Informace o velikosti výtoku z hydrantu, tlakových poměrech, kvalitě vody a o technickém stavu hydrantu představují základní informace o sta-

vu vodovodní sítě. Na obr. 1 můžeme vidět pro nás trochu exotický způsob proplachování.

PREVENTIVNÍ ÚDRŽBA HYDRANTŮ

Většina vodáren má nějaký program preventivní péče o svou infrastrukturu. Většinou to zahrnuje „protáčení uzávěrů“ a „protáčení hydrantů“, které se provádí postupně během roku. Tyto programy jsou často prováděny odděleně od proplachování sítě. Jeden z přínosů koncepčního a plánovaného proplachování je schopnost zkombinovat všechny preventivní protáčecí programy do jednoho. Správně navržené „jednosměrné“ proplachování umožňuje provést všechny potřebné aktivity najednou. Všechny uzávěry, hydranty, výtokové objekty a další zařízení mohou být použity a tím pádem také vyzkoušeny, současně.

ÚSPORY

Správný výběr metody proplachování má podstatný vliv na efektivitu práce. Úspory z implementace jednosměrného proplachování jako součásti programu preventivní péče jsou podstatné. Pokud běží jednotlivé preventivní činnosti odděleně, přináší to vyšší náklady. Spojení všech programů do jednoho spoří náklady na vozidla, lidskou sílu a pohonné hmoty. Podstatné mohou být také úspory vody, protože pro jednosměrné proplachování spotřebujeme méně vody a dosahujeme vyšších rychlostí proplachování.

DOBA A ČAS PROPLACHOVÁNÍ

V literatuře (např. Brand, 2014) je doporučována maximální doba odkalení jednoho hydrantu 20 min. Při své práci jsme se setkali s místy, kdy z hydrantu i po takovéto době vytékala zabarvená voda. To jsou ovšem výjimky.

V případě, že provozovatel vodovodu disponuje simulačním modelem, může stanovit čas proplachování individuálně vzhledem k místním podmínkám a k potřebě vyměněného množství vody v potrubí (viz. výpočty na konci příspěvku). V tomto případě se to projeví v šetření času a spotřebované vody.

Oblasti s vysokým zákalem nebo z potrubí z litiny by měly být proplachovány v noci (Brand, 2014), aby byl omezen dopad na běžné odběratele. Některé vodárny provádějí proplachování

sítě v období mezi 22:00 a 6:00 hodinami.

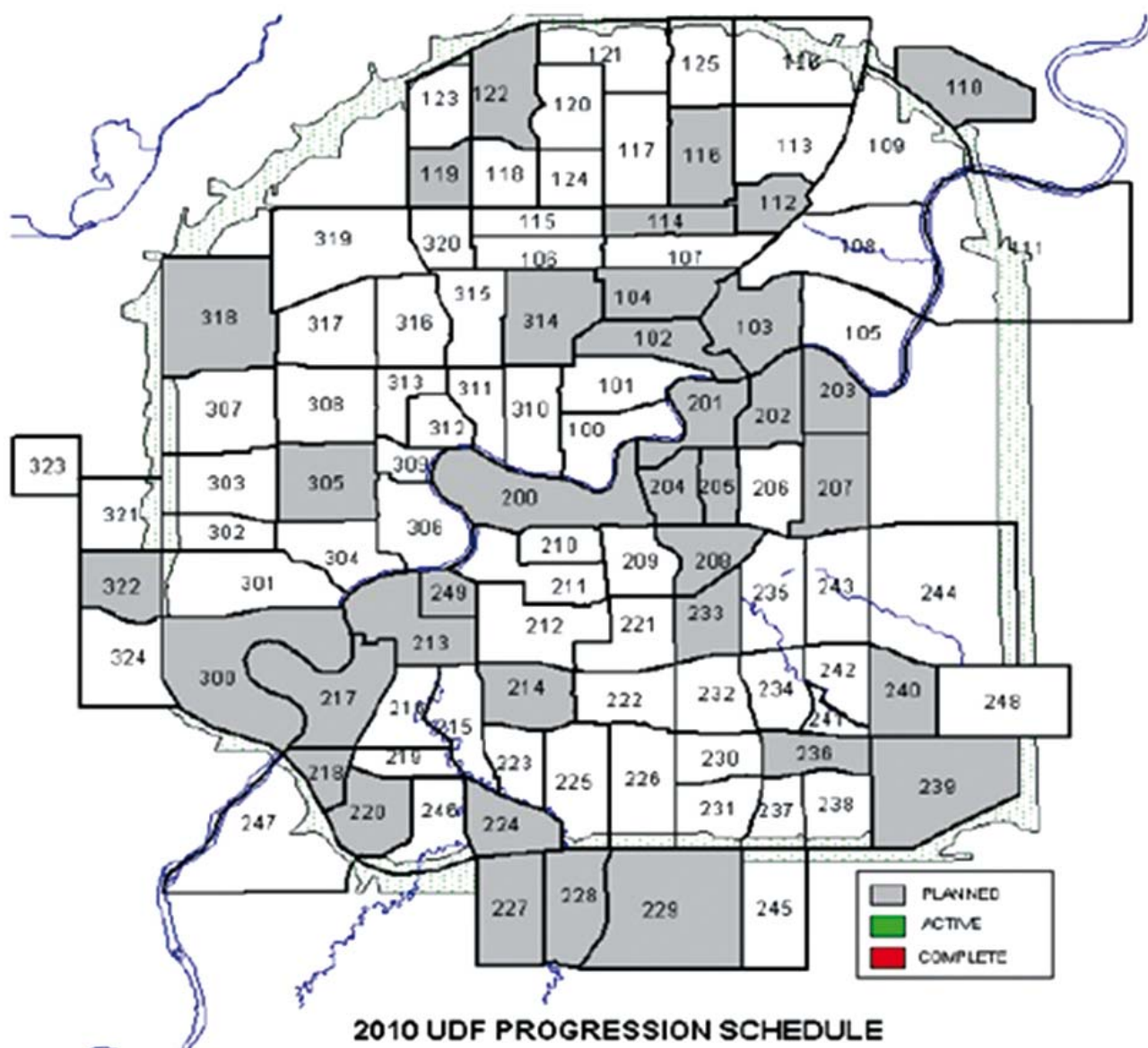
STRATEGIE PROPLACHOVÁNÍ

- 1. Bodové proplachování** – jedná se o retroaktivní přístup, který je nejčastěji používaný. V případě, že se objeví stížnosti na kvalitu vody, je otevřen nejbližší hydrant, ze kterého se vypouští voda.
- 2. Proplachování stagnujících míst v síti** – se používá v oblastech se stagnující vodou, jako jsou mrtvé konce, oblasti s nízkými průtoky apod. Jedná se o preventivní krátkodobá opatření ke zlepšení kvality vody v síti.
- 3. Systematické proplachování rozvodného systému** – zajišťuje dobrou kvalitu vody a pomáhá prodlužovat životnost systému. Jedná se o nejkomplexnější a nejúčinnější způsob proplachování. Jedná se o preventivní opatření s dlouhodobým účinkem.

METODY PROPLACHOVÁNÍ

a) Konvenční proplachování. Běžnou praxí, pokud se objeví stížnosti na kvalitu vody, je otevření nejbližšího hydrantu na dobu, po které z něho vytéká zakalená voda. To může představovat velmi dlouhý proces, který stojí hodně vody a času. Voda přitéká ze všech směrů, rychlosti proudění jsou nízké a nedochází k tak významnému vyčištění potrubí. Tato metoda neumožňuje řídit směr proplachování.

b) Jednosměrné proplachování. Jednosměrné proplachování je relativně nový proces, který zahrnuje systematické zavírání šoupátek v rozvodné síti a otevírání hydrantů s cílem vytvořit jednosměrné proudění vody pro proplachování a čištění usazenin uvnitř potrubí. Jednosměrné proplachování umožňuje izolovat vodovodní síť v nejbližším okolí proplachovaného potrubí a přesně potrubí propláchnout. Jedná se o vysoce účinný proces, který využívá tlak v rozvodném systému pro vyčištění vnitřku potrubí bez použití druhotných zařízení jako např. čistících prasátek. Voda teče jedním směrem, jsou dosaženy nejvyšší možné rychlosti proudění vody v potrubí, což podporuje jeho propláchnutí, eventuálně i odstranění části biofilmu z povrchu



Obr. 2 Příklad proplachovacího plánu ve městě Edmonton z roku 2005

potrubí a dosahuje se lepšího vyčištění potrubí. Tento proces je možné použít za různých situací na rozvodné síti: při odstraňování stízností na kvalitu vody, po opravách potrubí nebo jednoduše pro zajištění vysoké úrovně kvality rozváděné vody. Tento postup také budeme aplikovat, pokud půjde o co nejrychlejší vypuštění znečištěné vody z rozvodné sítě.

c) Kontinuální výtok. Jedná se o nepřetržitý výtok vody ve stagnujících oblastech, dosahují se nízké rychlosti proudění vody v potrubí (do $0,3 \text{ m.s}^{-1}$). Tato metoda má malý vliv na vyčištění potrubí a má velkou spotřebu vody. Jejím opodstatně-

ním může být snížení kritické doby zdržení vody na koncích vodovodního rozvodného systému.

PRAVIDLA PRO JEDNOSMĚRNÉ PROPLACHOVÁNÍ

Pravidla pro jednosměrné proplachování vycházejí ze stávajících směrů proudění vody:

- Proplachovat od potrubí větších průměrů k menším
- Proplachovat od čistých míst k zaneseným
- Proplachovat ve směru proudění vody v potrubí při běžném zásobování vodou
- Maximální délka proplachovaného úseku do 500 m

- Proplachovat dostatečně dlouho, aby došlo k dvojnásobné výměně vody v řadu
 - Proplachovat řady do průměru 300 mm.
 - Proplachovat vodu až do okamžiku, kdy jsou splněny požadavky na její kvalitu
 - Při proplachování zajistit dostatečný tlak ve vodovodu v okolí otevřených hydrantů
 - Dodávka vody odběratelům musí zůstat plně funkční
 - Kritičtí odběratelé, závislí na dodávce a na kvalitě vody, nesmí být ohroženi
- Proplachovací plán vodovodní sítě nejsnadněji sestavíme za použití simu-

lačního modelu vodovodu. Díky použití simulačního modelu, jak je vidět v další části příspěvku, známe přesněji rychlosti a tlaky v potrubí při proplachování. Výsledky simulačního modelování umožňují nastavit správně čas proplachování.

SMĚRNICE AWWA PRO RYCHLOSTI PŘI PROPLACHOVÁNÍ

AWWA uvádí tyto rychlosti (Brand, 2004):

- 0,9 m.s⁻¹ – odstraňuje sedimenty a snižuje spotřebu dezinfekčního prostředku
 - 1,5 m.s⁻¹ – odstraňuje biofilm a podporuje strhávání částic ze stěn potrubí
 - 3,7 m.s⁻¹ – odstraňuje písek ze sifonů
- AWWA doporučuje při každém proplachování dosáhnout rychlosti alespoň 1,5 m.s⁻¹.

KRITIČTÍ ODBĚRATELÉ

Kritický odběratel je definován jako „každý odběratel, který potřebuje vodu pro zdravotní nebo obchodní účely“. Zahrnuje to:

- Nemocnice, kliniky a zubní ordinace
- Pečovatelská zařízení
- Průmysl – potravinářský, nápojový, specializovaná výroba – např. výroba mikročipů

- Dialyzační jednotky veřejné a soukromé

Tito odběratelé musí být zvláště pečlivě informováni o plánovaném proplachování potrubí. Současně při plánování proplachů musíme těmto kritickým odběratelům zajistit nepřerušovanou dodávku vody s potřebnými parametry, a pokud toho není možné, proplachování provádět po dohodě ve vhodný čas.

PŘÍKLAD PROPLACHOVACÍHO PLÁNU A JEHO VÝVOJE, EDMONTON

Na obr. 2 vidíme proplachovací plán ve městě Edmonton (Kanada, cca 730 tisíc obyvatel). V roce 1995 proplachovací plán sestával z 80 oblastí, 4 500 navržených proplachovacích hydrantů, s dvouletou frekvencí proplachování, kdy v prvním roce bylo proplachováno potrubí z tvárné litiny, v druhém roce potrubí z azbestocementu a PVC. V roce 2002 byly analyzovány informace ze sedmi let proplachování a došlo ke snížení četnosti proplachování na jednou za tři roky. Pro určení četnosti proplachování v jednotlivých oblastech je nyní používáno pět parametrů:

- Procento potrubí z tvárné litiny
- Délka jednotlivých proplachova-

ných potrubí

- Průměrná doba proplachování v minutách
- Průměrná hodnota zákalu na začátku proplachování
- Počet stížností na kvalitu vody.

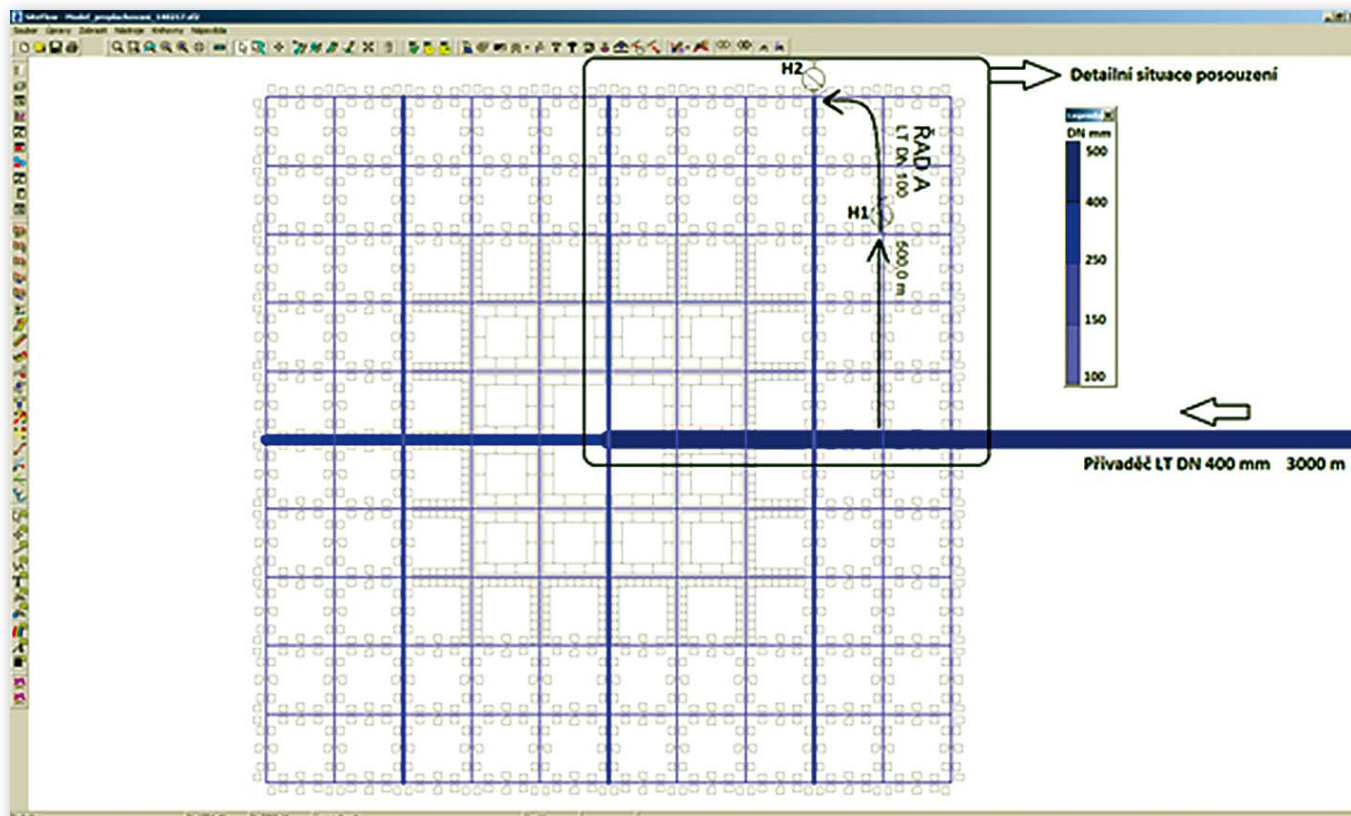
Každá oblast má nyní výsledné číslo, podle kterého se stanovuje priorita proplachování:

- 5 bodů – proplachováno každý rok
- 0 bodů – proplachováno každé 4 roky

V roce 2012 bylo město rozděleno, jak je vidět na obr. 1, do 108 proplachovaných oblastí, které se sestávají z 6 000 navržených proplachů/proplachovacích hydrantů.

PROČ POUŽÍVAT SIMULAČNÍ MODEL VODOVODU?

Přemýšleli jste o využití simulačního modelu jako podpůrného nástroje pro plánování proplachovacích aktivit? Provozní simulační model, který využívá aktuálních dat z GISu a výsledky dispečerského měření je velmi hodnotným nástrojem pro plánování a vyhodnocení proplachovací kampaně nebo proplachování jednotlivými hydranty. Je to zejména proto, že podrobný simulační model sestavený pro provozní účely dokáže zohlednit většinu místních specifik. Plán proplachova-



Obr. 3 Přehledná situace schematizovaného vodovodu. Tloušťkou čáry je znázorněn průměr potrubí (DN 400, 250, 150 a 100 mm). Základní čtverec má rozměr 100 x 100 m.

vání je tak připraven a ověřen pomocí vhodného simulačního nástroje. Tím je zkalkulován a ověřen provozní simulační model vodovodu, který umí simulovat rychlosti, tlaky a další parametry ve vodovodu v čase, tak jak postupují jednotlivá proplachování. Díky simulačnímu modelu můžeme levněji posoudit více scénářů proplachování a vybrat vhodný způsob, návrhy jsou přesné a rychleji a lépe je možné plánovat a posuzovat rozsáhlé systémy. Použít můžeme jak offline, tak on-line simulační model vodovodu.

POROVNÁNÍ OBOU PŘÍSTUPŮ PROPLACHOVÁNÍ POMOCÍ SIMULAČNÍHO MODELU VODOVODU

Pro demonstrování rozdílu obou přístupů, konvenčního a jednosměrného proplachování, byla vytvořena případová studie okružní vodovodní sítě malého města s celkovým průměrným odběrem $23,6 \text{ l.s}^{-1}$. Pomocí programu SiteFlow jsme vytvořili simulační model vodovodu a provedli výpočty hydraulických poměrů za konvenčního a jednosměrného proplachování. Ve výpočtech předpokládáme průměrný odběr. Jak je zřejmé z celkové situace na obr. 3, je struktura vodovodní sítě simulačního modelu schematizo-

Tab. 1 Výsledky simulačních výpočtů – proplachování Řad A a přilehlých úseků DN 100 a DN 150, celková délka 600 m

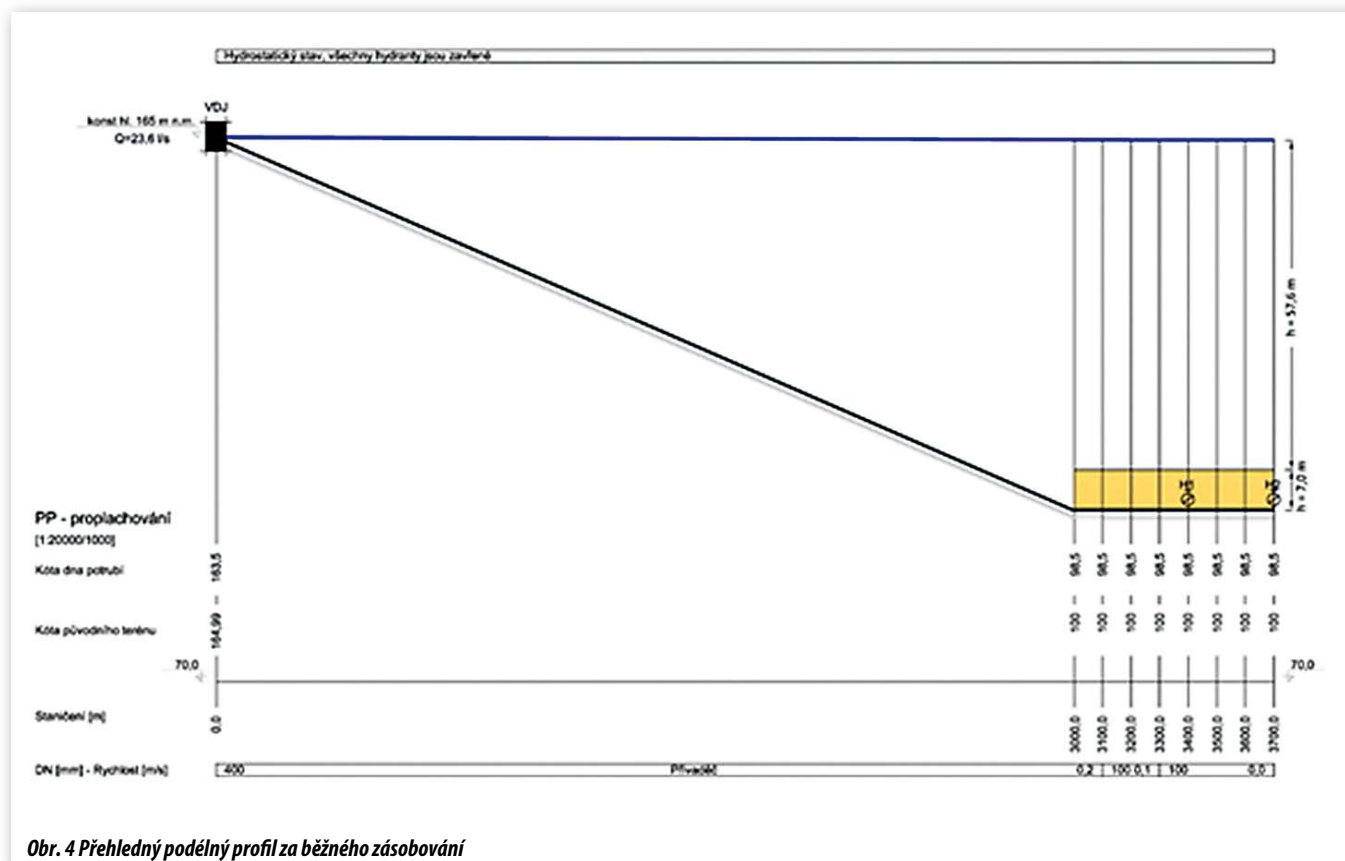
Řad A a přilehlé úseky(Sever)	Konvenční		Jednosměrné	
	H1	H2	H1	H2
Výtok hydrantem [l.s^{-1}]	27,6	27,7	18,3	17,9
Minimální tlak [m v. s.]	61,4	61,8	28,2	27,3
Maximální rychlost [m.s^{-1}]	1,0	0,8	2,4	2,3
Maximální doba výtoku 1x objemu přilehlých úseků [min]	2,2	2,6	2,1	2,2
Objem spotřebované vody při maximální době [m^3]	3,6	4,3	2,4	2,4

vaná, co umožňuje lépe pochopit podstatu chování sítě. Plocha posuzované oblasti je 1 km^2 , a je sestavena z 10x 10 čtverců o hraně (délce vodovodního potrubí) 100 m. Základní parametry zásobování pitnou vodou jsou: 10 000 obyvatel, průměrný odběr pro obyvatele $11,6 \text{ l.s}^{-1}$, odběr pro průmysl 12 l.s^{-1} , tlak vody 66 m vodního sloupce. Takto zjednodušená vodovodní rozvodná síť pro testovací účely umožňuje lépe pochopit, co se při proplachování potrubí ve vodovodu děje, resp. jak se mění rychlosti a tlaky za proplachování oproti běžnému stavu.

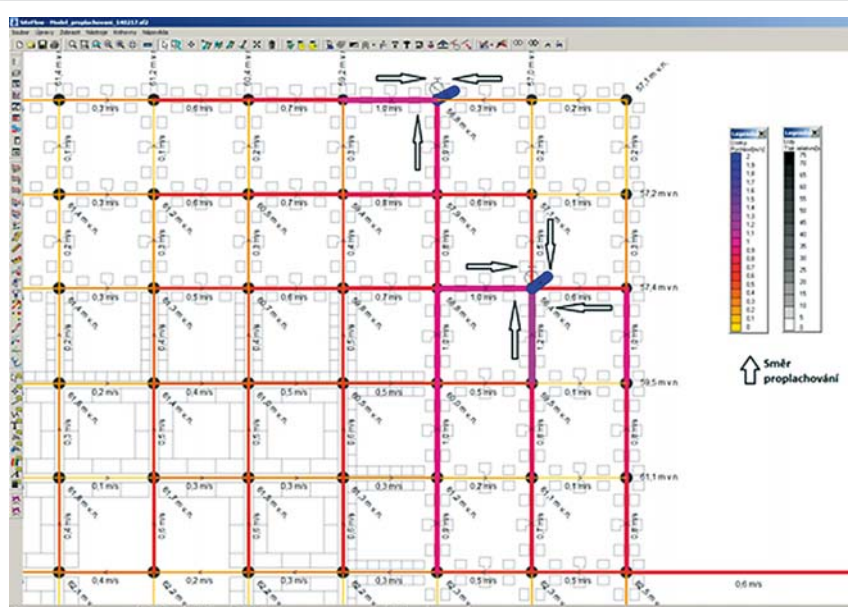
Předpokládáme, že v celé síti je potrubí z jednoho materiálu – litiny. Terén je rovinný, v našem modelovém případě je zcela vodorovný. Přivaděč z vodojemu do spotřebiště je dlou-

hý 3 km s průměrem DN 400 mm. Celková délka rozvodných řadů je 22 km. Jak je vidět z obr. 3, přivaděč DN 400 vede do středu města a dál pokračuje potrubí DN 250. Jižním a severním směrem vedou vždy tři řady o průměru 150 mm, všechno ostatní vodovodní potrubí má DN 100.

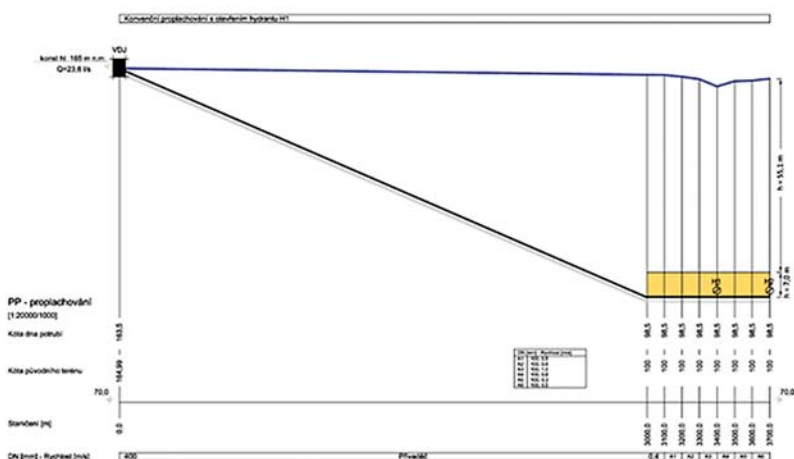
Pro porovnání jsme spočítali proplachování vodovodního řadu A s průměrem potrubí DN 100 mm a přilehlých úseků v severní části města (DN 100 a DN 150). Jednosměrné proplachování bylo provedeno ve směru Jih-Sever ve dvou 300 metrů dlouhých úsecích pomocí hydrantu H1 a H2 (obr. 3). Konvenční proplachování bylo provedeno otevřením hydrantů za plně otevřené sítě. Při jednosměrném proplachování jsme uzavřeli všechny boční větve



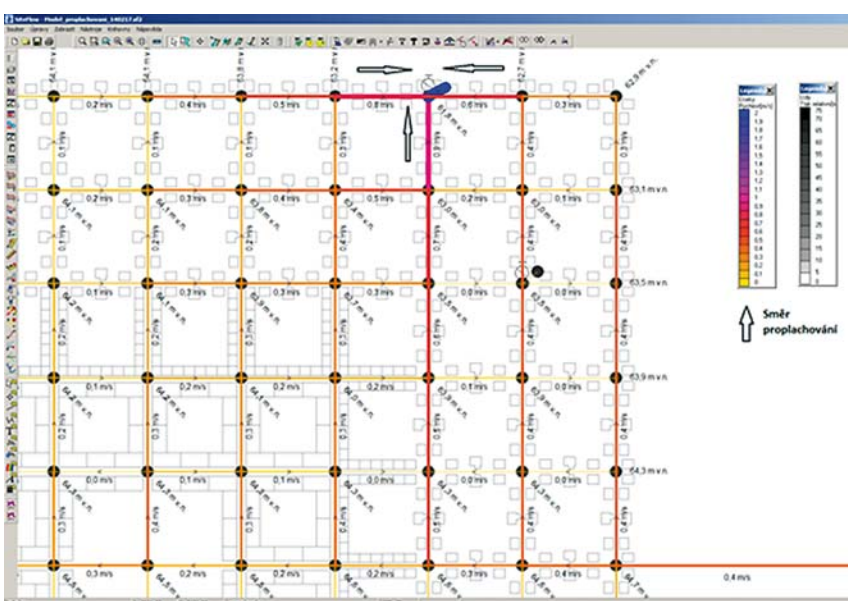
Obr. 4 Přehledný podélný profil za běžného zásobování



Obr. 5a Situace při konvenčním proplachování, hydrant H1. Maximální rychlosti dosahují 1,0 m.s⁻¹ a minimální tlaky 61,4 m v. sl.



Obr. 5b Přehledný podélný profil při konvenčním proplachování hydrantem H1



Obr. 6a Situace při konvenčním proplachování, hydrant H2. Maximální rychlosti dosahují 0,9 m.s⁻¹ a minimální tlaky 61,8 m v. sl.

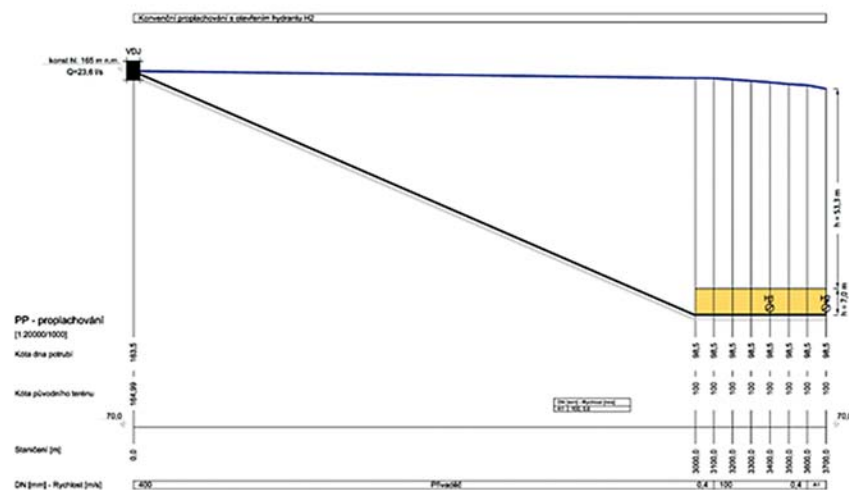
po celé délce 300 m proplachované-
ho úseku a nechali otevřený jenom pří-
vod vody na začátku proplachované-
ho úseku. Simulační výpočty jsme pro-
vedli v našem programu, který zároveň
vyvíjíme. V následující tabulce jsou po-
rovnané výsledky výpočtů.

Z výsledků je zřejmé, že při jedno-
směrném proplachování je dosaženo
více než 2krát vyšších rychlostí než při
konvenčním proplachování. Konvenč-
ní proplachování dosáhlo maximální
rychlost 0,8, resp. 1,0 m.s⁻¹. Maximální
rychlost jednosměrného proplachová-
ní 2,4, resp. 2,3 m.s⁻¹ je dostatečná pro
odstranění biofilmu, sedimentačních
a korozních částic ze stěn potrubí (viz
doporučení AWWA výše). Z tab. 1 je
také vidět, že pro propláchnutí jedno-
ho násobku objemu potrubí je potřeba
u konvenčního proplachování větší
množství vody. Výpočet jsme provedli
na základě doby proplachování úseku
s nejnižší rychlostí.

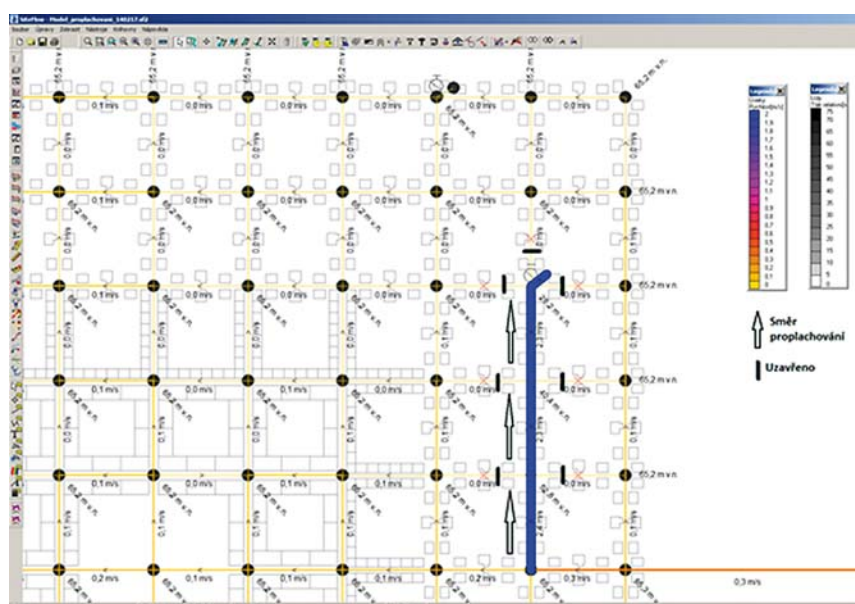
Tlaky vodního sloupce v okolí hyd-
rantů během jednosměrného propla-
chování výrazně poklesly na minimální
úroveň 27,3 m v. sl. v proplachovaném
úseku. Nejnižší tlak je v místě napoje-
ní hydrantu. V případě lokalit s nízký-
mi tlaky, s kombinací nízké a výško-
vé zástavby, nebo s kopcovitým teré-
nem, může jednosměrné proplachová-
ní způsobit dočasné snížení tlaků pod
potřebnou úroveň. To by mělo být zo-
hledněno při vytváření proplachovací-
ho plánu.

Porovnávací kritérium pro urče-
ní doby trvání proplachování bylo
u konvenčního přístupu 1x objem
všech přilehlých 100 metrových úse-
ků směřujících k hydrantu a u jedno-
směrného přístupu 1x objem 300 m
dlouhého jednosměrného úseku. Sa-
motný proplach 1x objemu potrubí
trvá u obou přístupů cca 2 až 2,5 mi-
nuty. Propláchnutí 300 m dlouhého
úseku trvá přibližně stejně dlouho,
jako propláchnutí tří nebo čtyř pří-
lehlých úseků, je ovšem dosaženo vý-
razně vyšších rychlostí vody při pro-
plachování. Celkově trvá jednosměr-
né proplachování delší dobu kvůli
přípravným pracím spojených s mani-
pulací na síti – uzavřením a otevře-
ním bočních řadů pro vytvoření jed-
nosměrného proudění.

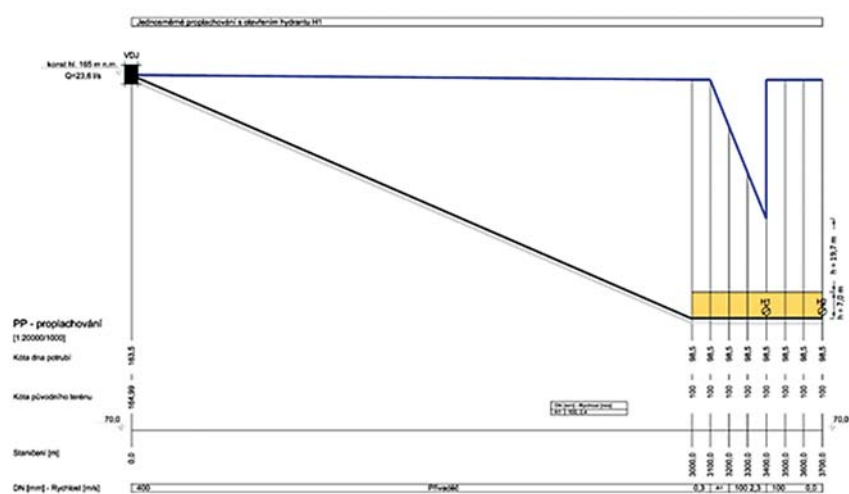
Ekonomickou efektivitu jedno-
směrného proplachování demonst-
ruje snížení spotřeby vody. Celkem jsme
u konvenčního proplachování spotře-



Obr. 6b Přehledný podélný profil při konvenčním proplachování hydrantem H2



Obr. 7a Situace při jednosměrném proplachování, hydrant H1. Maximální rychlosti dosahují 2,4 m.s⁻¹ a minimální tlak 28,2 m v. sl.



Obr. 7b Přehledný podélný profil při jednosměrném proplachování hydrantem H1

bovali pro výměnu jednoho objemu přilehlých úseků potrubí 8,0 m³ a u jednosměrného proplachování pouze 4,8 m³ vody, tj. o 41 % méně vody.

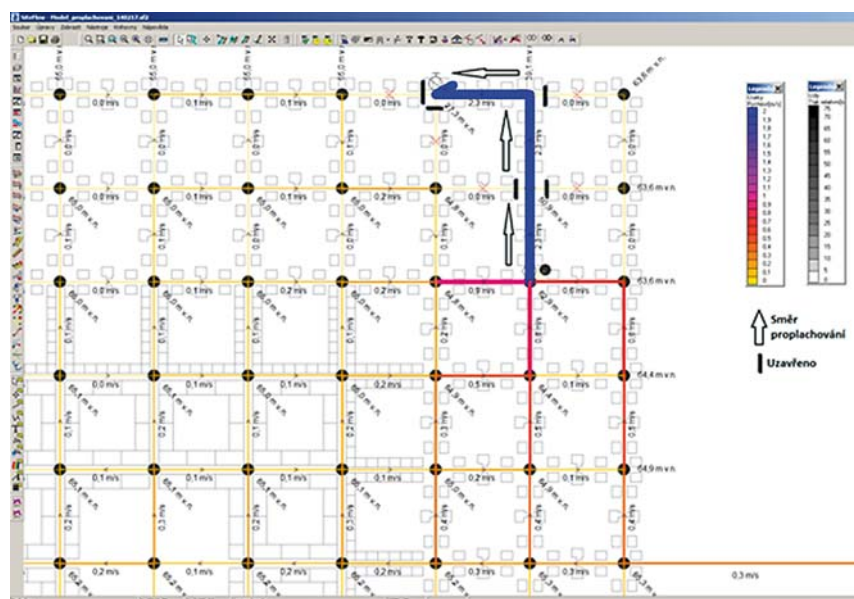
V obrázcích 4, 5, 6, 7 a 8 jsou graficky zobrazené výsledky simulačních výpočtů pro běžný stav zásobování vodou a pro obě varianty proplachování.

Jak je vidět z obr. 4, při běžném zásobování vodou jsou rychlosti proudění vody v rozvodné síti většinu času malé a díky tomu nedochází k významnému poklesu tlaků. Síť uváděná v příkladu má předdimenzované potrubí, takže k výrazným změnám nedochází ani při běžném špičkovém odběru z vodovodní sítě. Tlaky se pohybují okolo 66 m v. sl. a rychlosti v rozvodném potrubí jsou velmi nízké, pouze v příváděcích řadách dosahuje rychlost do 0,2 m.s⁻¹.

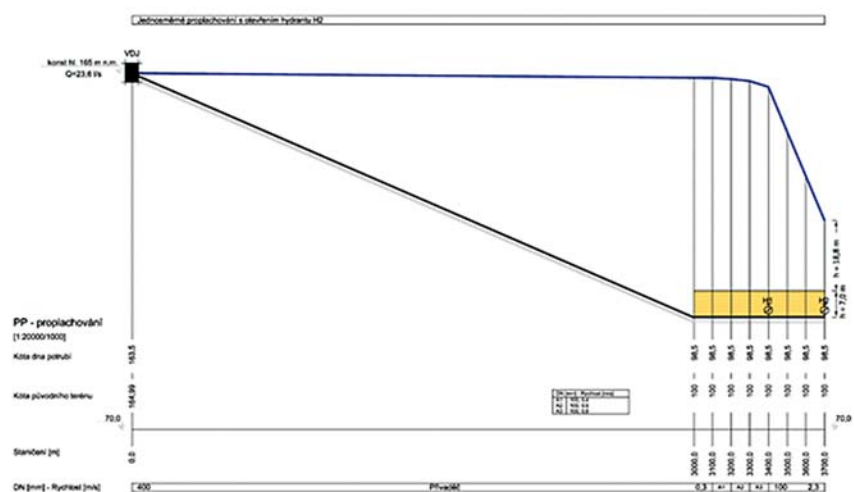
Na obr. 5a je příklad konvenčního proplachování, kdy jsme otevřeli hydrant H1. Rychlosti proudění vody v přilehlých úsecích k hydrantu H1 dosáhly 0,8, resp. 1 m.s⁻¹ a tlak poklesl na 61,4 m v. sl. Průběh tlaků doplňuje přehledný podélný profil na obr. 5b. Na obr. 6a je zobrazena situace proudění s otevřeným hydrantem H2 při konvenčním proplachování. Rychlosti dosáhly 0,6 až 0,9 m.s⁻¹, tlaky poklesly na 61,8 m v. sl., a na přehledném podélném profilu je zobrazen průběh tlaků při tomto konvenčním proplachování hydrantem H2.

Na další sérii obrázků jsou zobrazeny situace a přehledné podélné profily za jednosměrného proplachování hydranty H1 a H2. Ze situace na obr. 7a je vidět, že při jednosměrném proplachování hydrantem H1, kdy jsou uzavřeny všechny boční řady a také pokračování tohoto řadu dále, dosahuje rychlost proudění v proplachovaném 300 m dlouhém úseku 2,4 m.s⁻¹ a tlak v místě napojení hydrantu poklesl na 23,2 m v. sl. Jak je vidět na přehledném podélném profilu na obr. 7b, při jednosměrném proplachování se jedná o maximální využití tlakového potenciálu pro proplachování. Při tomto proplachování je nutné uzavřít sedm šoupátek na neproplachovaných úsecích.

Závěrečná série obrázků představuje stav za jednosměrného proplachování hydrantem H2. V tomto případě uzavřeme pouze pět šoupátek. Jak je vidět na situaci na obr. 8a, dosáhla rychlost v proplachovaném 300 m dlouhém úseku 2,3 m.s⁻¹ a tlak pokle-



Obr. 8a Situace při jednosměrném proplachování, hydrant H2. Maximální rychlosti dosahují $2,3 \text{ m.s}^{-1}$ a minimální tlak $27,3 \text{ m v. sl.}$



Obr. 8b Přehledný podélný profil při jednosměrném proplachování hydrantem H2

sl na $27,3 \text{ m v. sl.}$ Z přehledného podélného profilu na obr. 8b je opět vidět využití tlakového potenciálu pro propláchnutí vodovodní sítě.

V obou popisovaných příkladech jednosměrného proplachování neklesly tlaky pod úroveň, potřebnou pro zajištění nepřerušovaného zásobování vo-

dou. Ve složitějších případech, ve členitém terénu nebo při výskytu výškových budov je nutné pečlivě proplachování naplánovat tak, aby nedošlo k narušení dodávky vody.

ZÁVĚR

Jak je z příspěvku zřejmé, je jednosměrné proplachování vodovodní sítě ve většině případů vhodnějším způsobem proplachování vodovodní sítě. Umožňuje řídit směr proplachování, dosahovat vyšších proplachovacích rychlostí a má menší spotřebu vody než konvenční proplachování. Na druhé straně vyžaduje větší počet manipulací na síti. Pokud je jednosměrné proplachování vodovodní sítě součástí preventivní péče o vodovod, není nutné provádět v rámci preventivní péče další manipulace na síti.

Význam jednosměrného proplachování jsme předvedli na výsledcích simulačních výpočtů, provedených naším vlastním programem. Za pomoci simulačního modelu vodovodu je možné rychle a dobře sestavit proplachovací plán a ověřit vhodnost proplachování. Výsledky zkalibrovaného simulačního modelu mohou dokonce v případě běžného proplachování nahradit fyzikální měření průtoku hydrantem a mohou pomoci spočítat množství vody, spotřebované pro proplachování a tak proplachovací kampaň dobře naplánovat.

Společnost Aquion se zabývá vývojem software pro výpočty vodovodních sítí, který se jmenuje SiteFlow a zároveň provádí výpočty různého druhu, ať v souvislosti s řízením tlaků a průtoků, prodlužováním životnosti infrastruktury, vylepšováním kvality nebo stanovením kapacit požárních hydrantů. V tomto oboru patříme mezi nejlepší na světě. Pokud budete chtít, můžete naše služby využít.

LITERATURA

Bellevue Fire (2012): Confidence Testing for Fire Hydrants. A Guide to the Maintenance, Testing, and Marking of Private Fire Hydrants. Fire Prevention Bureau.
Brand, B. (2014): Unidirectional Flushing: A Guide to a Cleaner Water. The design,

process, and practical implementation of a Unidirectional Flushing Program for Operators. EPCOR Water Services.

Kolář, V., Patočka, C. a Bém, J. (1983): Hydraulika. SNTL Praha, 1. vydání, 480 s.

Sandusky (2014): Fire hydrant Flushing and Flow Testing. Division of Water Distribution,

Department of Water Services, City of Sandusky, Ohio,
SiteFlow (2014): Manuál programu. Aquion, s.r.o. Praha



80 rokov od schválenia projektu úpravy Moravy

Ing. Vladimír Slaninka

Uplynulo už 80 rokov od schválenia generálneho projektu úpravy Moravy, ktorý riešil komplexnú úpravu rieky Moravy od sútoku Moravy s Dunajom po sútok Moravy s Dyjou, a bol kompromisom medzi Rakúskom a Československom, o ktorom sa jednalo viac ako 35 rokov. Bol a stále je, záväzným východiskom pre národné projekty stavieb hrádzí, úprav zaústenia prítokov a riešenie vnútorných vôd. V nasledujúcich rokoch sa osvedčil ako veľmi dobre navrhnutý. Naopak stavebné akcie a zásahy do toku, ktoré s týmto projektom neboli v súlade, sa ukázali ako neúspešné až škodlivé.

ÚVOD

Úprava rieky Moravy sa do pozornosti vodohospodárov dostala už v roku 1804, pretože jej prirodzený stav nevyhovoval z hľadiska priaznivého odtoku veľkých vôd a dobrých podmienok pre malú plavbu. Obyvatelia priľahlých obcí trpeli pri častých záplavách nedostatkom potravín a často i hladomorom.

HISTÓRIA PROJEKTU

Prvý známy projekt navrhol Wiebeking v roku 1804, ktorý chcel rieku kanalizovať. Potom pokračoval Schermer, Erdödi, Lindemann, Podhajský. V roku 1892 bol vypracovaný maďarský generálny projekt a rakúsky Generálny projekt Weber. Nasledoval spoločný rakúsko-maďarský projekt a bola ustanovená rakúsko-maďarská komisia, v ktorej zasadali významní odborníci. Spoločná komisia projekt schválila a odporučila ho zrealizovať. Dolnorakúsky zemský výbor aj časť tohto projektu realizoval (realizované práce z tohto projektu boli neskôr zahrnuté aj do generálneho projektu úpravy Moravy – ďalej len GP – z roku 1935). Práce boli počas vojnových udalostí prerušené a po vojne sa víťazné mocnosti zaoberali aj hraničnými riekami Morava a Dyje. Saintgermainská mierová zmluva prehlásila tok Moravy a Dyje za medzinárodný a splavný (čl. 291) [1]. V roku 1923 vypracovala Expozitúra pre úpravu rieky Moravy návrh na úpravu rieky Moravy pod vedením Ing. Horáka a v roku 1925 už aj nový projekt. Na tomto projekte spo-

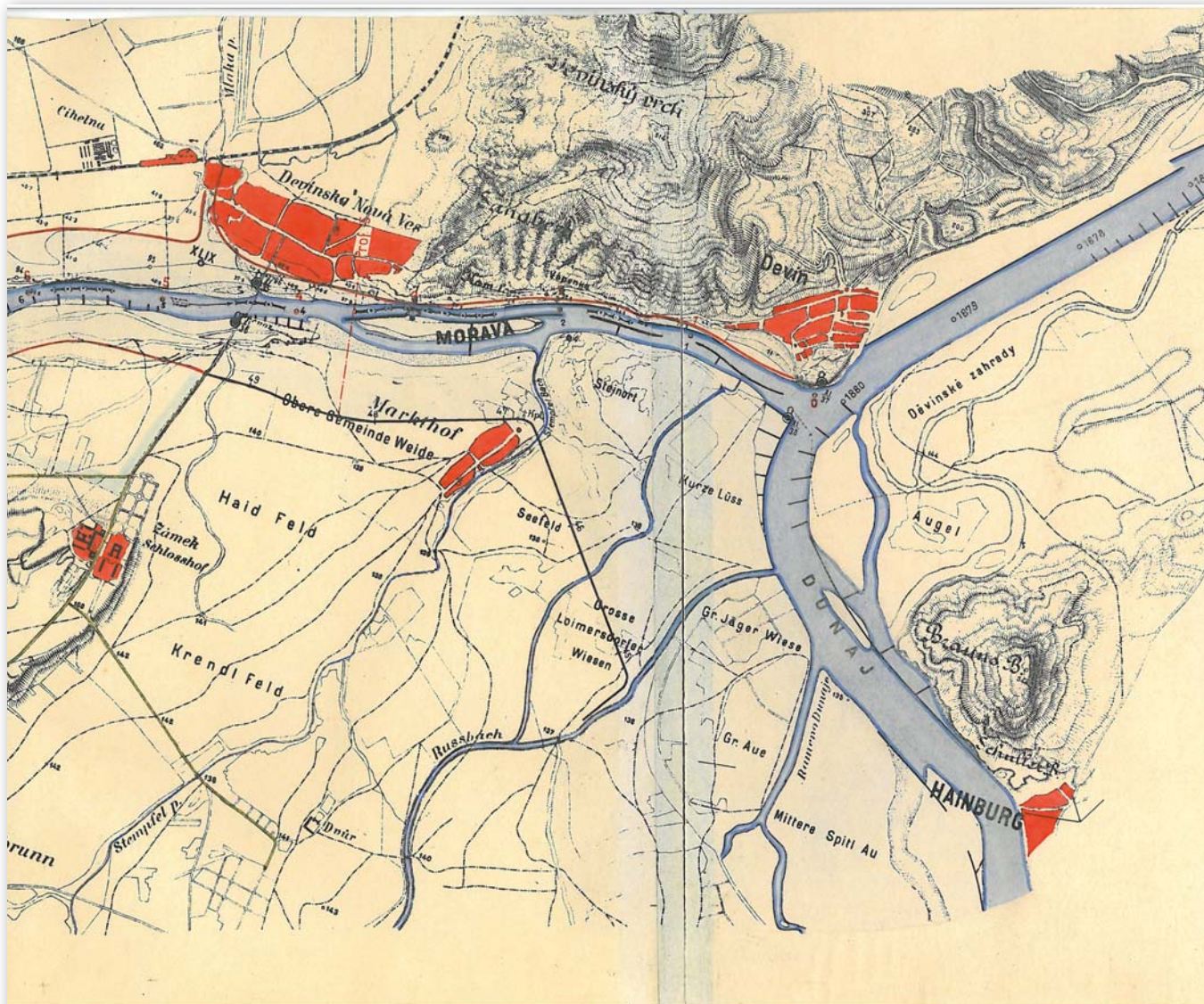


Obr. 1 Titulná strana Technickej správy Generálneho projektu pre úpravu hraničnej rieky Moravy

lupracoval Dr. Ing. Jan Smetana, spoluzakladateľ výskumného ústavu vodohospodárskeho T. G. Masaryka, so spolupracovníkmi. Na základe článku 309 Štátnej zmluvy zo St. Germain bola uzatvorená zmluva o riešení technicko-ekonomických otázok na hraničných úsekoch Dunaja, Moravy a Dyje. Pri medzištátnom prerokovaní ne-

s Dunajom po sútoku Moravy s Dyjou. Bol záväzným východiskom pre národné projekty stavieb hrádzí, úprav zaústenia prítokov a riešenie vnútorných vôd (odvodňovacie stavby a čerpacie stanice). Úprava toku rieky bola kompromisom medzi Rakúskom a Československom, o ktorom sa jednalo viac ako 35 rokov. Pričom treba povedať, že

Bystrica, Mást, Stupava, Zohor, Vysoká pri Morave, Láb, Záhorská Ves, Plavecký Štvrtok, Suchohrad, Jakubov, Gajary, Malé Leváre, Velké Leváre, Závod, Moravský Sv. Ján, Sekule a Kúty. Celkom bolo ochránených asi 11 000 ha poľnohospodárskej pôdy. Predpokladal skrátenie dĺžky toku priepichmi – odstavením veľkých meandrov rieky, z dĺžky



Obr. 2 Zaústenie rieky Moravy do Dunaja

nastala dohoda v počte priepichov, preto bol vypracovaný ďalší projekt, ktorý po úpravách dospel do konečnej podoby v roku 1935 [2], bol splnomocnenými vlád odsúhlasený a podpísaný. V roku 1938 bol vypracovaný projekt „Úprava Moravy na malú plavbu“, ktorý vychádzal z GP z roku 1935.

GENERÁLNY PROJEKT 1935

Tento projekt riešil komplexnú úpravu Moravy od sútoku Moravy

rakúske, ale aj československé záujmy zastupovalo veľa organizácií od jednotlivých ministerstiev až po jednotlivých majiteľov pozemkov. Z dobových zápisní sa dá zistiť, že napríklad o zákazovej čiare, ale aj o každom detaile projektu, sa veľmi tvrdo rokovalo a jednotlivé výpočty boli mnohokrát preskúšané.

Projekt riešil ochranu chotárov obcí pred ničivými záplavami, konkrétne: Devín, Devínska Nová Ves, Záhorská

80 km na 69,15 km. Nakoniec bolo zrealizovaných 9 priepichov na rakúskom a 7 na československom území. V roku 1955 sa zistilo, že pôvodne plánované priepichy I a VIII nie sú nutné a naopak sa ukázala potreba priepichu XVIa z dôvodu zlepšenia odtokových pomeroch veľkej vody. Táto zmena však spôsobila, že pôvodne plánované rovnaké výmery pozemkov na oboch brehoch rieky, pripravené na zámenu medzi Rakúskom a Československom, ne-

boli dodržané a Československo strátilo na Slovensku územie s výmerou 16,53 ha. Rozdiel bol vyrovnaný tým, že Rakúsko odkúpilo pozemok na hranici s okresom Znojmo (u Hrabčíc) a odovzdalo ho Československu (žiaľ, dodnes sa neuskutočnilo majetkovo-právne usporiadanie medzi Českou republikou a Slovenskom a takisto nebo-

úpravy všetkých častí toku v osi je spolu 12,57 km.

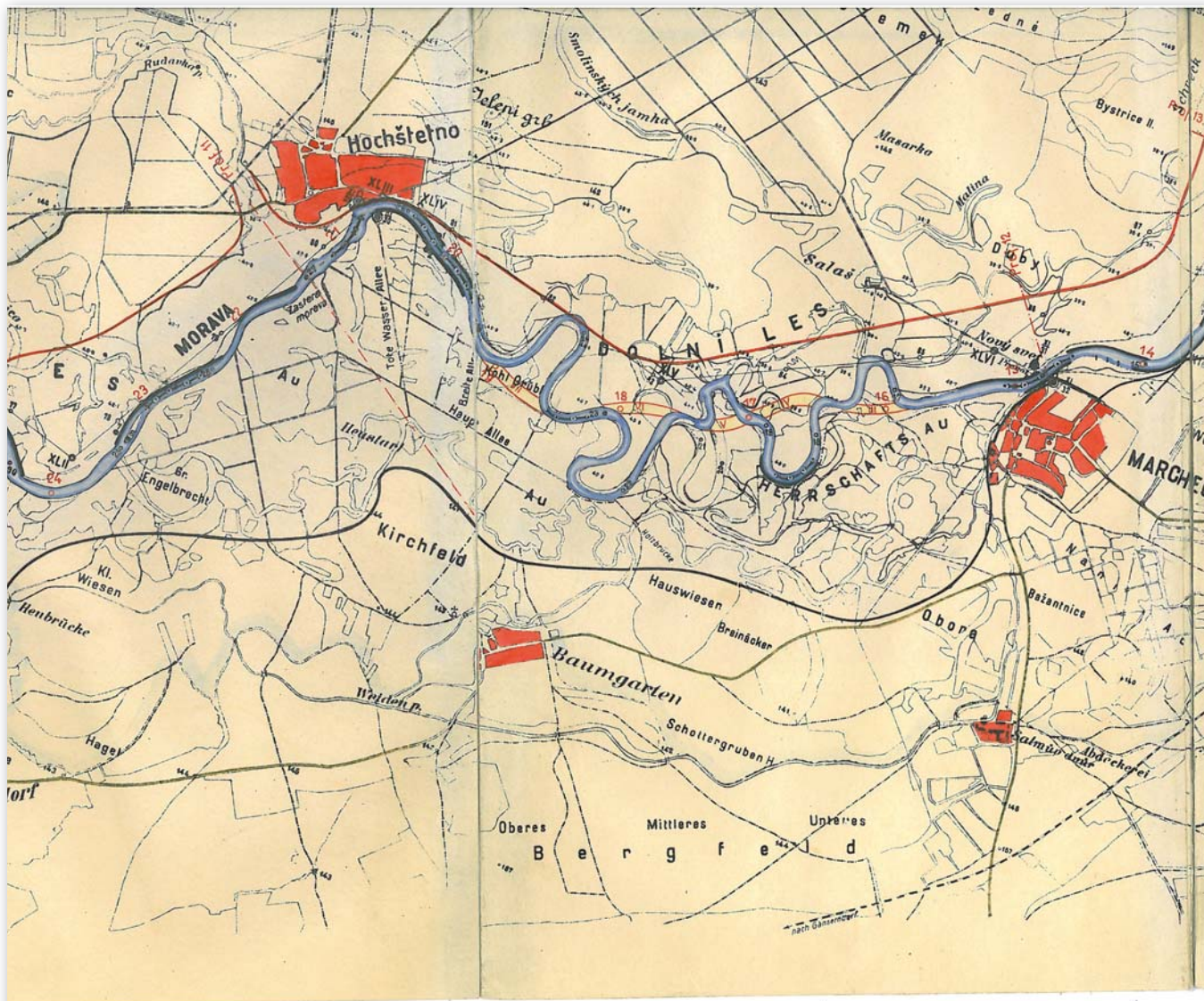
Priečne profily boli navrhnuté ako normalizované, v dolnej časti toku so šírkou dna 60 m a 55 m v hornej časti toku, s plynulým prechodom od šírky 55 m po 60 m v dĺžke 5 km. Hĺbka brehovej vody je 4 m, sklon svahov 1:2, na úrovni strednej vody 2 m (2,25 m

VÚVH v r. 2006:

rkm 28 – 69,15 1 400 m³s⁻¹

rkm 0 – 28 1 200 m³s⁻¹

V roku 1997 boli prehodnotené sme-rodajné vodné stavy Moravy na slovensko-rakúskom hraničnom úseku s názvom SVSM [5]. Pri povodni v roku 2006 sa preukázala správnosť výpočtov veľkej vody. Povodeň v roku 2006



Obr. 3 Navrhnuté priepichy koryta Moravy medzi Vysokou pri Morave (Hochstetno) a Marcheggom

li odškodnení vlastníci pozemkov, ktoré boli odstúpené Rakúsku) [3,4].

Skrátením dĺžky toku z 80 km na 69,15 km sa mal dosiahnuť projektovaný stav sklonu dna 0,1792 ‰ (pôvodne 0,153 ‰). V roku 1943 zistil Korbel sklon dna 0,168 ‰ pre úsek rkm 0 – 4 a pre rkm 4 – 69,15 sklon 0,1915 ‰. Hladina strednej nízkej vody ($Q_{355} = 22 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) vo vzorovom priečnom profile je 90 cm nad projektovaným dnom v celej úprave. Celková dĺžka zrealizovanej

po dohode a po povodni v roku 1941, /Korbel/, 1 m široká lavička, nad lavičkou sklon 1:3 do výšky brehovej vody.

HYDROLOGICKÉ PODKLADY – PREDPOKLADANÉ Q_{100} :

GP v r. 1935:

rkm 28 – 69,15 1 280 m³s⁻¹

rkm 0 – 28 1 440 m³s⁻¹

Korbel v r. 1943:

rkm 28 – 69,15 1 600 m³s⁻¹

rkm 0 – 28 1 800 m³s⁻¹

[6], ktorá bola druhá najvyššia, preukázala, že GP bol dobre navrhnutý z hľadiska odtoku veľkých vôd. Projekt ale nepočítal s transformáciou odtoku medzi rkm 28 – 69,15, ktorú spôsobuje zúženie prietochného profilu pri Záhorskej Vsi a pri Gajarochoch. V roku 2006 bola 145 m³s⁻¹. Preto sa rozšírenie dna z 55 m v hornej časti toku na 60 m v dolnej časti toku podľa hydrologických údajov VÚVH z roku 2006 javí ako zbytočné. Pri tejto transformácii sa paradoxne

znižuje prietok v dolnej časti toku, ale stúpa výška hladiny v hornej časti toku. Tento jav by si mali všimnúť ekológovia a nenavrhať predĺženie toku, čo je veľké povodňové riziko (s väčšou dĺžkou toku sa zvyšuje hydraulický odpor, a tým i výška hladiny vody). Povodeň z roku 1999 (dunajská) bola o 48 cm vyššia (rkm 14,98) ako predpokladal SVSM 1996, preto by bolo vhodnejšie použiť túto hladinu, ktorú má SVP zafixovanú.

PROTIPOVODŇOVA OCHRANA:

„V Generálnom projekte 1935“ sa neplánovali žiadne ochranné hrádze proti veľkej vode, boli však stanovené na oboch brehoch „zákazové čiary“, medzi ktorými bolo budovanie hrádzi vyhlásené za neprípustné, aby bola dodržaná dostatočná kapacita prietochného profilu. Bolo na vóli každého štátu postaviť si mimo zákazových čiar hrádze, nesmeli však byť vyššie ako výšky určené v pozdĺžnom profile. Na základe Korbelovského výpočtu po katastrofálnej povodni z roku 1941 bol určený nový pozdĺžny profil malej, strednej a veľkej vody, a tým aj bezpečnostné prevýšenie hrádzi 70 cm.

STAVEBNÉ PRÁCE NA ÚPRAVE MORAVY

Podľa spoločného rakúsko-maďarského projektu boli začaté už v roku 1914 a ukončené v roku 1964.

POLOPRADY A MÝTY O PROJEKTE

Prehĺbenie koryta a degradácia dna je dôsledkom skrátenia dĺžky toku.

Je preukázané, že tok je stabilný medzi rkm 10 – 16 a rkm 60 – 69,15. Rieka Dyje nad sútokom s Moravou až

po rkm 25 má sklon 0,25 ‰. Rieka Morava nad sútokom s Dyjou má sklon 0,33 ‰ a nedošlo tam k takým poklesom dna ako na rieke Morave medzi rkm 16 – 60. Dôvodom poklesu dna v tejto časti toku je povolená priemyselná ťažba štrku v riečnom km 44,6 – 44,9 rakúskou firmou pod teoretické dno 2 m. Tu dochádza nielen k poklesu dna, ale aj k zmene granulometrického zloženia dna: ťažšie zrná padajú do dna ryhy a následne sú bagrom odťažené. Ťažba má veľmi nepriaznivé vplyvy na ekológiu dna rieky a dá sa hodnotiť ako vysoko stresový ekologický vplyv s vysokým ekologickým rizikom na rybiu populáciu.

Bola regulovaná celá dĺžka.

Podľa Generálneho projektu 1935 bolo zo 69,4 km upravených len 12,57 km, čo je len 18 % z plánovanej dĺžky úpravy [7].

V dôsledku úpravy vyhynuli viaceré druhy rýb.

Repné kampane cukrovarov na rieke Morave a Dyji pravidelne pri malých prietokoch spôsobovali havárie – kyslíkový deficit. Namerané hodnoty boli pod 2 mg/l (potreba min. hodnoty je 2,5 mg/l pre prežitie vodných živočíchov). Podobne rybám škodila aj horúca voda vypúšťaná z parnej elektrárne Hodonín s teplotou viac ako 60 °C v objeme 6 m³s⁻¹.

Regulačné bagrovanie rieky spôsobilo pokles hladín.

Regulačné bagrovanie sa robilo práve preto, aby projektované parametre boli dodržané a bolo vždy v súlade s GP 1935 rieky Moravy. Bagrovanie bolo vždy len po teoretické dno toku, teda v súlade s GP a nemohlo spôsobiť degradáciu dna [8].

Rieka Morava je splavná pre triedu V b (V 12).

Na Morave v súčasnosti nie je takáto splavnosť možná z dôvodu potreby polomerov zakrivenia trasy min. 1 000 m. Na rieke Morave je 37 oblúkov s polomerom nižším ako 350 m. Oveľa vhodnejšie by ju bolo zaradiť do sústavy vodných ciest triedy I. – II. miestneho významu (malá plavba) [9].

ZÁVER

Prax ukázala, že hlavný cieľ úpravy toku na ochranu pred povodňami bol splnený, a že projekt bol navrhnutý dobre. Stavebné akcie a zásahy do toku, ktoré s ním neboli v súlade, sa ukázali ako neúspešné, až škodlivé (napríklad otváranie odstavených ramien spôsobilo ich zanášanie, bagrovanie pod teoretické dno spôsobilo rozsiahlu degradáciu dna rieky). Je však potrebné stále sledovať hydrologický vývoj a reagovať na klimatické zmeny a všeobecné zvyšovanie povrchových odtokov, s ktorým sa v projekte nepočítalo.

A ešte otázka na záver: je správne, aby každá generácia vodohospodárov (rakúskych, českých a slovenských) svoje „moderné“ predstavy o úpravách toku hneď aj veľmi nákladne realizovala? Tok samotný sa ešte ani len nestačí zastabilizovať vo svojej dynamickej činnosti a už sa realizujú najnovšie módne predstavy. Úprava hraničného toku nie je ako výstavba domu. Trvá desaťročia, zaťažuje štátne rozpočty aj dvoch či troch krajín, a len čo sa jedna úprava skončí, začína sa presadzovať a realizovať úplne iná koncepcia.

Fotografie:

Ing. Peter Rusina, SVP, š. p.

LITERATÚRA

- [1] Zákon č. 508/1921 Sb.: Smlouva mezi čelnými mocnostmi spojenými i sdruženými a Československem, podepsaná v Saint-Germain-en-Laye, září 1919 (velká), dostupné na internete: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Saintgermainsk%C3%A1_smlouva_%28velk%C3%A1_1919%29>
- [2] Generální projekt pro úpravu hraniční řeky Moravy. 1935 (1925), archiv SVP, š.p. OZ Bratislava.
- [3] Vladimír Mudroňka: Spolupráce na hraničních vodách. MLVH ČSR 1981.
- [4] Ministerstvo vnitra – mezinárodní smlouvy: Smlouva mezi Československou socialistickou republikou a Rakúskou republikou o společných státních hranicích (Viedeň, 21. Decembra 1973), uverejnené v Zbierke zákonov pod č. 95/1975, nadobudnutie platnosti: 15. septembra 1975: <http://www.minv.sk/?rakuska-republika> Předpis č. 95/1975 Sb.: Vyhláška ministra zahraničních věcí o Smlouvě mezi Československou socialistickou republikou a Rakúskou republikou o společných státních hranicích: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1975-95>>
- [5] VÚVH Bratislava, SVP, š. p. OZ Bratislava, Wasserstraßendirektion Viedeň: Smerodajné vodné stavy Moravy na slovensko-rakúskom hraničnom úseku SVSM 1996. Vyd. SVP, š. p. OZ Bratislava a Wasserstraßendirektion Viedeň v roku 2000.
- [6] SHMÚ: Jarná povodeň 2006, dostupné na internete: <http://www.shmu.sk/File/HIPS/Povoden_na_%20Dunaji_a_zap_%20Slov_jar_%202006.pdf>
- [7] VÚVH: Úvodné riešenie k problematike revitalizácie Moravy v úseku Tvrdonice – Devín. Vyd. VÚVH 1997.
- [8] Protokoly zo zasadania komisie hraničných vôd. Archiv SVP, š. p. OZ Bratislava.
- [9] Vladimír Slaninka: Možnosti rekreačnej plavby po rieke Morave pri nízkych prietokoch. Slovenský plavebný kongres, 2013, Zborník prednášok.

Možnosti využitia nulmocného železa pre odstraňovanie chlórovaných uhľovodíkov

RNDr. Miroslav HOLUBEC, CSc., Ing. Juraj BRTKO, CSc.,
Ing. Milan REŠETKA, Ing. Svetozár LUTHER
Ústav anorganickej chémie SAV, Bratislava

Znečisťovanie podzemných vôd chlórovanými uhľovodíkmi a ich odstraňovanie je aktuálnym problémom životného prostredia pre ich pomalý rozpad, toxicitu a karcinogenitu. Využitie redukčných vlastností železa pre ich dechloráciu je jedným z perspektívnych spôsobov pre riešenie tohto problému. Experimentálne overenie tejto metódy sa zameralo na najproblematickejšie látky tejto skupiny, akými sú pesticídy, vyznačujúce sa vysokou perzistenciou a toxicitou. V laboratórnych podmienkach bola skúmaná mikro a nano forma nulvalentného železa na dehalogenizáciu takýchto látok, pričom sa preukázalo, že touto metódou je možné z podzemnej vody odstrániť aj takéto látky s pomerne dobrou účinnosťou. Bude však potrebné vyriešiť ešte rad problémov súvisiacich so spôsobom ich aplikácie, tvorby reakčných produktov a medziproduktov a optimalizácie účinnosti procesov.

ÚVOD

Oblasť výskumných prác zameraných na využitie nulmocného železa (ZVI - zero valent iron) ako nového nástroja pri sanácii znečisteného horninového prostredia a podzemných vôd a ochrane podzemných vôd sa začala rozvíjať posledných 15 rokov. Táto metóda patrí v súčasnosti k najperspektívnejším environmentálnym technológiám, ktoré môžu poskytnúť finančne výhodné riešenie problémov, spojených so znečistením životného prostredia. Na rozdiel od tradičných (konvenčných), relatívne dlho používaných a overených sanačných metód ide skôr o metódu inovatívnu, ktorá v súčasnej dobe dosahuje vysoký komerčný status v mnohých krajinách sveta [1].

Účinnosť tejto metódy pre odstraňovanie aromatických a polyaromatických chlórovaných uhľovodíkov a pesticídov je predmetom mnohých výskumných prác a v rámci riešenia projektu „Aplikovaný výskum a overenie technológií katalytickej dehalogenizácie znečistených vôd z priemyselných ekologických záťaží na reaktívnych bariérach“ boli realizované experimenty, zamerané na podzemnú vodu a horninové prostredie.

PROCESY A REAKCIE

Fyzikálno-chemické vlastnosti nulmocného železa (ZVI) sa javia ako veľmi perspektívne pre odstraňovanie širo-

kej škály organických a anorganických látok z podzemných vôd a horninového prostredia. Jeho využitie spočíva vo viacerých reakciách, ktoré vedú k redukčnému pôsobeniu na znečisťujúce látky a k ich zmene na látky menej toxické, menej rozpustné, či sorbovateľné na vznikajúce koloidné častice oxidov a hydroxidov železa. Samotná podstata dechlorácie znečisťujúcich látok pomocou aplikovaných foriem železa spočíva v oxidačno-redukčných reakciách. Tieto procesy prebiehajú medzi redukovanými formami Fe (Fe^0 , Fe^{II}), ktoré vystupujú ako donor elektrónov a organickou, resp. anorganickou látkou, ako akceptorom elektrónov [2]. O celkovom priebehu reakcie rozhodujú dve základné skutočnosti:

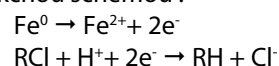
- (I.) látka musí byť adsorbovaná na povrchu štruktúr železa, alebo
- (II.) musí sa nachádzať v tesnej blízkosti častíc železa, aby mohlo dôjsť k prenosu elektrónov potrebných pre oxidáciu a redukciu

Proces redukcie organickej látky zahŕňa nasledovné procesy:

- redukciu látky priamym prenosom elektrónov z Fe^0 foriem
- redukciu látky na zoxidovaných vrstvách železných povrchov, ktoré sú tvorené z Fe^{II}
- redukciu pomocou atomárneho vodíka, ktorý vzniká v dôsledku korózie (oxidácie) železa pri jeho reakcii s vodou.

Kedže k pôsobeniu železa na redukovateľné látky dochádza na medzifázovom rozhraní, tieto procesy sú ovplyvňované sorpciou a záchytnom látky na pevných povrchoch štruktúr Fe. Sorpcia látok na pevných fázach je preto významným faktorom, ovplyvňujúcim nielen samotnú kinetiku redukčných procesov, ale aj celkovú imobilizáciu látky v jej neredukovanom, prípadne v jej čiastočne redukovanom stave.

Účinnosť aplikácie ZVI pri riešení znečistenia podzemných vôd v modelových a prírodných podmienkach bola preukázaná hlavne pre alifatické chlórované uhľovodíky, ktoré sa environmentálnymi technológiami, založenými na oxidácii a biologickej degradácii, odstraňovali len s malou účinnosťou a v niektorých prípadoch za tvorby produktov s vyššou toxicitou ako pôvodná látka. Reakciu medzi organickou látkou a nZVI môžeme popísať reakčnou schémou:



V tabuľke 1 je uvedený prehľad látok, u ktorých je preukázané, že môžu byť účinne transformované použitím ZVI materiálov.

Dechlorácia organických látok v znečistených podzemných vodách pri pôsobení redukčných činidiel prebieha ako reduktívna degradácia. Mechanizmus reakcie spočíva v rozklade

Tab. 1 Prehľad organických a anorganických látok, ktoré je možné odstraňovať použitím nulmocného železa (ZVI) [3]

Chlórované metány			
Tetrachlórmétán (CCl_4)	Trichlórmétán (CHCl_3)	Dichlórmétán (CH_2Cl_2)	Chlórmétán (CH_3Cl)
Halogenované metány			
Tribrómmétán (CHCl_3)	Dibrómchlórmétán (CHBr_2Cl)		
Chlórované etány			
Dichlóretán-DCA ($\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$)	Trichlóretán-TCA ($\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3$)	Tetrachlóretán-TeCA ($\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$)	Pentachlóretán (C_2HCl_5)
Hexachlóretán (C_2Cl_6)			
Chlórované etylény			
Tetrachlóretén-PCE (C_2Cl_4)	Trichlóretén-TCE (C_2HCl_3)	Dichlóretén-DCE ($\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$)	Chlóretén-VC ($\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$)
Chlórované aromatické uhľovodíky			
Hexachlórbenzén (C_6Cl_6)	Pentachlórbenzén (C_6HCl_5)	Tetrachlórbenzény ($\text{C}_6\text{H}_2\text{Cl}_4$)	Trichlórbenzény ($\text{C}_6\text{H}_3\text{Cl}_3$)
Dichlórbenzény ($\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$)	Chlórbenzén ($\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$)	PCB	Dioxíny
p-chlórfenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{ClO}$)	Pentachlórfenol ($\text{C}_6\text{HCl}_5\text{O}$)		
Organochlórované pesticídy			
DDT ($\text{C}_{14}\text{H}_9\text{Cl}_5$)	Lindán ($\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$)	Atrazín ($\text{C}_8\text{H}_{14}\text{ClN}_5$)	
Nitroaromáty			
Nitrobenzén ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$)	Dinitrobenzén ($\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_4$)	Dinitrotoluén-DNT ($\text{C}_7\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_4$)	Trinitrotoluén-TNT ($\text{C}_7\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_6$)
Nitroamíny			
N-nitrózodimetylamin ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}$)			
Azofarbivá			
Tropaeolín O ($\text{C}_{12}\text{H}_9\text{N}_2\text{NaO}_5\text{S}$)	Chrysoidín ($\text{C}_{12}\text{H}_{13}\text{ClN}_4$)	Metyloranž $\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{N}_3\text{NaO}_3\text{S}$	
Anorganické katióny			
Ortuť (Hg^{2+})	Meď (Cu^{2+})	Nikel (Ni^{2+})	Olovo (Pb^{2+})
Kadmium (Cd^{2+})	Zinok (Zn^{2+})		
Anorganické anióny			
Chloristany (ClO_4^-)	Dusičnany (NO_3^-)	Dichrómany ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$)	Arzeničnany (AsO_4^{3-})
Rádionuklidy			
UO_2^{2+}			

pôvodnej zlúčeniny, ktorý je následne sprevádzaný vznikom nového medzi-produktu a jeho desorpciou z povrchu Fe častíc. K imobilizácii znečisťujúcej látky bez prebiehajúcich redukčných procesov prispievajú do určitej miery aj sorpčné procesy, prípadne jej koprecipitácia s inými zložkami prítomnými v podzemnej vode. K eliminácii obsahu niektorých ťažkých kovov a rádionuklidov dochádza v dôsledku ich sorpcie v rôznom kvantitatívnom pomere, pričom v niektorých prípadoch môže prevažovať podiel redukovaných látok.

VYUŽITIE A APLIKÁCIA ZVI PRI OCHRANE PODZEMNÝCH VÔD

Pri odstraňovaní znečistenia z podzemných vôd pomocou pevných foriem železa sa využíva široký rozsah

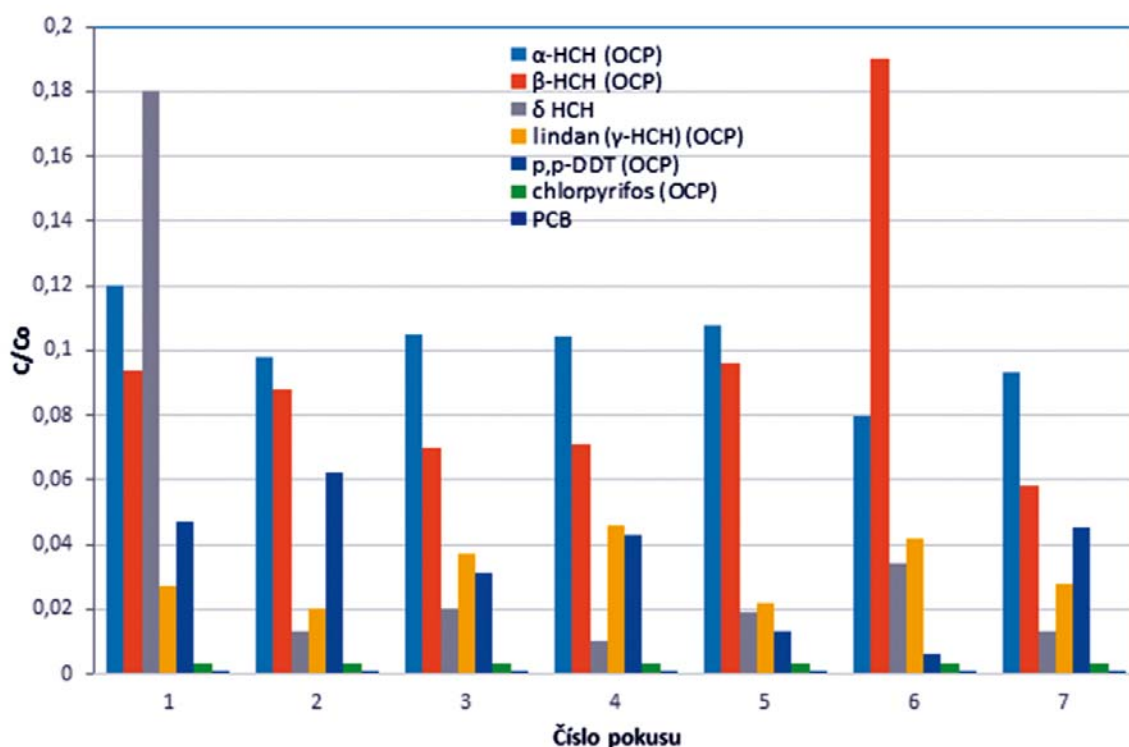
nie nežiadúcej látky prebieha s dostatočnou účinnosťou. Sanačná stratégia musí navyše zohľadňovať charakter podzemných vôd, vrátane rozsahu a povahy prítomného znečistenia, od čoho sa taktiež odvíja technologický postup realizovaných opatrení, výber vhodných materiálov a spôsob ich aplikácie.

V posledných rokoch nachádzajú svoje uplatnenie v mnohých technologických postupoch nanočastice železa, ktoré môžu byť využité pre ochranu podzemných vôd, prípadne ich sanáciu metódami in situ. Pri in situ metódach prebieha degradácia nežiadúcich látok v reaktívnych zónach priepustných reaktívnych bariér (PRB), alebo rekčných priepustných (RPS) stien, umožňujúce priebeh sorpčných, oxidačno-re-

dím, ktorá nespôsobuje významnejšie zmeny hydrogeologického režimu podzemných vôd.

Mikro alebo nano formy železa sa môžu uplatniť napríklad aj pri sanácii znečistených pôd, sedimentov, resp. pevných odpadov v procese sanácie ex situ, alebo v kalových reaktoroch. Alternatívne je možné železo využiť aj ako aktívnu zložku ukotvenú na povrchu pevnej matrice, akou je napríklad aktívne uhlie alebo zeolit, a to pre účinnejšie čistenie nebezpečných látok v odpadových vodách alebo plynoch.

Výhoda použitia nanoforiem železa pri ochrane podzemných vôd spočíva v jeho dobrej migračnej schopnosti, pretože veľkosť častíc je omnoho menšia, ako je pórovitosť horninové-



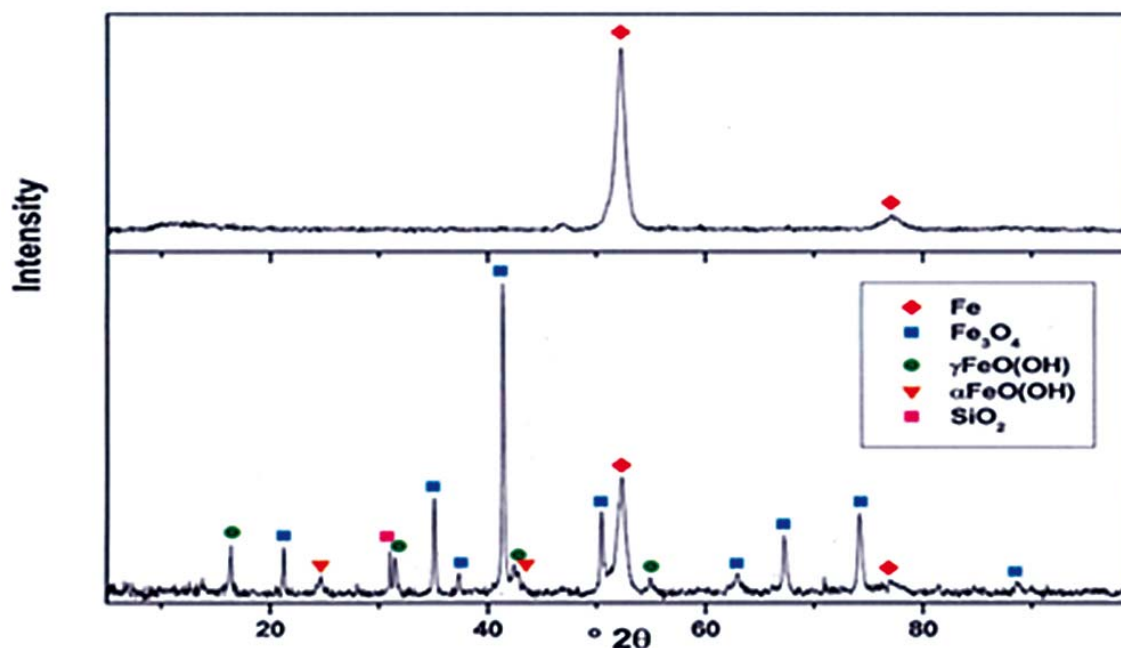
Obr. 1 Výsledky experimentálneho overenia rôznych foriem ZVI

postupov, pre ktoré je charakteristická rôznorodosť v spôsobe aplikácie a v použití rôznych typov materiálov. Pri tvorbe stratégie aplikácie je potrebné vychádzať z jej cieľov a požadovaných účinností pre jednotlivé látky, teda či je potrebné dosiahnuť takú účinnosť, pri ktorej sa ekonomická stránka procesu dostáva do úzadia, alebo postačuje dosiahnutie nižšej účinnosti a vyššej ekonomickej efektívnosti, kedy sú vynaložené náklady čo najmenšie a zároveň odstraňova-

dukčných, biologických a iných transformačných a degradačných procesov. Na rozdiel od PRB, ktoré využívajú rôzne tvarové a veľkostné formy metalického železa, a to od práškovej formy, cez guľôčky až po rôzne úlomky a špony, v prípade nanočastíc je možné realizovať reakčné priepustné steny injekťou reakčných zmesí do horninového prostredia.

Veľkostná a tvarová variabilita RPS umožňuje dodržať takú je priepustnosť v porovnaní s okolitým prostre-

ho prostredia. Aj keď je táto vlastnosť všeobecne predpokladaná, skúsenosti z mnohých pilotných skúšok poukazujú na osobitný vplyv kvality použitého materiálu, ktorý musí vykazovať skutočné nanorozmery a musí byť v koloidnej forme. Problémy spojené s aplikáciou nanočastíc súvisia hlavne s rýchlou pasiváciou ich reakčného povrchu a následnej tendencii k zhlukovaniu vplyvom magnetických interakcií a Van der Waalsových síl, v dôsledku čoho častice strácajú svoje pôvodné



Obr. 2 Röntgenove spektrá ZVI a produktov oxidácie

vlastnosti a ich reaktivita, merný povrch a pohyblivosť v horninovom prostredí sa postupne menia.

Správanie nanočastice metalického železa v danom prostredí závisí od charakteru znečistenia, lokality a od kvality a veľkosti aplikovanej nanofomy železa. Ak je veľkosť častice väčšia ako je 1/10 pórovitosti prostredia, častica prostredím nedokáže prechádzať a adsorbuje sa na povrchu zŕn prírodného materiálu, pričom reaktívna zóna vzniká v mieste sorpcie zasakovaného materiálu. V inom prípade, t. j. ak je pórovitosť prostredia väčšia, častica bude migrovať na väčšie vzdialenosti od zasakovacieho vrtu v smere prúdenia podzemnej vody. Pre tieto účely je vhodné nanočastice stabilizovať, aby čo najmenej vytvárali zhľuky s ich zníženou migračnou schopnosťou.

EXPERIMENTY

Pre overenie možností a účinnosti využitia ZVI pre odstraňovanie znečisťujúcich látok boli v laboratóriu realizované experimenty s podzemnou vodou znečistenou zmesou organických látok a sledovaná účinnosť ich dechlorácie. Filtrovaná vzorka bola pred jej aplikáciou prebublávaná dusíkom po dobu 1 h a dôkladne homogenizovaná. Takto

pripravená vzorka bola v deň jej prípravy použitá v modelových kolónach. Do pieskovej náplne kolón bolo pridané ZVI v mikro a nonoforme:

1. slepý pokus
2. nano Fe Adventus (US) – 5 g
3. nano Fe/Pd (0,06 g K_2PdCl_4)
4. nano Fe/Pd (0,12 g K_2PdCl_4)
5. mikro Fe bez stabilizácie – 10 g
6. mikro Fe stabilizované – 10 g
7. mikro Fe priemyselné – 10 g

Výsledky experimentov ukázali, že medzi jednotlivými formami nZVI nie sú výraznejšie rozdiely a aj v mikroforme je pomerne účinné. Najväčšia účinnosť dechlorácie v porovnaní so slepým pokusom bola zistená pre δ HCH. V rámci experimentu nedošlo k dechlorácii látok typu DDT a PCB. Niektoré formy nZVI boli k experimentu dostupné len v obmedzenom množstve a je možné, že pri iných aplikovaných množstvách by boli zistené rozdiely výraznejšie.

Železo sa v rámci prebiehajúcej dehalogenizácie organických látok oxiduje, pričom vzniká rad oxidačných produktov, ktoré vystupujú v podobe rozpustných Fe^{2+} a Fe^{3+} iónov a vo forme rôznych vo vode rozpustných aj nerozpustných precipitátov železa, akými sú prevažne $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$,

Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , $FeOOH$ alebo $Fe_5HO_8 \cdot 4H_2O$. Sprievodným javom je zníženie oxidačno-redukčného potenciálu, čo je dôsledkom produkcie atómov vodíka. V rámci experimentov boli pomocou röntgenovej spektrometrie skúmané produkty oxidácie ZVI. Na obrázku 2. sú ukázané zistené spektrálne záznamy a zistené produkty oxidácie.

ZÁVER

Dehalogenizácia pomocou ZVI patrí v súčasnosti k najpokrokovejším environmentálnym technológiám, ktoré môžu poskytnúť finančne výhodné riešenie problémov spojených so znečistením životného prostredia a ochranou podzemných vôd. Eliminácia znečisťujúcich látok reaktívnymi stenami a bariérami pomocou metalických foriem železa umožňuje uplatnenie širokého spektra technologických variant, flexibilitu v samotnom spôsobe aplikácie a v samotnom použití rôznych typov materiálov.

Príspevok vznikol na základe čiastkových výsledkov riešenia VT projektu projektu č. 26240220078 „Aplikovaný výskum a overenie technológií katalytickej dehalogenácie kontaminovaných vôd z priemyselných ekologických záťaží na reaktívnych bariérach“.

Literatúra

- [1] NOVÁKOVÁ T., ŠVÁB M., ŠVÁBOVA M. 2009: Využití nanočástic v dekontaminačních technologiích: Současný stav. *Chemické Listy* **103**: 524-532
- [2] CRANE R.A., SCOTT T.B. 2012: Nanoscale zero-valent iron: Future

- prospects for an emerging water treatment technology. *Journal of Hazardous Materials* **211-212**: 112-125
- [3] GILLHAM R.W., O'HANNESIN S.F. 1994: Enhanced degradation of halogenated organic compound degradation by iron metal. *Ground Water* **32**, 958-967.

Kalibračné parametre vstupujúce do matematických modelov zdravotno-vodohospodárskych stavieb

Jaroslav Hrudka, Michal Holubec,
Štefan Stanko, Ivona Škultétyová, Kristína Galbová
Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta
Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva

ÚVOD

Pre kvalitné výstupy z matematických modelov je dôležitá dôsledná kalibrácia parametrov vstupujúcich do výpočtov matematických modelov. Ako pilotný program výskumu objektov stokových sieti bola vytypovaná dosadzovacia nádrž. Vstupujúcimi kalibračnými parametrami, pri tomto type objektu, ktoré vstupujú do matematických výpočtov sú: prietok, rýchlosť v smere zo stredu nádrže, rýchlosť kolmo na prietok zo stredu nádrže, koncentrácia nerozpustných látok, teplota odpadovej vody, atmosférická teplota. Všetky tieto kalibračné parametre boli namerané na existujúcom objekte sedimentačnej nádrže.

METODIKA RIEŠENIA

Pre riešenie výskumnej práce bol po konzultáciách so zástupcami Západodoslovenskej vodárenskej spoločnosti a. s. zvolený objekt dosadzovacej nádrže umiestnenej na ČOV Nitra – Dolné Krškany.

TERÉNNE MERANIA

Terénne merania na objekte dosadzovacej nádrže boli rozdelené do 3 meracích dní. Pred začiatkom každého cyklu meraní bolo potrebné elektromagnetické sondy nakalibrovať v kalibračnej nádobe, pri čom bolo nutné aj odmastiť jednotlivé sondy. V prvý deň meraní 13. 7. 2015 bol objekt rozdelený na 8 merných profilov A až H (obr. 1). Ako prvý merný profil bol zvolený profil s označením „A“.

Tento merný profil sa následne rozdelil na čiastkové merné profily „AA“ až „AG“ tak ako je to uvedené na obrázku 2.

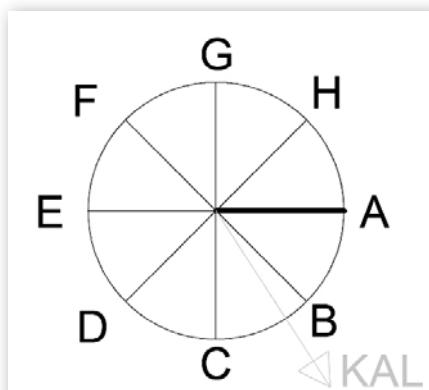
Usporiadanie horizontálnych merných profilov je vo všetkých ostatných

merných profiloch „B“ až „H“ totožné ako je uvedené na obr. 2.

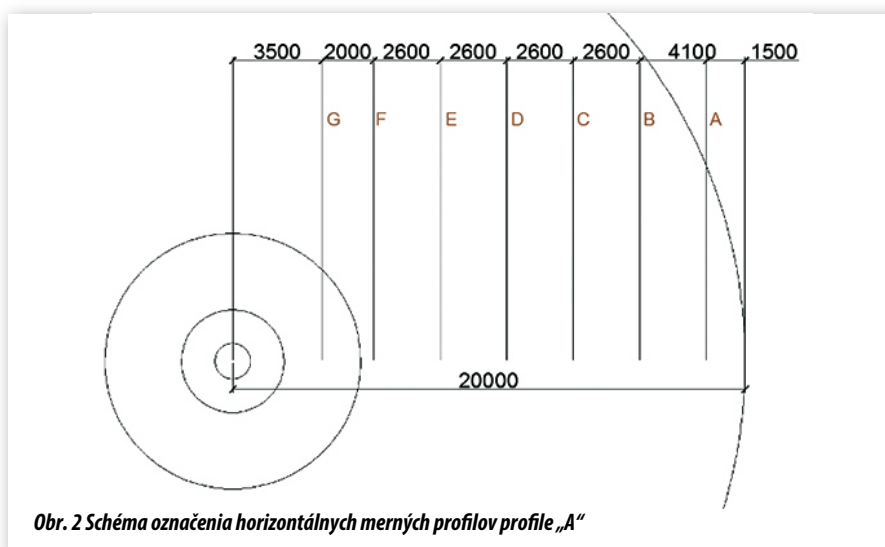
Merná konštrukcia sa skladala z 5,5 metrovej tyče, na ktorej boli umiestne-

tyče. Vo výškovej úrovni 20 cm od konca tyče bola umiestnená sonda ručného analyzátora turbidity a nerozpustných látok (obr. 3).

Samotné meranie začínalo v profile „AA“ v hĺbke 3 m pod hladinou. Na tejto úrovni sa zmerala hodnota nerozpustných látok, rýchlosť odpadovej vody v smere prietoku (zo stredu k obvodu) a rýchlosť odpadovej vody kolmo na smer toku. Všetky namerané hodnoty boli zapisované do protokolu meraní, ktorý sa následne vyhodnocoval. Po nameraní parametrov v hĺbke 3 m sa sonda povytiahla do hĺbky 2,5 m, a následne prebehli všetky merania ako v prvom mernom bode. Takýmto spôsobom sa postupovalo až do hĺbky 0,5 m pod hladinou. Z toho vyplýva, že sonda 1 po vykonaní merania v hĺbke 2,5 a vyššie, vykonávala kontrolné



Obr. 1 Schéma označenia merných profilov



Obr. 2 Schéma označenia horizontálnych merných profilov profile „A“

né 2 sondy prístrojov FLOMATE V. Sonda č. 1 z prístroja č. 1 bola umiestnená 20 cm od konca mernej tyče. Sonda č. 2 bola umiestnená 70 cm od dna mernej

merania sondy č. 2, ktorá v tejto hĺbke merala v minulom cykle. Následne po kompletnom zmeraní profilu „AA“ sa merania presúvali postupne až k po-



Obr. 3 Umiestnenie jednotlivých sond na mernej tyči



Obr. 4 Priebeh merania jednej zvislice profilu

slednému mernému profilu „AH“. Naľko dno nádrže je šikmé, v profile „H“ je najnižší merný bod v hĺbke 4,5 m.

Po ukončení meraní na profile „A“ sa merania presunuli, po spustení pozajdného mosta, až k mernému profilu „E“, kde sa opakovane postup meraní ako v prípade profilu „A“. Nasledujúci deň boli merné zostávajúce merané profily totožným spôsobom ako pri meraní profilov „A“ a „B“.

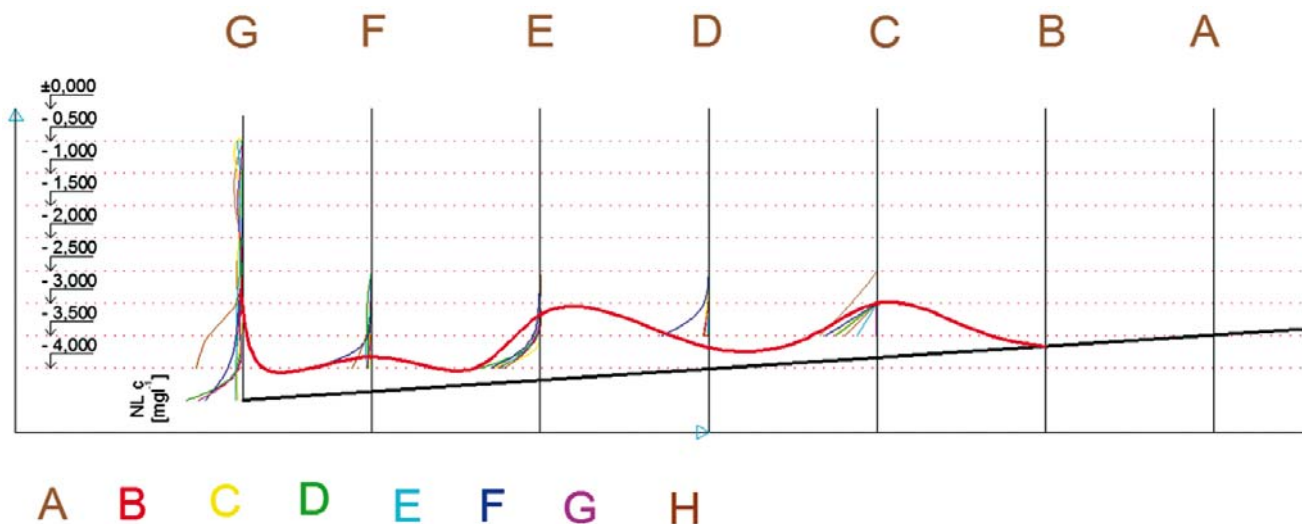
Poskytnuté boli taktiež informácie o prítoku do nádrže, o cykle spúšťania sa čerpadel a o teplote odpadovej vody. Tieto informácie boli poskytnuté dispečerom prevádzky v elektronickej forme.

VÝSLEDKY TERÉNNYCH MERANÍ

Výsledky terénnych meraní boli zaznamenávané do protokolu, ktorého časť je uvedená v tabuľke 1. Celkovo bolo vytvorených 8 protokolov, do ktorých boli zaznamenávané všetky merané parametre, ktoré boli následne vy-

hodnotené na 336 grafoch. Dva typy z týchto grafov sú ako príklad uvedené na obrázkoch 5. a 6.

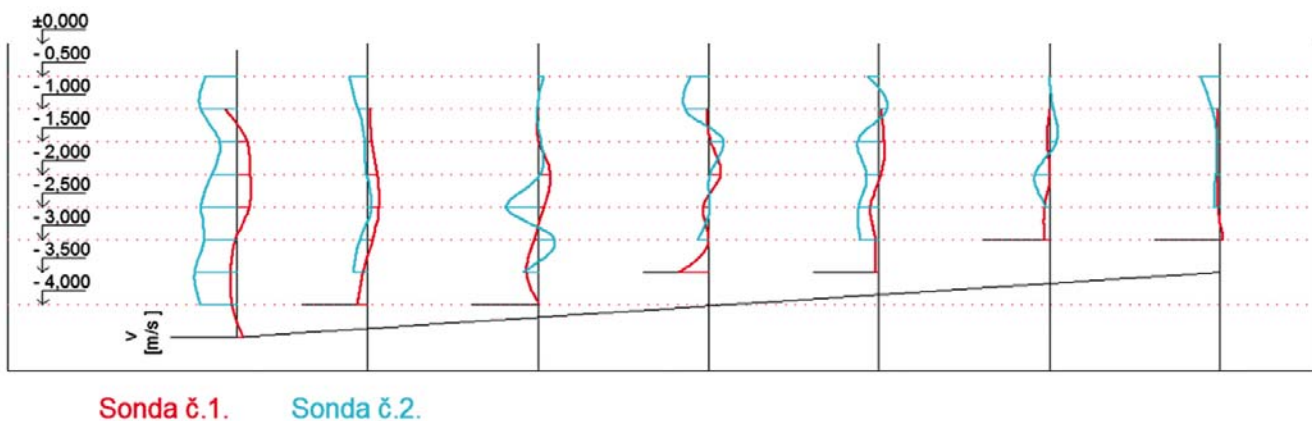
Z výsledných grafov je zjavné, že priebeh kalového mraku v objekte má charakter dvojitej vlny, pričom najvyššia hodnota prvej vlny sa nachádza v prípade na uvedenom obrázku 5 v profile „DE“, ktorý je vzdialený od stredu nádrže 8,1 m. Vrchol druhej vlny kalového mraku sa nachádza v mieste profilu „(A,B,C,D,E,G,H)C“ vo vzdialenosti 13,3 m od stredu nádrže. Jediným profilom, ktorý nekorešponduje s ostatnými profilmi, je profil „F“. V oblasti profilu „F“ sa kalový mrak nachádza v jednej vlny, ktorá sa ťahne od merného profilu „FF“ až po merný profil „FC“. Z výsledkov je jasné, že dôvodom tejto zmeny krivky kalového mraku je čerpadlo kalu, ktoré je umiestnené na protiaľnej strane dosadzovacej nádrže, a tým toto čerpadlo najmenej ovplyvňuje kal v tomto mernom profile.



Obr. 5 Priebeh kalového mraku v profile „D“

Tab.1 Časť výsledkovej tabuľky z merného profilu „F“

Merania na objekte dosadzovacej nádrže									
Dňa: 14. 07. 2015							Miesto: ČOV Nitra – Dolné Krškany		
Začiatok merania: 14:00		Teplota OV: 20,70 °C			Teplota ovzdušia: 26 °C			Vietor: /	
Profil	Označenie	Hĺbka pod hladinou [m]	Rýchlosť v smere kolmo na prietok [mm/s]		Rýchlosť v smere prietoku [mm/s]		NL [mg/l]	Čas	Dĺžka merania
			Sonda 1	Sonda 2	Sonda 1	Sonda 2			
A	1	0,5		-0,018		-0,009	0	14:08	6 min
	2	1	0,02	-0,014	0	-0,055	0		
	3	1,5	0,015	0,015	0,002	-0,028	0		
	4	2	0,018	0,014	0,01	-0,009	0,001		
	5	2,5	0,027	0,004	0	-0,1	0,001		
	6	3	0,019		0		0,002	14:02	
B	1	0,5		-0,024		-0,016	0	14:15	5 min
	2	1	0,008	-0,006	0,006	-0,028	0		
	3	1,5	0,009	-0,016	-0,008	-0,026	0		
	4	2	0,034	-0,03	0,007	-0,05	0		
	5	2,5	0,013	-0,036	0,009	-0,024	0,01		
	6	3	0,009		0,022		0,01	14:10	
F	1	0,5		0		-0,013	0	14:53	10 min
	2	1	0,014	0	0,002	-0,017	0		
	3	1,5	0,015	0,003	-0,016	-0,017	0		
	4	2	0,013	-0,011	-0,014	-0,026	0		
	5	2,5	0,01	0,001	-0,006	-0,02	0		
	6	3	0,002	-0,011	0,016	0,008	0,21		
	7	3,5	-0,013	-0,018	0,022	0,003	0,61		
	8	4	0,001		0,001		9,03	14:43	
G	1	0,5		0,014		0,054	0	15:08	13 min
	2	1	-0,011	-0,013	-0,008	-0,02	0,06		
	3	1,5	0,029	-0,024	-0,025	-0,029	0,01		
	4	2	0,021	-0,009	-0,018	-0,025	0,19		
	5	2,5	0,01	-0,006	0,004	-0,015	0,19		
	6	3	-0,043	-0,027	-0,004	0,006	0,54		
	7	3,5	-0,012	-0,026	-0,011	-0,003	0,95		
	8	4	0,005	0,001	-0,01	-0,021	2,26		
	9	4,5	0,003		0		5,67	14:55	



Obr. 6 Zvislicové rýchlosti v profile „B“ v smere prútok

Zvislicové prietokové rýchlosti boli merané v 2 kontrolných meraniach, kde druhé meranie sondou č. 2. potvrdilo správnosť nameraných hodnôt. Avšak sonda č. 2. v niektorých prípadoch strácala funkčnosť, nakoľko sa veľmi rýchlo znečisťovala. Po zistení tohto problému sme zaviedli pred každým meraním odmastenie a očistenie sond.

Po vykonaní očistenia boli kontrolné merania sondy č. 2 skoro totožné s meraniami sondy č. 1. Namerané rýchlosti potvrdili predpokladané trasy prúdnic zo stredu nádrže, avšak veľmi zaujímavé sú rýchlosti a smery prúdenia kolmo na smer prútok, ktoré boli veľmi variabilné v oboch smeroch. Pla-

tí pravidlo, že čím je profil bližšie k stredu nádrže, tak sa rýchlosti a smery prúdenia menia tým častejšie.

ZÁVER

Počas riešenia výskumnej práce bola zhotovená metodika merania kalibračných parametrov na objekte dosadzovacej nádrže a boli vytvorené postupy meraní s vysokou efektivitou, vzhľadom na kvalitu a rýchlosť merania.

Merania vykonané na objekte dosadzovacej nádrže ČOV Nitra potvrdili očakávané rýchlostné parametre odpadovej vody v nádrži. Rýchlosť je vo väčšine prípadov veľmi nízka, dokonca až zanedbateľná. Avšak zistenie, že ka-

jitej vlny, nám ponúka možnosť optimalizácie prevádzky objektu dosadzovacej nádrže. Namerané parametre slúžia ako kalibračné parametre vstupujúce do matematického modelu, na ktorom budú analyzované technologické procesy. Ďalším krokom je návrh optimalizačných opatrení vychádzajúcich zo simulácií spolu s ich implementáciou aj na ďalšie objekty dosadzovacích nádrží.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0372-12 a Vedeckou grantovou agentúrou MŠVVaŠ SR a SAV v rámci projektu č. 1/0631/15.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] Drtil, M., Hutňan, M.: Technologický projekt – časť Procesy a technológia čistenia odpadových vôd. Bratislava: STU. ISBN 978-80-89088-57-7. 2002
- [2] Hrudka, J.: CFD modeling of sewage treatment plant objects. In Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering: 23rd Annual PhD student conference. Bratislava, SR, 30.10.2013.
- [3] Hrudka, J., Stanko, Š., Holubec, M.: Vplyv stokovej siete na dažďové nádrže v čase povodňových stavov. In 12. Zdravotno-technické stavby. Malé vodné diela – krajina a voda. Zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou. Tatranská Lomnica, SR, 25–27. 11. 2013. Bratislava: Nakladateľstvo STU, s. 189–194. ISBN 978-80-89385-27-0. (2013)

Bratislava: Nakladateľstvo STU, s. 796 – 800. ISBN 978-80-227-4102-6. (2013)

Humor



Miki Fekete



PhDr. Peter Gossányi

Možnosti rekonstrukce melioračních staveb s uplatněním principu regulace drenážního odtoku

Ing. Lubomír Macek, CSc., MBA (1) a doc. Ing. Zbyněk Kulhavý, CSc. (2)

(1) Aquion, s.r.o. Praha a (2) Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. Praha

ÚVOD

Regulace drenážního odtoku přispívá k racionálnímu hospodaření s vodou v zemědělsky využívaném povodí a je součástí zásadní inovace drenážních systémů v podmínkách zvyšujících se nároků na hospodaření s vodními zdroji. Strategicky je pro Českou republiku výhodné, v souvislosti se změnou klimatu a jejím vlivem na vodní zdroje, orientovat se na realizaci adaptačních opatření. V současnosti je přebytek nebo nedostatek vody v zemědělské krajině řešen odděleně: odvodňová-

kolem 25 % z plochy zemědělské půdy v celorepublikovém měřítku.

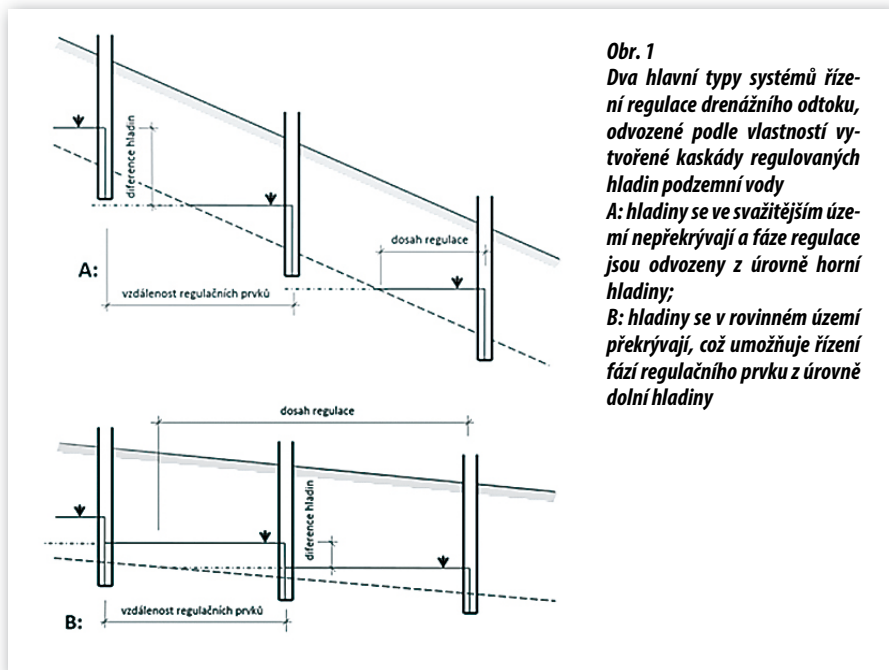
Se zvyšující se četností výskytu hydrologických extrémů, zejména sucha, může být funkce odvodnění v některých obdobích vnímána jako kontraproduktivní. Například po fázi odvedení přebytku zimních srážek a po dokončení jarních polních prací již nebývá důvod nadále půdní vodu odvádět. Naopak. Je vhodné vytvářet zásoby pro letní období a snižovat tak rizika i dopady výskytu sucha agronomického, případně hydrologického.

s cílem minimalizovat dopady období s nedostatkem vláhy pro pěstované plodiny (viz Usnesení vlády ČR č. 620, 2015). Vhodně řízená regulace odtoku (v optimálním případě samočinně fungující) vytváří dostatečné akumulaci, retenční a infiltrační kapacity půd. Právě v těchto případech lze hovořit o vícefunkčním melioračním systému, neboť může odvodnění plnit i řadu dalších, s regulací souvisejících funkcí: kompenzaci ztrát vody způsobených evapotranspirací (závlahový efekt s využitím kapilárního vztláčení z vyšší, regulované úrovně hladiny podzemní vody), posílení procesů podpovrchové infiltrace při doplňování zásob podzemní vody, dočištění drenážních vod (uplatněním efektu prodloužení doby odčerpávání živin kořeny rostlin ze zadržované podzemní vody), zvýšení diverzity vodních režimů a s tím související podpora biodiverzity atd.

HYDROTECHNICKÉ POSOUZENÍ DRENÁŽNÍ SÍTĚ

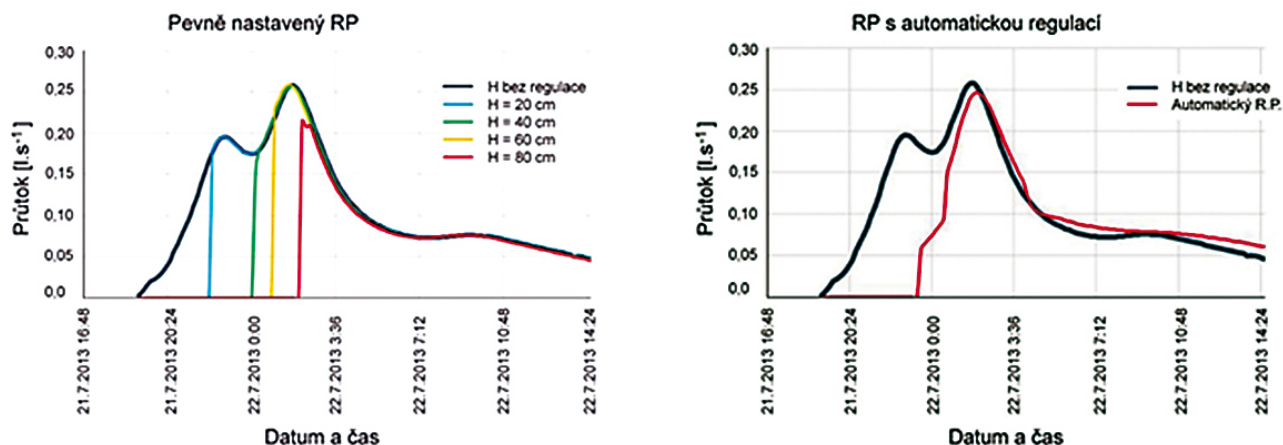
Vzhledem ke složitosti podmínek proudění v drenážní síti s uplatněním nových objektů – regulačních prvků, je vhodné provést posouzení hydraulické funkce vhodným numerickým modelem. Pozornost je třeba věnovat výsledkům, popisujícím průtokové rychlosti při zvolených zátěžových stavech, což souvisí zejména s riziky zanášení drenážního potrubí. Dále je zásadní kapacita plnění průtočného profilu a tlakové poměry v potrubí, hydraulické ztráty na objektech drenážní sítě, především na regulačních prvcích i v dalších kritických profilech drenážní sítě.

Lokální přítok do jednotlivých větví drenážního systému lze řešit s využitím různých metod. Komplexní řešení poskytuje model DRAINMOD (Skaggs,



ní nebo závlahy. Dvouúčelové drenážní systémy přitom obojí ošetřují jediným opatřením. Význam regulace také podtrhuje velmi vysoký podíl odvodněných půd v zemědělsky produkčních oblastech ČR, přesahující 30 % celkové plochy (např. okresy Hradec Králové, Nymburk, České Budějovice), resp.

V období současné dynamiky klimatu má regulace hypodermického odtoku, tedy složky odtoku výrazně ovlivněného existencí drenážního odvodnění, mimořádný význam nejen při ochraně vodních zdrojů a životního prostředí, ale i při lepším hospodaření s vodními zdroji na zemědělském pozemku



Obr. 2 Grafické vyjádření efektu regulace pomocí hydrogramu drenážního odtoku pro pevně nastavitelný regulační prvek, zde pro 4 úrovně regulace (vlevo) a pro regulační prvek s automatickým vyhrazením (vpravo), kdy až do dosažení hladiny 0,50 m je regulační prvek zahrazen, pokud se hladina horní vody dále zvyšuje, dojde k vyhrazení hradítka. Hydrogram drenážního odtoku neovlivněného regulací znázorňuje tmavě modrá linka u obou grafů.

Poznámka: Nasimulovaný drenážní odtok byl zkalibrovan pomocí měření odtoku na drenážní skupině u obce Kladno (okr. Chrudim) pro srážko-odtokovou událost ve dnech 21. – 22. 7. 2013.

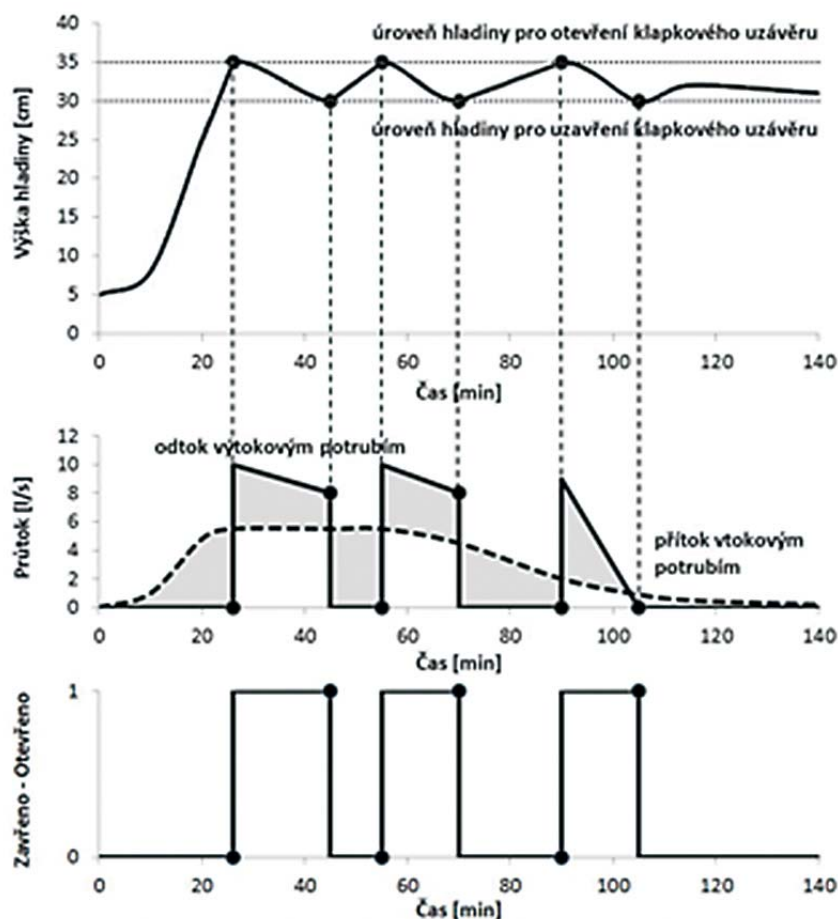
1980), lze také použít drenážní kalkulátor (Štibinger, Kulhavý, 2010) nebo jiný vhodný početní postup.

MODELOVÁNÍ 1-D PROUDĚNÍ V DRENÁŽNÍ SÍTI SIMULAČNÍM MODELEM

Program SiteFlow je vyvíjen společností Aquion, s.r.o. od roku 1993 a je určen pro správu, projektování a simulační modelování trubních sítí, s hlavním zaměřením na vodovody, kanalizace, drenážní a závlahové soustavy a plynovody (Macek, Škripko, 2013). Využití programu SiteFlow pro projektování potrubního úseku nebo trubní soustavy zrychluje a zkvalitňuje postup projektování a zpřesňuje výstupy. Pro simulační výpočty jsou k dispozici tři výpočetní jádra: z toho pro účely výpočtů hydraulických parametrů a kvality vody v drenážních soustavách používáme výpočetní jádro SWMM (Storm Water Management Model, US EPA), konkrétně metodu dynamické vlny.

Regulační prvek je definován například jako přepad s ostrou přepadovou hranou přes celou šířku drenážní šachtičky, v tomto případě 1,0 m. Objekt lze definovat jako funkci závislosti průtoku (odtoku) na výšce hladiny ve vstupním uzlu. Simulační výpočty mohou být provedeny pro různé výšky H hrany přepadu viz **obr. 2** a **obr. 5**.

Regulační prvky s pevným hradítkem snižují unášecí rychlost v úseku drenážního potrubí před regulačním prvkem. Proto zde existuje riziko za-



Obr. 3 Průběh dosahovaných úrovní hladin v akumulačním prostoru regulačního prvku; hydrogram přítoku a odtoku; cyklus otevírání a zavírání uzávěru regulačního prvku

nášení usazováním jemných půdních částic. Simulačním modelem bylo prokázáno, že regulační prvek s pulsním

režimem činnosti napomáhá v pročišťování potrubí pomocí velkých rychlostí průtoku.

OPTIMALIZACE VÝŠKY REGULOVANÉ HLADINY PODZEMNÍ VODY

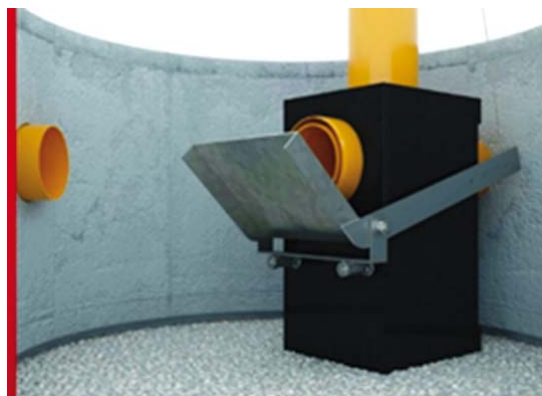
Regulace drenážního odtoku probíhá v zásadě ve dvou hydrologických situacích:

REGULAČNÍ PRVEK S PULSNÍM REŽIMEM ČINNOSTI

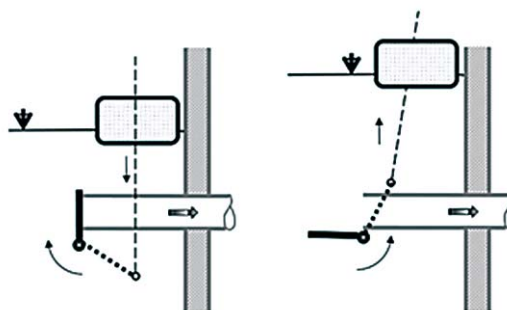
Hlavním parametrem řízení regulace je nastavitelná úroveň vzdutí hladiny podzemní vody v místě nad regulačním prvkem. Režim průtoku regulač-

jsou potom k zanášení náchylnější. Je proto vhodné, aby regulace pracovala v cyklech, kdy silný proud vody při vyhrazení prvku proplachuje potrubí.

Většina principů automatizované regulace pulzní režim řízení odtoku



Obr. 4 Dílenské provedení a schéma regulačního prvku s pulsním režimem činnosti.



Poznámka: Vlastní blok je proveden z PVC formy, vylité betonem; jsou použity odpadní kanalizační PVC tvarovky KG, kovové části jsou z nerez plechu a nerez páskové oceli. Dvojice plováků je instalována každý na jednom z dvojice táhel vedle svislého bezpečnostního šachtového přelivu (plovák není na obrázku vlevo znázorněn, táhla jsou připevněna k ovládacím ramenům; svislý bezpečnostní přeliv není z důvodu zpřehlednění principu funkce znázorněn na obrázku vpravo).

– Hladina podzemní vody se nachází **pod** úrovní uložení drénů. V takovém případě převažuje vodohospodářský efekt, kdy zadržená drenážní voda podpovrchově infiltruje z drénů do zóny aerace a zvyšuje vlhkost v oblasti poblíž drénu, resp. gravitačně převáděná voda obohacuje první podzemní zvědeň a zvyšuje HPV.

– Hladina podzemní vody se nachází nad úrovní uložení drénů, nebo v její těsné blízkosti. V tomto případě přistupuje efekt zemědělský, projevující se závlahou, kdy zadržená drenážní voda zvyšuje úroveň HPV (v úseku dosahu regulačního prvku – viz obr. 5) a následně zvyšuje vlhkost půdy v zóně aerace, tedy nad HPV vlivem kapilárního efektu.

V obou případech může být intenzita přítoku drenážních vod do úseku drénu ovlivněného regulačním prvkem menší nebo větší, než je intenzita podpovrchové infiltrace drenážní vody z drénu do přilehlého půdního prostředí.

Limity pro nastavení výšky regulace jsou dány přípustnou minimální a maximální HPV, resp. hladinou vody v drénech či v regulačním objektu, vyjádřenou k nárokům konkrétní plodiny. Regulační výška hladiny musí být nastavována v rozmezí těchto limitních výšek.

ním prvkem je spouštěn a zastavován v dynamických rázech, což eliminuje riziko zanášení drenážního potrubí usazovanými zemitými částicemi. Řízení regulace podle úrovně horní hladiny umožňuje využití i ve svažitějších podmínkách, kde není vytvořena vzájemně propojená kaskáda podzemních zdrží (viz obr. 1a nahoře). Řešení umožňuje jak aplikaci v novostavbách, tak při rekonstrukci stávajících provozovaných staveb. Optimálně se instalace provádí v drenážní šachtici.

Při regulaci drenážního odtoku se za optimálních podmínek, tedy při sklonech terénu do 1 – 2 % a vzdálenosti regulačních prvků 50 – 80 m, uplatňuje vzájemný přesah úrovní kaskád podzemní vody (viz obr. 1b dole), což umožňuje závislé řízení fází regulace odvozením z úrovně „dolní“ vody na každém regulačním prvkem. Automatizace v obou případech musí řešit převádění „velkých vod“ přes regulační prvek a to jeho vyhrazením.

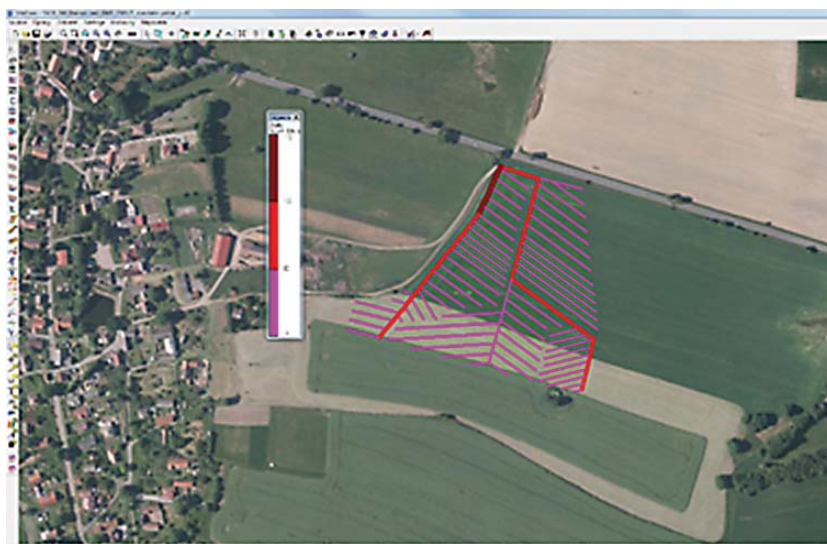
Důležitým aspektem zajištění dlouhodobě spolehlivého provozu drenáže s regulovaným odtokem, je již zmíněné riziko zanášení potrubí. Riziko zmírňuje dodržení dolního limitu unášecí rychlosti proudící vody a tomu přizpůsobená dimenze potrubí. Instalace regulačního prvku snižuje při zahrazení rychlost vodního proudu v místech před regulačním prvkem a tyto úseky potrubí

nevyužívá a regulaci zakládá na statické rovnováze přítoku a regulovaného odtoku (plynulé otevírání nebo zavírání uzávěru), což je nevýhodné při zmíněném riziku chodu splavenin v drenážní vodě. Proto bylo navrženo v rámci PUV2014-22970 řešení, využívající k automatizaci činnosti principu hydrodynamického, plovákem ovládaného klapkového uzávěru. Je-li dosaženo nastavené úrovně manipulované hladiny vody v akumulacím prostoru drenážní šachtice, střídá se v pracovních cyklech fáze zahrazení a vyhrazení odtoku (viz obr. 3).

Pokud se hladina v drenážní šachtici nachází pod nastavenou otevírací úrovní, klapkový uzávěr zahrazuje vtokový otvor regulačního prvku a hydrostatickou silou nebo tíhou konstrukčních dílů je dotlačován na těsnění (viz obr. 4), průtok je zahrazen. Pokud se poté hladina v akumulacím prostoru drenážní šachtice zvýší, plovák zajistí otevření prvku. Konstrukční varianty navrženého řešení jsou dvě: s osou otáčení klapkového uzávěru na úrovni horní hrany vtokového otvoru nebo na úrovni dolní hrany.

ZÁVĚRY

Navrhovaná opatření pro rekonstrukci stávajících drenážních systémů mají vysoký vodohospodářský i hydrologický potenciál při zlepšo-



Obr. 5a Situace simulované plochy Kladno s vyznačením průměru drenážního potrubí



Obr. 5b Pohled na drenážní skupinu Kladno (Google Street View). Pohled jižním směrem.

vání bilance zemědělsky využívané krajiny. Ve vhodných stanovištních podmínkách může malá investice do úpravy stávajícího drenážního systému přinést vysoký ekonomický efekt, vyjádřený zvýšením vláhové zabezpečenosti pěstovaných plodin a snížením potřeby vody pro závlahu (vykrytím části závlahové dávky

vzlínáním z vyšší – regulované úrovně HPV). Hospodářsky se projevuje opatření snížením dopadů agronomického sucha. Zadržení vody přímo v místě pozemku snižuje náklady na provoz závlah, zvyšuje využití retenčního a akumulačního potenciálu pórovitého půdního prostředí, zkracuje období s deficitem vláh a snižuje ztrá-

ty na produkci plodin. Lepší využití reziduí živin v (ne)odtékající drenážní vodě přispívá k lepšímu vykrytí nutričních potřeb pěstovaných plodin, zároveň snižuje zátěž vodních toků a snižuje případné náklady na čištění vod při jejich následném využití (pokud je např. vodní tok přítokem vodárenské nádrže).

Samostatnou kapitolou jsou obtížně vyčíslitelné celospolečenské přínosy při zvýšení retence a akumulace srážkových vod v povodích drobných vodních toků, při nalepšování zásob podzemních vod a při hospodárném užívání vodních zdrojů. Tento efekt se uplatňuje zejména v letním období, kdy po předchozím (jarním) odčerpání zásob půdní vody za účelem zlepšení přístupnosti pozemku, dochází k znovunaplnění podzemních zdrojů infiltrovanou vodou z dešťových srážek. Zlepšuje se také úrodnost půdy a zabezpečení půdní vláhy, zvyšuje se stabilita agro-ekosystému (snižuje se odnos půdy větrnou erozí), zlepšuje se celková vodohospodářská bilance území.

Nezanedbatelným sekundárním aspektem rekonstrukcí, je zvýšení péče o stávající odvodňovací systémy, neboť očekávaného efektu lze dosáhnout pouze u funkční a odborně provozované odvodňovací soustavy. Investice vložené do průzkumu aktuálních podmínek existence odvodňovací stavby, do konceptu návrhu rekonstrukce, do dílčích oprav a přestavby i do zajištění provozu znamenají obecně prodloužení doby funkčnosti stavby při současném snížení možných negativních projevů stavby v krajině.

DEDIKACE

Tento článek vznikl s podporou TAČR v rámci projektu TA02020384 „Autoregulace hypodermického odtoku v malých povodích“.

Literatura:

- [1] Kulhavý, Z., Čmelík, M., Štibinger, J., Macek, L. a Škripko, J., 2015: *Rekonstrukce staveb odvodnění s uplatněním principu regulace drenážního odtoku*. Metodika. ISBN 978-80-87361-47-4, 58 stran.
- [2] Kulhavý Z., Čmelík M., 2014: *Drenážní regulační prvek s pulsním režimem činnosti*. PUV 2014-29970, PV 2014-629.
- [3] Skaggs, R. W., Nassehzadeh-Tabrizi, A., 1982: Effect of drainage system design on surface and subsurface runoff from artificially drained lands. Proceedings of the Inst. Symposium on Rainfall-Runoff Modeling. Mississippi State University, Mississippi State, Miss. pp. 337-354.
- [4] Kulhavý Z., Štibinger J., Hurda J., 2013: *Kalkulátor – kvantifikace efektu regulace odtoku na odvodňovacím prvku*. Autorizovaný software

a manuál publikovaný na http://www.hydromeliorace.cz/sw/regulace-VUMOP_v.v.i.,_ČZU_v_Praze.

- [5] Macek L., Škripko J., 2013: *Rekonstrukce kanalizací: význam plánování rozvoje a projektování založeném na modelu z hlediska budoucích investičních úspor a zlepšování provozu*. Sborník konference *Rekonstrukce stokových sítí a čištění odpadových vod*, VÚVH Bratislava, Podbanské, 7 stran.
- [6] Usnesení Vlády ČR č. 620 ze dne 29. července 2015 k přípravě realizace opatření pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody.
- [7] 1985: *Regulované odvodňovací systémy (ROS)*. Směrnice MZVŽ ČSR, MPVŽ SSR, VÚZP Praha.

Konferencia HYDROCHÉMIA 2016

Slovenská vodohospodárska spoločnosť pri Výskumnom ústave vodného hospodárstva, člen ZSVTS, Výskumný ústav vodného hospodárstva Bratislava, Ministerstvo životného prostredia SR, Združenie zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku, Slovenská vodohospodárska spoločnosť, člen ZSVTS, Československá asociácia vodárenských expertů, Zväz slovenských vedec-kotechnických spoločností, Slovenský národný komitét IWA a generálny partner Merck spol. s r.o. organizujú v dňoch **18. – 19. mája 2016** v Bratislave XLII. ročník konferencie s medzinárodnou účasťou **HYDROCHÉMIA 2016**.

Tematické okruhy konferencie:

Zameranie konferencie ostáva rovnaké ako v predchádzajúcich ročníkoch s ťažiskom na nasledovné oblasti:

- problematika hydrochémie vo vzťahu k legislatíve EÚ,
- aplikácia analytických a vzorkovacích metód v praxi (voda, kaly, sedimenty, biologické a iné matrice),
- výmena skúseností a praktických poznatkov z oblasti hydrochémie v prevádzkovej praxi,
- medzilaboratórne testy a akreditácie vodohospodárskych laboratórií,
- uplatnenie hydrochemických procesov pri úprave pitných vôd a čistení odpadových vôd.

Forma prezentácie na konferencii:

1. prednáška,
2. posterová prezentácia,
3. firemná prezentácia (prednáška, výstavka),
4. reklama v zborníku.

V prípade záujmu o účasť na konferencii s prednáškou, resp. posterom je treba poslať stručný súhrn obsahu príspevku v dĺžke cca 20 riadkov na adresu organizátorov do **31. januára 2016**
(stačí aj e-mailom na adresu: hucko@vuvh.sk).

Rovnako ako v minulých rokoch umožníme účastníkom konferencie stretnúť sa so zástupcami firiem, ktoré ponúkajú služby v oblasti dodávok prístrojovej techniky a chemikálií pre analýzu vôd, kalov a sedimentov.

Dôležité termíny:

- 31. 1. 2016: zaslanie predbežných prihlášok
- 15. 2. 2016: oznámenie autorom o prijatí príspevkov a posterov, zaslanie pokynov
- 31. 3. 2016: konečný termín odovzdania príspevkov pre prípravu zborníka do tlače
- 5. 5. 2016: uzávierka záväzných prihlášok na konferenciu
- 18. – 19. mája 2016: termín konania konferencie**

Adresa pre korešpondenciu:

Slovenská vodohospodárska spoločnosť pri VÚVH Bratislava, člen ZSVTS

Ing. Pavel Hucko, CSc., Eva Podrazilová

Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, Slovensko

tel.: +421-2-59343424, -59343473

fax: +421-2-54411941, -54418047

e-mail: hucko@vuvh.sk

Bližšie informácie, týkajúce sa účasti na konferencii je možné získať na vyššie uvedenej adrese alebo na internetovej stránke VÚVH - **www.vuvh.sk**.

Ing. Pavel Hucko, CSc.
VÚVH Bratislava
predseda SVHS

Konference „PITNÁ VODA 2016“, Tábor

Společnost W&ET Team, České Budějovice s spoluprací s dalšími partnery organizují ve dnech **23. – 26. května 2016 v jihočeském městě Tábor**, v hotelu Dvořák konferenci **PITNÁ VODA 2016**, která bude již 13. pokračováním konferencí Pitná voda z údolních nádrží.

Konference se bude věnovat celé šíři problematiky pitné vody. Vedle vzájemných vztahů mezi technologiemi úpravy pitné vody a ději probíhajícími v údolních nádržích, tocích a jejich povodí, bude zahrnovat také technologii úpravy podzemní vody a problematiku hygieny pitné vody. Je zřejmé, že kvalita pitné vody je závislá na mnoha přírodních, technických a organizačních faktorech, které se vzájemně ovlivňují. Proto je žádoucí optimálně koordinovat technologická opatření v úpravách se zásahy na nádržích, tocích a v jejich povodí. K tomu je nezbytné vzájemné pochopení odborníků různých disciplín, věcné argumentování někdy odlišných přístupů a snaha o spolupráci pro **dosažení společného cíle – kvalitní pitné vody**.

Konference se zaměřuje na tyto oblasti:

- problematika ochranných pásem vodních zdrojů ve vztahu k upravitelnosti a zabezpečení kvality a množství pitné vody
- procesy probíhající v nádržích, které jsou významné z vodárenského hlediska, jejich ovlivnění hospodařením v povodí nádrže a sezónní vlivy na kvalitu surové vody
- hospodaření a manipulace s vodou na nádržích z vodárenského hlediska, hydrodynamika nádrží
- účinnost různých technologických procesů úpravy povrchové a podzemní vody vzhledem k jednotlivým významným typům znečištění (zákal, huminové látky, extracelulární organické látky, mikroznečištění, různé typy organismů aj.)
- moderní technologické postupy úpravy vody, jejich ověřování v laboratoři či poloproduzu a jejich význam pro praxi
- hygienické požadavky na kvalitu pitné vody, jejich plnění a vývoj do budoucna; distribuce pitné vody bez chemické dezinfekce
- problematika pitné vody ve vztahu k aktuálnímu a budoucímu stavu legislativy
- dobré příklady řešení praktických provozních problémů

Konference je určena provozovatelům a vlastníkům úpraven vody, pracovníkům podniků Povodí, vědeckým a odborným pracovníkům z oborů hygieny, chemie a technologie vody, limnologie, zdravotního inženýrství, hydrotechniky, dále pracovníkům projektových a konzultačních organizací a orgánům státní správy a samosprávy měst a obcí i dalším, kterých se problematika pitné vody dotýká.

Důležité termíny:

- 10. 2. 2016** odeslání předběžné přihlášky příspěvků do programu (oddělením části 1. oznámení) zpět pořadateli
20. 2. 2016 autoři příspěvků přijatých do programu obdrží pokyny pro úpravu publikací do sborníku
20. 3. 2016 konečný termín pro odevzdání příspěvků do sborníku
10. 4. 2016 rozesílání programu konference a závazných přihlášek (2. oznámení) předběžně přihlášeným účastníkům

23. – 26. 5. 2016 konání konference

K účasti srdečně zveme také seniory a studenty našeho oboru, pro které tradičně připravíme zvýhodněné podmínky účasti. V případě zájmu kontaktujte prosím organizátora.

Odborný a organizační garant konference:

doc. Ing. Petr Dolejš, CSc.
 W&ET Team, Písecká 2, 370 11 Č. Budějovice,
 mobil: 603 440 922 e-mail: petr.dolejs@wet-team.cz

Aktuální informace najdete na: www.wet-team.cz

XVI. konferencia s medzinárodnou účasťou PITNÁ VODA

Ing. Jana Buchlovičová
VodaTím s.r.o.

Stalo sa už tradíciou, že konferencia PITNÁ VODA sa koná pravidelne na jeseň v Kúpeľnej dvorane v Trenčianskych Tepliciach.

Konferencia si zachováva svoj vzdelávací charakter, a tak ako predchádzajúce roky, aj tento rok bola určená pracovníkom z odboru vodárenstva, ktorí sa zaoberajú problematikou pitnej vody, prevádzkovateľom vodáren-

mu bola i audiovizuálna prezentácia firiem a dodávateľských organizácií, pričom dĺžka prezentácie bola limitovaná na 10 minút. Okrem toho niektoré firmy svoje výsledky prezentovali formou posterov.

✓ zdroje vody a ich ochrana, doprava vody

✓ hygiena, hydrobiológia a kvalita vody

V sekcii „Konceptné otázky rozvoja vodárenstva, organizácia a riade-



Predsedenstvo konferencie Pitná voda



Pohľad do kongresovej sály Kúpeľnej dvorany

ských sietí a diaľkových privádzačov, prevádzkovateľom malých obecných vodovodov, zástupcom obcí, pracovníkom Regionálnych úradov verejného zdravotníctva a Odborov životného prostredia, ako i ďalším, ktorých sa problematika pitnej vody dotýka.

I XVI. konferencia si zaslúži prívlastok „Konferencia s medzinárodnou účasťou“. Konferencie sa zúčastnilo 168 účastníkov. Do programu konferencie bolo zaradených 39 vysoko kvalitných, ale hlavne aktuálnych prednášok. Z prihlásených a zaradených príspevkov bolo 19 príspevkov od slovenských autorov, 16 príspevkov od autorov z Českej republiky, 3 príspevky od kolektívu autorov Slovenskej a Českej republiky, 1 spoločný od autorov z Holandska a Slovenska a 1 príspevok z Poľskej republiky. Súčasťou odborného progra-

Vysoká účasť, prakticky počas celej histórie konferencií Pitná voda, je určite dôležitým ukazovateľom opodstatnenosti organizovania tejto konferencie. Som toho názoru, že dôležitým faktorom z hľadiska účasti je i „previazanosť“ tejto konferencie s konferenciou Pitná voda, ktorá sa koná pravidelne každé dva roky v máji v meste Tábor v ČR.

Počas slávnostného otvorenia konferencie sa prítomným účastníkom prihovorili zástupcovia organizátorov a sponzorov konferencie.

Konferencia potom pokračovala odborným programom, ktorý bol rozdelený do piatich sekcií:

- ✓ konceptné otázky rozvoja vodárenstva, organizácia a riadenie
- ✓ technický a technologický audit
- ✓ technológia úpravy vody

nie“ odznali prednášky autorov z Úradu verejného zdravotníctva a RÚVZ zamerané hlavne na legislatívu a zmeny v legislatíve SR či už z pohľadu kvality pitnej vody alebo posudzovanie bezpečnosti materiálov a predmetov určených pre styk s pitnou vodou.

Už v minulých ročníkoch konferencie Pitná voda odznalo viacero prednášok na urgentnú potrebu modernizácie a rekonštrukcie slovenských úpravni vody. Je samozrejmé, že téma kvalitnej prípravy pre technicky správne a ekonomicky optimálne riešenie rekonštrukcie a modernizácie úpravni vôd bola predmetom aj tejto konferencie. V sekcii „Technický a technologický audit“ odznali prednášky, v ktorých boli zhrnuté skúsenosti z dlhoročnej praxe rekonštruovaných úpravni vôd, postupy posudzovania, technický

postup a zásady, resp. vytýčené kritériá správnych postupov pri rekonštrukcii alebo modernizácii úpravne vody.

Najrozsiahlejšou sekciou, bola sekcia „Technológia úpravy vody“, v ktorej odznali prednášky na jednotlivé technologické postupy overované v laboratórnych, poloprevádzkových a prevádzkových podmienkach.

Vzhľadom k tomu, že v lokalitách, kde sa na pitné účely využíva mäkká voda, sa vo zvýšenej miere vyskytujú kardiovaskulárne ochorenia, v poslednom období rezonuje potreba úpravy týchto vôd, a to ich stvrdzovaním. V Slovenskej republike sa takáto úprava vody vo väčšine prípadoch pripravuje v rámci modernizácií úpravní vôd. V Českej republike sa už stvrdzovanie realizovalo na viacerých lokalitách (kolektív autorov Sweco Hydroprojekt a. s. a Výskumný ústav vodného hospodárstva).

Konferencia pokračovala prezentáciou poloprevádzkových skúseností testovania rôznych technologických postupov: flotácie (W&ET Team, České Budějovice, ENVI-PUR s. r. o.), ozonizácie (VODING HRANICE, spol. s r. o., MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a. s.), jednostupňovej nitrifikácie (VÚVH) a Mobilná pilotná úprava vody ako nástroj na optimalizáciu procesov úpravy vody (Eurowater spol. s r. o.).

Na poloprevádzkové overenia navrhnutých technológií nadväzuje ich overenie v skúšobnej prevádzke [„ÚV Bedřichov – flotace, poznatky ze zkušebního provozu“ (Ing. Beyblova, Rainiš, Ing. Blažek – Severočeské vodovody a kanalizace, a. s.) alebo „ÚV Hradec Králové Orlice – provozní zkušenosti na zimní a jarní vodě – hodnocení jednotlivých separačních stupňů“ (Ing. Král – Královéhradecká provozní, a. s.)].

V tejto sekcii odznali aj zaujímavé prednášky zamerané na viacmateriálovú filtráciu, či už to bol vývoj a súčasnosť filtračných materiálov alebo metódi výberu vhodného filtračného materiálu alebo prezentácie dodávateľov filtračných materiálov (ENVI-PUR, s. r. o. a VUM, a. s.). V súčasnosti sa na trhu objavili aj nové filtračné materiály (Filtralite Mono-Multi-Fine, kompozitné materiály na základe karbonizovanej celulózy), ktoré si určite nájdú opodstatnenosť využitia v procese úpravy pitnej vody.

V sekcii „Zdroje vody a ich ochrana, doprava vody“ okrem hodnotenie

nia zdrojov pitných vôd, ochranných pásiem, odznala prednáška s praktickou skúsenosťou aj na tému „Domové studne – hrozba kontaminácie vodovodných sietí,“ (kolektív autorov Západoslovenskej vodárenskej spoločnosti, a. s. a RÚVZ Galanta). Kontaminácia vodovodných sietí sa v poslednom období vyskytla vo viacerých lokalitách Slovenskej republiky, kde počas sanácie vodovodnej siete zostáva bez dodávky pitnej vody spotrebiteľ niekedy aj viac dní.

Podvečer druhého dňa bol venovaný panelovej diskusii na tému: „Nové technológie v procese úpravy vody“ (flotácia, membránové separačné procesy, nové filtračné materiály, ÚV žiarenie...).

Tretí deň konferencie bol zameraný na hygienu, hydrobiológiu a kvalitu vody. V rámci tejto sekcie odznali prednášky tematicky zamerané na zdravotnú bezpečnosť pitnej vody, dezinfekciu pitnej vody, skúsenosti s prevádzkovaním bezpečnostného monitorovacieho systému pitných vôd a pod. Po odznení prvých dvoch prednášok „Dezinfekcia pitnej vody v projektoch orgánov verejného zdravotníctva“ a „Je aj pitná voda bez dezinfekcie vhodná na použitie pre hromadné zásobovanie?“ (kolektív autorov Úradu

Trojdnovú konferenciu svojim príhovorom uzavreli doc. Ing. Danka Barloková, PhD. zo Stavebnej fakulty STU Bratislava a prof. Ing. Václav Janda, CSc. z VŠCHT Praha, v ktorom zhodnotili prínos a potrebu tohto podujatia na Slovensku a vyjadrili poďakovanie organizátorom, prednášateľom, sponzorom i všetkým účastníkom konferencie. Vyzdvihli vysokú odbornú i spoločenskú úroveň konferencie, ktorej hlavným motívom bola „bezpečná pitná voda“.

Súčasťou konferencie bol aj sprievodný program, ktorý pozostával z:

- ✓ prezentácie firiem a dodávateľských organizácií,
- ✓ priateľského stretnutia s možnosťou voľnej diskusie.

Pre prezentáciu firiem a dodávateľských organizácií boli už tradične vytvorené optimálne podmienky. Prezentácia sa realizovala v hornej časti kongresovej sály Kúpeľnej dvorany, pričom každá firma, či dodávateľ mal k dispozícii panel a rokovací box. Možnosť tejto prezentácie využilo 14 firiem zo Slovenskej a Českej republiky.

Na záver by som chcela v mene celého organizačného výboru konferencie vyjadriť vďaka zástupcom sponzorujúcich firiem, ktorí nám výrazne pomohli pri zorganizovaní konferencie,



Sponzori konferencie



Sponzori konferencie

verejného zdravotníctva SR) sa rozprúdila tak rozsiahla diskusia, že organizátori prisľúbili zorganizovať v roku 2016 na túto tému konferenciu vo Vysokých Tatrách.

Nie menej zaujímavé boli aj ďalšie príspevky, v ktorých odznali aj potenciálne riziká znehodnocovania zdrojov pitnej vody.

ako i mediálnym partnerom pri propagácii. Poďakovanie patrí i všetkým účastníkom a prednášajúcim. Srdečné poďakovanie patrí i Trenčianskym vodárňam a kanalizáciám, a. s. za spoluprácu a sponzoring pri príprave priateľského stretnutia.

Fotografie: autor článku

Informácie o nových STN

INFORMATION ON NEW SLOVAK WATER MANAGEMENT STANDARDS (STN)

Pripravila: **Mgr. Daša Borovská**

Výskumný ústav vodného hospodárstva, Bratislava

V novembri a decembri 2015 vyšli v oblasti vodného hospodárstva tieto slovenské technické normy:

STN EN 14757: 2015 (75 7755) Kvalita vody. Odber vzoriek rýb žiabrovými sieťami

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN 14757: 2015 sa ruší predchádzajúce vydanie STN EN 14757: 2006.

TNI CEN/TR 1046: 2015 (73 6741)

Potrubné a ochranné rúrové systémy z termoplastov. Systémy na dopravu vody alebo odpadovej vody mimo konštrukcie budov. Pokyny na podzemné inštalovanie

Norma vyšla v slovenskom jazyku.

Vydáním TNI CEN/TR 1046: 2015 v slovenskom jazyku sa ruší vydanie TNI CEN/TR 1046: 2014 v anglickom jazyku a sú-

časne sa ruší STN P CEN/TS 1852-3: 2003 Potrubné systémy z plastov na beztlakové podzemné kanalizačné potrubia a stoky. Polypropylén (PP). Časť 3: Odporúčania na inštalovanie

STN EN 14742: 2015 (83 8206) Charakterizácia kalov. Postup na chemickú úpravu v laboratóriu

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Oznamy

Konferencia: NOVÉ TRENDY V OBLASTI ÚPRAVY PITNEJ VODY I pokračovanie

5 pokračovanie konferencií Modernizácia a optimalizácia úpravní vôd v SR

Termín konania: **27. – 28. apríl 2016**

Miesto konania: **Kúpele Nový Smokovec**

Organizátori konferencie:

VodaTím s.r.o., Podtatranská vodárenská prevádzková spoločnosť, a.s., ENVI-PUR, s.r.o., Enviroline, s.r.o.
Česko-nemecká obchodní a průmyslová komora, Vodohospodářská sekcia RZ SKSI Bratislava,
W&ET Team, České Budějovice, Československá asociácia vodárenských expertov

Tematické zameranie konferencie:

Konferencia bude zameraná na:

- nové technológie v procese úpravy vody (flotácia, membránové separačné procesy...)
- veľmi mäkké a veľmi tvrdé vody – negatívny vplyv na rozvody ale aj na ľudské zdravie
- dezinfekcia vody – chlórovanie áno alebo nie
- riziká kontaminácie distribučných sietí a možné opatrenia
- energetická náročnosť prevádzok ÚV a možnosť jej znižovania

Dôležité termíny konferencie:

21.12.2015 – termín na odovzdanie názvu a anotácie príspevku – max. 20 riadkov

04.01.2016 – oznámenie autorom o prijatí príspevkov a zaslanie pokynov na spracovanie rukopisov

05.02.2016 – konečný termín na odovzdanie príspevkov do zborníka, po tomto termíne nebudú príspevky uvedené v zborníku odborných prác

Sekretariát konferencie:

Ing. Jana Buchlovičová, VodaTím s.r.o., Zvolenská 27, 821 09 Bratislava

mobil: +421 903 268 508, e-mail: buchlovicova@vodatim.sk

Materiál na stiahnutie: www.vodatim.sk, www.csave.cz, www.tschechien.ahk.de/cz

Ako písať do Vodohospodárskeho spravodajcu

Vaše príspevky nám posielajte v textovom editore Word.

Štandardná dĺžka príspevku je 5 normalizovaných strán, čo zodpovedá cca 1 časopiseckej dvojstrane. (1 normalizovaná strana: cca 34 riadkov. **Okraj:** horný, dolný, pravý, ľavý: 2,5. **Zarovnanie:** do bloku. **Riadkovanie:** 1,5. **Písmo:** Times New Roman, 12 bodov.)

Používajte iba „hladký“ text, t. j. bez preddefinovaných odstavcov, nadpisov, štýlov, záhlavia, zápätia, ap. Pre zvýraznenie niektorých slov a viet možno použiť tučné písmo.

1. Štruktúra príspevku:

☐ Názov – krátky a výstižný

☐ Anotácia

Názov a anotáciu (cca. 10 riadkov) dodávajte v slovenskom a anglickom jazyku (v prípade potreby zabezpečíme preklad v redakcii).

☐ Úvod

☐ Samotný text (jednotlivé hlavné časti oddelené medzititulkami)

☐ Závery

☐ Literatúra

Literatúru uvádzajte na konci príspevku v poradí ako je citovaná v texte (napr. [1] HUCKO, P.: ...).

2. Písanie zoznamu literatúry:

● Kniha

Pitter, P. 2009: *Hydrochemie*. Vydavatelství VŠCHT Praha 2009. s. 568, ISBN 9788070807019.

● Kapitola v knihe

Melioris, L., Mucha, I. 1986: *Podzemná voda – metódy výskumu a prieskumu*. 1. Vyd. Alfa – SNTL Bratislava, 1986, kap. 8. Hydrogeologický výskum minerálnych a termálnych vôd, s. 303-331, ISBN 87-556-90452.

● Článok v časopise

Bačík, M., Halmo, N., Lichnerová, O., Verčíková, S. 2010: Nová právna úprava ochrany pred povodňami. In: *Vodohospodársky spravodajca*. 2010, roč. 53, č. 3-4, s. 8-12. ISSN 0322-886X.

● Príspevok v zborníku

Hucko, P., Kušnír, P., Shearman, A. 2007: Hodnotenie procesov prebiehajúcich v dnových sedimentoch - ťažké kovy vodného diela Ružín. In: *Sedimenty vodných tokov a nádrží. Zborník prednášok z konferencie so zahraničnou účasťou, Bratislava*, Bratislava 16.-17. mája 2007. Vyd. Slovenská vodohospodárska spoločnosť ZSVTS pri VÚVH, 2007, s. 169-181, ISBN 978-80-89062-51-5.

● Monografia

Weltonová, J.: *Impresionizmus : Obrazový sprievodca základnými dielami impresionistických maliarov a období, v ktorom sa zrodili*. Prel. Stanislav Kacík. 1. vyd. Bratislava : Perfekt, 1996. 64 s. Umenie z blízka. Prekl. Z angl. orig. Eyewitness Art – The Impressionism. ISBN 80-8046-020-5.

● Časť monografie

Hudec, I. et al.: *Úrazová chirurgia*. 1. vyd. Ilustroval Štefan Chlumecký. Martin : Osveta, 1986, časť C, kap. III. Poranenie chrbtice a miechy, s. 508-579.

● Zdroj z internetu

The European Curriculum vitae. [online], [citované 7.3.2004], Dostupné na internete: <<http://www.cedefop.eu.int/transparency/cv.asp>>

3. Citácie v texte príspevku:

Odkazy na literatúru v príspevku uvádzajte v hranatých zátvorkách [1] atď.

4. Obrázky (t. j. fotografie, grafy, schémy, tabuľky, atď.):

Nevkladajte ich do textu, ale zasielajte originály v samostatných súboroch. V texte vyznačte ich približné umiestnenie.

Pri fotografiách sa snažte o čo najvyššiu kvalitu; najvhodnejší je formát .jpg; rozlíšenie 300 dpi. Tabuľky a grafy dodávajte čiernobiely (nie farebné). Všetky obrázky označte (očísľujte) a výstižný popis k nim uveďte na konci príspevku.

5. Súčasťou každého príspevku musí byť:

❖ celé meno a titul autora (autorov)

❖ úplná adresa pracoviska, telefónne číslo, e-mail

❖ úplná adresa bydliska

❖ rodné číslo

❖ číslo účtu (v prípade, ak chcete zaslať honorár na bankový účet)

Autor tým zároveň dáva súhlas vydavateľovi časopisu – Združeniu zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku – so spracovaním osobných údajov v zmysle zákona č. 428/2002 Z. z. o ochrane osobných údajov.

6. Posielajte nám iba originálne práce:

Ak bol Váš príspevok uverejnený v inej publikácii, alebo odznel na konferencii, seminári, ap., uveďte to na konci príspevku.

O publikovaní jednotlivých príspevkov rozhoduje redakčná rada a v prípade potreby ich postupuje na odborné lektorovanie.

Prosíme Vás o dôsledné dodržiavanie týchto pokynov pre formálnu úpravu príspevkov, ušetríte nám tak mnoho času, ktorý môžeme venovať tvorivejšej práci.

Tešíme sa na spoluprácu s Vami na stránkach Vášho Vodohospodárskeho spravodajcu.

Všetky ďalšie otázky Vám radi zodpovieme telefonicky alebo mailom:

tel.: 02/593 43 238

e-mail: hucko@vuvh.sk, kolacanova@vuvh.sk

© Vodohospodársky spravodajca dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie ročník 59

Vydavateľ: Združenie zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku, Partizánska cesta 69, 974 98 Banská Bystrica, IČO: 30 841 721, tel.: 048/41 48 742, www.zzvvh.sk

Redakcia: Nábr. Arm. Gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, tel.: 02/59 34 32 38, 0915 73 34 72, e-mail: hucko@vuvh.sk, kolacanova@vuvh.sk

Redakčná rada: Ing. P. Hucko, CSc. (predseda), Ing. S. Dobrotka, Ing. I. Galléová, Ing. I. Grundová, doc. Ing. L. Jurík, PhD., RNDr. Andrea Vranovská, PhD., Mgr. L. Krno, RNDr. O. Majerčáková, CSc., Ing. J. Poďorová, PhD., Ing. Ivan Málinka, Ing. Juraj Jurica, Ing. P. Rusina, doc. RNDr. I. Škultétyová, PhD., Ing. G. Tuhý, Dr. Ing. A. Túma.

Dátum vydania: 19. január 2016

Zodpovedný redaktor: Mgr. Zuzana Kolačanová

Grafická úprava: Peter Vlček **Tlač:** Polygrafické centrum, www.polygrafcentrum.sk

Príspevky sú recenzované.

Ďalšie šírenie článkov alebo ich častí je dovoľené iba s predchádzajúcim súhlasom vydavateľa.

Evidenčné číslo: EV 3499/09

ISSN: 0322-886X

Vodárenská biologie 2016

Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r. o., v spolupráci s ostatními spoluorganizátory zvou všechny biology, hydrology, hydrochemiky, pracovníky ve vodárenském průmyslu, zástupce laboratoří, vědecké pracovníky a pracovníky vysokých škol i vysokoškolské studenty uvedených oborů k účasti na již tradiční konferenci **Vodárenská biologie 2016**, která se uskuteční ve dnech **3. – 4. února 2016** v hotelu DAP v Praze.

Hlavní bloky konference:

- Legislativa a normy
- Biologické a mikrobiologické metody
- Taxonomie
- Nádrže, rybníky a koupaliště
- Vodní toky
- Biologie ve vodárenství a technologiích
- Biologie v čistírenské praxi
- Aplikovaná hydrobiologie a mikrobiologie
- Metody molekulární biologie – teorie a praxe
- Detekční systémy a screeningové metody v hygieně vody
- Posterová sekce

Za programový výbor konference:

doc. RNDr. Jana Říhová Ambrožová, Ph.D. – odborný garant konference

Předběžný termín pro závazné přihlášky a úhradu vložného: do 26. 1. 2016

Přihlášky a informace:

Ing. Kamila Stoklasová, tel.: +420 607 078 290, e-mail: kamila.stoklasova@ekomonitor.cz





nadácia
ekopolis

**Povodne, sucho, zníženie schopnosti krajiny
zadržiavať vodu, zvýšený odtok dažďovej vody zo
spevnených plôch, zníženie hladiny podzemných vôd,
nadmerná spotreba pitnej vody, znečistenie vody
– pomôž nám nájsť spôsob, ako tieto situácie zlepšiť.**

Súťaž Pre vodu 2016



Autorka fotografií: Lenka Grossmannová

Vyber si na riešenie konkrétnu situáciu uvedenú na webovej stránke súťaže, alebo navrhni vlastný projekt, ako efektívnejšie hospodáriť s vodou.

**Najlepšie projekty získajú
finančnú odmenu vo výške
1 100 eur, 500 eur a 200 eur.**

Súťaž v skratke:

- témou je šetrné hospodárenie s vodou a ochrana vôd
- vek súťažiacich má byť do 30 rokov
- 1 – 6 členné tímy
- možnosť účasti na workshopoch a prezentačnom seminári
- spolupráca so zadávateľom
- konzultácie s mentormi
- odovzdanie študentskej práce v elektronickej podobe
do **22. februára 2016**
- postup 6 študentských prác do finále
- prezentácia študentských prác pred porotou **22. apríla 2016**

**Uzávierka
študentských
prác je
22. februára
2016.**

www.sutazprevodu.sk

Súťaž vyhlásila Nadácia Ekopolis s podporou Nestlé.



Nestlé