

SOVAK
ROČNÍK 27 • ČÍSLO 1 • 2018
OBSAH

Oldřich Vlasák Úvodník	1
Jiří Hruška VaK Zlín modernizuje vodohospodářskou infrastrukturu – rozhovor s předsedou představenstva Vodovodů a kanalizací Zlín Ing. Svatoplukem Březíkem	2
Alena Satinová Úpravna vody v Tlumačově prochází rozsáhlou rekonstrukcí	4
Kamstrup v roce 2018: Co nás čeká?	6
Filip Wanner Seminář Materiálová transformace čistírenských kalů	7
První instalace frekvenčního měniče ACQ580 v ČR	9
Vladimír Havlík Turbulentní proudění homogenních nenewtonských suspenzí	10
Nový postup k prokázání přítomnosti nanočástic stříbra v povrchových vodách	14
Jaroslav Pastorek, Martin Fencel, Jörg Rieckermann, Petr Sýkora, David Stránský, Michal Dohnal, Vojtěch Bareš Posouzení srážkových dat z mikrovlnných spojů v městském povodí pomocí analýzy nejistot hydrologického modelu	16
Alena Trančíková Mikroplasty v pitné vodě	24
Z regionů	26
Čistící a dezinfekční přípravky CARELA® pro zařízení na pitnou vodu	28
Iveta Kardianová Magazín a další způsoby komunikace SČVK	30
Za Pepou Janským	31



Úpravna vody Klečůvka

Vážení čtenáři časopisu Sovak,

máme před sebou nový rok 2018, na jehož začátku bych se rád ohlédl za rokem uplynulým a připomněl některé z aktivit Sdružení oborů vodovodů a kanalizací ČR, z. s., (SOVAK ČR) v roce 2017.

Je třeba zmínit zejména dvě významné rozsáhlé oborové akce, které SOVAK ČR vloni uspořádal, a to mezinárodní vodohospodářskou výstavu a odbornou konferenci. O nárůstu mezinárodního renomé výstavy VODOVODY–KANALIZACE, jejíž jubilejní 20. ročník proběhl v květnu v prostorách výstaviště PVA EXPO Praha Letňany, svědčí fakt, že se v roce 2017 stalo partnerskou zemí výstavy Rakousko se svojí oficiální účastí a dále se zde prezentovali zahraniční vystavovatelé z celkem 11 zemí světa. Další zahraniční delegace zde měly své výjezdni zasedání. Součástí výstavy, kde se na ploše přes šest tisíc metrů čtverečních představilo 355 firem, byly také odborné přednášky pod garancí ministerstev zemědělství, životního prostředí a průmyslu a obchodu. Na 15. ročník konference Provoz vodovodů a kanalizací přijelo v listopadu do Ostravy na pět set účastníků rozšířit si povědomí o nové legislativě, či o zajímavých technologiích vodárenského oboru v 35 odborných přednáškách, a také se seznámit s výrobky či službami 37 zde se prezentujících firem.

SOVAK ČR v uplynulém roce navázal užší spolupráci se dvěma významnými subjekty – Hospodářskou komorou ČR (HK ČR) a CzWA. Partnerství s HK ČR bylo oboustranně schváleno v září, společným zájmem obou institucí je posílení slova vodohospodářského sektoru při tvorbě legislativy a další vzájemná a aktivní partnerská spolupráce. K prioritám Memoranda o spolupráci s CzWA, podepsaného 26. října, patří zejména prohloubení úrovně poznatků vědy a výzkumu v oboru vodovodů a kanalizací.

Významným způsobem SOVAK ČR rozšířil nabídku vzdělávání pro odborné pracovníky působící ve vodovodech a kanalizacích, a to o možnost zvyšování kvalifikace v novém studijním programu Provozovatel vodovodů a kanalizací.

Kurz je zakončený maturitou a byl o něj velký zájem. Pokračovat bude i letos. Kromě toho SOVAK ČR uspořádal řadu odborných seminářů či inicioval řadu setkání k aktuálním tématům. Po celý rok se pravidelně scházeli experti v odborných komisích SOVAK ČR. Stranou pozornosti nezůstalo ani evropské dění a legislativa díky publikovaným zprávám našich zástupců v komisích EurEau, aktivní jsme také ve Výboru regionů EU.

Stránky časopisu Sovak přinášely informace a zprávy o všech jmenovaných aktivitách, spolu s aktuálním děním ve vašich regionech, a především odborné příspěvky z celého spektra oborů vodovodů a kanalizací. Minulý rok časopis vycházel v nové grafické podobě a podle reakcí vás, čtenářů, se moderní vzhled zalíbil. Velmi nás těší, že časopis Sovak rozšířil počet svých čtenářů i na Slovensko, kam posíláme desítky výtisků, v tomto roce bychom proto chtěli přinášet více novinek i odborných článků od našich slovenských kolegů.

Dovolte mi závěrem, abych vám, čtenářům časopisu Sovak, popřál v novém roce 2018 všechno nejlepší, mnoho pracovních úspěchů, hodně štěstí a zdraví.



Ing. Oldřich Vlasák
ředitel a člen představenstva SOVAK ČR



VaK Zlín modernizuje vodohospodářskou infrastrukturu

Jiří Hruška

Vysoká kvalita pitné vody, investice do infrastruktury a rekonstrukce stávajících objektů patří mezi hlavní cíle, na které se chce společnost Vodovody a kanalizace Zlín, a. s., (VaK Zlín) v letošním roce zaměřit. Do obnovy vodohospodářské infrastruktury plánuje vložit 75 milionů korun. Chce tak navázat na úspěšný rok 2017, kdy do obnovy investovala téměř 60 milionů korun (tyto i následující uvedené částky jsou počítány bez DPH). „Vodárenství na Zlínsku se neustále zlepšuje a my uděláme vše pro to, aby tento trend pokračoval i nadále,“ říká předseda představenstva VaK Zlín Ing. Svatopluk Březík v následujícím rozhovoru.

Investice do vodárenství na Zlínsku se poslední čtyři roky neustále zvyšují. Jaké plány máte v nadcházejícím roce 2018?

Tento rok pro nás bude opravdu náročný, protože chystáme několik nových projektů. Naším primárním cílem je zabezpečení dostatku kvalitní pitné vody tak, jako je tomu doposud. Soustředíme se také na investování do obnovy vodárenské infrastruktury, což považujeme z dlouhodobého pohledu za velice důležité.

V roce 2017 jsme investovali téměř 60 milionů korun do obnovy našich sítí. Zahájili jsme také rozsáhlou rekonstrukci úpravny vody v Tlumačově za 80 milionů korun, která výrazně zvýší kvalitu vody pro 50 tisíc lidí.



Do kterých konkrétních staveb plánujete v roce 2018 investovat?

Podle nově sestaveného plánu chceme v roce 2018 do obnovy investovat asi 75 milionů korun z vlastních zdrojů. Peníze použijeme například na rekonstrukci vodovodů Rokytnice a Vysoké Pole, na řešení nedostatku vody obce Lukoveček nebo rekonstrukci vodovodu ve Zlíně-Kudlově.

Z investic do zabezpečení odvádění odpadních vod bude zajímavá rekonstrukce kanalizace na náměstí Míru ve Zlíně, která se bude provádět bezvýkopově.

Máte vedle nájemného ještě další zdroje financí, které plánujete využít na investice do infrastruktury?

Z nájemného chceme v příštím roce financovat asi 30 projektů na zabezpečení pitné vody a odvádění odpadních vod v rámci celého regionu. Je to na základě vyhodnocení potřeb i komunikace s městy a obcemi. Dalším zdrojem financí jsou úvěry, kterými pokryjeme náklady na dva významné projekty.

Posledním způsobem jsou smluvní investice, které máme vyjednány s MORAVSKOU VODÁRENSKOU, a. s., nad rámec nájemného. MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ některé projekty financuje výhradně ze svých zdrojů, takže zde se majetek modernizuje i bez využití peněz z rozpočtu VaK Zlín.

Prospívá investicím do infrastruktury aktivní spolupráce s MORAVSKOU VODÁRENSKOU?

Určitě ano. Optimalizace provozní smlouvy a zlepšování vztahů s MORAVSKOU VODÁRENSKOU patří mezi naše primární úkoly. Pro příští rok jsme se například dohodli na navýšení nájemného o pět milionů korun ročně na celkových 133 milionů, díky čemuž poputuje na obnovu zase více peněz.

Podle Vašich slov na obnovu vodohospodářského majetku putuje ročně několik desítek milionů. Jak celkově hodnotíte úroveň vodárenského oboru na Zlínsku?

Úroveň vodárenství na Zlínsku je velmi vysoká, neustále se zlepšuje a zlepšovat bude. V roce 2019 totiž plánujeme na investice vyčlenit dokonce až 100 milionů korun.

Dobrá stav potvrzují také analýzy jedné z nejuznávanějších poradenských firem Grant Thornton, které uvádějí, že provoz ve Zlíně je velice efektivní.

Obyvatelé Zlínska každoročně spotřebují více než sedm milionů metrů krychlových vody. Hrozí v extrémních podmínkách nedostatek pitné vody?

Nedostatek nehrozí, což se potvrdilo i v uplynulém roce. Díky kapacitě nádrže Slušovice a hydrogeologických vrtů jsme i za dlouhotrvajícího tropického počasí schopni zajistit dostatek pitné vody v té nejvyšší kvalitě. I tak jsme ale otevřeli téma velkých přiváděčů, které by situaci v regionu ještě zlepšily.

Podobnou situaci řeší i ve východních Čechách. Jistě se nejedná o malou investici, můžete to přiblížit?

V budování přiváděčů a propojování vodárenských soustav vidím v dlouhodobém horizontu jeden z nejučinnějších nástrojů v boji proti případnému nedostatku pitné vody. Dokážou totiž

řešit problém s lokálními nedostatky, a to při relativně nízkých nákladech. Konkrétně se bavíme o rekonstrukci přivaděče z Brumova-Bylnice do Valašských Klobouk. Zajistíme tím propojení vodovodních sítí VaK Zlín a Vsetín a zastupitelnost vodních zdrojů v těchto regionech. Investici odhadujeme přibližně na padesát milionů korun.

Co přinese rok 2018 vašim zákazníkům ve Zlíně a okolí?

Budeme se i nadále soustředit na to, abychom ve spolupráci s MORAVSKOU VODÁRENSKOU poskytovali ty nejlepší možné

služby a zajišťovali vodu v nejvyšší kvalitě. K tomu navíc zlevňujeme vodné a stočné o celou korunu na 85,71 Kč za kubický metr (včetně DPH), čímž se vracíme na cenovou úroveň z roku 2014.

Mgr. Jiří Hruška
časopis Sovak
e-mail: hruska@sovak.cz

Vodohospodářské inženýrské služby, a. s.

Křížová 472/47, 150 39 Praha 5
IČ: 60193689, tel. 257 182 411

laboratoř pitných a odpadních vod,
akreditace ČIA 1213, tel. 602 389 347
projektové práce, inženýrská činnost
tel. 606 644 463
geodetické práce, GIS, tel. 602 877 542
inspekční prohlídky kamerou, tel. 602 274 134, 724 151 191





SEZAKO®

Ekologické služby
SEZAKO Prostějov s.r.o.
Fanderlíkova 36
796 01 Prostějov CZ

www.sezako.cz E-mail: sezako@sezako.cz tel./fax: 582 338 167
POHOTOVOST: +420 603 546 641 tel.: 582 336 366

Prostějov • Praha • České Budějovice • Hradec Králové • Třinec
Trnava • Košice • Ružomberok • Malacky

www.eureau.org – the views of Europe's water sector



SWECO 

- vodárenství
- kanalizace a čištění odpadních vod
- hydrotechnika a hydroenergetika
- odpadové hospodářství
- rekultivace a krajinné inženýrství
- ekologické inženýrství
- hydroinformatika
- dopravní stavby
- geotechnika

Sweco Hydroprojekt a.s.
Konzultační a projektové služby

www.sweco.cz

Úpravna vody v Tlumačově prochází rozsáhlou rekonstrukcí

Alena Satinová

Vodárenství na Zlínsku se v posledních letech výrazně mění a modernizuje. Společnost Vodovody a kanalizace Zlín, a. s., ve spolupráci s MORAVSKOU VODÁRENSKOU, a. s., každý rok investuje několik desítek milionů korun do obnovy vodárenské infrastruktury. Jedním z největších projektů posledních let je rekonstrukce úpravní vody v Tlumačově, do které se bude v průběhu dvou let investovat 80 milionů korun (bez DPH).



Právě Tlumačov je pro Zlín a jeho široké okolí jedním ze dvou klíčových zdrojů pitné vody. Zásobuje například část obyvatel v západním Zlíně, Otrokovicích, Machově, Mysločovicích, Pohořelicích a dalších obcích. Úpravna vody v Tlumačově je pro obyvatele na Zlínsku velice důležitá. Je proto nezbytné, aby byla v co nejlepším stavu. Prostřednictvím této úpravní je pitnou vodou zásobováno celkem 48 800 obyvatel.

Hlavním cílem modernizace úpravní vody Tlumačov je změna technologie, která spočívá v instalaci dávkování ozonu pro oddělení železa a manganu, a také v doplnění druhého stupně filtrace prostřednictvím granulovaného aktivního uhlí, jež zajistí odstranění cizorodých látek včetně pesticidů a léčiv. Kromě další eliminace již tak minimálního obsahu cizorodých látek ve vodě pozná investici v Tlumačově každý odběratel na první ochutnání. Zlepší se totiž nejen kvalita vody, ale ozonizace a filtrace přes aktivní uhlí zajistí lepší sensorické vlastnosti dodávané vody. Díky těmto procesům zároveň provozovatel infrastruktury splní veškeré ukazatele kvality pitné vody ve vztahu k platné legislativě. Na jakost dohlíží také oddělení kontroly kvality vody MORAVSKÉ VODÁRENSKÉ, které ročně provede více než 30 tisíc analýz u 2 500 odebraných vzorků. O vodu je tudíž velice dobře postaráno a dostane se lidem pouze v té nejvyšší podobě.

Úpravna vody Tlumačov v číslech

Výše investice:	80 milionů korun (bez DPH)
Rok dokončení rekonstrukce:	2018
Počet zásobovaných obyvatel:	48 800
Objem ročně vyrobené vody:	3 360,5 tis. m ³ · rok ⁻¹

Popis úpravní

Úpravna vody Tlumačov byla vybudována na počátku 50. let 20. století s uvedením do provozu v roce 1952. Za dobu svého

provozu prošla několika dílčími úpravami. K zásadní rekonstrukci, rozšíření a modernizaci úpravní došlo v letech 1995 až 1997. Tato rekonstrukce spočívala v přestavbě a přístavbě filtrů, modernizaci technologického a strojního zařízení, automatizaci řízení, s maximálním výkonem až 400 l/s. V současnosti se zdroj využívá na cca 100–150 l · s⁻¹.

Zdrojem vody pro ÚV Tlumačov jsou jímací území Tlumačovský les a jímací území Štěrkoviště–Kvasice. Jímání vody z území Tlumačovský les je prostřednictvím kopaných a vrtaných studní. Voda je dopravována násoskovými řady do sběrné studny u ČS Tlumačovský les I. Jednotlivé jímací studny jsou na tyto násoskové řady připojeny samostatnými propojovacími řady. Jímací území Štěrkoviště–Kvasice je zdrojem jak podzemní vody z hydrogeologických vrtů podél břehu jezera, která je jímána násoskovým řadem do sběrné studny ČS Kvasice, tak povrchové vody z jezera štěrkoviště. Zdroje z podzemní vody jsou dostačující pro potřebný objem vyrobené vody, a tudíž odběr vody z jezera je v současnosti pozastaven a ponechán jako zálohový zdroj.

Surová voda z jímacích území Tlumačovský les a Štěrkoviště–Kvasice se čerpá do ÚV Tlumačov, kde je upravována dvoustupňovou separací na dvou nezávislých technologických linkách. Voda z obou území je směšována na prvním stupni (schodu) aerační kaskády a dále upravována společně. Voda je na stupňovité kaskádě podrobena intenzivní aeraci, po aeraci je vedena do dvoukomorové flokulační nádrže, kde je do ní aplikována dávka flokulantu – hydrátu vápenatého ve formě vápenného mléka. Pomocí pádlových míchadel v obou komorách dochází k rychlému a následně pomalému promíchání flokulantu. Z flokulační nádrže je voda odváděna na 1. separační stupeň – podélné horizontální usazovací nádrže. Po 1. separačním stupni voda odtéká na 2. separační stupeň – pískové rychlofiltry. Po poslední velké rekonstrukci je nainstalován drenážní systém Aquafilter, který je tvořen konstrukcí bez meziden s plastovými trubními rozvody. Filtry jsou regenerovány vodou a vzduchem ve fázích vzduch–voda + vzduch a voda. Za tímto účelem jsou ve strojovně úpravní osazena prací čerpadla a prací dmýchadla. Voda z praní filtrů a odkalování sedimentací se akumuluje v odsazovacích nádržích a po odsazení kalu se voda vrací do procesu úpravy. Odsazený kal je vypouštěn a gravitačně odváděn na kalové laguny, které byly v rámci předcházející rekonstrukce vybudovány na katastru města Otrokovice v místech, kde končí Tlumačovský les. Po filtraci je voda odváděna do akumulační nádrže. V potrubí před vstupem do akumulační nádrže dochází k hygienickému zabezpečení vody dávkou vodního roztoku plynného chloru. Z akumulační nádrže se upravená voda čerpá z úpravní dvěma směry. Prvním směrem je vodojem Hrabůvka, druhým směrem je vodojem Malenovice. Oba vodojemy slouží v systému SV Zlín pro akumulaci vody pro větší polovinu krajského města Zlína, dále pak pro města Otrokovice, Napajedla a další přilehlé obce západně od krajského města.

Důvody rekonstrukce

Stáří úpravný a její nepřetržitý provoz vykazuje značné technické a morální opotřebení jak technického zařízení, tak zejména úroveň technologického procesu úpravy vody. Stávající úpravná voda byla rekonstruována před dvaceti lety. V té době se jednalo o generální rekonstrukci odpovídající tehdejšímu vysokému standardu úpravárenské technologie. 20 let je ve všech oborech technologie dlouhá doba, za kterou nová poznání ukazují vyšší možnosti a posun ke zkvalitnění procesu. Dalším důvodem pro rekonstrukci byl také výskyt metabolitů pesticidních látek Acetochlor ESA a Acetochlor EA, který stávající technologie nedokázala odstranit.

Návrh rekonstrukce

Investor a provozovatel zařízení úpravný vody se proto rozhodl odborně ověřit možnosti rekonstrukce, a to za účelem jak modernizace technologie úpravy, tak náhrady opotřebeného technického zařízení za nové technické prostředky.

Byla zpracována studie, která navrhovala možné řešení rekonstrukce. V rámci této studie byly provedeny dvě poloprovozní zkoušky ozonizace a také poloprovozní test účinnosti sorpce na aktivním uhlí.

Ve spolupráci s firmou DISA Brno byl proveden poloprovozní ozonizační pokus s aerovanou směsnou surovou vodou z prameniště Tlumačovský Les a Štěrkovské-Kvasice. Cílem pokusu bylo orientačně zjistit teoretickou dávku ozonu (O_3) a z toho vyplývající výkon ozonizátoru. Na tento pokus byl zapůjčen přenosný ozonizátor WEDECO GSO 10-Oxygen s výkonem max. 30 g O_3 /h.

Druhý ozonizační pokus byl zaměřen na ověření požadovaného výkonu ozonizátoru a také byl rozšířen o výsledky vlivu ozonizace na odstraňování metabolitů pesticidních látek.

K testování účinnosti filtrace přes aktivní uhlí byl zapůjčen malý mobilní adsorbér MiniCyclesorb s náplní aktivního uhlí Chemviron Carbon Filtrasorb TL 830 (GAU) od firmy Jako, s. r. o. Tento mobilní filtr byl zapojen na odtoku ze stávajícího pískového filtru a simuloval tak druhý stupeň filtrace. Výsledky tohoto testu potvrdily vysokou účinnost filtrace aktivním uhlím.

Průběh rekonstrukce

Rekonstrukce započala v červenci roku 2017. Koncepce úpravný vody je již od jejího uvedení do provozu v 50. letech řešena systémem zvaným „letadlo“, tj. veškerá voda je dělena do dvou na sobě nezávislých technologických úpravárenských linek. Rekonstrukce tedy probíhá za plného provozu bez nutnosti odstavení úpravný. Plánované dokončení prací je v polovině roku 2018.

Rekonstrukce řeší jak stavební úpravy poškozených a opotřebených stávajících konstrukcí, tak výměny a modernizace elektrotechnických a technologických zařízení včetně potrubí.

Směs surové vody ze dvou jímacích území bude nadále podrobena aktivní mechanické aeraci na vodních kaskádách. Mechanické provzdušnění surové vody se provádí za účelem odvětrání volného oxidu uhličitého. Dochází ke zvýšení pH vody a současně dochází k primární oxidaci dvojmocného železa a manganu. Dávkování značného množství hydrátu vápenatého bude nahrazeno dávkováním ozonu, jehož hlavní funkcí bude oxidace dvojmocného železa a manganu, které jsou obsaženy v surové vodě z obou zdrojů vody Tlumačovský Les a Štěrkovské-Kvasice. Stávající vápenné hospodářství bude po doplnění ozonizace odstaveno mimo provoz a zakonzervováno. Nadávkováná voda se převádí do nádrží flokulací, které budou nově vybaveny moderními plastovými míchadly. Jedná se o proces pomalého míchání, při kterém dochází k vytváření separovatelných vloček s převahou již vícemocného železa a manganu. Rovněž dojde pomocí ozonu k narušení struktury pesticidů obsažených v surové vodě. Pro výrobu ozonu bude sloužit kapalný kyslík dovážený cisternovou soupravou k nové odpařovací stanici u manipulační plochy nad horním traktem ÚV. Po flokulaci je voda předupravena pro následnou dvoustupňovou separaci. Ta probíhá v sedimentačních nádržích, které jsou zařazeny jako I. separační stupeň. Následuje písková filtrace jako II. separační stupeň. Nově bude zařazen do technologické linky úpravy vody následný stupeň filtrace vody přes granulované aktivní uhlí (GAU). Tento stupeň lze považovat za doúpravu vody ve směru zlepšení organoleptických vlastností pitné vody, jakož i pro odstranění reziduí pesticidů a zbytku různých mikroorganismů. Nadále bude v úpravné vodě probíhat hygienické zabezpečení vody formou aplikace plynného chlóru do upravené vody.

Cíl rekonstrukce

Díky ozonizaci a filtraci vody přes aktivní uhlí dojde k výraznému zlepšení kvality dodávané pitné vody ve vztahu k senzorickým vlastnostem vody (pach a chuť), dojde k sorpci případných mikropolutantů na aktivním uhlí a budou tak bezpečně splněny veškeré ukazatele kvality pitné vody ve vztahu k platné legislativě.

Současně dojde také ke snížení produkce kalu, sníží se zatížení filtrů a zvýší se automatizace provozu.

Úpravná voda Tlumačov bude nově opatřena a zabezpečena špičkovou úpravárenskou technologií, která odpovídá současným potřebám úpravy surové vody z našich zdrojů, a také technologií, která zajistí vysokou kvalitu dodávané pitné vody i v případě zvýšení požadavků na její kvalitu.

Ing. Alena Satinová
MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a. s.
e-mail: alena.satinova@smv.cz



HUBER CS spol. s r. o.

Cihlářská 19, 602 00 Brno, tel.: 541 215 635, 602 711 963
fax: 541 216 835, e-mail: info@hubercs.cz

kancelář: Nuselská 10/294, 140 00 Praha 4

tel./fax: 261 215 615
e-mail: praha@hubercs.cz

Dodávky technologických zařízení pro ČOV z nerezové oceli



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

VÝROBCE ZAŘÍZENÍ PRO ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD

FLOTACE
ROTAČNÍ SÍTA
SEPARÁTORY
ŠNEKOVÉ LISY

CHEMICKÉ JEDNOTKY
AERAČNÍ SYSTÉMY
OBSLUŽNÉ LÁVKY

Tel.: 518 620 962-4
e-mail: vodatech@vodatech.net

Fax: 518 620 962
http://www.vodatech.net

kamstrup

Kamstrup v roce 2018: Co nás čeká?

Dánská společnost Kamstrup, celosvětově uznávaná coby výrobce velmi přesných měřičů pro vodárenský a teplárenský průmysl, chce do nového roku vkročit rázně: Plánuje představit nové technologie, nové produkty i nový uživatelský software. Všechny chystané novinky vám budeme postupně v tomto seriálu představovat. Na jaká příjemná překvapení značky Kamstrup se tedy letos můžeme těšit?

Ultrazvukové vodoměry s integrovanou komunikací Sigfox

Sigfox je technologie, která dramaticky zvyšuje potenciál měřičů – tím, že z nich udělá součást platformy IoT (Internet of Things – internet věcí), která momentálně zažívá mimořádný boom. Sigfox využívá pro své fungování existující síť mobilních operátorů, která zasahuje 95 % populace ČR – a příkladem pokroku, který Sigfox přináší, je například fakt, že odečty vodoměrů bude možné provádět i ze vzdálenosti několika kilometrů (za optimálních podmínek dokonce až 50 km!). V roce 2017 společnost Kamstrup tuto novinku úspěšně testovala, v letošním roce už je nová technologie k dispozici i zákazníkům. Rozhraním Sigfox jsou nyní vybavena obě nejprodávanější měřidla Kamstrup, ultrazvukové vodoměry MULTICAL® 21 a flowIQ® 3100.



Rozšíření produktové řady vodoměrů

Jde o logický krok – ultrazvukové vodoměry Kamstrup jsou u klientů pro svou přesnost a bezproblémovou obsluhu velmi populární a rozšíření nabídky velikostí a dynamických rozsahů je reakcí právě na klientskou poptávku. Novinky se budou týkat zejména typu flowIQ® 3100, který bude nově dostupný v DN 25 až DN 80, vždy v provedení se dvěma rozsahy, díky čemuž bude možné zvolit nominální tok vždy ve dvou velikostech.

Novinky pro distribuční a vodárenské sítě

Pro provoz a správu distribučních a vodárenských sítí chystá v roce 2018 společnost Kamstrup hned několik nových zařízení a prvků, jejichž použití zvýší efektivitu hospodaření. Kromě jiného půjde o moderní senzory pro monitoring a správu sítí, další zařízení a projekty budou ale ještě oznamovány a představovány v průběhu roku.

Nové technologie pro odečty

Systém READY pro dálkové odečty ultrazvukových vodoměrů Kamstrup je české odborné veřejnosti už dostatečně známý, stejně jako různé jeho výhody a přínosy. Mnozí uživatelé ale nevyužívají kapacitu systému naplno a omezují se na používání základních funkcí. V letošním roce proto v tomto seriálu budou představeny i méně známé funkce READY, stejně jako jeho nové připravované funkce a násuvné moduly (možnosti rozšíření počtu odečítaných měřidel, správa výměny měřidel, modul pro on-line odečet, analytický modul a další). Zajímavým řešením jsou i USB čtečky pro oblast bytového fondu – tedy zařízení, která umožní zobrazení dat pro správce, koncové odběratele nebo pro domácnosti.



Případové studie

To, co je pro rozhodování potenciálních nových klientů klíčové, jsou zkušenosti klientů stávajících. Kamstrup se může pochlubit celou řadou případových studií či pozitivních referencí od obcí, vodáren, anebo sdružení vlastníků jednotek. Jedním ze spokojených klientů jsou například Technické služby města Třešť, které provozují téměř tři sta ultrazvukových vodoměrů Kamstrup – což podle vyjádření vedení TS Třešť vedlo k výrazným časovým i finančním úsporám oproti minulosti, kdy tento klient využíval měřiče mechanické. Zkušenostem spokojených klientů společnosti Kamstrup se budeme v tomto seriálu věnovat také – nikoliv jen v obecné rovině, ale s využitím dostupných reálných údajů.

Vše nasvědčuje tomu, že nás co do pokroku v oblasti měřičů čeká skvělý rok. Užijte si ho se společností Kamstrup i vy!

(komerční článek)

Seminář Materiálová transformace čistírenských kalů

Filip Wanner

Dne 23. 11. 2017 se pod záštitou SOVAK ČR konal seminář Materiálová transformace čistírenských kalů, který byl věnován problematice jejich budoucího zpracování a využívání. Seminář uspořádala ve svém konferenčním centru v České Skalici společnost AGRO CS a. s. ve spolupráci s Českou asociací pro pyrolýzu a zplyňování (CPGA) a Centrem kompetence Smart Region's.

Seminář zahájil ředitel SOVAK ČR **Ing. Oldřich Vlasák**, který ve své úvodní řeči zdůraznil, že problematika nakládání s čistírenskými kaly je jedním ze závažných témat v oboru vodovodů a kanalizací. Konstatoval, že v České republice bylo v roce 2016 vyprodukováno přes 173 tis. tun odvodněných čistírenských kalů, z nichž cca 36 % bylo využito v zemědělství a rekultivacích a dalších 37 % pak bylo zpracováno v kompostárnách. A právě nové vyhlášky č. 437/2016 Sb., o podmínkách použití čistírenských kalů na zemědělskou půdu a č. 237/2017 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva nutí zamyslet se nad udržitelností stávajících převažujících způsobů nakládání s čistírenskými kaly a připravit se na nezbytné změny v této oblasti.

Po úvodním slovu Ing. Vlasáka vystoupil **Dr. Ing. Richard Veselý**, vedoucí oddělení EIA, IPPC a technické ochrany životního prostředí z odboru životního prostředí a zemědělství krajského úřadu Královéhradeckého kraje, který přítomné účastníky seznámil s plánem odpadového hospodářství Královéhradeckého kraje. Podle Veselého v roce 2013 podíl čistírenských kalů na celkové produkci odpadů na území kraje činil 7 %. I z tohoto důvodu mezi závazné části plánu odpadového hospodářství na období 2015–2024 patří i podpora technologií využívání kalů z čistíren komunálních odpadních vod. Jak informoval, mezi opatření vedoucí k realizaci tohoto cíle patří i podpora investic z veřejných zdrojů zaměřených na energetické využívání čistírenských kalů.

Následující dvě přednášky přednesl **Ing. Miroslav Kos, CSc., MBA**, ze SMP CZ, a. s. V rámci své první přednášky CE marked fertilising products seznámil posluchače s návrhem nové evropské směrnice o certifikovaných hnojivech. Tato nová směrnice by měla přispět k podpoře využívání recyklovaných materiálů k výrobě hnojiv, především pak stanovit v celé EU jakostní, bezpečnostní a environmentální kritéria pro hnojiva označená CE. Jak dále konstatoval, od kritérií pro hnojiva se odvozují i pravidla pro aplikaci kalů. Tato směrnice bude podle Ing. Kose rovněž znamenat zákaz využití čistírenských kalů pro produkci kompostu s označením CE z důvodu obsahu látek spadajících do kategorie PPCP (pharmaceuticals and personal care products), které jsou v kalech dnes běžně detekovatelné. Směrnice rovněž zavede harmonizované limity pro kadmium ve fosforečnanových hnojivech, neboť především tento toxický kov znamená značné riziko pro lidské zdraví. Směrnice by měla být připravena ke schválení již v prvním čtvrtletí 2018. Ve druhé přednášce se Ing. Kos věnoval otázce možnosti zřízení a provozování regionálních center čistírenských kalů. Nejdříve, stejně jako Ing. Vlasák, upozornil na aktuální změny v legislativě, které mají nebo v blízké budoucnosti budou mít přímý dopad na způsob nakládání s více jak dvěma třetinami produkovaných čistírenských kalů v ČR. Jak ale Ing. Kos upozornil, zajištění hygienizace kalů bude pouze prvním krokem. Další vývoj v oblasti nakládání s čistírenskými kaly směřuje k postupnému omezování přímé

aplikace kalů, a naopak větší podpoře materiálové transformace a využití cenných látek v kalech obsažených (dusík, fosfor) tak, jak se již tímto směrem vydali v sousedním Rakousku a Německu. Podle Ing. Kose nejjednodušší způsob, jak zajistit hygienizaci kalů bez nebezpečí zpětné rekontaminace již hygienizovaných kalů a zároveň připravit tento kal na materiálovou transformaci, je proces nízkoteplotního sušení kalů. V tomto ohledu sousední státy výrazně pokročily v zavádění tohoto stupně kalové koncovky, když například v Polsku je v provozu již kolem 60 sušáren čistírenských kalů. Přitom sušený kal lze aplikovat v zemědělství jako hnojivo, energeticky využít jako dodatkové palivo při spalování s jinými druhy odpadů, spalovat s ohledem na potenciální využití fosforu samostatně, či zpracovat procesem pyrolýzy s výsledným produktem Biochar či jinak Biouhel. Všechny tyto technologie potřebují určitou úroveň podmínek pro jejich vybudování a následný provoz. Podle Ing. Kose lze předpokládat, že si tato skutečnost vynutí vznik takzvaných Regionálních center zpracování kalů. Variant jejich vybudování je hned několik, nicméně Ing. Kos je přesvědčen, že stávající velké ČOV (nad cca 30 000 EO) mají značný potenciál úlohu těchto Regionálních center plnit. Ať už je to využití vyčištěných odpadních vod pro zajištění procesu chlazení a kondenzaci vody odpařené v sušárně, zajištění vyčištění takto získaného kondenzátu, či využití odpadního tepla z kogeneračních jednotek. Vyšší míru efektivity využívání kalového plynu lze zajistit instalací technologií vedoucích k vyšší míře rozkladu organického podílu kalů, jako je například termická hydrolyza. Na velkých ČOV lze rovněž uvažovat i o monospalování, či zplyňování kalů. Podle Ing. Kose by cílová velikost Regionálního centra měla být produkce cca 2 000 tun a více (v případě recyklace fosforu) sušených čistírenských kalů, z toho maximálně polovina by měla být dovážena.

Svou vizi na zpracování kalů přednesl i zástupce pořádající společnosti AGRO CS a. s. **Ing. Jan Harant**. Společnost AGRO CS a. s. má svou vlastní kompostárnu a v případě vážného zájmu místních producentů čistírenských kalů by uvažovala stát se Regionálním centrem zpracování kalů a vybudovat patřičnou infrastrukturu. Toto rozhodnutí však závisí na uzavření předběžných dohod o dodávkách čistírenských kalů. Za tímto účelem byl mezi účastníky semináře distribuován i poptávkový dotazník.

Jako další vystoupil **Ing. Karel Hartig, CSc.**, ze Sweco Hydroprojekt a. s., který se ve svém příspěvku zabýval otázkou sušení kalů. Uvedl, že existují dvě základní technologie sušení kalů, rozšířená pásová sušárna a investičně náročnější řešení v podobě fluidní sušárny. Konstrukce pásových sušáren je založena na dvou pásích pohybující se různou rychlostí. Odvodněný kal by měl dosahovat sušiny alespoň 20 % a na pás je vytlačován tryskami ve tvaru nudlíček. Princip fluidní sušárny je založen na přivádění turbulentně proudícího vzduchu či plynu,

dokud se nevytvoří fluidní lože. U menších aplikací lze uvažovat i o sušárně využívající solární energii. Ing. Hartig uvedl, že potřeba elektrické energie v případě nízkoteplotního sušení se pohybuje v rozmezí 0,05–0,09 kWh/kg odpařené vody a tepelné energie 0,85–0,90 kWh/kg odpařené vody. Při návrhu a provozu sušárny na ČOV je potřeba vzít v úvahu produkci kondenzátu s vysokou koncentrací znečištění (CHSK_{Cr} 2 700 mg/l, Nc 650 mg/l, Pc 60 mg/l) a rovněž možnou přítomnost polutantů (amoniak, sirovodík, merkaptany, organické zapáchající složky, prach) v odpadním vzduchu.

Možnostmi využití procesu pyrolýzy ke zpracování stabilizovaných čistírenských kalů se ve své přednášce zabýval **doc. Ing. Michael Pohořelý, Ph.D.**, z Ústavu chemických procesů AV ČR, v. v. i. V úvodu popsal proces pyrolýzy jako termický rozklad materiálu za nepřístupu médií obsahujících volný kyslík. Výsledným produktem tohoto procesu jsou tři základní složky, plyn, olej a pevná fáze známá též jako Biochar či Biouhel. Jak doc. Pohořelý uvedl, Biochar obsahuje cca 60 % hmotnosti sušiny vysušených čistírenských kalů. Hlavní stavební složkou Biocharu je chemicky stabilní uhlík, který nepodléhá dalšímu rozkladu a oxidaci (v půdě). V Biocharu se ovšem nachází velké obsahy živin jako fosfor, dusík, vápník atd. Do Biocharu se koncentrují i ostatní stopové prvky (toxické kovy, As apod.), vyjma rtuti, která odchází jako součást primárního pyrolyzního plynu. Podle doc. Pohořelého aplikace Biocharu na zemědělskou půdu má řadu přínosů, ať už je to díky vysoké pórovitosti zadržování vody v půdě, snižování průniku biogenních prvků (P, N apod.) z hnojiv do podzemních vod v důsledku jejich retence a postupného uvolňování z Biocharu, kypření půdy, či sekvence uhlíku. Jako předseda CPGA informoval také o hlavní náplni činnosti asociace.

Jako další vystoupili se společnou přednáškou **Ing. Petr Hellmich, MBA**, a **Ing. Jaroslav Fuka** ze společnosti HST Hydro-systémy s. r. o. V úvodu zopakovali základy procesu pyrolýzy. Poté představili systém kontejnerové pyrolyzní jednotky Pyreg. Jak dále informovali, Vodovody a kanalizace Trutnov, a. s., se rozhodly pro doplnění stávající kalové koncovky o sušárnu a pyrolyzní jednotku. Za zásadní v celém procesu povolování lze považovat vyřešení zařazení stacionárního zdroje znečištění ovzduší dle § 11 odst. 1 písmena c) zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší a stanovení příslušných emisních limitů, v tomto případě rtuti, sumy kadmia, thalia a sumy PCDD/F. Na financování kompletního řešení sušárny a pyrolyzní jednotky

lze využít i dotační tituly z Operačního programu Životní prostředí, konkrétně v prioritní ose 3, výzva č. 69 s termínem do 28. 2. 2018. V roce 2018 je avizována obdobná výzva s číslem 104.

Řešení odvodňování čistírenských kalů pro malé obce představil **Jan Beran** z VODA CZ s. r. o. Tato zařízení v kontejnerovém provedení jsou založena na principu válcového síta na pneumatický pohon. Jedním z řešení odvodňování kalů a jejich odvoz k dalšímu zpracování z malých zdrojů je jejich zapojení do širšího harmonogramu odvodňování v dané lokalitě.

Jan Káňa z AIVOTEC s. r. o. se ve své přednášce zabýval otázkou využití produktu pyrolýzy čistírenských kalů pro zlepšení stavu zemědělské půdy. Úvodem představil výsledky laboratorních rozborů usušených čistírenských kalů z ČOV Karlovy Vary a porovnával je s výsledky laboratorních rozborů produktu pyrolýzy z těchto kalů. Za zmínku stojí především pokles koncentrací toxických kovů (především zinku) ve výsledném produktu oproti usušeným kalům. Jak Káňa upozornil, hlavní otázkou případné aplikace Biocharu na zemědělskou půdu je zrnitost. Pokud se velikost částic bude odvíjet od mikrobiálních buněk (čistírenské kaly) a nikoliv od buněk rostlinných (které jsou o řád až dva větší), bude nejspíše nutné aplikovat Biochar z čistírenských kalů (uveden rovněž termín Kalochar) jako směs s ostatními produkty s větší zrnitostí.

Na závěr semináře vystoupil **Ing. Lukáš Fryba**, který představil řešení nízkoteplotního sušení čistírenských kalů společností ARKO TECHNOLOGY a. s. Jednotlivé typy nízkoteplotních sušáren Sülzle-Klein mají návrhovou odpařovací kapacitu vody v rozmezí 100–4 000 kg za hodinu. Jak uvedl, výběr typu sušárny a systémových součástí závisí především na druhu a množství kalu, zdroji tepla, možnosti využití odpadního tepla či sušiny odvodněného kalu.

Problematika dalšího zpracování čistírenských kalů nabývá vzhledem k probíhajícími či chystaným změnám v legislativě na významu, o čemž svědčí i diskuse 90 účastníků semináře. Termín certifikace systému nakládání a zabezpečení hygienizace kalů při jejich aplikaci na zemědělské půdě se blíží. Řešení sušením čistírenských kalů a jejich následné zpracování v pyrolyzní jednotce s výsledným produktem Biochar je jistě zajímavým, i když rozhodně ne jediným způsobem budoucího nakládání s čistírenskými kaly v České republice. SOVAK ČR se bude této problematice i nadále intenzivně věnovat na seminářích, konferencích, či v rámci svých odborných komisí. Vítány jsou rovněž poznatky, postřehy či doporučení ze strany členů SOVAK ČR a odborné veřejnosti k této problematice.

Materiály ze semináře jsou volně ke stažení na adrese www.agrocs.cz/divize-bioenergie/ke-stazeni.

Ing. Filip Wanner, Ph.D.
SOVAK ČR
e-mail: wanner@sovak.cz

	
INŽENÝRSKÁ A PROJEKTOVÁ ČINNOST VE VŠECH OBORECH VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ	
AQUATIS a. s. Botanická 834/56, 602 00 Brno, tel.: 541 554 111, fax: 541 211 205, e-mail: info@aquatis.cz , www.aquatis.cz	
Pobočka: Organizační složka:	Praha, Třebostická 14, 100 31 Praha 10, tel.: +420 602 612 153 Trenčín, Jesenského 3175, 911 01 Trenčín, tel.: +421 326 522 600

	K&K TECHNOLOGY a.s. Koldinova 672, 339 01 Klatovy tel.: +420 376 356 111, fax: +420 376 322 771 e-mail: kk@kk-technology.cz web: www.kk-technology.cz
PROJEKTY - VÝROBA - DODÁVKY - MONTÁŽE - SERVIS	
Městské a průmyslové čistírny odpadních vod, úpravny vody, bioplynové stanice, kotelny, tepelná hospodářství, průmyslové potrubní systémy, elektrotechnologická zařízení, průmyslová automatizace.	

• Úprava pitné vody • Předúprava vody • Ionexové technologie • Membránová separace • Filtrační postupy • Čistírný odpadních vod • Neutralizační stanice		• Úprava chladicí vody • Tepelné úpravy vody • Odvodňování kalů
VA TECH WABAG Brno spol. s r. o. Železná 492/16, 619 00 Brno www.wabag.cz ; www.wabag.com		
		Tel.: +420 545 427 711 E-mail: wabag@wabag.cz

První instalace frekvenčního měniče ACQ580 v ČR



V listopadu 2017 společnost ABB nainstalovala v České republice první frekvenční měnič ACQ580, který je svými pokročilými funkcemi přímo určen k využití pro aplikace s čerpadly. Využitelnost a přínos pro zákazníka byl potvrzen dvouměsíčním testováním na jeho zařízení.

Zákazníkem je společnost VaK Havlíčkův Brod, která provozuje vodovodní a kanalizační síť v Havlíčkově Brodě, Kutné Hoře a Pelhřimově. Měnič byl instalován do čerpací stanice odpadních vod, umístěné v areálu bytového domu v Ledči nad Sázavou.

Elektromotory čerpadel této stanice bývaly v období dešťů zanášeny kusy látek a dalších nečistot. Před instalací ACQ580 vyžadovalo čištění elektromotorů výjezd techniků zákazníka. Po instalaci měniče vybaveného funkcí čištění čerpadla tento problém odpadl, protože frekvenční měnič rozpozná postupné zanášení čerpadla a aktivuje funkci automatického čištění. Zákazník tak ušetří náklady na výjezdy a práci technika. Jedním z dalších faktorů, které ovlivnily instalaci měniče ACQ580, byly také pozitivní reference firem z Velké Británie, kde k nasazení došlo již v širším měřítku.

Měniče ACQ580 patří mezi novinky v portfoliu ABB a jsou vybaveny řadou užitečných funkcí do segmentu vodo hospodářství. Kromě čištění tak měnič zvládá například řízení hladiny. Tato funkce se uplatňuje hlavně při plnění a vyprazdňování jímek odpadních vod. Software v měniči proti běžným aplikacím navíc sleduje hladinu v jímce a náhodně mění její úroveň v rozsahu nastaveném uživatelem. Tím se zabráňuje usazování sedimentu na stěnách. Měnič ACQ580 lze použít s jakýmkoliv motorem včetně synchronního reluktančního motoru s třídou účinnosti IE4.



Instalaci měniče zajistila společnost SMAR s. r. o, která patří k dlouholetým partnerům společnosti ABB a zajišťuje pro ni nabídku a distribuci celého portfolia produktů společnosti od robotiky přes elektromotory až k frekvenčním měničům, stejně jako technickou podporu, školení, 3D simulace, údržbu výrobních zařízení a realizaci projektů.

(komerční článek)



Sleva pro členy SOVAK ČR u vizitkové inzerce:
barevná vizitka za cenu černobílé

VYSOCE ÚČINNÝ ŠNEKOVÝ LIS PRO MECHANICKÉ ODVODŇOVÁNÍ KALŮ

Dlouhé tělo pro účinné odvodňování, poměr mezi délkou a průměrem větší než 6, nejvíce ve své třídě. Nízká energetická náročnost, vysoká sušina odvodněného kalu.



ARKO® společně @ **VINCI** 
TECHNOLOGY, a.s.

ARKO TECHNOLOGY, a.s.
Vídeňská 206/108, Brno 619 00, Česká republika
Zástupce SÜLZLE KLEIN pro ČR a SR
e-mail: arko@arko-brno.cz, tel.: +420 547 423 211

Turbulentní proudění homogenních nenewtonských suspenzí

Vladimír Havlík

Príspevek se zabývá turbulentním prouděním homogenních časově nezávislých nenewtonských suspenzí visko-plastického typu v potrubí. Statisticky jsou porovnány zvolené vztahy k určení součinitele tření a provedeno doporučení pro praktické aplikace.

V předcházejících dvou příspěvcích autor uvedl problematiku laminárního režimu proudění a výpočet kritické hodnoty rychlosti konce laminárního režimu proudění. V řadě praktických aplikací však dochází k čerpání nenewtonských suspenzí v potrubí při turbulentním režimu proudění. Protože dosud neexistuje jeden univerzální a všeobecně uznávaný vztah pro výpočet součinitele tření, je vhodné použít několik vztahů a získat tak pro inženýrský návrh očekávané rozmezí hodnot.

Klasické přístupy k řešení turbulentního režimu proudění

Klasické přístupy k řešení závislosti součinitele tření na zobrazeném Reynoldsově čísle při proudění v potrubí uvádějí pro dvouparametrový model Ostwald-de Waele, viz Govier-Aziz [2], nebo Heywood-Cheng [7] ve svých pracích například Tomita, Dodge a Metzner, Thomas, Kembrowski a Kolodzijejski, Szilas et al. Pro model Herschel-Bulkleyův předložil vztah pouze Torran-

ce. Autoři se zabývali hydraulicky hladkým potrubím a jen Torrance předložil vztah pro kvadratickou oblast ztrát třením, viz dále.

Příkladem vztahu k výpočtu Fanningova součinitele tření ($f = \lambda/4$) pro reologický model Ostwald-de Waele je výraz, který navrhl Thomas (1960)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = \left[\frac{4}{n} \log(\text{Re}_H f^{1-n/2}) \right] - \frac{0,4}{n} \quad (1)$$

kde Reynoldsovo číslo má tvar podle Hankse [3]

$$\text{Re}_H = \frac{\rho_m D^n V^{2-n}}{8^{n-1} K} \left(\frac{4n}{1+3n} \right)^n \quad (2)$$

Tabulka 1: Rovnice k výpočtu součinitele tření pro turbulentní proudění – Herschel–Bulkleyův reologický model

Autor	rovnice	vztahy k výpočtu součinitele tření	poznámky
Torrance (1963)	(5)	$\frac{1}{\sqrt{f}} = \left[\frac{2,69}{n} - 2,95 \right] + \frac{4,53}{n} \log(1-\xi) + \left[\frac{4,53}{n} \log(\text{Re}_C \sqrt{f^{2-n}}) \right] + \frac{0,68}{n} (5n-8)$	HHP
	(6)	$\frac{1}{\sqrt{f}} = 4,07 \log\left(\frac{D}{2k}\right) + 6 - \frac{2,65}{n}$	KO
	(7)	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left[\left[\frac{10^{a3}}{(0,75 + 0,25/n)^n \text{Re}_2 (1-\beta/\lambda)(0,25\lambda)^{1-n/2}} \right]^{1,13/n} + \left[\frac{2k10^{a6}}{D} \right]^{1,018} \right]$ $\text{Re}_2 = 8\rho_m D^n V^{2-n} / (K(6+2/n)^n)$	PO
Slatter (1996)	(8)	$\frac{V}{V_*} = 2,5 \ln\left(\frac{R}{d_{85}}\right) + 2,5 \ln \text{Re}_r + 1,75$ $\text{Re}_r = 8\rho_m V_*^2 / \left(\tau_y + K \left[\frac{8V_*}{d_{85}} \right]^n \right)$	HHP $\text{Re}_r \leq 3,32$ KO $\text{Re}_r \geq 3,32$
	(9)	$\frac{V}{V_*} = 2,5 \ln\left(\frac{R}{d_{85}}\right) + 4,75$ <i>respektive</i> $\frac{1}{\sqrt{f}} = 4,07 \log\left[\frac{3,34D}{d_{85}}\right]$	KO
Wilson–Thomas (1987)	(10)	$\frac{V}{V_*} = \frac{V_N}{V_*} + 11,6(\alpha-1) - 2,5 \ln \alpha - \Omega$	
Chilton–Stainsby (1987)	(11)	$f^{-0,5} = 4,0 \log_{10}(\overline{\text{Re}}(f)^{0,5}) - 0,4$ <i>kde</i> $\overline{\text{Re}} = \frac{\text{Re}_{SCH}}{n^2 (1-\xi)^4}$	HHP
newtonská analogie	(12)	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left[\frac{2,51}{\text{Re}_o \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71D} \right]$ <i>kde</i> $\text{Re}_o = \frac{\rho_m V D}{\mu_o} = \frac{\rho_m V D (1-\xi)^{1/n}}{\tau_o^{1-1/n} K^{1/n}}$	HHP, PO, KO

HHP – hydraulicky hladké potrubí, KO – kvadratická oblast ztrát třením, PO – přechodná oblast ztrát třením

Szilas et al (1981) uvádějí vztah pro Fanningův součinitel tření ve tvaru

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = \left[\frac{4}{n} \log \left(\text{Re}_H (4.f)^{1-n/2} \right) \right] + 1,51^{1/n} \left(4,24 + \frac{1,414}{n} \right) - \frac{8,03}{n} - 2,114 \quad (3)$$

Novější teoretické modely turbulentního proudění

Jediným autorem, který v rámci klasických vztahů vyjádřil pro reologický Herschel-Bulkleyův model závislost Fanningova součinitele tření, byl Torrance, viz rovnice (5) a (6) v tab. 1. Zatímco rovnice (5) platí pro hydraulicky hladké potrubí, rovnice (6) naopak pro kvadratickou oblast ztrát třením. Autor příspěvku obě rovnice zkombinoval a pro přechodnou oblast ztrát třením získal rovnici (7), ve které platí

$$a_3 = -0,5398 + 0,651 \cdot n - 0,15 (5n - 8) \\ a_6 = 0,651/n - 1,474$$

respektive pro bezrozměrný součinitel

$$\beta = 8 \tau_y / (\rho_m V^2)$$

Z modernějších modelových přístupů je vhodné uvést model, který navrhl Slatter [9]. Místo drsnosti potrubí použil charakteristický rozměr zrn (u kaolinové suspenze d_{85}) a zformuloval vztah pro hydraulicky hladký režim proudění, viz rovnice (8), respektive pro kvadratickou oblast ztrát třením, viz rovnice (9). Oba režimy proudění odděluje hodnota jeho drsnostního Reynoldsova čísla $\text{Re}_r = 3,32$, viz tab. 1. Modelové představy založené na analogii s prouděním nenewtonských suspenzí, u kterých se projevuje snižování ztrát třením, navrhli postupně Wilson a Thomas [11], respektive Thomas a Wilson [10], viz rovnice (10) v tab. 1. Veličina V_N charakterizuje průřezovou rychlost newtonské kapaliny, součinitel $\alpha = 2(1 + \xi n)/(1 + n)$ a hodnota $\Omega = -2,5 \ln(1 - \xi) - 2,5 \xi (1 + 0,5 \xi)$. Poměr počátečního napětí a tečného napětí u stěny je bezrozměrnou veličinou

$$\xi = \tau_y / \tau_o$$

Chilton a Stainsby [8] použili numerické simulace (CFD) a při definici jejich tvaru Reynoldsova čísla, respektive koeficientů a, b, c

$$\text{Re}_{SCH} = \rho_m V D / \left(\mu_o \left(\frac{3n+1}{4n} \right) \left(\frac{1}{1-a\xi - b\xi^2 - c\xi^3} \right) \right) \quad (4)$$

$$a = 1/(2n + 1) \\ b = 2n/\{(n + 1)(2n + 1)\} \\ c = 2n^2/\{(n + 1)(2n + 1)\}$$

uvádějí pro hydraulicky hladké potrubí výsledný vztah, viz rovnice (11). Někteří autoři, viz diskuse v příspěvku Havlík [6], rozpracovávali tzv. newtonskou analogii. Hodnota μ_o (viskozita u stěny potrubí) je uvedena u rovnice (12), kterou autor příspěvku použil k výpočtu turbulentního proudění v potrubí, viz [4].

Porovnání teoretických modelů turbulentního proudění

Autor použil naměřené výsledky při turbulentním proudění kaolinových suspenzí z dvou databází. První poskytl prof. Slatter (označení DBPS) a databáze obsahovala celkem 522 experimentálních hodnot, průměry potrubí byly v rozsahu 5,6 až 140 mm a relativní drsnost potrubí v rozmezí hodnot 0,000035–0,00022. Druhou databází (označení DBSC) byl soubor měření prof. Czabana. Databáze obsahovala 111 experimentálních hodnot v potrubí průměru 51,6 mm s relativní drsností 0,0005.

Tab. 2 ukazuje porovnání teoretických modelů z tab. 1 s využitím součinitele tření. Za statistické parametry se použila průměrná odchylka e_{avr} (%), viz rovnice (13) a (14), respektive směrodatná odchylka s. d., viz rovnice (15). Index e – označuje experimentálně naměřenou hodnotu součinitele tření, index v – vypočtenou hodnotu z odpovídajícího turbulentního modelu. Počet měření v každém posuzovaném souboru byl m.

$$e_i = (\lambda_{ei} - \lambda_{vi}) / \lambda_{ei} \times 100 \quad (13)$$

$$e_{avr} = \sum_{i=1}^m \sqrt{(e_i)^2} / m \quad (14)$$

Tabulka 2: Porovnání turbulentních modelů k výpočtu součinitele tření pro Herschel–Bulkleyův reologický model

Databáze	Torrance rov. (7)		Slatter rov. (8, 9)		Wilson–Thomas rov. (10)		Stainsby–Chilton rov. (11)		Havlík rov. (12)	
DBPS – kaolín	e_{avr} (%)	s. d. (%)	e_{avr} (%)	s. d. (%)	e_{avr} (%)	s. d. (%)	e_{avr} (%)	s. d. (%)	e_{avr} (%)	s. d. (%)
k/D < 0.0001	1,918	25,220	1,174	15,029	2,015	25,203	2,630	31,951	3,327	45,400
k/D (0.00012–0.00015)	1,739	12,507	1,048	7,235	1,713	11,738	1,720	10,346	2,685	19,425
k/D = 0.000178	2,452	26,989	1,327	14,322	1,796	19,003	1,839	17,970	2,291	25,363
k/D = 0.00022	1,935	18,602	1,622	14,329	2,021	18,622	2,000	15,861	2,862	25,849
DBPS – souhrn	2,011	20,829	1,293	12,729	1,886	18,641	2,047	19,032	2,791	29,009
DBSC – kaolín										
k/D = 0.0005	1,368	15,797	4,612	50,264	2,763	30,154	3,902	42,513	1,760	21,939

Tabulka 3: Porovnání turbulentních modelů k výpočtu součinitele tření pro Herschel–Bulkleyův reologický model

Databáze	Torrance rov. (7)		Slatter rov. (8, 9)		Wilson–Thomas rov. (10)		Stainsby–Chilton rov. (11)		Havlík rov. (12)	
DBPS – kaolín	e_{avr} (%)	s. d. (%)	e_{avr} (%)	s. d. (%)	e_{avr} (%)	s. d. (%)	e_{avr} (%)	s. d. (%)	e_{avr} (%)	s. d. (%)
k/D = 0,000227	4,10	15,25	2,61	9,66	2,05	7,56	2,55	9,41	3,63	13,49

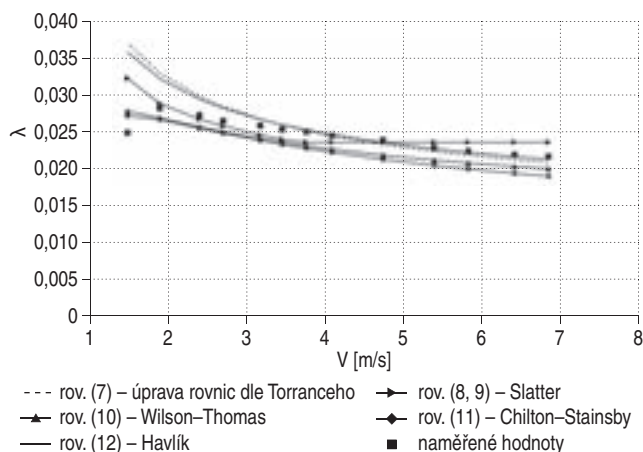
$$s.d. = \left[\frac{\sum_{i=1}^m (e_i)^2}{(m-1)} - \frac{e_{avr}^2 \cdot m}{(m-1)} \right]^{0,5} \quad (15)$$

Žlutou barvou jsou označeny výsledky nejlepšího modelu. V případě databáze DBPS to byl Slatterův model, pro databázi DBSC kombinace Torranceových rovnic. Model autorů Wilson-Thomas poskytuje mnohdy v porovnání s měřenými hodnotami nižší vypočtené hodnoty součinitele tření, což je způsobeno analogií s newtonskými kapalinami, které vykazují snižování ztrát třením. Model autorů Stainby-Chilton byl zformulován pro hydraulicky hladké potrubí a nemůže tedy zohlednit relativní drsnost potrubí. Rovnice (12) pro tzv. newtonskou analogii dává v porovnání s naměřenými hodnotami vyšší hodnoty součinitele tření v oblasti, kde se teprve turbulentní proudění vyvíjí, následně již poskytuje z hlediska inženýrského návrhu akceptovatelné výsledky, viz databáze DBSC.

Příklad č. 1

Graficky se má zobrazit pro jeden zvolený experimentální soubor měření kaolinové suspenze z databáze DBPS porovnání výpočtů součinitele tření podle všech autorů z tab. 1. Šlo o proudění v potrubí průměru $D = 13,21$ mm, s hodnotou relativní drsnosti potrubí $k/D = 0,000227$, s hustotou suspenze $\rho_m = 1071,3$ kg/m³ a s hodnotami reologických parametrů Herschel-Bulkleyova modelu: počáteční tečné napětí $\tau_y = 1,88$ (Pa), součinitel konzistence $K = 0,01023$ Pa.s, respektive bezrozměrný index toku $n = 0,843$.

Grafické porovnání jednotlivých modelů ukazuje obr. 1. Statistické parametry porovnání v rámci zvoleného souboru naměřených hodnot ukazuje tab. 3. V daném případě se v rozsahu naměřených hodnot jevil jako nejlepší model Wilson-Thomas, viz rovnice (11).

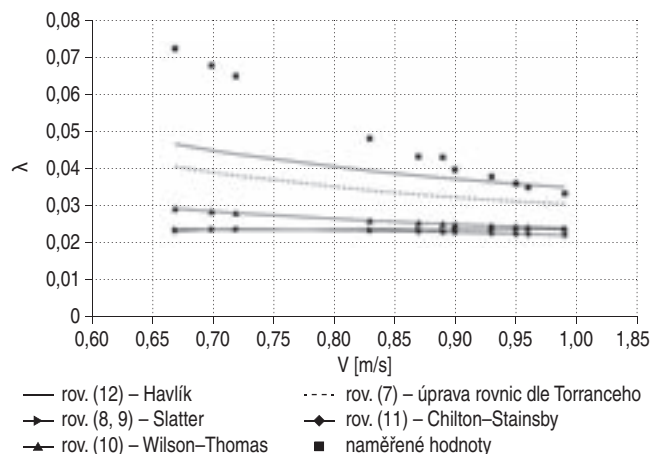


Obr. 1: Porovnání vypočtených a naměřených hodnot součinitele tření pro kaolinovou suspenzi – databáze DBPS

Příklad č. 2

Má se provést porovnání naměřených a vypočtených hodnot součinitele tření pro vyhníly kal z ÚČOV Praha. Kal se čerpá potrubím $D = 250$ mm s relativní drsností $k/D = 0,002$. Hustota kalu byla $\rho_m = 1017$ kg/m³ a naměřené reologické parametry odpovídaly modelu Herschel-Bulkley: počáteční tečné napětí $\tau_y = 0,81$ (Pa), součinitel konzistence $K = 0,26$ Pa.s, respektive bezrozměrný index toku $n = 0,52$.

Porovnání vypočtených a naměřených hodnot ukazuje obr. 2. Naměřené hodnoty součinitele tření byly pro průřezové rychlosti pod 0,9 m/s vyšší než vypočtené hodnoty podle jednotlivých modelů. V rozmezí hodnot rychlosti $V = 0,9$ až 1,1 m/s se naměřené hodnoty pohybovaly mezi vztahy, které uvádí rovnice (12) a rovnice (7).

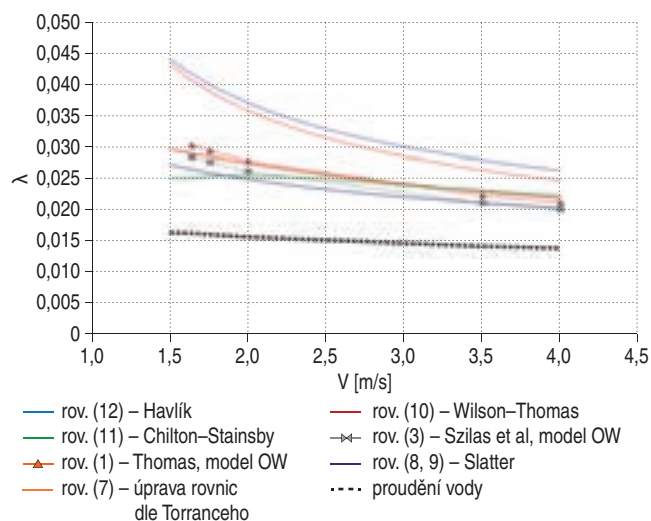


Obr. 2: Porovnání součinitele tření podle autorů z tab. 1 – vyhníly kal z ÚČOV Praha

Příklad č. 3

Má se provést porovnání výpočtů v případě proudění suspenze čistírenského kalu podle Allena [7]. Hustota byla uvažována hodnotou $\rho_m = 1000,6$ kg/m³, průměr potrubí $D = 104,3$ mm, relativní drsnost potrubí $k/D = 0,000958$ a reologické parametry odpovídaly modelu Herschel-Bulkley: počáteční tečné napětí $\tau_y = 3,03$ (Pa), součinitel konzistence $K = 0,199$ Pa.s, respektive bezrozměrný index toku $n = 0,711$.

Z porovnání pro daný typ suspenze vyplynulo, viz obr. 3, že klasické vztahy Thomase (1960), respektive Szilase et al (1981) pro dvouparametrový model Ostwald-de Waelea, byly pro nižší průřezové rychlosti v poměrně dobré shodě s modelem Wilson-Thomas, rovnice (10) a pro vyšší rychlosti s modelem Slattera – rovnice (8, 9).



Obr. 3: Porovnání autorů pro čistírenský kal – reologické parametry podle Allena

Tabulka 4: Výpočet hydraulických parametrů z menšího na větší průměr potrubí podle Wilsona

Bod	V [m/s]	8V/D [s ⁻¹]	i _{m1} [m v. sl./bm]	τ _o [Pa]	V* [ms ⁻¹] rov. (16)	i _{m2} [m v. sl./bm] rov. (17)	V2 [ms ⁻¹] rov. (18)
8	5,12	202	0,1348	67	0,2435	0,0897	5,37
9	5,64	222,6	0,1472	73,2	0,2545	0,0979	5,90

Příklad č. 4

Odpadní fosfátová suspenze [12] se má čerpat horizontálním potrubím délky $L = 700$ m o průměru $D_2 = 0,305$ m. Měrná hmotnost suspenze je $\rho_m = 1\,130$ kg/m³. Hydraulický návrh potrubí se má provést na základě měření suspenze v hydraulické laboratoři na potrubí o průměru $D_1 = 0,203$ m.

Naměřené výsledky v hydraulické laboratoři při laminárním proudění v potrubí o průměru $D_1 = 0,203$ m byly podle [12], viz příspěvek Havlík [5], přepočteny do většího průměru potrubí $D_2 = 0,305$ m.

Dvě experimentální měření s nejvyššími rychlostmi byla v potrubí $D_1 = 0,203$ m již v turbulentním režimu proudění. Třetí rychlost V_* se pro potrubí $D_1 = 0,203$ m s naměřenými hodnotami tečného napětí u stěny potrubí počítá z rovnice (16).

Podle Wilsona platí při turbulentním režimu proudění v hydraulicky hladkém potrubí pro přepočet na proudění většího průměru (metoda scale-up) vztahy z rovnic (17) a (18).

$$V_* = \sqrt{\frac{\tau_o}{\rho_m}} \quad (16)$$

$$i_{m2} = i_{m1} \left(\frac{D_1}{D_2} \right) \quad (17)$$

$$V_2 = V_1 + 2,5V_* \ln \left(\frac{D_2}{D_1} \right) \quad (18)$$

Výsledné vypočtené hodnoty v potrubí $D_2 = 0,305$ m ukazuje tabulka 4.

Závěry

Cílem příspěvku bylo uvést některé klasické vztahy, respektive novější turbulentní modely, k výpočtu součinitele tření newtonských suspenzí, jejichž reologické chování lze popsat modelem Herschel-Bulkley. Byly uvedeny jednotlivé vztahy a stručně zmíněny jejich teoretické předpoklady.

Na dvou databázích s kaolinovými suspenzemi bylo provedeno porovnání vypočtených a naměřených hodnot součinitelů tření ze vztahů, viz z tab. 1, s využitím statistických parametrů ve formě průměrné odchylky e_{avr} (%), viz rovnice (13) a (14), respektive směrodatné odchylky rovnice (15). Nejpresnějším se ukázal být pro výsledky z databáze DBPS Slatterův model, viz rovnice (8, 9). Pro databázi DBSC to byl autorem upravený vztah ze základních rovnic Torranceho, viz rovnice (7).

Aplikace základních vztahů byla ukázána na čtyřech příkladech, které se zabývaly prouděním kaolinových suspenzí, respektive čistírenských kalů. Porovnání jednotlivých teoretických modelů poskytlo určité rozmezí, v rámci kterého lze při inženýrském návrhu hodnoty součinitele tření očekávat.

Poděkování

Tato práce vznikla na pracovišti autora SWEKO Hydroprojekt a. s. Autor děkuje prof. Slatterovi a prof. Czabanovi za poskytnutá experimentální měření.

Literatura

1. Czaban S. Determination of parameters of hydraulic transport in pipelines for rheostable diphas mixtures. Agriculture University, Wroclaw, Poland, 1987 (in Polish).
2. Govier GW, Aziz K. The Flow of Complex Mixtures in Pipes, van Nostrand-Reinhold, 1972.
3. Hanks RW. Low Reynolds number turbulent pipeline flow of pseudohomogeneous slurries. Proc. Hydrotransport 5, Hannover, paper C2, 1978;23–34.
4. Havlík V. Friction factor for turbulent flow of homogeneous non-Newtonian suspensions in pipes. XXIV IAHR Congress, Madrid, 1991, C011-C020.
5. Havlík V. Laminární proudění homogenních nenewtonských suspenzí. Sovak 2017;26(11):12/352–15/355.
6. Havlík V. Změna režimu proudění homogenních nenewtonských suspenzí. Sovak 2017;26(12):10/382–13/385.
7. Heywood NI, Cheng DC-H. Comparison of methods for predicting head loss in turbulent pipe flow of non-Newtonian fluids. Trans Inst M C, 1984;6(1):Jan–May.
8. Chilton RA, Stainsby R. Pressure loss equations for laminar and turbulent non-Newtonian pipe flow. Journal of Hydraulic Engineering May 1998.
9. Slatter PT. The Turbulent Flow of Non-newtonian Slurries in Pipes. Proceedings of 8th Transport & Sedimentation of Solid Particles, Prague, Czech Republic, paper A3–1, 1995.
10. Thomas AD, Wilson KC. New Analysis of Non-Newtonian Turbulent Flow – Yield-Power-Law Fluids. Canad. Jour. Chem. Engng. 1987; 67(April):335–338.
11. Wilson KC, Thomas AD. A new Analysis of the Turbulent Flow of Non-Newtonian Fluids, Canad. Jour. Chem. Engng. 1985;63(Aug.): 539–546.
12. Wilson KC, Addie GR, Sellgren A, Clift R. Slurry Transport Using Centrifugal Pumps. 2nd ed., Chapman & Hall 1997. ISBN 0-7514-0408-X.

Doc. Ing. Vladimír Havlík, CSc.

SWEKO Hydroprojekt a. s.

e-mail: vladimir.havlik@sweco.cz



Jako, s. r. o.

**aktivní uhlí, aktivní koks, antracit
PVD, filtrační materiály**

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



Nový postup k prokázání přítomnosti nanočástic stříbra v povrchových vodách

V rámci výzkumného projektu Technické univerzity (TU) v Mnichově a bavorského ministerstva životního prostředí byla v SRN poprvé změřena koncentrace nanočástic stříbra v bavorských vodách.

Syntetické nanočástice stříbra se v současné době zapracovávají do různých výrobků, např. kosmetických přípravků nebo sportovního oblečení. Dosud však nebylo známo, zda a v jakých koncentracích se tyto nanočástice dostávají do životního prostředí a jmenovitě do vod.

K analýze byl využit známý princip, který využívá působení tenzidů pro oddělení a koncentraci částic. „Ty jsou obsaženy také v pracích a čisticích prostředcích a starají se, zjednodušeně řečeno, o to, aby tuky a znečišťující částice byly uzavřeny do micel, a tím mohly být ve vodě udrženy ve vznosu,“ říká Michael Schuster, profesor analytické chemie na TU Mnichov. Jedna strana tenzidů je rozpustná ve vodě, druhá strana v tuku. Konce rozpustné v tuku se usazují kolem nepolárních, ve vodě nerozpustných sloučenin a uzavírají je v micelách. Ve vodě rozpustné polární konce tenzidů jsou přitom zaměřeny do vody a zajišťují, aby se micely ve vodě vznášely.

Tento princip využili vědci na stanovení obsahu nanočástic ve vodě. „Jestliže se micely s uzavřenými znečišťujícími částicemi lehce ohřejí, zhrudkovatí“, vysvětluje Schuster. Voda se zakalí. Pomocí odstředivky je pak možno tenzidy a v nich uzavřené nanočástice od vody oddělit. V takto oddělených tenzidech, kte-

ré obsahují nezměněné částice, ale v silně koncentrované formě, vědci stanoví, kolik nanočástic stříbra se ve vzorku vyskytuje. Prokazatelné jsou tak koncentrace v oblasti pod jeden nanogram na liter.

Pomocí této analytické metody je možno získat nové poznatky o obsahu nanočástic v pitné a odpadní vodě, v čistírenském kalu, v řekách a jezerech. V Bavorsku byly změřené koncentrace v povrchových vodách velmi nízké. Jen ve 4 ze 13 vyšetřovaných bavorských jezer byla koncentrace nad mezí stanovitelnosti – 0,2 nanogramy na liter. Žádná naměřená hodnota nebyla vyšší než 1,3 nanogramu na liter. Mezní hodnota pro obsah nanočástic stříbra zatím nebyla stanovena.

Jako příklad pro vodní toky byla sledována řeka Isar od pramene až po ústí na asi 30 místech. Měřena byla také koncentrace nanočástic stříbra v přítocích a odtocích z čistíren odpadních vod. Přitom se prokázalo, že minimálně 94 % nanočástic stříbra se zachytí na čistírnách.

(Informace byla uveřejněna v časopise Energie/Wasser-Praxis č. 10/2016 ve zprávách bez uvedení autora. Zpracoval Ing. J. Beneš.)



Posouzení srážkových dat z mikrovlnných spojů v městském povodí pomocí analýzy nejistot hydrologického modelu

Jaroslav Pastorek, Martin Fencel, Jörg Rieckermann, Petr Sýkora,
David Stránský, Michal Dohnal, Vojtěch Bareš

Abstract

The Evaluation of CML Rainfall Data in Urban Catchment by Means of Hydrologic Model Uncertainty

Rainfall-runoff modelling in urban catchments requires reliable rainfall data with high temporal and spatial resolution. Recently, commercial microwave links (CML), an extensively used solution in telecommunication networks, have been introduced as a new potential source of rainfall data with the necessary resolution. We compare this novel rainfall data source with more conventional sources from point rain gauges based on a comparison of measured runoffs with rainfall-runoff modelling results of a small urbanized catchment obtained using the researched rainfall data sets. We employ a method based on Bayesian inference to calibrate our rainfall-runoff model and to estimate the uncertainty of modelling outputs. Results of the performed analyses show that CML rainfall data, when a suitable adjustment is applied (e.g. using information from remote rain gauges), allow for better detection of dynamics of precipitation and subsequent runoff than data from point rain gauges alone, especially in the case of heavy rainfalls which are highly variable in space and time. Therefore, microwave links represent a relevant rainfall data source, which can conveniently complement existing rainfall monitoring networks.

Souhrn

Modelování srážko-odtokových procesů v městských povodích vyžaduje spolehlivá srážková data s vysokým časovým a prostorovým rozlišením. Komerční mikrovlnné (MV) spoje, rádiová spojení široce využívaná v telekomunikačních sítích, byly nedávno popsány jako potenciální zdroj srážkových dat s potřebným rozlišením. Tato studie srovnává tento nový zdroj srážkových dat s konvenčním měřením bodovými srážkoměry, a to na základě porovnání měřených srážkových odtoků s odtoky modelovanými na malém urbanizovaném povodí pomocí zkoumaných souborů srážkových dat. Pro kalibraci srážko-odtokového modelu a stanovení nejistot jeho výstupů využíváme metodu založenou na bayesovské inferenci. Výsledky provedených analýz ukazují, že srážková data z MV spojů při použití vhodné metody jejich zpracování (např. korekci pomocí informace ze vzdálených srážkoměrů) umožňují lépe postihnout dynamiku srážky a následných odtoků než samotná data z bodových srážkoměrů, a to zejména u silných dešťů s vysokou časovou a prostorovou variabilitou. Mikrovlnné spoje tedy představují relevantní zdroj srážkových dat pro modelování městského odvodnění, který může velmi dobře doplnit stávající srážkoměrné sítě.

Úvod

Komerční mikrovlnné (MV) spoje, rádiová spojení široce využívaná v telekomunikačních sítích, představují zdroj srážkových dat, který nebyl dosud výrazněji testován pro využití při modelování srážko-odtokového procesu. V rámci České republiky byla první studie zabývající se využitím MV dat pro modelování srážko-odtokového procesu publikována v roce 2013 [5]. Jednalo se však pouze o numerickou studii, která nepracovala s reálnými odhady dešťových srážek z MV sítě. První reálná srážková data byla publikována v roce 2014 [4]. Tato studie však pouze porovnávala plošnou srážku nad daným povodím s referenčním bodovým měřením ze srážkoměrů, srážko-odtokovému modelování se nevěnovala. V rámci této studie byly nicméně popsány výhody i limity využití MV dat pro městskou hydrologii a jako největší problém bylo identifikováno systematické nadhodnocení odhadovaných srážkových úhrnů. Proto se další výzkum zaměřil především na korekci této systematické odchylky pomocí dat ze stávající srážkoměrné sítě [3].

Přímé kvantitativní porovnání plošné srážky z bodových srážkoměrů a z MV spojů provedené např. ve studiích Fencela a kol. [3,4] má však svoje limity. Jedná se především o omezenou reprezentativnost referenčního měření, kdy se data i z poměrně husté sítě srážkoměrů mohou významně lišit od deště, který skutečně zasáhl povodí. Proto je v předkládané studii zvolena jiná metoda validace srážkových dat z MV spojů – porovnání měřených hydrogramů odtoku z experimentálního povodí

s výstupy srážko-odtokového modelu při využití zkoumaných srážkových dat. U tohoto přístupu se využívá fakt, že měřené průtoky reprezentují transformovanou srážku z celého povodí.

Zapojením srážko-odtokového modelování však do procesu porovnávání srážkových dat vnášíme další nejistoty. Deletic a kol. [2] uvádějí, že „nejistoty jsou nedílnou součástí každého modelovacího procesu a pocházejí z celé řady zdrojů, od formulace modelu ke sběru potřebných údajů“. Jinými slovy, nejistota není možné se zbavit, a proto by ten, kdo modeluje, měl co nejlépe znát jak zdroje nejistot, tak i jejich vliv na výstupy modelu.

Klíčové zdroje nejistot v modelování městského odvodnění jsou tyto [2]:

- 1) nejistoty vstupů modelu (měřená vstupní data, odhadovaná vstupní data, parametry modelu),
- 2) kalibrační nejistoty (měřená kalibrační data, kalibrační algoritmy a objektivní funkce použité v procesu kalibrace),
- 3) nejistoty struktury modelu (konceptualizační chyby, rovnice a numerické metody).

V současnosti jsou jedním z nejčastěji používaných postupů pro analýzu těchto nejistot takzvané bayesovské techniky. Tyto metody pracují s předchozími znalostmi (přesvědčením) o distribuci modelových parametrů a struktuře chyb. Tyto znalosti by měly odrážet historická data nebo informace od odborníků shromážděné před získáním nových údajů z modelu. Předběžné

znalosti jsou opakovaně aktualizovány s ohledem na dosud dostupná experimentální (modelovaná) data s využitím Bayesovy věty, která vyjadřuje pravděpodobnost dané události na základě apriorní znalosti podmínek, které mohou s událostí souviset.

Kvantifikovat vliv všech zdrojů nejistot na výsledky srážko-odtokového modelu je náročná a komplexní úloha. Mnoho (nejen) v hydrologii užívaných statistických metod pro kvantifikaci nejistot proto obsahuje významná zjednodušení, např. nebere v úvahu nedostatky ve struktuře zkoumaného modelu [6]. Nicméně k podobným zjednodušením je třeba přistupovat s obezřetností, neboť mohou způsobit rozpor s běžnými statistickými předpoklady (např. o modelu nezávislých chyb) nebo také vést k chybnému odhadu nejistot modelu (k jejich podcenění) [1,8].

V této studii analyzujeme nejistoty modelovaného odtoku pomocí bayesovské metody formulované Del Giudicem a kol. [1], která pracuje s konceptem „úplné analýzy chyb“. Využívání této metody umožňuje vzít explicitně do úvahy všechny významné zdroje nejistot, včetně těch, pramenících z nedostatků ve struktuře modelu. Díky robustní analýze nejistot můžeme věrohodně kvantifikovat vliv srážkových dat na přesnost modelovaného odtoku a tedy vyhodnotit potenciální přínos MV spojů.

Výše nastíněným postupem tedy zkoumáme kvalitu různých souborů srážkových dat, zejména validujeme ta inovativní z MV spojů, primárně pro účely modelování systémů městského odvodnění. Zkoumané soubory srážkových dat jsou zvoleny tak, aby odpovídaly situacím z běžné vodohospodářské praxe a bylo tak možné posoudit potenciální přínos MV spojů pro reálné aplikace.

Experimentální povodí a vstupní data

Experimentální lokalita se nachází v Praze-Letňanech. Jedná se o malé městské povodí (plocha 1,3 km²) s velmi malými sklony povrchu, které je odvodněno oddílným kanalizačním systémem. Povodí je pokryto z větší části panelovým sídlištěm, přilehlým velkým nákupním centrem a několika menšími průmyslovými areály. Zkoumaná průtoková a srážková data byla měřena během srpna, září a října 2014.

Data o průtocích byla měřena v uzavřevém profilu při ústí systému do vodního recipientu, Mratínského potoka, a to konkrétně ultrazvukovým průtokoměrem ADS (ADS Environmental Services, USA). Časové rozlišení těchto dat bylo 10 minut v suchých obdobích a 2 minuty při srážkovém odtoku. Pozorované hodnoty průtoků byly v rozsahu přibližně od 2 do 2 000 l/s.

Porovnávali jsme čtyři soubory srážkových dat, které byly získány následovně:

- 1) ze srážkoměrů umístěných na 3 místech v povodí nebo v jeho těsné blízkosti,
- 2) ze 3 vzdálených srážkoměrů umístěných mimo experimentální povodí,
- 3) opravou 4 vybraných MV spojů v povodí pomocí 3 vzdálených srážkoměrů,
- 4) základním zpracováním všech dostupných MV spojů v lokalitě.

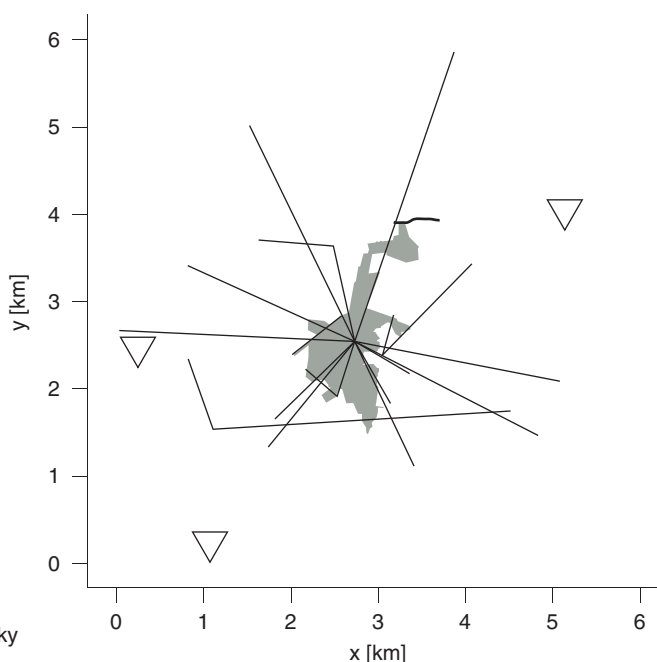
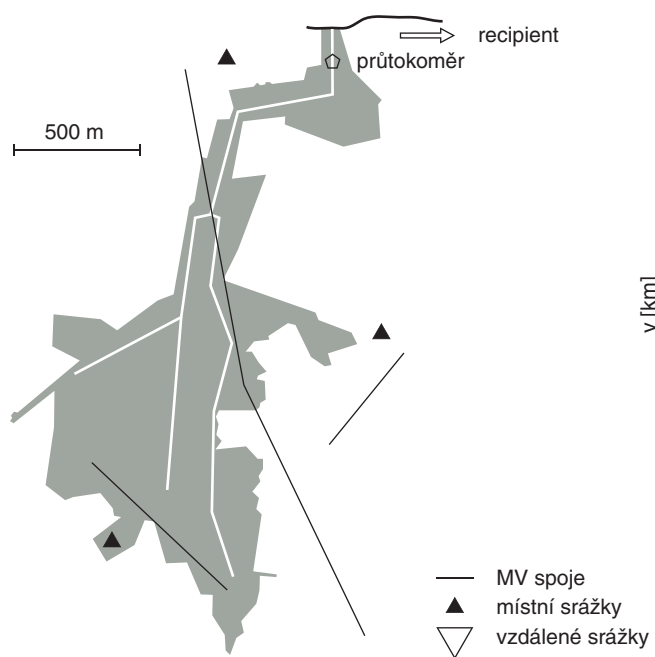
Prostorové vztahy využitých srážkoměrných zařízení a experimentálního povodí jsou zobrazeny na obrázku 1.

Soubor dat č. 1

Soubor srážkových dat ze srážkoměrů v povodí (zde označené jako „místní srážkoměry“) reprezentuje nejlepší dostupnou srážkovou informaci v kvalitě, která odpovídá experimentálním účelům a není obvykle dostupná v běžné vodohospodářské praxi pro takto malá povodí. Na dvou ze tří lokalit byly srážkoměry zdvojené, při řádném fungování obou srážkoměrů byl pro danou lokalitu využíván průměr dvou dostupných měření. K dispozici byly tedy tři časové řady srážkových dat, které byly přičleněny jednotlivým částem zkoumaného povodí pomocí tzv. Thiessenových polygonů.

Soubor dat č. 2

Srážková data ze tří vzdálených srážkoměrů pocházela z monitorovací sítě vybudované hl. m. Prahou jako součást městské vodohospodářské infrastruktury). Jelikož šlo o data s časovým rozlišením 1 minuta, u kterých je korelace pro dané vzdálenosti nízká, pracovali jsme jen s jednou časovou řadou z



Obr. 1: Pozice srážkoměrných zařízení. Vlevo: detail povodí s vyznačením místních srážkoměrů a vybraných MV spojů, které jsou opravovány. Vpravo: vzdálené srážkoměry a všechny MV spoje v lokalitě

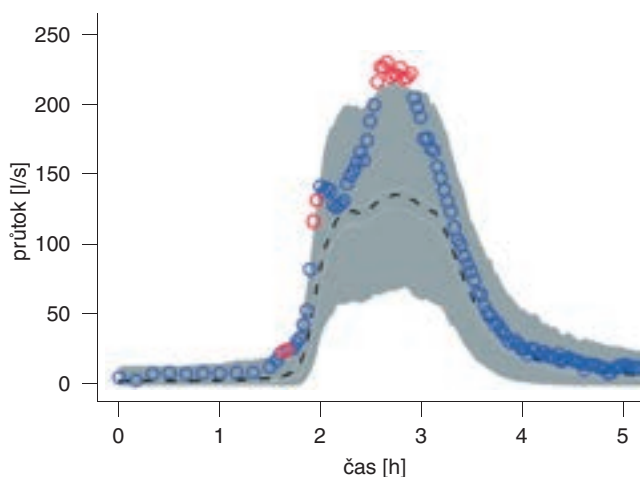
skanou jako průměr hodnot ze tří srážkoměrů. To znamená, že na rozdíl od předchozího souboru dat, jsme nepracovali se srážkou distribuovanou, nýbrž se srážkou plošnou.

Soubor dat č. 3

Další soubor srážkových dat je kombinací dvou různých datových souborů. Jedná se konkrétně o data s vysokým časovým rozlišením ze čtyř MV spojů, která jsou opravena pomocí dat ze vzdálených srážkoměrů s nízkým časovým rozlišením (zde 15minutový krok měření). Takto získaný datový soubor představuje možnost využití MV spojů v situacích, kdy v daném povodí není k dispozici přímé měření srážek, ale srážkoměry s poměrně nízkým časovým rozlišením (např. 15, 30 či 60 min) jsou dostupné v určité vzdálenosti od povodí. Jedná se tedy o kombinaci dat z různých typů senzorů, která je navržena tak, aby se tyto dva zdroje navzájem doplňovaly. Pro tento kombinovaný soubor dat byly vybrány čtyři MV spoje, které nejlépe vystihují velikost a tvar povodí (obr. 1 vlevo). Více detailů o MV datech opravených pomocí srážkových dat ze vzdálených srážkoměrů a daných korekčních metodách lze nalézt v práci Fencla a kol. [3].

Soubor dat č. 4

Soubor samotných MV dat ze všech dostupných 19 spojů se základní korekcí představuje nepříznivou situaci, kdy standardní srážková informace, ať už přímo z povodí nebo ze vzdálených srážkoměrů, z jakéhokoli důvodu není k dispozici. Při zpracová-



Obr. 2: Ukázka modelovaného hydrogramu s predikčními intervaly (šedé pásy). Kroužky znázorňují skutečná měření průtoku, modré uvnitř predikčního intervalu, červené mimo něj

ní těchto dat byl použit pouze jednoduchý k-R model, popisující vztah mezi útlumem signálu (k) a srážkovou intenzitou (R), s parametry stanovenými podle doporučení Mezinárodní telekomunikační unie (ITU) [7]. Srážkové úhrny byly korigovány pro útlum na mokré anténě odečtením konstantní hodnoty 2,5 dB (stanoveno porovnáním specifického útlumu krátkých a dlouhých spojů) z celkového útlumu každého jednotlivého MV spoje. U obou souborů srážkových dat získaných pomocí MV spojů se pracovalo se srážkou plošnou, tj. prostorově nedistribuovanou.

Všechny srážkoměry (MR3, Meteoservis, Česká republika) jsou dynamicky kalibrované člunkové srážkoměry. Mají sběrnou plochu 500 cm², objem člunku 5 ml a jedno překlopení odpovídá rozlišení 0,1 mm srážek. Mikrovlnné spoje (MiniLink, Ericsson, Švédsko) v oblasti jsou ze stálé sítě využíváné společností T-Mobile. Tyto spoje pracují na frekvencích 25, 32 a 38 GHz a jejich délky se pohybují přibližně mezi 600 a 5 000 m. Časové rozlišení dat zaznamenaných všemi srážkoměry, jakož i MV spoji, je 1 minuta. Za monitorované období 3 měsíců roku 2014 byly k dispozici ze všech zkoumaných souborů srážkových dat údaje o 15 dešťových událostech.

Deterministický distribuovaný srážko-odtokový model povodí byl sestaven v prostředí EPA-SWMM. Proces tvorby odtoku je v rámci modelu formulován empiricky, následný odtok je modelován hydrodynamickým 1-D modelem. Konkrétněji, numericky se řeší Saint-Venantovy rovnice, a to v aproximované podobě kinematické vlny pro povrchový odtok a následně v podobě dynamické vlny pro odtok kanalizační sítě. Předzpracování dat, další analýzy, kalibrace rozšířeného modelu a zpracování modelových předpovědí byly realizovány ve statistickém prostředí R [9].

Metodika posouzení srážkových dat

Základním principem zvolené metody kvantifikace nejistot pomocí „úplné analýzy chyb“ [1] je rozšíření standardního srážko-odtokového modelu dodatečným statistickým modelem chyb. Obvykle užívaný model chyb uvažující pouze chyby náhodné (nezávislé a stejně rozdělené) je však upraven tak, aby explicitně zohledňoval i vychýlení srážko-odtokového modelu, způsobené hlavně strukturálními deficity srážko-odtokového modelu a nepřesnostmi srážkových měření. Rovnice popisující deterministický hydrologický model rozšířený o stochastický model chyb (dále jen „rozšířený model“) je tak tvořena třemi členy:

$$Y = y_M + E + B_M$$

Člen Y představuje předpovědi rozšířeného modelu, y_M reprezentuje deterministické předpovědi srážko-odtokového mo-

Tabulka 1: Přehled 10 srážek použitých pro predikce. $R_{\max}$: maximální zaznamenaná 1minutová intenzita. $R_{\max 10}$: maximální zaznamenaná 10minutová intenzita

Začátek		konec		délka [min]	úhrn [mm]	$R_{\max}$ [mm/h]	$R_{\max 10}$ [mm/h]	charakter srážky
11. 8. 2014	2:24	11. 8. 2014	14:43	739	7,8	6,0	4,3	mírná
16. 8. 2014	10:15	16. 8. 2014	16:55	400	6,8	26,8	15,0	silná
26. 8. 2014	0:32	26. 8. 2014	17:28	1 016	5,4	6,0	3,5	mírná
29. 8. 2014	14:56	29. 8. 2014	18:10	194	4,0	26,9	17,9	silná
31. 8. 2014	8:34	31. 8. 2014	14:15	341	2,4	4,0	1,5	mírná
8. 9. 2014	15:55	8. 9. 2014	19:03	188	4,6	30,1	13,0	silná
11. 9. 2014	15:52	12. 9. 2014	20:37	1 725	33,7	50,4	25,4	silná
13. 10. 2014	22:51	14. 10. 2014	10:21	690	18,5	19,3	17,8	silná
16. 10. 2014	0:30	16. 10. 2014	11:31	661	7,0	24,6	10,2	mírná
21. 10. 2014	21:58	22. 10. 2014	6:01	483	6,3	13,1	8,1	mírná

delu. Náhodné chyby E jsou uvažovány jako normálně rozdělené s nulovou střední hodnotou a konstantním rozptylem. Vychýlení B_M je formulováno jako autokorelovaný náhodný proces s dlouhodobou rovnovážnou hodnotou nula a konstantním rozptylem.

V rámci statistické metody „úplné analýzy chyb“ se kalibrace rozšířeného modelu a následná analýza nejistot předpovědi provádí v následujících krocích [1]:

- 1) definice apriorního rozložení parametrů modelu,
- 2) získání posteriorní distribuce parametrů modelu bayesovskou inferencí,
- 3) pravděpodobnostní předpovědi pro data použitá pro kalibraci,
- 4) pravděpodobnostní předpovědi pro ještě nepoužitá data,
- 5) posouzení kvality předpovědi,
- 6) ověření statistických předpokladů.

Tyto kroky a detailní postup jsou popsány v níže uvedených odstavcích.

Volba parametrů

Jako parametry deterministického srážko-odtokového modelu byly využívány podíl nepropustných ploch, šířka schema-

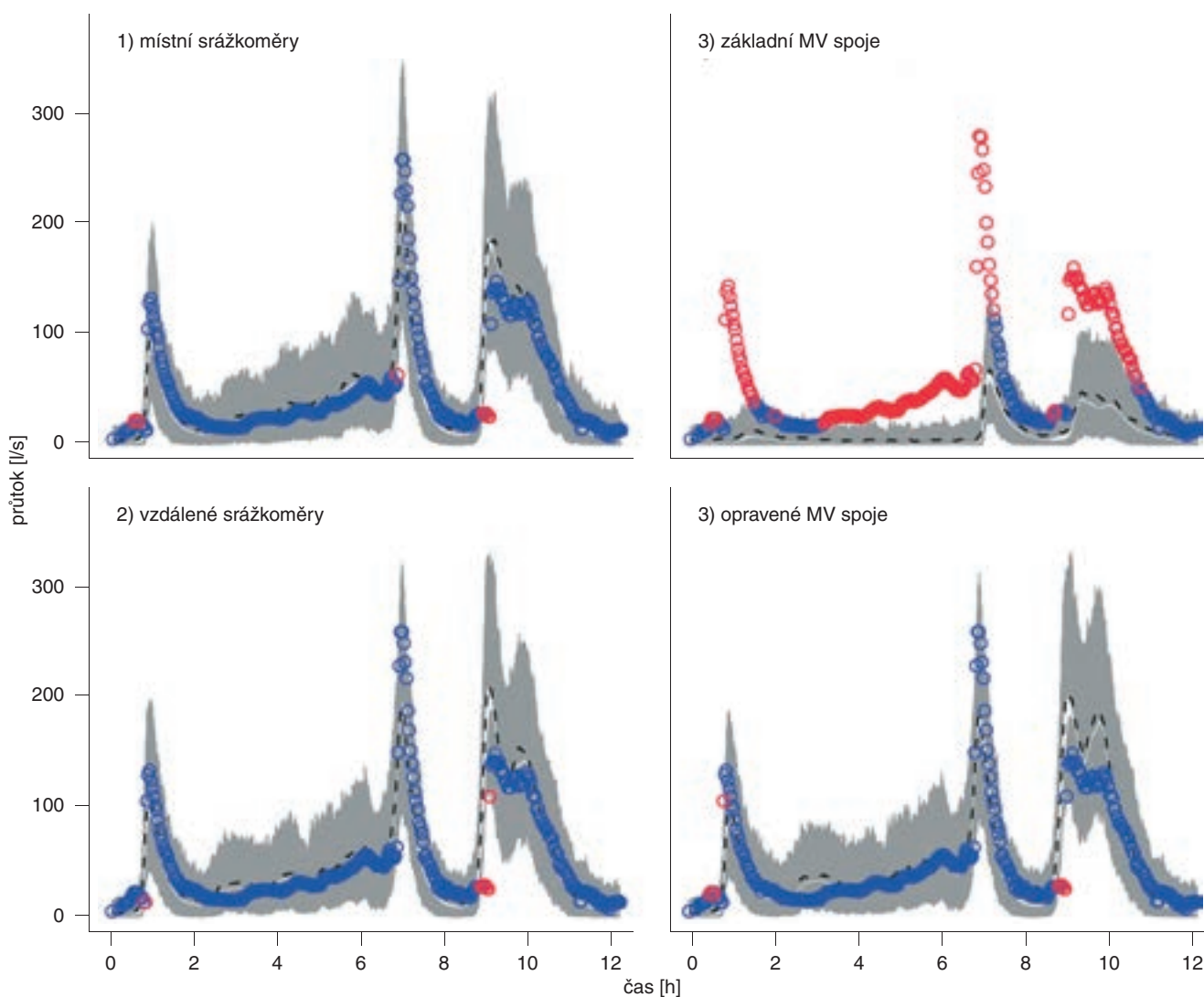
tizovaných částí povodí, Manningův drsnostní součinitel nepropustných ploch, hloubka povrchové retence nepropustných ploch, podíl nepropustných ploch s nulovou hloubkou retence a Manningův drsnostní součinitel stokové sítě.

Apriorní distribuce parametrů rozšířeného modelu byly vybrány na základě konzultací s odborníky, kteří již používali metodu v minulosti. Pro všechny parametry byla marginální rozdělení apriorního sdruženého rozdělení definována jako ořezané normální rozdělení se 4 určujícími parametry – střední hodnota, směrodatná odchylka, minimum a maximum.

Kalibrace

Proces kalibrace využívá statistickou bayesovskou inferenci, při které se pomocí MCMC (Markov chain Monte Carlo) vzorkovacích algoritmů vyhodnocuje věrohodnost parametrů modelu s ohledem na měřená průtoková data a na naši apriorní znalost těchto parametrů. Při takovéto kalibraci musí užívaný model vykonat řádově tisíce simulací, vždy s jiným souborem parametrů vzorkovaných z příslušných rozdělení pravděpodobnosti, které jsou předmětem inference, a proto je tento postup výpočetně (časově) náročný.

Z 15 dostupných dešťových událostí bylo vybráno 5 reprezentativních událostí pro kalibraci modelu. S ohledem na zmíněnou vysokou výpočetní náročnost byla kalibrace pro účely této



Obr. 3: Měřené průtoky (kroužky) a modelované průtoky ve formě predikčních intervalů (šedé pásy) pro mírnou srážku ze dne 11. 8. 2014

studie provedena jen jednou a to za pomoci nejlepšího dostupného souboru srážkových dat (všechny dostupné srážkoměry ze tří míst v povodí).

Predikce

Predikce byly provedeny pro data použitá pro kalibraci (5 událostí) a následně i pro 10 zbývajících deštových událostí. Pro každou zkoumanou srážkovou událost bylo provedeno několik stovek realizací modelovaného průtoku, kdy jsme využili část z již dříve navzorkovaných souborů parametrů modelu. Predikce byly provedeny za použití všech 4 zkoumaných souborů srážkových dat.

Výsledky predikcí byly analyzovány jen pro ty události, které nebyly využity pro kalibraci. Aby bylo možno lépe interpretovat výsledky předpovědí, bylo uvedených 10 událostí rozděleno do dvou kategorií na silné a mírné deště dle maximální desetiminutové srážkové intenzity, s hraniční hodnotou 10 mm/h. Detaily o jednotlivých deštích jsou uvedeny v tabulce 1.

Statistické vyhodnocení předpovědí

Následně byly všechny realizace pro každou z 10 zkoumaných událostí vyhodnoceny. Aby bylo možné vizuálně porovnávat výsledky pro různé události a různé soubory srážkových dat, byly pro každou zkoumanou událost a soubor dat konstruovány předpovědní hydrogramy, jako je ten na obr. 2. Pro každý časový krok byly spočítány 90% predikční intervaly, které jsou na hydrogramu zobrazeny pomocí predikčních pásů.

Jednotlivé předpovědi průtoku jsme vyhodnocovali pomocí kritérií shody užívaných i v každodenní technické praxi, jako je např. celkový objem odtoků v průběhu sledovaného období nebo maximální průtok a jeho časování. Přesněji, pro každou předpověď jsme počítali:

- a) relativní chybu celkového odtokového objemu

$$dV = (V_m - V_o)/V_o [-],$$

- b) relativní chybu maximálního průtoku integrovaného přes 8minutové období $dV_{peak} = (V_{peak,m} - V_{peak,o})/V_{peak,o} [-],$

- c) časový posun maximálního průtoku

$$\Delta t_{Q_{max}} = \Delta t_{Q_{max,m}} - \Delta t_{Q_{max,o}} [h].$$

Dolní indexy $_m$ a $_o$ označují data modelovaná a pozorovaná (měřená).

Výše popsaná kritéria však vyhodnocují každou ze stovek realizací modelování průtoku zvlášť. Kvůli možnosti charakterizovat pomocí těchto kritérií všechny předpovědi pro jednu událost a jeden soubor srážkových dat jako celek jsme počítali také střední hodnotu (μ) a směrodatnou odchylku (sd) těchto kritérií.

Dalším souhrnným kritériem vyhodnocování předpovědi modelu bylo kritérium spolehlivosti předpovědi průtoku (reliab). Spolehlivost předpovědi je definována jako podíl pozorování průtoku spadající do předpovědních intervalů. Jinými slo-

vy, toto kritérium kvantifikuje, jak věrohodně jsou stanoveny nejistoty srážko-odtokového modelu.

V podobných případech je obvyklé potvrdit statistické předpoklady o modelu chyb analýzou reziduí [10]. Bayesovský přístup implementovaný v použité metodě nám však umožňuje testovat pouze náhodnou chybu měření E, což je jediná čistě frekventistická část rozšířeného modelu. Nicméně protože tyto chyby zpravidla tvoří jen malou část reziduí modelu, informativní hodnota této analýzy je značně omezená a není proto součástí této studie.

Výsledky a diskuse

Dosažené výsledky ukazují, že vliv různých souborů srážkových dat na schopnost modelu reprodukovat srážkový odtok a věrohodně odhadnout predikční intervaly závisí na charakteru srážkové události, tj. na tom, jestli daná událost patří do kategorie silných nebo mírných.

Na hydrogramu vybrané mírné události (obr. 3) vidíme, že pro 3 soubory srážkových dat jsou výsledky velmi podobné, i k nesprávným předpovědím dochází ve stejných částech hydrogramu (začátek stoupající větve). Výjimkou jsou předpovědi získané pomocí dat z MV spojů se základním zpracováním, kde je evidentní tendence podhodnocovat průtoky, nicméně i zde je dynamika události zachycena velmi dobře.

Tyto nejdůležitější trendy se projeví i v souhrnných výsledcích pro všechny mírné události v tabulce 2. Pro (dle našeho názoru) nejvýznamnější charakteristiku odtoku u mírných událostí, tj. relativní chybu celkového odtokového objemu (dV), jsou pro tři datové soubory výsledky téměř shodné, u základních MV dat je podhodnocení průtoků systematické a navíc velmi významné. Podobně byla pro základní MV data zjištěna velmi nízká spolehlivost předpovědi (reliab). U ostatních tří souborů byla spolehlivost výrazně vyšší: nejlepší u dat ze srážkoměrů v povodí (97,8 %), o 4,6 % nižší u dat z opravených MV spojů a ještě o 2,7 % nižší u dat ze vzdálených srážkoměrů. Kritéria popisující odtokovou událost z hlediska jejich maximálních průtoků nejsou v tabulce 2 uváděna, jelikož je považujeme pro mírné události za relativně nedůležitá.

Příklad **silné** srážko-odtokové události (obr. 4) nám ukazuje odlišné chování, než tomu bylo u mírných událostí. Nejhorší předpověď, konkrétněji výrazné podhodnocení maximálního průtoku, vznikla po použití deštových dat ze tří vzdálených srážkoměrů. Ostatní tři soubory srážkových dat, včetně těch z MV spojů se základním zpracováním, vedli k předpovědím velice dobrým ve všech ohledech.

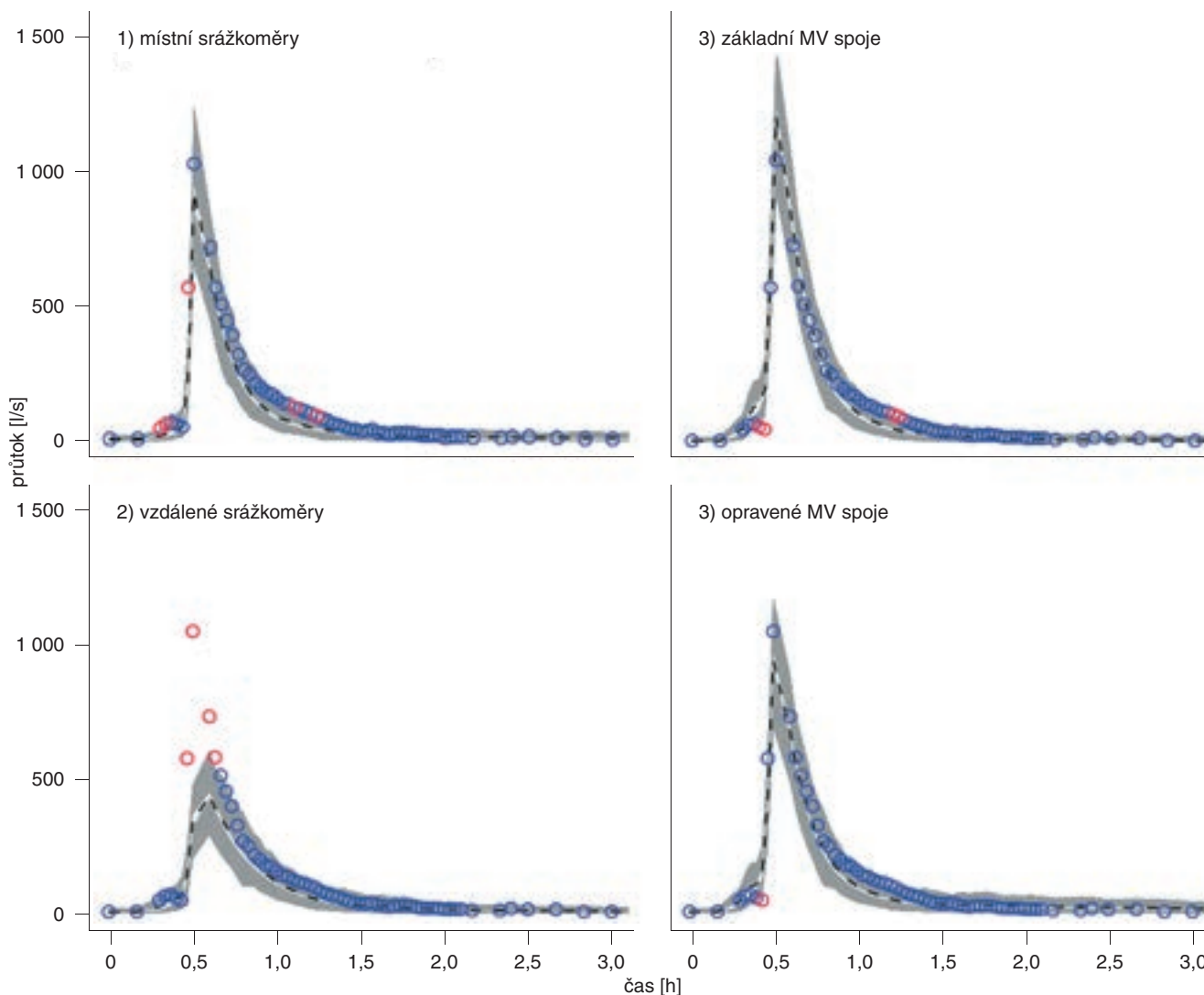
Souhrnné výsledky pro všechny silné události (tab. 3) potvrzují přednosti srážkových dat z MV spojů v oblasti předpovídání časování maximálních průtoků (kritérium $\Delta t_{Q_{max}}$), nejlepší hodnoty byly dosaženy pomocí MV spojů se základním zpracováním (soubor 4). Předpovědi získané pomocí opravených MV dat (soubor 3) byly prakticky stejně kvalitní jako ty ze základních MV dat (soubor 4). Srážková data ze srážkoměrů, místních (soubor 1) i vzdálených (soubor 2), zachytila časování maximálně hůře.

Hodnoty maximálních průtoků (dV_{peak}) byly nejvíce nevhodněji reprodukovány pomocí dat z opravených MV spojů (soubor 3). Rozdíly mezi jednotlivými varianty jsou poměrně velké, minimálně co se směrodatné odchylky týče. Zajímavé je, že výrazně nejhorší výsledky, a to i ve střední hodnotě, byly zjištěny pro data z MV spojů se základním zpracováním (soubor 4).

Z hlediska relativní chyby celkového odtokového objemu (dV) jsou výsledky podobné pro všechny posuzované soubory srážkových dat. Nejlepší střední hodnota tohoto kritéria $\mu(dV)$ byla dosažena pomocí opravených MV spojů (soubor 3), nejmenší směrodatná odchylka sd (dV) pomocí místních srážkoměrů

Tabulka 2: Souhrnné výsledky pro mírné události a jednotlivé soubory srážkových dat

	Místní srážkoměry (soubor 1)	vzdálené srážkoměry (soubor 2)	opravené MV spoje (soubor 3)	základní MV spoje (soubor 4)
$\mu(dV)$	-0,104	-0,163	-0,065	-0,691
$sd(dV)$	0,212	0,294	0,292	0,260
reliab	0,978	0,905	0,932	0,460



Obr. 4: Měřené průtoky (kroužky) a modelované průtoky ve formě predikčních intervalů (šedé pásy) pro silnou srážku ze dne 29. 8. 2014

(soubor 1). Data ze vzdálených srážkoměrů (soubor 2) vedla v tomto ohledu k horším výsledkům než základní MV data (soubor 4).

Spolehlivost předpovědi (reliab) byla nejvyšší u lokálních srážkoměrů (soubor 1), jen o málo nižší byla u opravených MV dat (soubor 3). Naopak, výrazně nejnižší byla u základních MV dat (soubor 4). Je však zajímavé, že pro tento soubor dat byla spolehlivost u silných událostí vyšší než u mírných, ačkoli u všech ostatních souborů je tomu naopak.

Špatné výsledky srážkových dat z MV spojí se základním zpracováním (soubor 4) pro kritéria spolehlivosti (reliab) a relativní chyby maximálních průtoků (dV_{peak}) jsou v rozporu s tím, co by se dalo očekávat na základě výsledků pro vybranou silnou událost z 29. 8. na obrázku 4. Detailní analýza ukazuje, že i pro události z 16. 8. a 8. 9. 2014 jsou výsledky pro soubor 4 srovnatelné s nejlepšími predikcemi (soubory 1 a 3). Velkých odchylek dosahují predikce u zbývajících 2 událostí, což se významně projevuje v souhrnných statistikách. Tyto odchylky mohou být způsobené prostorovým uspořádáním mikrovlnných spojí nebo deficitem simulačního modelu či referenčního měření v uzávěrném profilu při velmi silných srážkách.

Z předložených výsledků je možné odvodit, že pro odhad časové dynamiky srážko-odtokových událostí funguje i základní

Tabulka 3: Souhrnné výsledky pro silné události a jednotlivé soubory srážkových dat

	Místní srážkoměry (soubor 1)	vzdálené srážkoměry (soubor 2)	opravené MV spoje (soubor 3)	základní MV spoje (soubor 4)
$\mu(dV)$	-0,191	-0,202	-0,114	-0,147
$sd(dV)$	0,127	0,226	0,183	0,194
$\mu(dV_{peak})$	0,098	-0,047	-0,001	0,476
$sd(dV_{peak})$	0,355	0,457	0,190	0,699
$\mu(\Delta t_{Q_{max}})$	0,055	0,087	0,086	0,086
$sd(\Delta t_{Q_{max}})$	0,203	0,177	0,134	0,116
reliab	0,870	0,842	0,863	0,627

zpracování MV dat pomocí k-R vztahu velmi dobře. Metoda opravy MV spojí pomocí vzdálených srážkoměrů (soubor 3) zachovává výborné zachycení časových charakteristik měřené srážky, avšak navíc vylepšuje i hodnoty měřených úhrnů, které jsou samotnými MV spoji (soubor 4) často během intenzivních dešťů nadhodnocovány, a naopak, během slabých dešťů podhodnocovány. V případech, kdy samotné MV spoje (soubor 4)

zachytily věrně i intenzitu deště, vede oprava pomocí vzdálených srážkoměrů (soubor 3) spíše ke zhoršení odhadu srážkové intenzity a následného předpovídaného odtoku, a to především v případech prostorově velmi variabilních srážek. Nicméně je zřejmě nezbytné tyto poznatky dále validovat na datovém souboru z delšího období.

Závěry

Tato studie přinesla první srovnání kvality srážkových odhadů z MV spojů a tradičních dat ze srážkoměrů pro potřeby modelování srážko-odtokových procesů v městských povodích, a to včetně robustní analýzy nejistot pomocí bayesovské metody formulované Del Guidicem a kol. [1].

Naše výsledky ukazují, že průtoky modelované na základě MV dat bez opravy pozemními srážkoměry nedokáží u mírných srážek správně reprodukovat odeklé objemy. Na druhou stranu, zejména u silných srážek, tato data velmi dobře reprodukuje dynamiku události, především časování maximálních průtoků. U velmi silných srážek s vysokou prostorovou variabilitou mohou poskytnout dokonce relevantnější hydrogramy než vzdálené srážkoměry.

Data z MV spojů opravená pomocí vzdálených srážkoměrů jsou schopná poskytnout přesnější informace o událostech se značně dynamickým průběhem, než je tomu v případě vzdálených srážkoměrů samotných. V některých aspektech mohou takto opravená data poskytovat dokonce lepší výsledky než soustava 3 srážkoměrů umístěných přímo v povodí. V praxi to znamená, že v městských povodích, kde není dostupné měření pomocí srážkoměrů, lze využít MV spoje opravené pomocí vzdálených měření (např. ze srážkoměrné sítě ČHMÚ či ze sítě měst a obcí) jako spolehlivý zdroj srážkových dat. Tato úvaha má veliký potenciál, především když víme, že pokrytí městských povodí MV spoji je vysoké.

Výsledky této studie ukazují, že komerční mikrovlnné spoje představují slibnou alternativu získávání srážkových dat a mohou velmi dobře doplnit tradiční srážkoměrné sítě. Využití MV dat v oblastech, kde se jiná srážková měření neprovádějí, by nicméně bylo komplikováno systematickými chybami ve srážkových odhadech z MV spojů. Pokročilé předzpracování MV dat by však mohlo v budoucnu tyto chyby částečně eliminovat. I s ohledem na validaci srážkových odhadů se ovšem role stálých pozemních srážkoměrných sítí zdá být nezastupitelná.

Poděkování

Tato práce byla podpořena projekty GAČR č. 14-22978S a GAČR č. 17-163895, projekty ČVUT v Praze č. SGS16/057/OHK1/1T/11 a č. SGS17/064/OHK1/1T/11. Rádi bychom poděkovali firmě T-Mobile Czech Republic a. s. za poskytnutí MV dat a speciálně Pavlu Kubíkovi za laskavou pomoc s našimi četnými prosbami. Zvláštní dík patří také společnosti Pražské vodovody a kanalizace, a. s., která nám poskytla a pečlivě udržovala srážkoměry a poskytla informace o odtoku z povodí,

podobně také Pražské vodohospodářské společnosti a. s. za poskytnutí srážkových dat z 10 srážkoměrů.

Literatura

1. Del Giudice D, Honti M, Scheidegger A, Albert C, Reichert P, Rieckermann J. Improving uncertainty estimation in urban hydrological modeling by statistically describing bias. *Hydrology and Earth System Sciences* 2013;17:4209–4225.
2. Deletic A, Dotto CBS, McCarthy DT, Kleidorfer M, Freni G, Mannina G, Uhl M, Henrichs M., Fletcher TD, Rauch W, Bertrand-Krajewski JL. Assessing uncertainties in urban drainage models. *Physics of the Earth, Parts A/B/C*, 2012;42:3–10.
3. Fencel M, Dohnal M, Rieckermann J, Bareš V. Gauge-Adjusted Rainfall Estimates from Commercial Microwave Links. *Hydrology and Earth System Sciences* 2017;21:617–634.
4. Fencel M, Rieckermann J, Sýkora P, Stránský D, Bareš, V. Je reálné využívat mikrovlnné spoje mobilních operátorů pro měření srážek? *SOVAK* 2014;23(6):22–26.
5. Fencel M, Rieckermann J, Stránský D, Bareš, Potenciál využití dešťových dat odvozených z útlumu signálu telekomunikačních mikrovlnných spojů. *Vodní hospodářství* 2013;63(3):76–79.
6. Freni G, Mannina G, Viviani G. Urban runoff modelling uncertainty: Comparison among bayesian a pseudo-bayesian methods. *Environmental modelling & software* 2009;24:1100–1111.
7. ITU Radiocommunication Sector. 2005. Recommendation 838-3: Specific attenuation model for rain for use in prediction methods. Available at <https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.838-3-200503-I!!PDF-E.pdf>. Retrieved on 16 May 2016.
8. Neumann MB, Gujer W. Underestimation of uncertainty in statistical regression of environmental models: influence of model structure uncertainty. *Environmental science & technology* 2008;42:4037–4043.
9. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015.
10. Reichert P, Schuwirth N. Linking statistical bias description to multi-objective model calibration, *Water Resour. Res.* 2012; 48, W09543, doi:10.1029/2011WR011391.

Ing. Jaroslav Pastorek, Ing. Martin Fencel, Ph.D.,
doc. Ing. Michal Dohnal, Ph.D., Ing. Vojtěch Bareš, Ph.D.
Katedra hydrauliky a hydrologie,
Fakulta stavební, ČVUT v Praze
e-mail: jaroslav.pastorek@fsv.cvut.cz; vojtech.bares@cvut.cz

Dr. Jörg Rieckermann
Swiss Federal Institute of Aquatic Science
and Technology (Eawag), Švýcarsko

Ing. Petr Sýkora, Ph.D.
Pražské vodovody a kanalizace, a. s.

doc. Ing. David Stránský, Ph.D.
Katedra zdravotního a ekologického inženýrství,
Fakulta stavební, ČVUT v Praze

Tento příspěvek prošel externím recenzním řízením.



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

Nad Bezednou 201, 252 61 Dobruška
Tel.: +420 233 311 302, 233 311 389
Fax: +420 233 311 290
e-mail: pft@pft-ufi.cz, www.pft-ufi.cz

Dodavatel vstrojení kanalizačních objektů

- regulace odtoku z odlehčovacích komor
- automaticky stírané česle GIWA
- řídicí kanalizační systémy AQASYS
- pneumatická ČS splašků GULLIVER

Vírový ventil v suché šachtě FluidCon



IN-EKO
TEAM

VODOHOSPODÁŘSKÁ ZAŘÍZENÍ

- mikrosítové bubnové filtry
- flotace
- šroubové česle
- separátory písku

- pásové česle
- šroubové lisys
- šroubové dopravníky

www.in-eko.cz

IN-EKO TEAM s.r.o. Trnec 1734, Tišnov 666 03, tel.: 549 415 234, e-mail: trade@in-eko.cz



Vy máte nápad – my máme řešení

SIMONA je Váš odborný partner při projektování potrubních systémů z PE a PP pro úpravu a zásobování pitnou vodou. Pro Vaše aplikace Vám dodáme technicky nejlepší řešení z jednoho místa, na míru a just-in-time. Otestujte si nás: **+420 236 160 701, mail@simona-cz.com**



Více se dozvíte na
www.simona-cz.com/voda
nebo si jednoduše
naskenujte QR kód.

GLOBAL THERMOPLASTIC SOLUTIONS



VAE CONTROLS
Nám. J. Gagarina 233/I, 710 00 OSTRAVA IO
tel.: 556 204 111, fax: 596 242 153
email: info@vaecontrols.cz

VAE CONTROLS dodává a instaluje

- řídicí systémy vodárenských dispečinků
- lokální řízení úprav a čištění
- dodávky měření a regulace, silnoproudu
- rádiové přenosy ...

www.vaecontrols.cz

VÝROBCE ZAŘÍZENÍ PRO ČIŠTÍRNY ODPADNÍCH VOD



- | | |
|--------------------------|--------------------------------------|
| ▪ MECHANICKÉ PŘEDČIŠTĚNÍ | ▪ HRAZENÍ, REGULACE A MĚŘENÍ PRŮTOKU |
| ▪ SEPARACE A PRÁNÍ PÍSKU | ▪ DOPRAVA, LISOVÁNÍ A PRÁNÍ SHRABKŮ |
| ▪ TERCIALNÍ DOČIŠTĚNÍ | ▪ DOPRAVA A HYGIENIZACE KALU |

VÍCE NEŽ 8 000 VÝROBKŮ PO CELÉM SVĚTĚ

FONTANA R.: Příkop 4, 602 00 Brno, tel: 545175853 e-mail: fontana@fontana.cz; www.fontana.cz

Semináře... školení... kurzy... výstavy...



NEPŘEHLEDNĚTE

Aktuální přehled seminářů najdete na stránkách www.sovak.cz



Mikroplasty v pitnej vode

Alena Trančíková

V stredu 6. septembra 2017 uverejnil britský The Guardian článok, ktorý následne prebrali média v celej Európe vrátane slovenských (i českých – pozn. redakcie). Článok informoval o výsledkoch zahraničnej štúdie, ktorá zistila, že väčšina vzoriek pitnej vody v rôznych krajinách sveta obsahuje malé častičky plastov (mikroplasty), čo je podľa autorov štúdie alarmujúce zdravotné riziko a je potrebné s tým okamžite niečo robiť.



Obr. 1: Vodná hladina v nádrži Ružín (foto: SITA)

Štúdiu zadala nezisková organizácia Orb Media a realizovala ju University of Minnesota School of Health. V rámci tejto jednorazovej akcie boli odobrané pollitrové vzorky pitnej vody v mestách a obciach na všetkých kontinentoch a následne bolo zistené, že 83 % (v Európe 72 %) vzoriek obsahovalo vlákna mikroplastov v priemernom počte 3,8 vlákna v Európe a 9,8 vlákna v USA.

Štúdia organizácie, ktorá bojuje za zníženie produkcie plastových odpadov vo svete, vyvolala medzi vedeckými a vodárskymi odborníkmi diskusiu o relevantnosti výsledkov a hlavne o ich pomerne nekorektnej interpretácii vo vzťahu k pitnej vode. Plasty v životnom prostredí sú bezpochyby jedným z najväčších environmentálnych problémov súčasnosti, ale hlavne budúcnosti. Veľká pozornosť a väčšina realizovaných štúdií sa zatiaľ orientovala na prítomnosť plastov a mikroplastov v riekach a moriach, kde už dlhú dobu predstavujú reálne riziko pre vodné živočíchy a sú čoraz častejšou príčinou ich úhynu a zároveň sa vedci snažia zdokumentovať riziko prenosu mikroplastov do ľudského organizmu potravinovým reťazcom.

Ako je to s mikroplastami vo vode?

Zverejneným výsledkom štúdie chýbajú podstatné informácie, na základe ktorých by bolo možné vyvodiť relevantné vodárske závery. Z pohľadu obsahu mikroplastov v pitnej vode je zásadný rozdiel už v tom, či sa získava z podzemných vôd hlbokých vodonosných vrstiev, alebo úpravou povrchových vôd z nádrží a riek. EurEau, ako organizácia zastupujúca záujmy asociácií vodárskych spoločností štátov Európskej únie, obra-

tom požiadala Orb Media o zverejnenie metodiky odberov a transportu jednotlivých vzoriek vody, ako aj metodiky laboratórnych rozborov, ktoré univerzita použila na analýzu mikroplastov. Bez znalosti týchto podrobností nie je možné zaujať k výsledkom štúdie odborné stanovisko.

Pokým budú požadované informácie k dispozícii, skúsme sa pozrieť na výsledky vedeckých štúdií, realizovaných v našom regióne, na riekach Labe a Dunaj, z ktorého po prefiltrovaní cez štrkopieskové podložie čerpáme pitnú vodu pre Bratislavu a okolie.

V roku 2016 boli publikované výsledky štúdie, ktorú realizovala na Dunaji v rokoch 2009–2014 Environment Agency Austria a University of Natural Resources and Life Sciences. Z výsledkov štúdie vyplýva, že napr. v Hamburgu sa dostane **každý deň** do rieky v priemere od **6 až do 66 kg** plastových častíc menších ako 5 mm z celkového množstva plastového odpadu, ktorý bol v tomto úseku nameraný v rozsahu od **7 kg až do 161 kg denne**. Po prepočítaní na ročné množstvá to vedcom vyšlo na necelých **17 ton/rok** pre mikroplasty a zhruba **41 ton/rok** pre celkový plastový odpad v rieke. A to stále hovoríme len o Hamburgu!

Rozbory plastového odpadu v Dunaji tiež ukázali, že:

- 80 % z celkového množstva plastového odpadu tvoria častice z polyetylénu a polypropylénu,
- len 10 % plastových častíc vo forme granulí pochádza z priemyselnej výroby,
- 90 % plastového znečistenia pochádza z iných zdrojov, je prinesené vetrom – prach z pneumatík, z náterov ciest a domov, z plastového odpadu na skládkach, oterom látok, v odpadovej vode – vlákna uvoľnené pri praní, a pod.

Vedci zároveň podrobili skúmaniu tráviaci trakt **30 rýb**, ulovených v Hamburgu, a zistili, že sa tam **nenachádzali žiadne mikroplasty!** K veľmi podobnému výsledku dospeli aj rakúski vedci, ktorí podrobili rovnakému skúmaniu **840 rýb** z Dunaja v hornom Rakúsku a odhalili len **2 vlákna mikroplastov** v trávacom ústrojenstve.

Ako je to s mikroplastami v pitnej vode?

Po pravde musíme priznať, že nevieme. Zatiaľ neexistujú certifikované laboratórne postupy, ktoré by vodárske spoločnosti mohli použiť, ale výskumné ústavy niektorých štátov EU už na nich pracujú. Základnou otázkou je však skutočnosť, že doposiaľ **neboli zdokumentované potenciálne negatívne účinky mikroplastov v pitnej vode na ľudské zdravie**. Najprv je

preto nutné uskutočniť výskum v tejto oblasti. Potrebujeme vedieť, ktoré plasty (z akých materiálov), v akých množstvách a akým spôsobom môžu ľudskému organizmu spôsobovať zdravotné problémy, aby nákladné laboratórne rozboru na monitoring pitných vôd boli adresne smerované.

Dôležitý je fakt, že podľa monitoringu odpadových vôd dokážu čistiarne odpadových vôd, ktoré majú dobudované pokročilé stupne čistenia, odstrániť významný podiel mikročastíc a v rámci nich aj mikroplastov. Aby sme vedeli presnejšie údaje, aj tento stupeň poznania vyžaduje ďalší výskum a nevyhnutné financie.

Pre ilustráciu by som uviedla podobný problém, ktorý v minulosti riešili vodárenské spoločnosti, a to problém s azbestovými mikrovláknami, ktoré sa uvoľňovali do pitnej vody z azbestových vodovodných potrubí. Vedeckým skúmaním bolo zistené, že azbestové vlákna sú nebezpečné len pri vdýchnutí, pretože sa zapichnú do jemnej výstelky pľúc a organizmus sa ich už nevie zbaviť, čo má za následok ich postupné zlyhávanie. Ale vlákna, ktoré sa dostanú do ľudského tela s pitnou vodou, dokáže ľudský tráviaci trakt bez následkov vylúčiť. Následne boli preto stanovené limity pre obsah azbestových mikrovlákn v pitnej vode nasledovne:

- v USA stanovila Americká agentúra pre životné prostredie (USEPA) limit 7 miliónov vlákn na 1 liter pitnej vody,
- v Českej aj Slovenskej republike bol limit 300 tisíc vlákn na 1 liter pitnej vody.

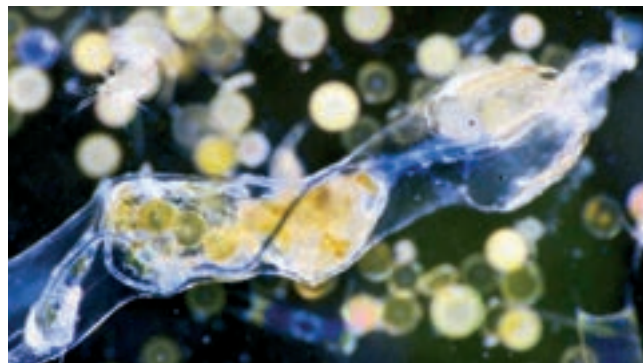
Z vyššie uvedeného môžeme teda odvodiť, že nález niekoľkých kusov (3,8 vlákna v Európe a 9,8 vlákna v USA) v pollitri pitnej vody, s veľkou pravdepodobnosťou nepredstavuje „alarmujúce“ zdravotné riziko...

Všadeprítomné plasty v životnom prostredí ale nemožno podceňovať, pretože predstavujú smrtiaci problém pre faunu aj flóru všade na Zemi. Pokiaľ sa účinne vysporiadame s nadmerným využívaním plastov, ich nevhodnou likvidáciou napr. skládkovaním a zároveň zvýšime účinnosť čistenia odpadových vôd od mikropolutantov, znížime aj riziko prítomnosti mikroplastov v povrchových, podzemných a pitných vodách.

Ing. Alena Trančíková
Bratislavská vodárenská spoločnosť, a. s.
e-mail: alena.trancikova@bvsas.sk

Poznámka redakcie

Tímto témom sa odborníci zaoberajú i v Českej republike. Státní zdravotní ústav k výše uvedenej studii vydal 22. 9. 2017 Stanovisko Státního zdravotního ústavu – Národního referen-



Obr. 2: Plastové vlákno v tráviacom ústrojenstve planktónového organizmu (foto: Orb Media)



Obr. 3: Mikroplasty uvoľnené práním z plastových odevov (fleece) (foto: Orb Media)

čného centra pro pitnou vodu ke zprávě o výskytu mikroplastů v pitné vodě a jeho zdravotním riziku, v jehož závěru uvádí: „Riziko plastových vláken z pitné vody je podle našeho názoru tak zanedbatelné, že nemá smysl se jím speciálně zabývat. Stačí využívat stávající mechanismy kontroly výroby pitné vody na přítomnost částic (ukazatele zákal a abioseton) a činit běžná opatření při jejich zvýšených hodnotách.“

Celý text stanoviska je k dispozici na internetové adrese http://szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/Stnovisko_NRC_mikroplasty_v_pitne_vode.pdf

Stanovisko k této problematice zaujal rovněž SOVAK ČR a je k dispozici na internetové adrese www.sovak.cz/clanky/stanovisko-sovak-cr-k-pritomnosti-mikroplastu-ve-vodach

Informace o Sdružení oboru vodovodů
a kanalizací ČR, z. s., získáte na stránkách

www.sovak.cz



Z REGIONŮ

- V mateřské škole Svatopluka Čecha v Chrudimi proběhla v listopadu 2017 osvětová akce s kocourem AGIM. V předškolní třídě bylo 23 dětí. Ve školce mají celoroční program na téma Co dokáže živá voda, aneb Vše o vodě. S Ing. Ilonou Stejskalovou z **Vodárenské společnosti Chrudim, a. s.**, která školku navštívila, si děti povídaly o vodě, jak se do kohoutku dostane pitná voda, kam odtéká špinavá voda, co do záchodu nepatří, jak se třídí odpad a čistí odpadní voda na čistírně odpadních vod.



- **Pražské vodovody a kanalizace, a. s.**, (PVK) v roce 2017 zintenzivnily průzkum splaškových stok, kanalizačních přípojek a vnitřní kanalizace nemovitostí pomocí tzv. kouřové metody. Důvodem je přetěžování čerpacích stanic a pobočných čistíren odpadních vod. Zkontrolováno bylo 22 kilometrů kanalizace a odhaleno 26 závad. PVK se zaměřily na oblast Zličína, Nebušic a Řeporyjí. Například v jednom úseku v Řeporyjích dlouhém necelých dvě stě metrů bylo špatně napojeno pět nemovitostí. Kouřovou metodou lze provést kontrolu správnosti napojení srážkových vod bez účasti majitele nemovitosti, aniž by docházelo k poškození či zásahu do jeho majetku. Metoda je založena na stopování zdravotně nezávadné umělé mlhy vháněné do oddílné splaškové kanalizace. Mlha je produkována výrobníkem mlhy a pomocí výkonného ventilátoru je vháněna vstupní šachtou ve veřejném prostranství do stoky splaškové kanalizace a do kanalizačních přípojek připojených nemovitostí. Pokud je do kanalizační přípojky na splaškové kanalizaci nesprávně napojeno i srážkové odvodnění z nemovitosti, objeví se mlha v okapech či dvorních vpustích. Tyto jevy jsou v průběhu zkoušky vyhodnocovány a dokumentovány technickými pracovníky na místě a slouží jako podklady pro pozdější jednání s majiteli objektů, kteří jsou na základě smluvního vztahu vyzváni k nápravě závadného stavu.
- Jak si poradit v případě rozsáhlého výpadku dodávky elektrického proudu, nacvičovali v rámci simulované kalamitní situace v Jihočeském kraji ve dnech 4. a 5. prosince i pracovníci vodohospodářské společnosti **ČEVAK a. s.** Cvičení vodohospodářům umožnilo najít i slabá místa tak, aby se jim potom v reálném případě mohli vyhnout. Podobný scénář, jaký připravilo cvičení Blackout 2017, vodohospodáři řešili před tím i ve skutečnosti, kdy se po řádění víchřice Herwart na konci října ocitla bez elektřiny řada míst v kraji.
- Představenstvo společnosti **Vodohospodářská zařízení Šumperk, a. s.**, schválilo Věcný plán oprav a investic pro rok 2018 do vodovodních a kanalizačních sítí včetně technologií, který obsahuje položkový výčet oprav v úhrnné hodnotě více než 55 milionů korun a investic v hodnotě více než 37 milionů korun.

Další více než 4 miliony korun jsou určeny na projektovou přípravu budoucích akcí (vše bez DPH). Mezi zásadní akce pro rok 2018 lze zařadit mimo jiné generální obnovu čistírny odpadních vod v obci Kouty nad Desnou, stavební úpravy vodojemu Květná ve Starém Městě, vyřešení hrubého předčištění na ČOV Šumperk nebo kompletní obnovu vyhnívací nádrže č. 1 na ČOV Zábřeh, která byla zahájena již v loňském roce. Významnou akcí je vybudování průzkumného hydrogeologického vrtu o hloubce 200 metrů v Lesnici. Plán obsahuje i akce realizované pro menší akcionáře, například opravu vodovodního řádu v délce cca 1 650 metrů v ul. 9. května a Linhartova v Rudě nad Moravou. Více informací je k dispozici na www.vhz.cz/user-files/VP%202018.pdf.

- Na podzim 2017 proběhlo slavnostní spuštění stavby Zkapacitnění prameniště a zvýšení jakosti pitné vody z prameniště Hulín včetně přivaděče surové vody na úpravnu vod do provozu za účasti hejtmána Zlínského kraje Jiřího Čunka a starosty města Kroměříže Mgr. Jaroslava Němce. Jedná se o spuštění stavby zrekonstruované čerpací stanice v Hulíně, včetně jímacího území, a o sanaci stávajícího vodovodního přivaděče v celkové délce 7,5 km. Stavba přivaděče byla zahájena v listopadu 2016 a byla dokončena v srpnu 2017. Po uvedení do provozu se předpokládá zvýšení provozní zabezpečení Kroměřížska, zejména při ohrožení některého ze zdrojů pitné vody, a to nejen vlivem sucha, ale i při nebezpečí povodní. Rekonstrukce by měla přispět také ke zvýšení jakosti surové vody z prameniště na úpravnu vod a výraznému snížení rizika velkého poklesu hladin podzemní vody v dalších zdrojích – zejména pak zdroje Břest, kde je v současnosti detekováno značné snížení hladiny podzemní vody. Také se tímto opatřením garantuje dostatečné množství surové vody na příštích několik desítek let pro zásobování celého okresu Kroměříž, kde působí jako provozovatel společnost **Vodovody a kanalizace Kroměříž, a. s.**



- Bublava, jež je součástí **Vodohospodářského sdružení západních Čech**, neměla dosud vybudovanou vodovodní síť. Její obyvatelé využívali vlastní studny či vrtů, které však především v letních měsících ztrácely vydatnost a ani jejich kvalita často nebyla dostačující. Řadu let se hledala možnost, jak zajistit pro obec vydatný a kvalitní zdroj pitné vody. Původní projekty, které počítaly s přivedením vody z nedalekých Kraslic, či Stříbrné, byly však finančně příliš nákladné. Proto se začala zvažovat možnost napojit Bublavu na vodovodní systém německého města Klingenthal, které s obcí přímo sousedí. Podařilo se navázat spolupráci s německými partnery a na konci

Z REGIONŮ

roku 2014 se dokončil nový 760 metrů dlouhý vodovodní přívaděč z Klingenthalu do Bublavy, za celkové náklady 1,5 milionů Kč (bez DPH). Výstavba přívaděče, ukončeného v předávací vodoměrné šachtě, byla prvním krokem k budování



nové vodovodní sítě v Bublavě. Na něj dále navazovala výstavba samotného vodovodu v obci (vodovodní distribuční síť a vodojemu), která byla dokončena na podzim 2017. Celkové náklady nové vodovodní sítě byly cca 10 milionů Kč (bez DPH). Novou vodovodní síť v Bublavě dotačně podpořily Ministerstvo zemědělství a Karlovarský kraj.

- V mnoha menších obcích Karlovarska, kde provozovatelem jsou **Vodárny a kanalizace Karlovy Vary, a. s.**, proběhla řada projektů na zlepšení odvádění a čištění odpadních vod, dotačně podpořených Karlovarským krajem a Ministerstvem zemědělství. V Pšově se dokončila nová moderní mechanicko-biologická čistírna odpadních vod, která nahradila původní



šterbinovou nádrž. Obdobný projekt se realizoval ve Štědré, i zde byla původní šterbinová nádrž, která nezajistila dostatečnou úroveň čištění odpadních vod, nahrazena novou mechanicko-biologickou čistírnou. Intenzifikace čištění odpadních vod se realizovala i v Tepličce. V obci byly původně na každém břehu Teplé dvě samostatné kanalizace zakončené septikem s přepadem do řeky. V rámci projektu byly obě kanalizace propojeny, jeden septik se přestavěl na čerpací stanici a v místě druhého pak byla vybudována moderní plně automatizovaná čistírna odpadních vod. Nová čistírna se postavila také ve Vrbiči. Nahradila tak původní šterbinovou nádrž, do které byla zaústěna část původní obecní kanalizační sítě. Navíc se v obci dostavěla i chybějící část kanalizace, tak aby byly veškeré odpadní vody ze stávající zástavby přivedeny do nové čistírny. Nová kanalizace se dokončila také v Mírové, Horách a Dražově.

- Projekt Balená voda pro seniory či zdravotně postižené, který realizuje společnost **Pražské vodovody a kanalizace, a. s.**, (PVK) se rozšířil do další pražské městské části. Nejnovějším členem se stala Praha 14. V případě dlouhodobých výluk či havárií míří balená voda přímo k lidem zapojeným do projektu na jimi určené místo. Do projektu se již zapojily Praha 2, Praha 3, Praha 6, Praha 13, Praha 15, Praha 16 a městská část Březiněves. PVK jedná i s dalšími městskými částmi a v letošním



roce by se tak portfolio členů mělo dále rozrůst. „Když přestane téct voda, je to nepříjemné pro všechny, natož pro lidi s omezenou pohyblivostí, pro které může cesta k cisterně a následná doprava vody domů představovat nepřekonatelný problém. Dlouhodobě usilujeme o maximální bezbariérovost v naší městské části. Projekt PVK, do něhož jsme se nově zapojili, vnímám jako další pozitivní krok v této oblasti,“ uvedl Radek Vondra, starosta Prahy 14. Všechny kontejnery s balenou vodou jsou vybaveny čipy, takže lze sledovat jejich přesnou polohu a zároveň tímto krokem získaly PVK přehled pohybu kontejnerů od výrobní linky přes sklady do samotné distribuce. Balicí linka je instalována v úpravně vody Káraný. Celý proces balení vody do sáčků včetně použité folie je v souladu se zákonem č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a souvisejících předpisů. Potřebné údaje o jakosti pitné vody, včetně data spotřeby, jsou uvedeny na sáčku. Jakost vody v sáčcích je průběžně kontrolována akreditovanou laboratoří.

Zdroje rubriky Z regionů: internet a tiskové zprávy vodárenských společností.

Rádi uveřejníme informace i o vašich akcích či projektech. Napište nám o nich do redakce.

Čisticí a dezinfekční prostředky CARELA® pro zařízení na pitnou vodu

Společnost EWAC spol. s r. o. České Budějovice se stala od 1. 1. 2017 výhradním zástupcem a distributorem produktů a technologií společnosti CARELA GmbH pro Českou republiku a Slovenskou republiku. Společnost EWAC spol. s r. o. byla založena v roce 1998 v Českých Budějovicích. V oblasti vodního hospodářství se specializuje na chemické produkty k čištění a úpravě vody, filtraci vzduchu, technologická zařízení ČOV, sorpční havarijní materiály. EWAC spol. s r. o. ke všem produktům zajišťuje odborné poradenství a servis. V následujícím článku, bychom vám rádi odpověděli na několik otázek týkajících se chemického čištění zařízení pro pitnou vodu.



Proč chemické čištění vodárenských zařízení?

Anorganické látky a mikroorganismy obsažené ve vodě vytváří na stěnách vodárenských zařízení tzv. sekundární znečištění ve formě inkrustů, povlaků a biofilmů.

Většina provozovatelů vodárenské infrastruktury pochopila, že bez systematického čištění potrubí, různých nádrží a vodojemů, nelze zajistit stabilní kvalitu vyráběné a distribuované pitné vody. Inkruity v potrubí dokonce zvyšují energetickou náročnost při čerpání vody, snižují vydatnost vrtů a studen. Chemické čištění zařízení pro pitnou vodu však zatím není v České ani ve Slovenské republice zcela běžné.

Proč zrovna produkty CARELA®?

Čisticí a dezinfekční prostředky CARELA® jsou na trhu více než 40 let a německá společnost CARELA GmbH je světově renomovaná firma v oblasti čištění a dezinfekce zařízení pro pit-

nou vodu. Know-how této firmy je založeno na samostatném výzkumu, vývoji a marketingu výrobků, zařízení a technologií CARELA®.

Společnost je zaměřena na spokojenost zákazníků s ohledem na bezpečnost a ochranu při práci s produkty CARELA® a čisticí prostředky jsou samozřejmě vyvíjeny tak, aby byly šetrné k životnímu prostředí.

Speciální čisticí prostředky CARELA® spolehlivě čistí a zároveň dezinfikují zařízení pro pitnou vodu. Rozkládají minerální povlaky obsahující železo, mangan a vápenaté sloučeniny, a současně bezpečně odstraňují biofilmy z povrchu čištěných zařízení. Speciální čisticí prostředky CARELA® pronikají dokonce přes tvrdou povrchovou vrstvu usazenin, uvolňují ji a rozpouštějí [1].

Společnost CARELA GmbH vyvinula několik desítek prostředků pro čištění a dezinfekci vodárenských zařízení a systémů. Zde bychom vás chtěli seznámit se základními prostředky, které jsou určeny pro použití čištění potrubí a vodojemů, regeneraci vrtů, studen a filtrů (tab. 1).

Prostředky CARELA® jsou svým složením optimálně přizpůsobeny povrchům, které mají být ošetřeny. Aby nedošlo k poškození čištěného povrchu, výběr vhodného prostředku provádí pracovník společnosti CARELA GmbH na základě poptávky zákazníka. V poptávce musí být specifikován typ zařízení (potrubí, vodojem, vrt) dále objem nebo plocha, která má být vycištěna, a četnost čištění. Je důležité, aby zákazník ve své poptávce specifikoval materiál povrchu, na který bude prostředek CARELA® použit. Po správný výběr prostředků je také nutné znát kvalitu vody, která se v daném zařízení akumuluje nebo zařízením protéká.

Jaká zařízení použít pro aplikaci prostředků CARELA®?

Čisticí prostředky se nanášejí na stěny nádrží a vodojemů speciálním nízkotlakým aplikátorem firmy CARELA GmbH. Aplikace prostředků CARELA® se provádí pod tlakem 1–10 barů.

Tabulka 1: Přehled základních přípravků CARELA®

Přípravek	Účel použití
CARELA® BIO	pro povrchy – chlorovaný kaučuk, epoxidové pryskyřice, PVC, keramické obklady, barvy, omítky a beton, nevhodný na nerezovou ocel
CARELA® BIO Forte	přípravek pro regeneraci studní, vrtů a filtrů, čištění keramických povrchů, nevhodný na nerezovou ocel
CARELA® HYDRO	regenerační přípravek pro nerez zařízení (potrubí, filtry, cisterny na pitnou vodu)
CARELA® greenPOWER	zesilovač čisticího účinku s aktivním kyslíkem – přísada pro CARELA® BIO, CARELA® BIO Forte, CARELA® HYDRO
CARELA® NOVOPUR	přípravek pro odstranění povlaků a usazenin železa a manganu a biofilmů z povrchů stěn vodojemů, potrubí citlivých na kyseliny
CARELA® puroDes EN	přípravek účinně odstraňuje biofilmy (<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus hirae</i> , <i>Candida albicans</i>) z povrchů citlivých na kyseliny
CARELA® muEX forte	přípravek pro odstraňování odolných biofilmů z potrubí (<i>Pseudomonas aeruginosa</i> a <i>Legionella spec.</i>)

Použitím nízkotlakého aplikátoru se optimalizuje spotřeba prostředku. Zároveň se eliminuje možnost poškození čistěného povrchu, tak jak se může stát při čištění vodou vysokotlakým zařízením, které vyvíjí tlak více než 100 barů. Přehled zařízení pro aplikaci prostředků CARELA® je uveden v tabulce 2.

Všechny aplikátory jsou chemicky odolné, bezpečné pro provoz v prostředí s vysokou vlhkostí vzduchu, jsou skladné a snadno přenosné. Teleskopické tyče s aplikační tryskou se dodávají v délce až 6,2 m.

Jaký je postup čištění vodojemu?

Chemické čištění vodojemu probíhá ve čtyřech jednoduchých krocích:

1. Opláchnout stěny a dno vodojemu proudem vody od hrubých nečistot.
2. Aplikovat vhodně vybrané čisticí a desinfekční prostředky CARELA® pomocí nízkotlaké trysky, například zařízením CARELA® NOVO-MAT 1+ (5 bar).
3. Na exponovaná místa použít na dočištění měkký kartáč CARELA® na teleskopickém nástavci (délka nástavce až 6,2 m).
4. Po 20–30 minutách (dle typu prostředku) stěny i dno vodojemu důkladně opláchnout proudem pitné vody.

Vodojem je poté připraven k použití.

Doba čištění vodojemu je závislá na jeho objemu. Zkušenosti je ověřeno, že nádrž o objemu 1 000 m³ může být vyčištěna asi za čtyři hodiny, včetně požadovaných přípravných a dokončovacích prací [2].

Pro vodárenské společnosti, které nedisponují skupinou pracovníků určenou pro čištění vodojemů, firma EWAC spol. s r.o. České Budějovice nabízí nejen dodávku prostředků a zařízení

Tabulka 2: Přehled zařízení pro aplikaci přípravků CARELA®

Název zařízení	CARELA® NOVO-MAT 1+	CARELA® AIR-MAT silent	CARELA® SPRAY UNIT
provozní tlak	5 bar	10 bar	3 bar
průtok	6,5 l/min	6 l/min	1 l/min
externí napájení	AC 100–240 V 50–60 Hz	AC 230 V 50 Hz	–
příkon	50 W	99 W	–
objem nádrže	40 l	80 l	10 l
hmotnost	10 kg	18 kg	3,25 kg
provozní doba na baterie	5 hodin	–	–

CARELA®, ale dle požadavků zákazníka vodojem i kompletně vyčistí.

Kde získat více informací o prostředcích CARELA®?

Pokud náš článek o čištění zařízení na pitnou vodu ve vás vzbudil zájem o prostředky CARELA®, více informací o jednotlivých prostředcích naleznete na www.ewac.cz, případně své dotazy a poptávky posílejte na e.orszulikova@ewac.cz.

Literatura

1. Hygienisch einwandfreie Wasserversorgung, CARELA GmbH 2014.
2. Application instructions CARELA® BIO greenPOWER, CARELA GmbH 2017-07.

Ing. Eva Orszuliková, e.orszulikova@ewac.cz

(komerční článek)



Čisticí a desinfekční přípravky pro:

- zásobní nádrže na pitnou vodu
- vodojemy
- potrubní systémy
- plavecké bazény
- studny a vrty



Magazín a další způsoby komunikace SČVK

Iveta Kardianová

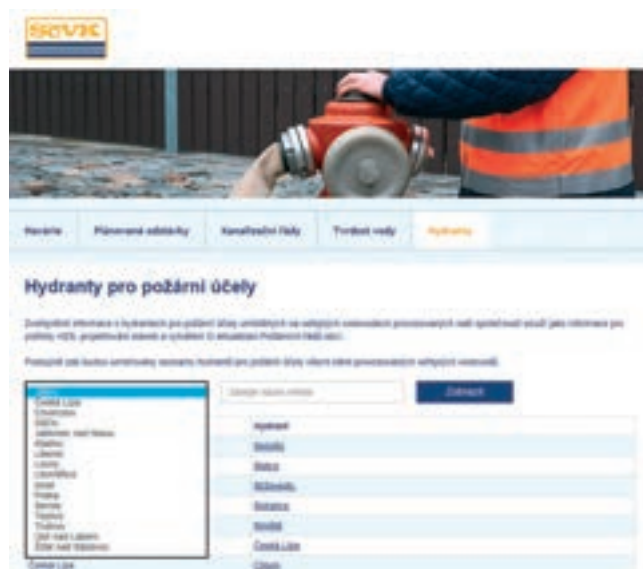
Pokračujeme ve volném seriálu o komunikaci vodárenských společností. Dnes se představují Severočeské vodovody a kanalizace, a. s.

Severočeské vodovody a kanalizace, a. s. (SČVK) zaměstnává již 1 704 zaměstnanců od Klášterce nad Ohří po Turnov a v Roztokách u Prahy. Vzhledem k takto rozsáhlému provozovanému území a vzdálenostmi mezi jednotlivými pracovišti je interní komunikace se zaměstnanci společnosti vedena více kanály.

Aktuality ve společnosti zprostředkovává zaměstnancům intranet, díky němuž se dozvídají například zajímavá sdělení o benefitech společnosti, akcích skupiny Veolia, projektech Nadačního fondu Veolia, ale i důležité informace k plánovaným odstavkům elektronické komunikace z důvodu údržby serveru. Stejně tak intranet slouží jako zabezpečený prostor pro sdělení informací pracovníky jednotlivých úseků a útvarů SČVK a jako portál pro snadný přístup k jednotlivým oblastem podnikových informačních systémů. Z intranetu jsou informováni jak ti, co pracují s počítači, tak i ostatní, kterým jsou důležitá sdělení vytištěna a umístěna na osvědčené nástěnky jednotlivých pracovišť. Chce-li společnost zajistit, aby se dané sdělení dostalo opravdu ke každému zaměstnanci, připraví zprávu a připne ji k výplatní pásce. Pro rychlé předání informace používá vedení SČVK kanál SMS INFO. Všichni pracovníci disponující služebním mobilním telefonem jsou zaregistrováni do systému SMS INFO, a tak jsou v případě potřeby obesláni SMS zprávou.



Společnost čtvrtletně vydává Magazín, který již má svou tradici. Vychází v nákladu 2 000 kusů a dostávají jej nejen všichni zaměstnanci SČVK, ale i zaměstnanci dceřiné společnosti Vodoohospodářské společnosti Sokolov, s. r. o. Jsou zde vytištěny články zabývající se provozními novinkami, bezpečností práce, provozními úspěchy jednotlivých závodů, zkušenostmi tzv. Best practises, informacemi o benefitech pro zaměstnance skupiny Veolia, o aktivitách pořádaných pro školy, či o spolupráci v městech a obcích. V magazínu mají pravidelně své místo i pochvaly od zákazníků.



Vzhledem k rozlehlosti provozovaného území organizuje SČVK společenské a sportovní akce, kde se mohou potkat zaměstnanci z různých míst. Ke Světovému dni vody je každoročně pořádáno společenské setkání pro zaměstnance nejen SČVK, ale i Severočeské vodárenské společnosti a. s. a státního podniku Povodí Ohře. V roli pořadatele večera se všechny tři společnosti pravidelně střídají. Při interní komunikaci SČVK nelze opomenout ani provozní porady a zejména pak dialog s odborovou organizací, který je veden v průběhu celého roku.



Při zkvalitňování komunikace se zákazníci rozvíjí společnost i své webové stránky www.scvk.cz. Od dubna lze například využít systém elektronického (automatického) vyjádření k existenci sítí v oblastech působnosti SČVK. Systém umožňuje zákazníkovi velmi rychlé získání vyjádření k existenci sítí a zároveň na stejném místě zažádání o vyjádření navazující – tedy k možnosti napojení, vyjádření k projektové dokumentaci, případně jiné typy vyjádření. Vyjádření k samotné existenci sítí, po odeslání žádosti zákazníkem, odchází plně automaticky a zákazník dostává na svoji e-mailovou adresu vyjádření během několika minut. Na stránky byla v souvislosti se spuštěním nového vyjadřovacího systému umístěna nová interaktivní žádost o vyjádření (odkaz <https://zadosti.scvk.cz>).

Z dalších zajímavých projektů lze uvést možnost prohlédnout si na webu rozmístění hydrantů na území, provozovaném naší společností. Postupně jsou doplňována všechna města

a obce v působnosti SČVK. Společnost se ve spolupráci s HZS Libereckého kraje zapojila do pilotního programu, který si klade za úkol zpřesnit hydrantovou síť sloužící pro hasební účely. Z původních několika set hydrantů na území města Liberec se jejich počet snížil řádově na desítky. V průběhu realizace byly nově osazovány výtokové stojany dimenze DN 100 na páteřní řady. Došlo k vypracování přehledu požárních hydrantů města Liberec a byly určeny body, které budou splňovat normu pro požární řád města. Vše bylo zaneseno do programu GIS a na webové stránky SČVK, kde si může zákazník vyhledat potřebné informace k dané lokalitě.

Ing. Iveta Kardianová, MBA
Severočeské vodovody a kanalizace, a. s.
e-mail: iveta.kardianova@scvk.cz

ZPRÁVY

Výzkumný projekt o věžových vodojemech

Věžové vodojemy. Technické ikony vodárenského průmyslu. Jsou specifické vývojem konstrukčním a stavebním, vývojem vlastních vodárenských technologií a uplatňování architektonických dobových trendů na vertikálních stavbách. Mají na našem území doloženou více než 600letou historii, některé z nich sloužily i několik set let. Jsou pod nimi podepsáni významní projektanti, stavitelé i mezinárodně proslulí architekti. Přitahují pohledy a zájem laické i odborné veřejnosti. Vyzývají k odvážným konverzím a k hledání nových možností jejich využití. A přesto nebyla jejich dlouhá evoluce na našem území doposud vědecky zdokumentována, zpracována a prezentována.

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., ve spolupráci s Českým vysokým učením technickým v Praze bude v rámci programu NAKI II Ministerstva kultury ČR v letech 2018–2022 řešit výzkumný projekt s názvem **Věžové vodojemy – identifikace, dokumentace, prezentace, nové využití**.

Posláním projektu je zpracování historického vývoje věžových vodojemů na našem území a zpřístupnění tohoto kulturního dědictví široké obci zájemců. Směřuje k uchování nehmotného kulturního dědictví pro další generace a k zachování technických památek s minimalizovanými ztrátami. Hlavním řešitelem projektu je zakladatel Společenstva vodárenských věží a provozovatel databáze věžových vodojemů na našem území Ing. Robert Kořínek, Ph.D., (www.vodarenskeveze.cz), hlavním řešitelem za ČVUT v Praze je Ing. Martin Vonka, Ph.D.

Za Pepou Janským



Vážení přátelé,
na sklonku loňského roku odešel vodař tělem i duší, dlouholetý jednatel naší společnosti, pan Josef Janský. Zemřel 2. prosince 2017 ve věku nedožitých 65 let.

S firmou HAWLE Armatury, spol. s r. o., spojil jednadvacet let svého úspěšného profesního života. Přišel nedlouho po jejím založení v roce 1993 a s několikaměsíční přestávkou pracoval do jara 1999 v oblasti obchodu a technického rozvoje.

Pak mu zakladatel firmy HAWLE, pan Erwin Hawle, nabídl funkci jednatele společnosti. „Pane Janský, firma v Jesenici se stává samostatnou a už nepotřebuje vedení matky. Vedte ji tak, abychom měli oba právo být spokojeni s výsledky, řekl mi tenkrát. To byla pro mne osobní výzva,“ vzpomínal Pepa Janský.

Jako jednatel vedl naši společnost od 1. dubna 1999 do 31. prosince 2015 – a vedl ji opravdu dobře. Možná i proto, že po absolvování Stavební fakulty ČVUT působil více než deset let jako stavář a díky tomu důvěrně znal situaci a každodenní problémy vás, našich zákazníků. Proto také podporoval vše, co usnadní, ulehčí a urychlí práci lidem v terénu.

Po odchodu do důchodu působil ještě rok jako poradce, a těšil se, že konečně bude mít dost času na svá vnučata a koníčky, hlavně na putování po českých a moravských rozhlednách...

Osobní skromnost, poctivý přístup k práci, odvaha prosazovat dlouhodobě prospěšná řešení, to je odkaz, který po sobě Josef Janský zanechal, a my se ho budeme snažit dál naplňovat.

Vedení a pracovníci společnosti
HAWLE Armatury, spol. s r. o.



NEKROLOG



DORG, spol. s r. o.

U zahradnictví 123, Česká Ves
Tel.: 584 411 203 www.dorg.cz

➔ **Rekonstrukce sítí bezvýkopovými technologiemi berstlining a relining**

➔ **Potrubí z tvárné litiny s polyuretanovou ochranou švýcarské firmy von Roll**

ČESKÁ VODA
CZECH WATER

Váš partner v oblasti oprav, údržby a dodávek investičních celků pro vodní hospodářství

- Zajišťování činností údržby včetně provádění oprav (elektroúdržba a telemetrie, stavební údržba, strojní údržba)
- Technická diagnostika (měření tlaků, průtoků, bezdemontážní diagnostika točivých strojů)
- Komplexní dodávky technologických celků (včetně projektování, konzultační a poradenské činnosti)
- Montáže vodoměrů
- Doprava a mechanizace (cisternové vozy, sklápěči a valníkové vozy, jeřáby, zemní práce)

Česká voda – Czech Water, a.s.
Ke Kablu 1/971, 102 00 Praha 10
tel.: 272 172 103, e-mail: info@cvcw.cz
<http://www.cvcw.cz>

Purity Control spol. s r.o.

Přemyslovců 30, 709 00 Ostrava
www.puritycontrol.cz, purity@puritycontrol.cz
tel.: 596 632 129

Dodávky a servis zařízení pro úpravu pitné, technologické a odpadní vody

- Dávkovací čerpadla chemikálií Milton Roy; výkon 0,9–15 000 l/hod.
- Úpravný vody: změkčování, filtrace, reversní osmózy, desinfekce atd.
- Přípravné stanice polyflokulantu a rozmíchávací chemické jednotky
- Komplexní skladování a dávkování síranu železitého
- Kompletní dávkovací stanice vč. MaR
- Vertikální míchadla Helisem®

SOVAK • VOLUME 27 • NUMBER 1 • 2018

CONTENTS

Oldřich Vlasák	
Editorial	1
Jiří Hruška	
VaK Zlín (regional water and sewage company) is upgrading urban water infrastructure – an interview with Chairman of the Board of Directors Mr. Svatopluk Březík	2
Alena Satinová	
The Water Treatment Plant in Tumačov undergoes extensive refurbishment	4
Kamstrup in 2018	6
Filip Wanner	
Seminar on Material transformation of sewage sludge	7
First installation of the ACQ580 frequency inverter in the Czech Republic	9
Vladimír Havlík	
Turbulent flow of homogeneous non-Newtonian suspensions	10
New method to demonstrate the presence of silver nanoparticles in surface waters	14
Jaroslav Pastorek, Martin Fencel, Jörg Rieckermann, Petr Sýkora, David Stránský, Michal Dohnal, Vojtěch Bareš	
The evaluation of CML rainfall data in urban catchment by means of hydrologic model uncertainty	16
Alena Trančíková	
Micro-plastics in drinking water	24
Regionals news	26
CARELAR cleaning and disinfection products for drinking water installations	28
Iveta Kadianová	
Magazine and other ways of communication in SčVK (regional water and sewage company)	30
Mr. Josef Janský in memoriam	31

Cover page: The Water Treatment Plant Klečůvka

Redakce (Editorial Office):

Šéfredaktor (Editor in Chief): Mgr. Jiří Hruška, tel.: 221 082 628, 601 374 720; redaktorka (Editor): Ing. Ivana Weinzettlová Jungová, tel.: 221 082 661, 727 915 184.

e-mail: redakce@sovak.cz

Adresa (Address): Novotného lávka 5, 110 00 Praha 1

Redakční rada (Editorial Board):

Ing. Ladislav Bartoš, Ph. D., Ing. Josef Beneš, prof. Ing. Michal Dohányos, CSc., Ing. Miroslav Dundálek, Ing. Karel Frank, Mgr. Jiří Hruška, Ing. Radka Hušková, Ing. Miroslav Kos, CSc., MBA, prof. Dr. Ing. Miroslav Kyncl (místopředseda – Vicechairman), Ing. Miloslava Melounová, JUDr. Josef Nepovím, Ing. Jiří Novák, Ing. Jan Plechatý, RNDr. Pavel Punčochář, CSc., Ing. Josef Reidinger, Ing. Jan Sedláček, Ing. Bohdan Soukup, Ph. D., MBA (předseda – Chairman), Ing. Petr Šváb, MSc., Ing. Bohdana Tláskalová.

Sovak vydává Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR, z. s., Novotného lávka 5, 110 00 Praha 1 (IČO: 6045 6116; DIČ: 001-6045 6116), v nakladatelství a vydavatelství Mgr. Pavel Fučík, Čs. armády 488, 254 01 Jilové u Prahy, e-mail: pfck@bon.cz. Sazba a grafická úprava SILVA, s. r. o., tel.: 737 836 825, e-mail: pfck@bon.cz. Tisk Studiopress, s. r. o. Časopis je registrován Ministerstvem kultury ČR (MK ČR E 6000, MIČ 47 520). Nevyžádané rukopisy a fotografie se nevracejí. Časopis Sovak je zařazen v seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik. Číslo 1/2018 bylo dáno do tisku 11. 1. 2018.

Sovak is issued by the Water Supply and Sewerage Association of the Czech Republic (SOVAK CR), Novotného lávka 5, 110 00 Praha 1 (IČO: 6045 6116; DIČ: CZ60456116). Publisher Mgr. Pavel Fučík, Čs. armády 488, 254 01 Jilové u Prahy, e-mail: pfck@bon.cz. Design: SILVA Ltd, tel.: 737 836 825, e-mail: pfck@bon.cz. Printed by Studiopress, s. r. o. Magazin is registered by the Ministry of Culture under MK ČR E 6000, MIČ 47 520. All not ordered materials will not be returned. This journal is included in the list of peer reviewed periodicals without an impact factor published in the Czech Republic. Number 1/2018 was ordered to print 11. 1. 2018.

ISSN 1210-3039