

**SOVAK**  
**ROČNÍK 22 • ČÍSLO 7–8 • 2013**  
**OBSAH:**

Ladislav Herčík, Jaroslav Jásek Sto let Káranské vodárny .....	1
Martin Milický, Libor Gvoždík, Jaromír Šantrůček Problematika dusičnanů v podzemní vodě v kvartérech sedimentech dolního toku Jizery .....	7
Vladimír Pytl Statistické údaje vodovodů a kanalizací v ČR za roky 1990–2012 .....	12
Jiří Hruška 18. mezinárodní vodohospodářská výstava VODOVODY–KANALIZACE 2013 .....	14
Jaroslav Šrail Vodárenská soutěž zručnosti 2013 .....	20
Jan Plechatý Vyhlášení vítězných staveb soutěže „Vodohospodářská stavba roku 2012“ .....	22
Soutěž o nejlepší exponát Zlatá VOD-KA 2013 .....	27
Soutěž o nejlepší expozici .....	28
Jiří Hruška Vyhodnocení fotosoutěže VODA 2013 .....	30
Marcela Zrubková Zpráva ze zasedání komise EUREAU pro odpadní vody EU2, 30.–31. 5. 2013 .....	33
Josef Ondroušek, Jiří Kučera Pracovní úrazovost v oboru VaK.....	36
Geotermie – teplotně látky a ochrana podzemních vod .....	39
Lucie Kříklavová, Lukáš Valecký, Tomáš Dub, Libor Novák, Tomáš Lederer Metody obrazové analýzy aktivovaných kalů a biofilmů .....	42
Jan Plechatý Informace o valné hromadě SVH ČR .....	47
Jiří Hruška Červnové povodně 2013 .....	48
CzWA Vás zve na 10. bienální konferenci VODA 2013 .....	54
Peter Bartoš Nový vodoměr – kompaktní, jednoduchý, vysoce přesný .....	55
Robert Kořínek, Jiří Polák Vodárenské věže. 5. část (závěrečná): Průmysl, dráha a další zajímavosti .....	53
Karel Vaněk Východočeský SOVÁČEK se sešel v Adršpachu .....	62
Semináře... školení... kurzy... výstavy... .....	63



Titulní strana: Vodárna Káraný.  
 Provozovatel: Pražské vodovody  
 a kanalizace, a. s.

## Sto let Káranské vodárny

Ladislav Herčík, Jaroslav Jásek

**Motto:**

„Co znamenala Káranská vodárna pro Prahu a předměstí v dobách války, pochopilo veškeré obyvatelstvo při zavedení vody do pražských vodojemů. V dobách epidemií, všeobecného nedostatku, kdy civilní obyvatelstvo postrádalo výživu a z fronty byly nakažlivé nemoci roznášeny, osvědčila se skvěle voda Káranská a má lví podíl na poměrně příznivém zdravotním stavu v Praze v těch dobách.“

(Ing. dr. tech. Alois Opatrný, vrchní stavební rada hl. m. Prahy – 1927)

Malou obec Káraný na soutoku Labe a Jizery před sto lety nikdo neznal. Dnes je to pojem, všeobecně známá značka: Káraný – zdravá čistá voda – nejlepší voda v Praze. Tak Káraný vstoupil do dějin evropského, především pak českého vodárenství.

Pitná voda z Káraného byla do Prahy a okolních obcí oficiálně puštěna 1. ledna 1914. V té době už byla v Praze dobudována základní stoková síť a čistírna odpadních vod. Hlavní město Praha se tak stalo jedním z hygienicky nejlépe vybavených sídel v Evropě.

Za sto let existence vodárny v Káraném, tj. od roku 1914 do roku 2013, tu bylo vyrobeno 3 803 475 698 m<sup>3</sup> pitné vody. Velkým přínosem pro lokalitu vždy byly pracovní příležitosti. Káranská vodárna zaměstnávala dlouhodobě i celé rodiny. Celkem je známo 28 rodin, jejichž příslušníci pracovali ve vodárně více než padesát let.

### Mimořádné dílo

Výstavba vodárenského komplexu byla první svého druhu nejen v Čechách, ale i ve střední Evropě. Proto to nebyla jednoduchá záležitost. Nejen po technické, ale i po společensko-politické stránce. Nebyla k dispozici potřebná analogie, ani zkušenost. Přípravné, projektové a realizační práce byly ovlivňovány neodůvodněnou úzkostlivostí při řešení technických problémů,

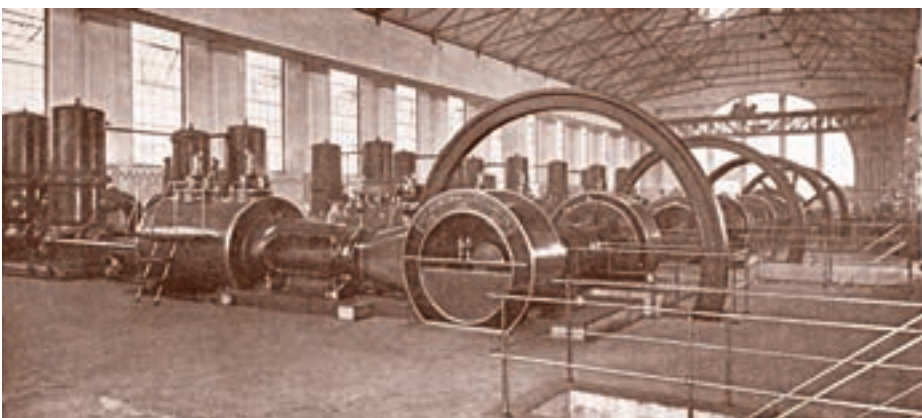




Artéský vrt



Nové Benátky



v části veřejnosti nebyla ani pozitivní politická vůle a situaci komplikovalo i prosazování osobních zájmů. Nakonec vedla neobyčejná energie řady odborníků v prosazování tohoto výjimečného díla k úspěchu a Káraná vodárna se na dlouhá léta stala pilířem pražského vodárenství.

Královské hlavní město Praha bylo na počátku 70. let 19. století v hluboké hygienické krizi. Odvádění splašků nedokonalou a torzovitou kanalizační sítí přímo do Vltavy bylo neúnosné. K získávání vody na pití používali Pražané více než tisíc studní s vodou proměnlivé kvality. Užitek vodou dodávaly vltavské vodárny, které však byly – až na výjimky – vybavené technologií renesančního typu. V pražských vodovodech tekla voda stejné kvality jako ve Vltavě.

V tomto období ale také začalo hledání moderního způsobu získávání pitné vody pro Prahu. Do konce století bylo předloženo, prozkoumáno a zamítnuto třináct vesměs kvalitních řešení. Studie z roku 1895, kterou financovala Česká spořitelna, vzala v úvahu i možnost využití údolní nivy severně, západně a východně od soutoku Labe a Jizery.

Nekonečným a nesmyslným sporům technického, ekonomického a politického typu učinil konec až císař František Josef I. dne 16. srpna 1899 vydáním zemského zákona č. 48: „...kterým se spojují městské obce Král. hlavní město Praha, Karlín, Smíchov, Král. Vinohrady a Žižkov k účelu zřízení, vydržování a správy společné vodárny a společného vodovodu...“ Na základě tohoto zákona byla založena korporace, nazvaná Společná vodárna.

Její správní rada požádala roku 1900 o posudek dosavadních projektů několik zahraničních znalců. Stavební rada Adolf Thiem z Lipska se plně postavil za projekt České spořitelny a byl pověřen dalšími pracemi. Po obsáhlých studiích a rozbořech předal 14. prosince 1902 předběžný projekt, který navrhoval způsob jímání podzemní vody podél Jizery a její dopravy do spotřebišť. Pro artéskou vodu doporučil vybudování odželezovny. Vysoká kvalita vody byla potvrzena dr. Gustavem Kabrhelem, profesorem pražské univerzity stejně jako anketou znalců z oboru zdravotní, geologie, techniky a chemie.

Schvalovací řízení bylo dokončeno na konci roku 1904 a 1. října 1905 byl předložen prováděcí projekt. Průběžně byly také řešeny různé spory, např. s majiteli pozemků v jímacím území kvůli snížení hladiny podzemní vody. Stavba vodárenského komplexu byla zahájena na sklonku roku 1906, a to v plném rozsahu prováděcího projektu. Na výstavbě Společné vodárny se podíleli odborníci a firmy nejen z Českého království či Rakousko-uherské monarchie, ale i z Německa či Francie. Na jednom staveništi se tak sešli špičkoví odborníci evropského formátu.

#### Káraný zblízka

Od roku 1912 postupně probíhaly kolaudace jednotlivých staveb a dodávek, které vyvrcholily oficiálním puštěním pitné vody do pražské vodovodní sítě dne 1. ledna 1914. Vodoprávní kolaudace celého komplexu byla dokončena 30. prosince 1916. Do tohoto data byly vybudovány dva vodojemy v Praze na Floře, 14 km rozvodného potrubí DN 475 až 900 v Praze, 23,3 km výtlačného potrubí DN 1100

Káraný – Praha, dvě shybky DN 1100 pod Labem, jedna odvětrávací věž, hlavní čerpací stanice, administrativní a obytná budova v Káraném, čtyři načerpací stanice, odželezovna artéské vody, 3,8 km železniční vlečky, 29 km násosného potrubí DN 250 až 700, 16,3 km svodného potrubí DN 700 až 1200, sedm shybek DN 400 až 1000 pod Jizerou, 10 km odzdušňovacího potrubí DN 100, deset sběrů vody, 45 vstupních šachet a 7 stupňových šachet na svodném potrubí, 651 trubních studní, 7 artéských studní, 6 odzdušňovacích věží a další pomocná zařízení a stavby.

Po roce 1914 byla v Kárané vodárně pitná voda získávána dvěma způsoby – přirozenou infiltrací a z artéských studní. Čerpání vody do Prahy zajišťovala hlavní strojovna parními stroji s dvojitými plunžrovými čerpadly, které tlačily vodu do 23 km dlouhého výtlačného řadu a překonávaly přitom výšku více než 120 m.

Přirozená infiltrace – jizerská voda infiltruje dnem i břehem do okolních šterkopískových náplavů, kde je ve vzdálenosti 250 m od řeky jímána ve směsi s přirozenou podzemní vodou. Děje se tak prostřednictvím 680 vrtaných studní spojených násoskou. Získaná voda je dopravována pomocí čerpacích stanic a gravitačního svodného řadu do hlavní čerpací stanice v Káraném.



Káraný – panorama, vpravo odželezovna

Artéská voda je zdrojem mimořádně kvalitním. Voda přitéká v hlubokém podzemí do této oblasti ze severní části geologického útvaru „Česká křída“. Je jímána ze sedmi artéských vrtů a její stáří bylo stanoveno na 16 000 let. Svým složením po jednoduché úpravě odželezováním odpovídá požadavkům na vodu pro přípravu kojenecké stravy. Část této vody směřuje do hlavní čerpací stanice.

#### Modernizace v běhu století

Postupně docházelo k modernizaci technického vybavení i k různým stavebním úpravám.

Například ve 30. letech 20. století byla vyměněna parní pístová čerpadla za odstředivá, byl postaven druhý výtlačný řad DN 1100 do Prahy a železobetonový most přes Jizeru, který vyřešil dopravní obslužnost. Ve 40. letech došlo ke zvýšení kapacity provedením dalších artéských vrtů. V letech 1965 až 1969 byla vybudována umělá infiltrace o výkonu 900 l/s, což zdvojnásobilo kapacitu celého vodárenského komplexu. Nová odželezovna artéské vody postavená v 70. letech nahradila dosluhující objekt.

Od roku 1968 je v provozu umělá infiltrace. Surová říční voda z Jizery dopravená do úprav-



Letecký pohled na vodárnu Káraný



Mapa břehové infiltrace



Káraný strojovna



Káraný strojovna – obsluha hlavního čerpadla

ny vody v Sojovicích je přefiltrována na rychlofiltrech přes filtrační písek a následně přečerpána do vsakovacích nádrží s přirozeným pískovým dnem ve šterkopískových náplavech. Vsakovaná voda, procházející přes tento přirozený filtr, intenzivně obohacuje přirozené zásoby podzemní vody a kontaktem s geologickými vrstvami získává vlastnosti podzemní vody. Ve vzdálenosti 200 m od vsakovacích nádrží, asi po 40 až 50 dnech zdržení v podzemí, je pak jímána jako velice kvalitní pitná voda a přečerpává se do hlavní čerpací stanice.

Od roku 1986 do roku 1993 byl stavěn třetí výtlačný řad DN 1600 do pražského vodojemu Ládví a vybudovány nové studňové řady pro podčycení úniků z umělé infiltrace. V letech 1996 a 2001 byla v hlavní čer-

pací stanici vyměněna dvě hlavní čerpadla za nová s regulovanými pohony, zřízen nový velín a postupně rekonstruovány rozvodny.

V posledním desetiletí byly modernizovány také zdroje a technologie břehové infiltrace. Významnými akcemi byla v roce 2005 výměna oken ve štítech historické budovy čerpací stanice v Káraném a v roce 2012 rekonstrukce evakuačních systémů čerpacích stanic, cementace svodného řadu a regenerace studní.

I novější části technologie již mají svá léta, takže průběžné opravy a investice pokračují. V nedávných letech to byly např. rekonstrukce silových i sdělovacích kabelů, od roku 2005 je v provozu řídicí systém, který ovládá technologie umělé infiltrace z velínu v Káraném. Rozsahem největší je rekonstrukce filtrace a čerpací stanice z let 2011–2012.

Instalují se zařízení s nižší energetickou náročností, důraz je kladen na bezpečnost provozu. V roce 2006 byla vybudována neutralizační stanice pro likvidaci případného úniku chloru, o rok později pak postaveno kompletní mechanické a elektronické zabezpečení provozovaných objektů.

Trvale se sleduje kvalita vody ve zdrojích a dodávané pitné vody včetně monitoringu kvality vody v okolí jímacích zařízení. Vše zajišťuje vlastní akreditovaná laboratoř. Od roku 2003 je ve spolupráci s odbornými firmami využíván hydraulický model k vyhodnocování veškerých hydraulických a kvalitativních změn.

#### Organizace a řízení

Společnou vodárnu, jak se tehdy korporace nazývala od založení v roce 1899, řídila dozorčí rada, složená ze zástupců Prahy a okolních obcí. Jejím výkonným orgánem byla správní rada, od roku 1914 měla Společná vodárna i svého přednostu. V roce 1921 „pohltil“ tuto výrobu vody úřad pražského magistrátu – Vodárny hl. m. Prahy. S výjimkou protektorátu řídili provoz vodárny přednostové, a to až do roku 1948.

V období působnosti podniku Pražské vodárny řídil tuto výrobu vody vedoucí, a to do roku 1986, kdy se Káraná vodárna stala závodem, řízeným ředitelem. Od roku 1998 je vodárna součástí akciové společnosti Pražské vodovody a kanalizace. V roce 2001 byl zřízen závod Úpravy vody a z Kárané vodárny se stal provoz tohoto závodu. Od poloviny roku 2003 je úprava vody řízena výrobním ředitelem prostřednictvím vedoucího provozu. Od roku 2009, řídí provoz všech úprav vody manažer a Káranou vodárnu pak vedoucí úpravy vody.

Majoritním akcionářem společnosti Pražské vodovody a kanalizace jako provozovatele se v roce 2001 stala francouzská společnost Vivendi Water, v roce 2003 přejmenovaná na Veolia Water a následně na Veolia Voda. Vlastníci úpravy jsou dva: historické vodárenské zařízení vybudované do roku 1948 je majetkem Hlavního města Prahy, majetek pořízený po tomto datu vlastní akciová společnost Zdroj pitné vody Káraný, sdružující obce Hlavní město Praha, Čelákovice, Brandýs nad Labem – Stará Boleslav, Lázně Toušeň, Nehvizdy, Zeleneč, Zápý, Káraný, Nový Vestec, Bořanovice, Přezletice a Dřevčice. Správcem úpravy vody za oba majitele je Pražská vodohospodářská společnost, a. s.



*Vsakovací nádrže – doplňování písku*



*Filtrace na ÚV Sojovice po rekonstrukci*



*Odželezovna*



Studny dolnolabsko u Nového Vestce

### Zdravý region

Všeobecná chvála kárané vody a jejího pozitivního působení na lidské zdraví přinesla po roce 1920 zvýšený zájem o krajinu dolního Pojizeří. Zdravé prostředí bylo lákavé nejen pro tramping, ale i pro stavbu rekreačních chat, domků a vilek, z nichž se následně vyvinulo souvislé rekreační osídlení Káraného a Nového Vestce. Výstavba rekreačních objektů zesílila po postavení mostu přes Jizeru v roce 1936. Nová lávka přes Labe z počátku tohoto století spojila Káraný s Toušením.

Velkým přínosem k zachování čistého prostředí bylo vyhlášení pásem hygienické ochrany kárané vodního zdroje v roce 1986. Byly

stanoveny režimy hospodaření v určených pásmech. Regulace zástavby, vypouštění odpadních vod, nakládání s odpady a další opatření byly pro celou oblast přínosem. Nicméně ryze technické dílo, jakým káraný vodárenský komplex beze sporu je, bylo vytvořeno jako přirozená součást přírody a tuto funkci po mnoha peripetích zastává dodnes.

Při příležitosti stoletého výročí provozu vodárny Káraný se v historickém areálu vodárny konalo dne 22. května 2013 rozšířené jednání komise úpravní vody SOVAK ČR, kterého se zúčastnilo na 50 členů z různých vodárenských společností České republiky. Součástí jednání byly i exkurze v areálu vodárny v Káraném i v areálu umělé infiltrace a na úpravně vody v Sojovicích. Na jednání prezentovaly své výrobky a činnosti v oblasti vodního hospodářství firmy Hach Lange, ENVI-PUR a Eko-Aqua-Servis.

*Ing. Ladislav Herčík, manažer provozu Úpravní vody Pražské vodovody a kanalizace, a. s.  
e-mail: ladislav.hercik@pvk.cz*

*Jaroslav Jásek, oddělení archivu a muzea PVK Pražské vodovody a kanalizace, a. s.  
e-mail: jaroslav.jasek@pvk.cz*

*Foto: Jaroslav Beneš, oddělení archivu a muzea PVK*

**VODOHOSPODÁŘSKÁ  
STAVBA  
ROKU 2012**

v kategorii  
stavby pro znečištění pitnou vodou,  
odštěpní a ústřední odpadních vod  
(IV podř. III. ml., K2)

**REKONSTRUKCE  
ÚPRAVNÝ VODY III. MLÝN,  
KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ**

investor: SEVEROČESKÁ VODÁRENSKÁ  
SPOLEČNOST a.s.

projektant: SWECO HYDROPROJEKT a.s.

stavebník: SMP CZ, a.s.

**SVH**      **SOVAK**

VŽDY OPTIMÁLNÍ ŘEŠENÍ

Rekonstrukce ÚV III. Mlýn – Vodohospodářská stavba roku 2012

Sweco Hydroprojekt a. s.

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

**SWECO**

Sustainable engineering and design

# Problematika dusičnanů v podzemní vodě v kvartérních sedimentech dolního toku Jizery

Martin Milický, Libor Gvoždík, Jaromír Šantrůček

## Úvod

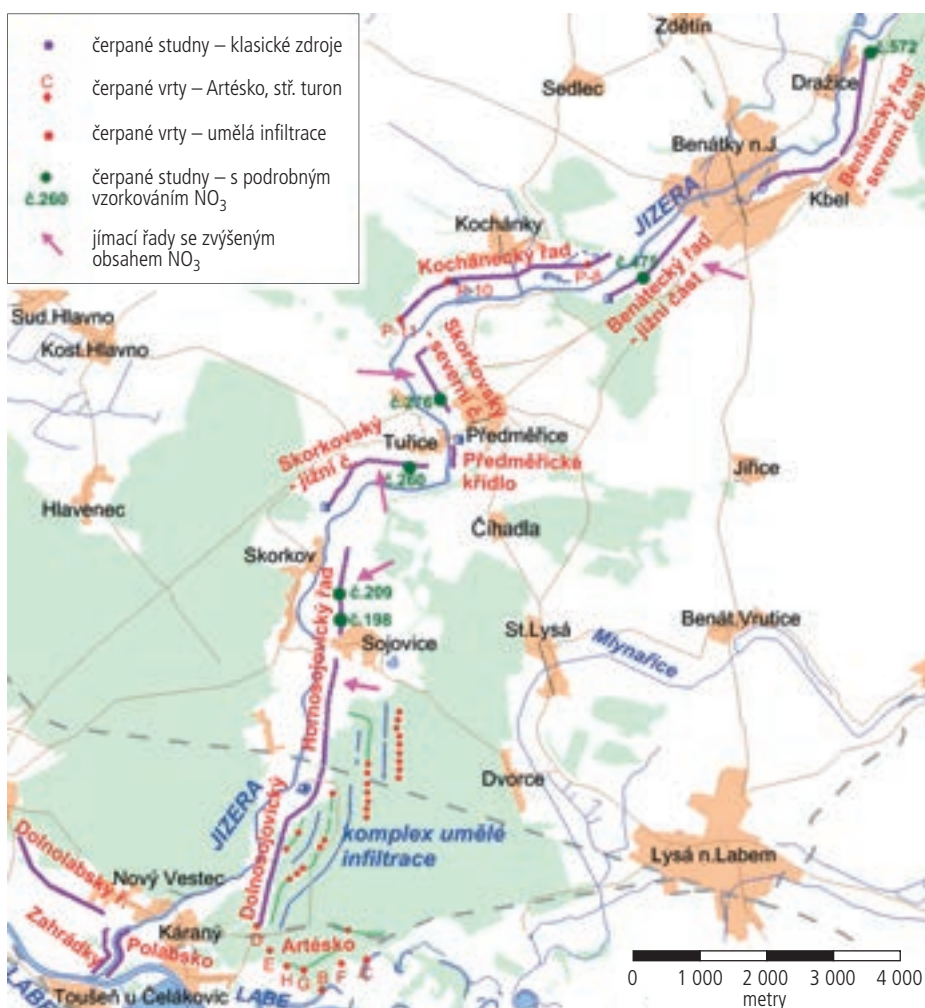
V hodnocení jakosti podzemních vod v kvartérních sedimentech jímáných pro Úpravnu vody Káraný hrají v posledních letech dominantní roli koncentrace dusičnanů, které představují v současnosti největší ohrožení jakosti podzemní vody v zájmovém území. Velikost odběrů podzemní vody jímáné pro pitné účely je tak omezena nejen jejím dostupným množstvím, ale i její jakostí, která se stává určujícím parametrem pro provoz některých jímacích řadů (v částech jímacích řadů došlo v posledním období k výraznému zhoršení kvality podzemní vody zvýšením obsahu dusičnanů).

Jakost podzemní vody a potenciální zdroje plošné i bodové kontaminace jsou dlouhodobě monitorovány v rámci komplexního monitoringu množství a jakosti podzemních vod, který zahrnuje celé jímací území. Hlavní funkcí monitoringu je pokud možno v předstihu zajistit ochranu vodních zdrojů, ale i změny v jakosti podzemní vody sledovat a hodnotit. Od roku 2005 tak probíhá podrobný monitoring, v rámci kterého jsou v týdenním intervalu stanovovány dusičnany v podzemní vodě z 6 vybraných studní. Zhodnocení relativně podrobného monitoringu dusičnanů vysvětlilo řadu anomálií a přispělo k poznání změn v jejich časovém vývoji v průběhu roku, ale současně i další otázky přineslo.

## Stručný přehled jímání podzemní vody

Pro Úpravnu vody Káraný, jejíž provoz byl zahájen v roce 1914, je pomocí násoskových řadů jímána podzemní voda z více než 650 studní vybudovaných v kvartérních sedimentech. Studny (tzv. klasické zdroje) spojené násoskou do jímacích řadů a svedené do čerpacích stanic jsou situovány v údolní nivě Jizery od obce Dražice (severně od Benátek nad Jizerou) až po ústí Jizery do Labe. Zdrojem podzemní vody ve studnách je směs vody infiltrované přímo z toku Jizery (tzv. břehovou infiltrací), vody přetékačící ze sedimentů středního turonu (kolektor v podloží kvartérních sedimentů) a vody infiltrované ze srážek do sedimentů kvartéru. Průměrná vydatnost studní je zhruba 900 l/s. Jímací řady prochází po okrajích několika vesnic (a města Benátek) a také středem zemědělsky intenzivně obhospodařované oblasti, které jsou hlavní příčinou zvýšených, v některých případech i extrémně vysokých, koncentrací dusičnanů v jímacích studnách.

Druhým hlavním zdrojem podzemní vody pro ÚV Káraný je komplex umělé infiltrace, který byl vybudován v 60. letech minulého století u obce Sojovice. Voda z Jizery je „uměle“ infiltrována ze zasakovacích nádrží do horninového prostředí a následně jímána pomocí studní a násoskových řadů. Vydatnost infiltračního komplexu je 700 až 900 l/s. Dalšími, méně vydatnými, zdroji jímání pro ÚV Káraný jsou vrty vystrojené v kolektoru středního turonu (3 vrty u obce Kochánky) a v kolektoru cenomanu (7 vrtů u soutoku Jizery s Labem). V těchto zdrojích podzemní vody se zvýšené koncentrace dusičnanů nevyskytují.



Obr. 1: Schematická situace zájmového území – jímací objekty

Situace jímacích řadů s označením částí se zvýšenými obsahy dusičnanů a podrobně monitorovaných studní je zobrazena na obrázku 1.

## Monitoring a hodnocení jakosti podzemní vody v kvartérních sedimentech

Výsledná jakost podzemní vody (včetně koncentrací dusičnanů) jímáné v kvartérních sedimentech Jizery a Labe je ovlivňována:

- jakostí povrchových vod Jizery (a Labe),
- jakostí vody turonského kolektoru odvodňovaného do kvartérních sedimentů,
- jakostí srážkové vody bezprostředně infiltrované v zájmovém území,
- interakcí vody s horninovým prostředím,
- lidskou činností.

Jakostí vody turonského kolektoru není ovlivněna jakost podzemní vody vod odebírané v jižní části jímacího území (cca jižně od obce Sojovice), kde se kolektor nevyskytuje. V ostatních řadách je podíl turonské vody na celkovém množství jímáné vody v rozmezí 30 až 70 %.

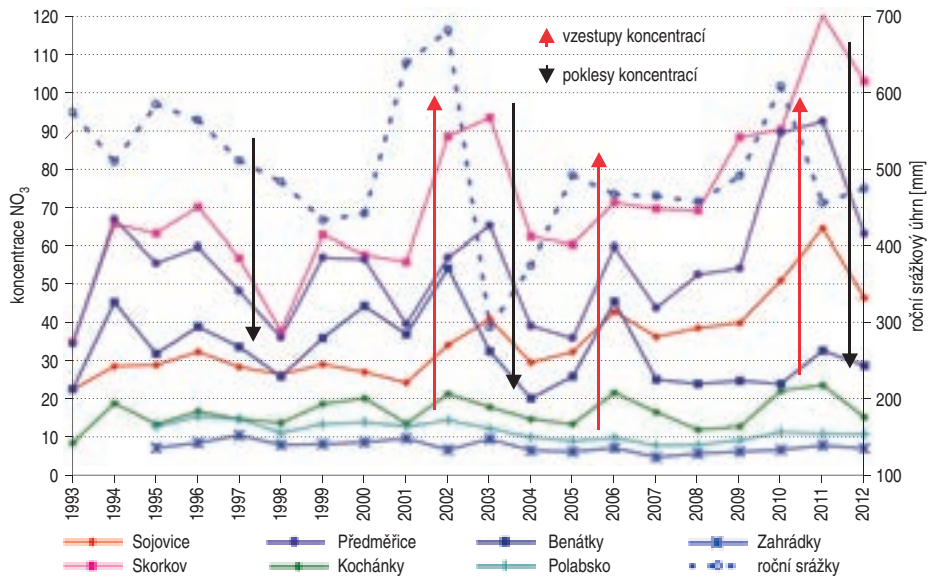
Hodnocení jakosti podzemních vod je založeno na výsledcích rozborů vzorků:

- směsné vody z jednotlivých jímacích řadů,

- vody z jednotlivých studní sojovického, skorkovského, kocháneckého a benáteckého řadu,
- vody z vrtů a násoskových řadů umělé infiltrace,
- vody ze studní a vrtů monitorovacího systému,
- vody z 6 vybraných studní jímacích řadů se zvýšenými obsahy dusičnanů (obr. 1).

Směsné vzorky z jímacích řadů jsou odebírány v průběhu celého roku, vody z jednotlivých studní sojovického, skorkovského, kocháneckého a benáteckého řadu jsou vzorkovány jedenkrát ročně. Vody ze studní a vrtů monitorovacího systému jsou analyzovány dvakrát ročně (jaro, podzim), 6 studní je vzorkováno v týdenním intervalu.

Analýzy jsou zaměřeny především na koncentrace dusičnanů, ale i na další hlavní ukazatele jakosti podzemní vody. Ve vybraných vrtech monitorovacího systému (u skládek, u průmyslových areálů) jsou stanovovány nepolární extrahovatelné látky resp. od roku 2012 parametry C<sub>10</sub>–C<sub>40</sub>, chlorované, polycyklické a polyaromatické uhlovodíky a některé vybrané kovy.



Obr. 2: Průměrné roční koncentrace dusičnanů v jímacích řadech (směsné vzorky) a roční srážkové úhrny v období 1993 až 2012

Nejdelší řadu výsledků poskytují rozborů směsných vzorků z jednotlivých jímacích řadů, které představují průměrnou hodnotu obsahu ukazatelů jakosti podzemní vody v jímacích řadech. Tyto analýzy jsou vhodné k základnímu hodnocení meziročního kolísání a hodnocení dlouhodobých trendů. Jímané kvartérní vody jsou slabě alkalické kalcium-hydrogenkarbonátového až kalcium-hydrogenkarbonáto-sulfátového typu.

Koncentrace dusičnanů ve směsných vodách z jednotlivých jímacích řadů v období 1993 až 2012 vykazují vzájemně si podobný průběh, částečně ovlivněný hydrologickým režimem (obr. 2). Téměř ve všech řadech (nejvíce kontaminovaných dusičnany) kulminovaly koncentrace dusičnanů v letech 2002, 2003 a 2006. Extrémní koncentrace pak byly naměřeny v roce 2011.

U jímacích řadů s dlouhodobě nízkým obsahem dusičnanů ve vodě (především řady v prostoru soutoku Jizery a Labe a částečně

i kochánecký řad) jsou dobře patrné periodické sezónní změny s maximy koncentrací v zimních měsících a minimy v letních měsících (obr. 3, 4). Jímací řady s vyšším obsahem dusičnanů ve směsném vzorku mají tento cyklus zastřený a více se u nich projevují dlouhodobé trendy ovlivněné hydrologickým režimem a intenzitou srážek (obr. 5).

I přes podobnost vývoje koncentrací  $\text{NO}_3^-$  ve směsných vzorcích jednotlivých řadů, lze v každém jímacím řadu vydělit další 2 až 4 oblasti (části) s rozdílnou jakostí (i vývojem jakosti) podzemní vody. V sojovickém jímacím řadu se jedná o 3 části (tab. 1), skorkovský řad je rozdělen na severní a jižní část a v benáteckém řadu lze podle jakosti podzemní vody vydělit až 5 částí. Velké rozdíly v koncentracích mezi jednotlivými částmi sojovického řadu zobrazuje obrázek 6. Extrémně nízké koncentrace dusičnanů ve studnách dolnosojovického řadu jsou ovlivněny především přítokem vody z komplexu umělé infiltrace.

### Vývoj koncentrací dusičnanů ve vybraných studnách jímacích řadů

Po zjištění výrazných rozdílů v koncentracích dusičnanů mezi jednotlivými částmi řadů a jednotlivými, i přímo sousedícími, studnami byl v roce 2005 zahájen podrobný monitoring v řadech s nejvyššími koncentracemi dusičnanů s cílem poznání změn, ke kterým dochází v průběhu roku. Při odběru vzorků je měřena hladina podzemní vody ve studni, v denním intervalu jsou měřeny srážky a průtoky vody v Jizeře (ČHMÚ) a evidovány odběry podzemní vody z jímacího řadu (kumulativní odběr za celý řad).

Vzájemně podobné si jsou průběhy týdenních koncentrací  $\text{NO}_3^-$  ve studnách sojovického řadu (č. 198 – obr. 7 a č. 209), mírně odlišný je vývoj koncentrací mezi studnami skorkovského řadu (č. 260 – obr. 8 a č. 276), kdy změny v koncentracích jsou ve studni č. 276 méně výrazné.

O koncentraci dusičnanů v podzemní vodě rozhoduje kombinace následujících faktorů:

- množství sloučenin dusíku v půdě, ať už přirozených nebo antropogenních,
- aktuální forma jejich výskytu (ionty v roztoku, nasorbované na pevné fázi, vysrážené soli, rozpustné a nerozpustné organické dusíkaté sloučeniny),
- množství vody (úroveň hladiny a její změny, i v souvislosti s velikostí odběru),
- množství vody a její funkce při pohybu dusičnanů ve zvodněném kolektoru (rozpuštěcí, zředovací),
- heterogenita horninového prostředí – nepochybně existují preferenční cesty, kterými se znečištění rychle šíří a také rychle odeznívá.

Rozhodujícím faktorem je aplikace dusíkatých hnojiv na zemědělské pozemky. K postupnému zvyšování koncentrací  $\text{NO}_3^-$  dochází obvykle v době využívání hnojiv vegetací (od března do července) i přes ujištění (předpoklad), že hnojiva jsou dávkována v „rozumné“ míře, tj. v množství potřebném pro výživu rostlin a v optimálním čase tak, aby byla rostlinami zcela využita. V období, kdy vegetace hnojiva „nevyužívá“, se dusík hromadí v půdě a v horninovém prostředí (spolu se zbytky odumírající vegetace) a organicky vázaný dusík je postupně uvolňován v podobě amonných iontů. Ty

Tabulka 1: Jakost podzemní vody v různých částech sojovického jímacího řadu v roce 2012

Vlastnost/složka	Jednotka	Dolnosojovický řad (st. č. 86–150)	Hornosojovický řad jižní část (st. č. 151–190)	Hornosojovický řad severní část (st. č. 191–219)
pH		7,4	7,6 <sup>1)</sup>	7,5
konduktivita	mS/m	50	55	86
alkalita	mmol/l	3,90	3,66	4,47
tvrdost	mmol/l	2,53	2,68	4,43
Na <sup>+</sup>	mg/l	10,1 <sup>1)</sup>	10,2 <sup>1)</sup>	11,0
K <sup>+</sup>	mg/l	2,1	3,0 <sup>1)</sup>	3,8
Mg <sup>2+</sup>	mg/l	7,5	9,8	12
Ca <sup>2+</sup>	mg/l	89	91	158
Cl <sup>-</sup>	mg/l	16 <sup>1)</sup>	21 <sup>1)</sup>	32
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	238	224	273
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	<b>6,3</b>	<b>37</b>	<b>87</b>
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	47	53	130
mineralizace	g/l	0,42	0,45	0,71

<sup>1)</sup> po vyloučení odlehlých hodnot



jsou jednak sorbovány v půdě, jednak oxidovány vzdušným kyslíkem na dusičnany.

Dalšími faktory ovlivňujícími koncentrace  $\text{NO}_3^-$  jsou srážky (především v jarních a letních měsících), tání sněhu, zvýšené průtoky v Jizeře (tzn. i vyšší úroveň hladiny vody) a velikost odběru podzemní vody (odstávky odběru při rekonstrukci řadu, velké zvýšení odběru z řadu, omezení odběru po povodni atp.).

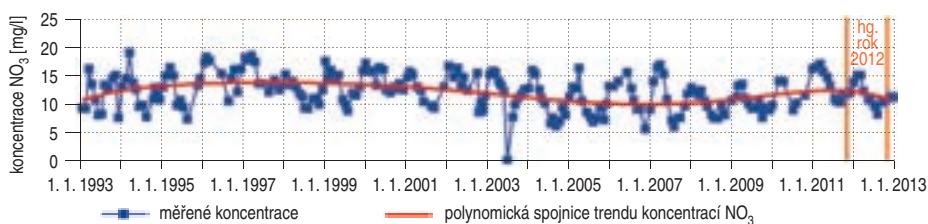
Vzájemný vztah mezi koncentrací dusičnanů a hladinou podzemní vody, respektive srážkami, vodními stavy v Jizeře nebo intenzitou jímání, je ale značně komplikovaný a vyžaduje podrobnou analýzu výsledků. Nejvíce se závislosti projevují u obou studní hornosojovického řadu, méně zřetelná je většina závislostí u studní skorkovského řadu a u studny v benáteckém jímacím řadu se zřetelně projevuje pouze závislost koncentrací  $\text{NO}_3^-$  na velikosti odběru podzemní vody. Porovnání koncentrací  $\text{NO}_3^-$  a hladiny podzemní vody, srážek, průtoků vody v Jizeře a odběrů podzemní vody dokumentuje pro období roků 2009 až 2012 pro studnu č. 198 – obrázek 9.

Vliv **srážek** na vývoj koncentrací dusičnanů je dvojitý. **Srážková voda** jednak vyplavuje dusičnany přítomné v půdě, jednak rozpuštěným atmosférickým kyslíkem oxiduje v půdě adsorbovaný amoniakální dusík na dusičnany. Oba tyto faktory způsobují zvýšení množství dusičnanů v podzemní vodě. Snížení koncentrací  $\text{NO}_3^-$  v druhé polovině roku může ale také ovlivňovat srážková voda, kdy naopak způsobuje ředění koncentrací  $\text{NO}_3^-$  v podzemní vodě.

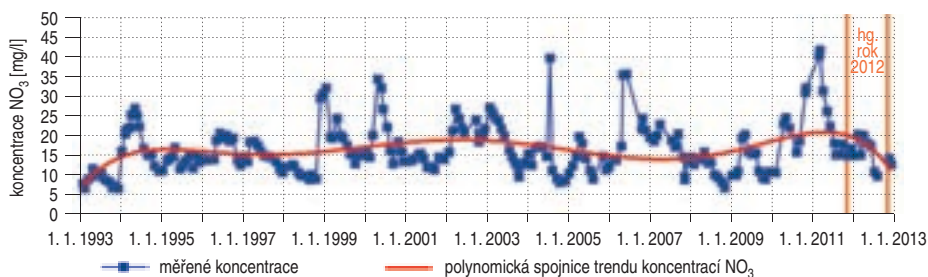
Přestože jsou dusičnany dobře rozpustné ve vodě a jen velmi málo se sorbují na jílové minerály nebo organickou hmotu v půdě, je pravděpodobné, že část jich po delší dobu může setrvat v "nepohyblivé" formě zachycena v nezvodněné části kolektoru. Vedle výše zmíněného a nezpochybnitelného vyplavování dusičnanů v průběhu srážkové činnosti, má ještě větší vliv na jejich mobilizaci **vzestup hladiny podzemní vody**. Ten představuje mnohem intenzivnější a časově delší styk vody s částí kolektoru po většinu roku nezvodněnou. Rolí zde může hrát jednak kinetika vlastního rozpouštění alkalického dusičnanu jako pevné fáze, jednak chemická reakce, oxidace organicky vázaného dusíku.

Příčinou některých náhlých změn v koncentracích dusičnanů mohou být i amoniakální hnojiva, která déle setrvávají v půdě díky snadné sorpci amonických iontů. Při vyšší úrovni hladiny podzemní vody mohou být sorbované amonické ionty oxidovány na nitráty a odplavovány podzemní vodou.

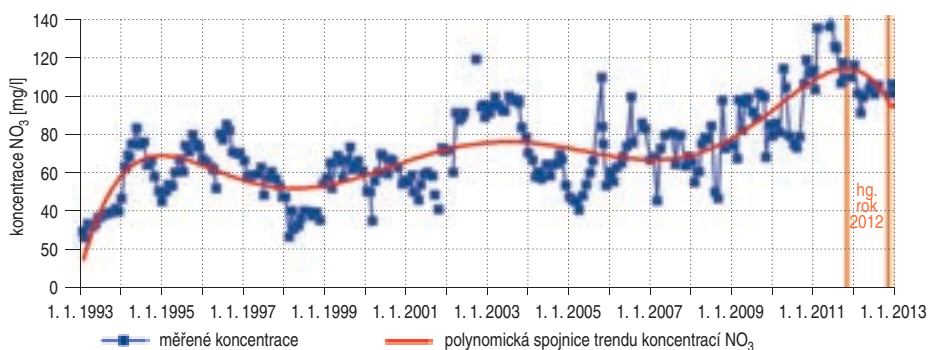
Z uvedeného vyplývá, že by měla existovat **korelace mezi výškou hladiny podzemní vody** (a tedy intenzitou srážkové činnosti a úrovní hladiny vody v povrchovém toku) na jedné straně a **koncentrací dusičnanů ve vodě** na druhé straně. Z měření v období 2005–2012 plyne závislost, kdy se s vyšší hladinou vody ve studni zvyšuje koncentrace dusičnanů ve vodě. Pro obě sojovické i obě skorkovské studny (obr. 10) je ale korelační koeficient relativně nízký (0,46–0,59), u benátecké studny žádná závislost neexistuje. **Výrazně lepší korelace hodnot** (s korelačními koeficienty kolem 0,7) lze dosáhnout za předpokladu, že ke **změněm koncentrací dusičnanů** ve studnách nedochází současně se změnou hladin, ale **vždy s mír-**



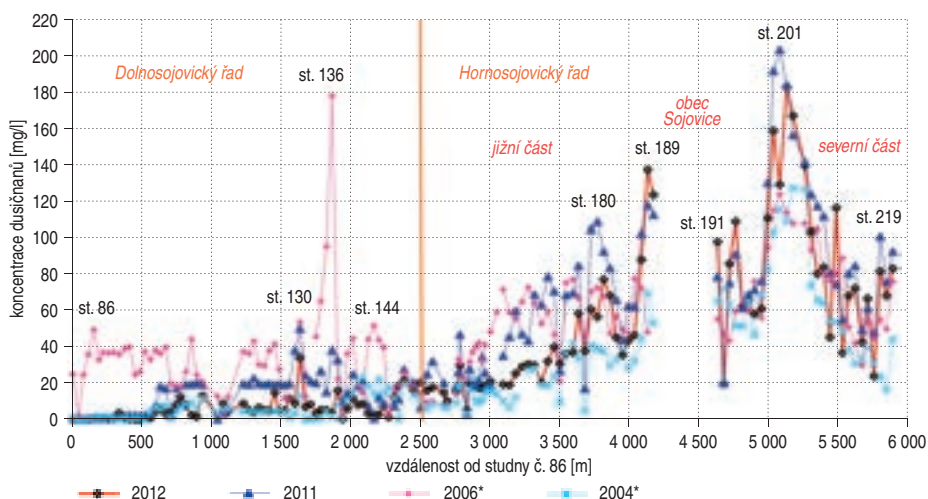
Obr. 3: Koncentrace dusičnanů ve směsném vzorku z jímacích řadů v prostoru soutoku Jizery a Labe – Zahradky, Polabsko a Dolnolabský řad



Obr. 4: Koncentrace dusičnanů v kocháneckém jímacím řadu (směsný vzorek)



Obr. 5: Koncentrace dusičnanů ve skorkovském jímacím řadu (směsný vzorek)



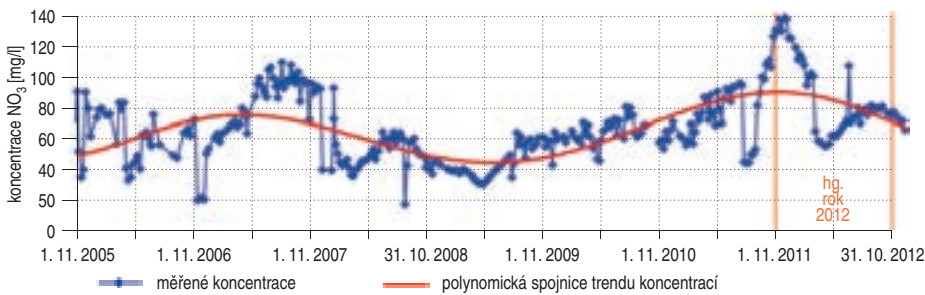
Obr. 6: Koncentrace dusičnanů ve studnách sojovického jímacího řadu.

\* Vybrané roky – s minimálními (2004) a dosud maximálními (2006) koncentracemi  $\text{NO}_3^-$

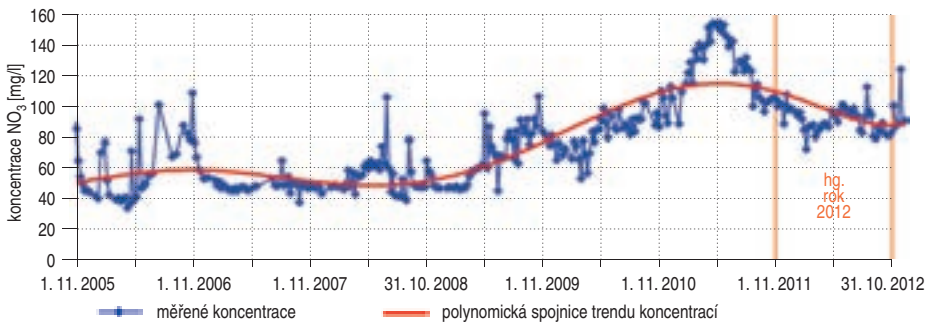
**ným zpožděním 20–40 dní** (což přibližně odpovídá, při rychlosti proudění 2 m/den, zpoždění dotoku znečištění ze vzdálenosti 40–80 m; obr. 10).

Dále platí, že **koncentrace dusičnanů ve studnách jímacích řadů jsou ovlivněny ředěním "čistou" říční vodou infiltrovanou z Jizery**. V případě běžného provozu jímacích řadů

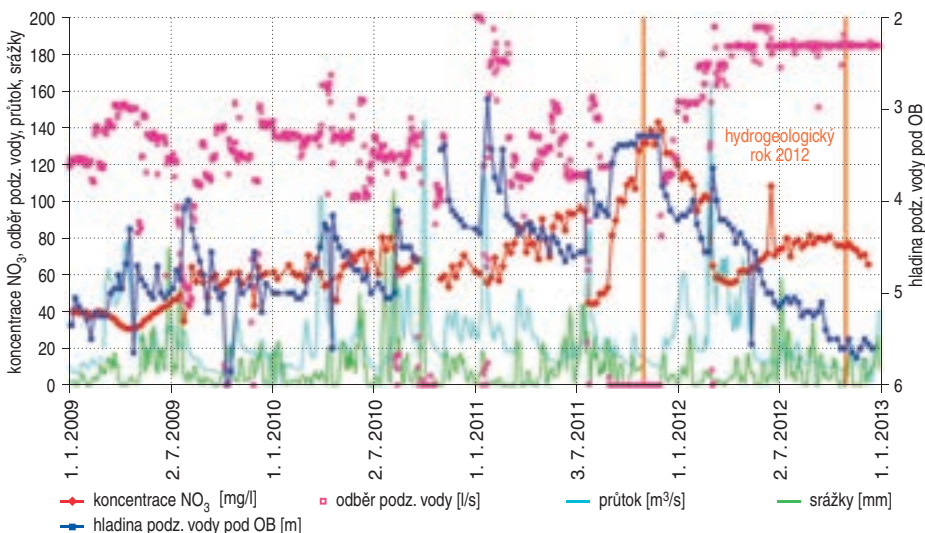
jsou ve sledovaných (čerpaných) studnách v důsledku břehové infiltrace a ředění měřeny nižší koncentrace dusičnanů, než jsou jejich skutečné koncentrace v podzemní vodě mimo jímací objekty. To lze do jisté míry vysledovat na koncentracích v období odstávky skorkovského nebo sojovického jímacího řadu. Po ukončení odstávky a obnovení jímání došlo v těchto stud-



Obr. 7: Koncentrace dusičnanů ve studni č. 198 – sojovický jímací řád



Obr. 8: Koncentrace dusičnanů ve studni č. 260 – skorkovský jímací řád



Obr. 9: Týdenní koncentrace dusičnanů a úroveň hladiny ve studni č. 198, denní odběry podzemní vody ze sojovického řadu a průtoky vody v Jizeře a týdenní srážkové úhrny

nách k opětovnému poklesu koncentrací dusičnanů na hodnoty měřené před odstávkou. Je tedy pravděpodobné, že v širším okolí nejméně znečištěných studní jsou koncentrace dusičnanů ještě vyšší, než koncentrace měřené při současném provozu jímacích řadů. Na druhou stranu se při odstávce řadu uplatňují také další faktory, které se na změnách koncentrací dusičnanů podílejí společně (vzestup hladiny a rozpouštění dusičnanů z nenasaturované zóny, změna směru proudění a související změna rozložení koncentrací v prostoru apod.).

Závislost jednotlivých faktorů se zřetelně projevuje v posledních dvou letech u studny č. 198; obr. 9 a obr. 11).

**K nejstrmějším poklesům koncentrací  $\text{NO}_3^-$**  (v průběhu jednoho týdne, tj. mezi dvěma rozbory) došlo vždy při výrazném vzestupu hladiny vody v Jizeře (průtoku) a hladiny podzem-

ní vody ve vrtu, spojeném s omezeným jímáním (červenec 2011, začátek března 2012 – úseky 3 v grafu v obrázku 11). Při těchto situacích dochází ke změně režimu proudění podzemní vody v okolí jímacích objektů, kdy se zvyšuje podíl vody infiltrované z Jizery a snižuje se množství vody přitékající ze zázemí. Kombinací těchto dvou jevů dochází k většímu ředění podzemní vody čistou povrchovou vodou a ke snížení koncentrací dusičnanů.

Naopak k extrémnímu vzestupu koncentrací  $\text{NO}_3^-$  (září až listopad 2011, úseky 4 a 5 v grafu na obrázku 11) dochází při odstávce sojovického jímacího řadu. Omezením jímání dochází v tomto období ke zvýšení hladiny podzemní vody (o 1 m) a k intenzivnějšímu rozpouštění dusičnanů z nenasaturované zóny. Dále dochází k významné změně směru proudění podzemní vody, mizí deprese způsobené čer-

páním, obnovuje se funkce Jizery jako drenážní báze oblasti a podzemní voda proudí ve směru ze zázemí kolektoru do povrchového toku. Podzemní voda v prostoru jímacích studní není ředěna vodou s nízkým obsahem dusičnanů infiltrovanou z toku a koncentrace dusičnanů se zvýšily až na hodnoty 130–140 mg/l, které odpovídají hodnotám dusičnanů v blízkém monitorovacím vrtu NV-17. Náhlejší vzestup koncentrací v období odstávky řadu zřejmě vyvolávaly další dešťové srážky (např. 19. 10.). Obdobný extrémní vzestup koncentrací  $\text{NO}_3^-$  byl sledován v dubnu až květnu 2011 ve studni č. 260 (obr. 8) při odstávce skorkovského řadu.

**Po obnově jímání podzemní vody dochází k postupnému poklesu koncentrací** (změnou režimu proudění podzemní vody a ředěním vodou infiltrovanou z povrchového toku) až ke skokovému poklesu na počátku března 2012 při extrémních vodních stavech v Jizeře (úsek 3 v grafu v obrázku 11). Nižší úroveň hladiny podzemní vody (ve spojení se zvýšením odběru) se obvykle projevuje nižšími koncentracemi  $\text{NO}_3^-$  (úsek 2 v grafu v obrázku 11).

**Korelační koeficienty** mezi průměrnými ročními koncentracemi dusičnanů a ročními úhrny srážek jsou ale relativně nízké (–0,2 až 0,3). Lepší korelaci lze pozorovat při časovém posunu mezi koncentrací dusičnanů a srážkovou činností. To odpovídá skutečnosti, že infiltrace srážek do podzemní vody není okamžitá, ale je ovlivněna (zpomalená) průnikem různé mocnou nenasaturovanou zónou. Korelační analýzou byly zjištěny maxima koeficientů při zpoždění koncentrací za srážkami přibližně 6 měsíců v jímacích řadech Kochánky a Benátky a průměrném křídle a 9–11 měsíců v jímacích řadech Sojovice a Skorkov. Tato zpoždění dobře odpovídají i výsledkům výzkumu České geologické služby: “Transportní čas nenasycenou zónou je zhruba 8–10 měsíců podle intenzity srážek, případně umělého zavlažování.” (Buzek F. et al. (listopad 2011): Antropogenní tlaky na stav půd, vodní zdroje a vodní ekosystémy v české části mezinárodního povodí Labe. Labe V. (SP/2e7/229/07). Blok B2: Mobilizace antropogenních polutantů v nenasycené zóně a jejich vliv na kontaminaci vodních zdrojů s využitím stabilních izotopů. MS ČGS).

#### Vývoj koncentrací dusičnanů v objektech monitorovacího systému

Monitoring jakosti podzemní vody v monitorovacím systému jímacího území přibližně ve stávajícím rozsahu je provozován od roku 2004 a je pravidelně aktualizován. V roce 2012 byly analyzovány podzemní vody z 27 objektů, a to jak ze starších a nově vybudovaných vrtů v zájmové oblasti, tak z domovních (a obecních) studní ve vybraných obcích. Koncentrace dusičnanů v domovních studnách dokumentuje obr. 12.

Nejvyšší koncentrace dusičnanů se opakovaně vyskytují v domovních studnách v obcích Předměřice a Sojovice a jejich blízkém okolí. V monitorovacích vrtech řady NV u obce Předměřice a v domovních studnách v obci dosahuje koncentrace dusičnanů hodnot 80 až 145 mg/l (v roce 2011 bylo maximum 194 mg/l). V monitorovacích vrtech NV severně a jižně od obce byly stanoveny koncentrace v rozmezí 80 až 100 mg, ve starším vrtu u jímání studní byly koncentrace  $\text{NO}_3^-$  ustálené na úrovni 140 mg/l.

Vysoké koncentrace  $\text{NO}_3^-$  (v rozsahu 95 až 160 mg/l) jsou dlouhodobě přítomny i v obci Sojovice (studna ZŠ) a jejím okolí (vrtv NV). Na území obce Sojovice došlo v porovnání s počátkem monitoringu v roce 2002 (ve studni u ZŠ měřeny koncentrace  $\text{NO}_3^-$  až 200 mg/l) ke snížení míry znečištění, od roku 2006 jsou koncentrace relativně „ustálené“ v rozmezí 100 až 145 mg/l. V domovních studnách v Novém Vestci a v obci Kochánky (poprvé vzorkovány v roce 2004) se koncentrace  $\text{NO}_3^-$  pohybují v rozmezí 30 až 60 mg/l.

### Potenciální zdroje kontaminace dusičnany

Pravděpodobně hlavním zdrojem kontaminace je aplikace hnojiv v intenzivně zemědělsky využívané krajině (především pěstování zeleniny), a to i přes omezení využívání hnojiv v ochranných pásmech jímacího území. Zejména v zimních a jarních měsících dochází plošně k dotaci dusičnanů do podzemní vody. K redukci  $\text{NO}_3^-$  během transportu téměř nedochází, výsledkem je překročení limitů pro pitnou vodu v některých jímacích objektech. Ve směsné vodě koncentrace dusičnanů odpovídá limitům pitné vody.

Menšími zdroji znečištění v zájmové oblasti jsou pravděpodobně i zemědělské objekty a provozovny, které se nacházejí na okrajích obcí. Zdrojem dusičnanů v podzemní vodě mohou být i špatně provozovaná hnojště.

Méně pravděpodobným zdrojem je podzemní voda z turonského kolektoru. V podzemní vodě ze tří vrtů využívajících tento kolektor (situovány v linii kocháneckého řadu) nepřesahují koncentrace dusičnanů 30 mg/l. To ovšem neznamená, že veškeré turonské vody odváděné náplavem do Jizery mají podobnou jakost, jak dokládají rozborů těchto vod z jiných vrtů v širším okolí zájmového území.

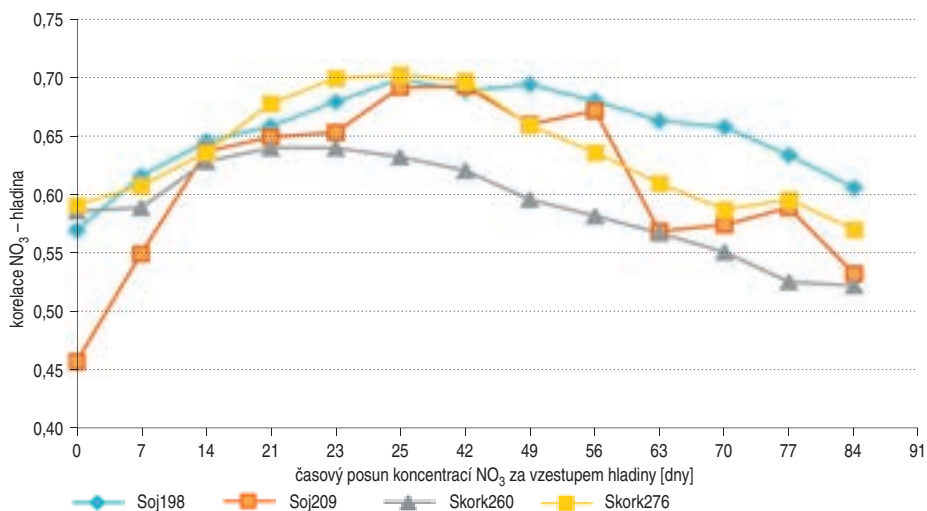
Zdrojem dusičnanů není ani povrchová voda infiltrovaná z Jizery.

### Závěr

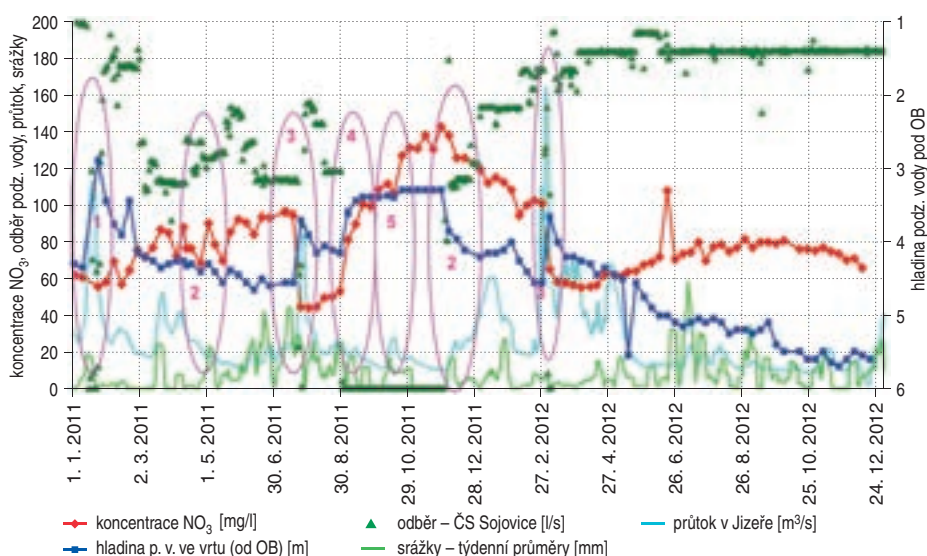
Podzemní voda z Úpravny vody Káraný splňuje ve všech parametrech jakosti hygienické požadavky na pitnou vodu stanovené vyhláškou č. 252/2004 Sb. v platném znění. U jímacích řadů blíže toku Jizery (Zahrádky, Polabsko), u kocháneckého řadu a severní části benáteckého řadu se koncentrace dusičnanů pohybují v rozmezí 10 až 35 mg/l. Vysoké koncentrace dusičnanů však byly zjištěny u většiny studní hornosojovického řadu (především severně od obce Sojovice), skorkovského řadu a jižní části benáteckého řadu (jižně od Benátek nad Jizerou).

Dusičnany dnes představují z hlediska využití vody jako pitné největší problém. Hlavní příčinou znečištění podzemních vod dusičnany je plošná aplikace hnojiv na větších plochách a hnojiv využívaných při drobném hospodaření (v obcích a jejich okolí), případně i z úniků odpadních vod (okolí obcí). Přírozená ochrana kvartérního kolektoru méně propustným krytem v jímacím území není.

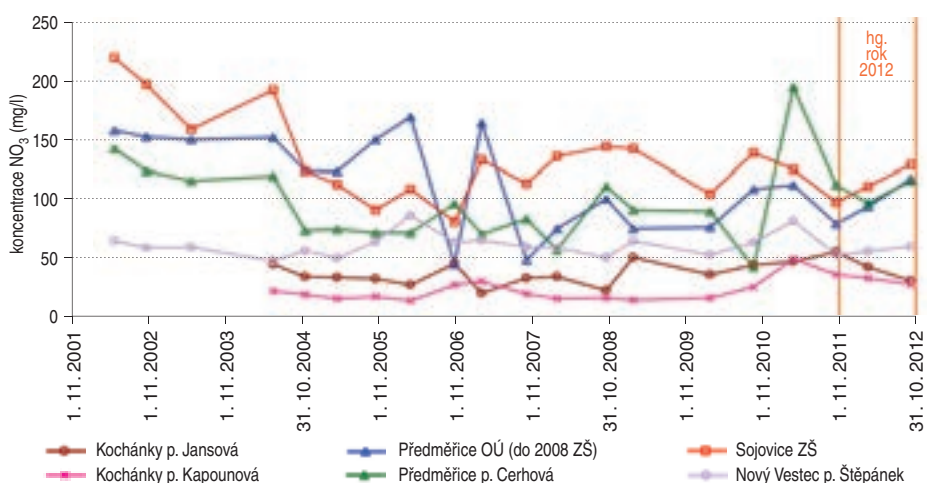
Přestože absolutní velikost koncentrací dusičnanů závisí dominantně na jejich přísunu do horninového prostředí, jejich vývoj v čase ovlivňují i další faktory, které jsou spojeny se vzestupem hladin podzemní vody (srážky, umělé závlahy, průtoky v Jizeře, omezení jímání), které



Obr. 10: Korelační koeficienty mezi koncentrací dusičnanů a hladinou podzemní vody v monitorovaných studních v závislosti na časovém posunu hodnot (zpoždění koncentrací dusičnanů)



Obr. 11: Závislost koncentrací dusičnanů, hladin podzemní vody, odběrů, průtoků a srážek – st. č. 198 (s vyznačením úseků výrazných změn měřených hodnot)



Obr. 12: Vývoj koncentrací dusičnanů – monitorované studny v obcích

ovlivňují proudění podzemní vody v okolí jímacích řadů (včetně změny podílu vody jímání infiltrací z Jizery a přítékající ze zázemí řadu)

a které způsobují částečně obdobný vývoj koncentrací ve všech jímacích řadech v zájmovém území. Je zřejmé, že dochází ke zpoždění ná-

růstu koncentrací dusičnanů za srážkami i vzestupem hladin podzemní vody, a že i v kvartérních sedimentech existují preferenční cesty, kterými se znečištění dusičnanů šíří.

**Lze si však těžko představit, že se hnojí více a více? Vzestupy koncentrací v posledních letech, kromě výše uvedených příčin, mohou souviset i se změnou druhu hnojiv (přechod od amoniakálních na nitratová (levnější) hnojiva.**

Nejspolehlivějším řešením zabezpečení jakosti vody je její průběžná kontrola a především provoz spolehlivého monitorovacího systému jakosti vod umožňujícího odhalit hrozící nebezpečí.

**V prosinci 2012 byla MZe odsouhlasena podpora grantu s názvem: „Inovace systémů zemědělského hospodaření v prostředí kvartérních sedimentů, jejich ověření a aplikace v ochranných pásmech vod-**

ních zdrojů“, který je prioritně zaměřen na problematiku dusičnanů v ochranných pásmech jímacího území Káraný (vedoucí organizací projektu je VÚRV, v. v. i.).

RNDr. Martin Milický, Ing. Libor Gvoždík

PROGEO s. r. o.

e-mail: progeo@1progeo.cz www.1progeo.cz

RNDr. Jaromír Šantrůček

Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta

e-mail: jaromir.santrucek@natur.cuni.cz

## Statistické údaje vodovodů a kanalizací v ČR za roky 1990–2012

Vladimír Pytl

Statistický úřad ČR (ČSÚ) za rok 2012 šetřil v oboru vodovodů a kanalizací celkem 1 378 respondentů (v roce 2010 1 324 a v roce 2011 1 338 respondentů), z toho bylo 1 082 obcí a 296 provozovatelů, z nichž 22 provozují vodovody a kanalizace současně ve více krajích. U provozovatelů i u obcí se dosáhlo 100% návratnosti výkazů. Vykazované údaje se dopočetly za celou republiku.

### Porovnání výsledků a vývojové trendy

Trvá dlouhodobě mírný nárůst obyvatel zásobovaných pitnou vodou, oproti tomu se potvrzuje klesající úsporný trend v ukazatelích voda fakturovaná i specifické množství vody fakturované pro domácnosti. Technické ukazatele jako délka vodovodní sítě, počet osazených vodoměrů a počet vodovodních přípojek si zachovávají trend trvalého mírného nárůstu.

Zajímavé zvýšení zaznamenal ukazatel ztráty vody v trubní síti. Cena vody (bez DPH) oproti loňskému roku vzrostla z 30,80 Kč · m<sup>-3</sup> na 32,70 Kč · m<sup>-3</sup>.

Základní sledované ukazatele v oboru kanalizací mají stabilní mírnou stoupající tendenci a snižují tak odstup mezi počty obyvatel zásobovaných z veřejných vodovodů a obyvatel napojených na kanalizaci, přičemž ukazatel celkového množství vypuštěných odpadních vod se vý-

razněji snížil, menší pokles přinesl ukazatel vod splaškových. Cena stočného (bez DPH) vzrostla za minulý rok z 27,90 Kč · m<sup>-3</sup> na 29,60 Kč · m<sup>-3</sup> a stočné v ČR za sledovaný rok vzrostlo na 14 mld. Kč.

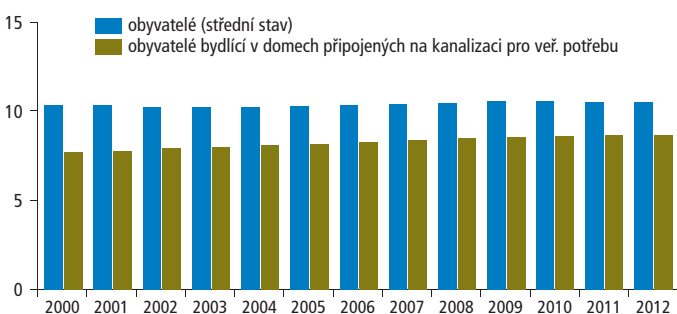
Počet čistíren odpadních vod se zvýšil o 63 zařízení, množství vyprodukovaných kalů v tunách sušiny se však snížilo o 6 900.

Údaje za rok 2012 zpracovány podle publikace ČSÚ „Vodovody, kanalizace a vodní toky v roce 2012“ (ČSÚ, Praha, 2012)

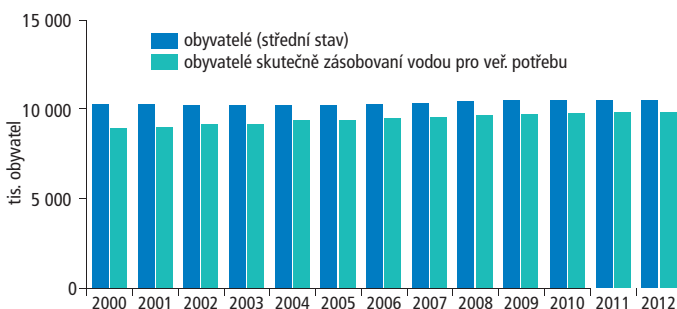
### Snížení znečištění na ČOV v roce 2012

Ukazatel	Jednotka	Množství na přítoku	Množství na odtoku	Účinnost %
BSK <sub>5</sub>	t/rok	205 816	3 836	98,15
CHSK <sub>Cr</sub>	t/rok	459 617	24 675	94,63
NL	t/rok	224 318	5 536	97,55
N <sub>celk.</sub>	t/rok	40 831	10 291	97,48
P <sub>celk.*</sub>	t/rok	5 487	941	82,15

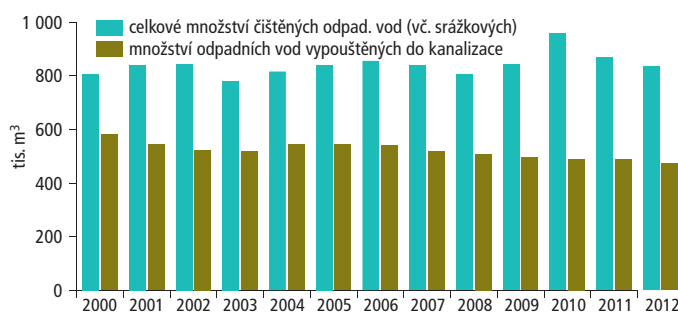
\*) Ukazatel znečištění P<sub>celk.</sub> se nezjišťuje na všech sledovaných ČOV



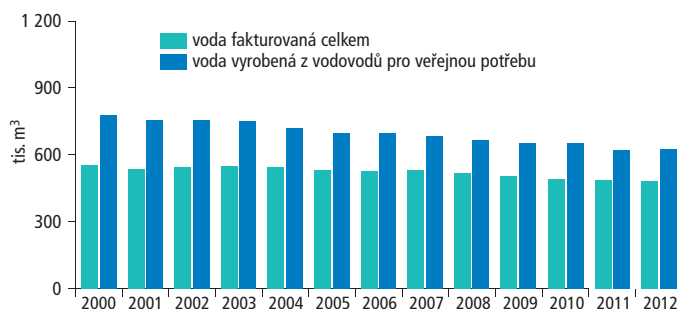
Graf 1: Připojení obyvatel na kanalizaci pro veřejnou potřebu (2000–2012)



Graf 3: Obyvatelé skutečně zásobovaní vodou z vodovodů pro veřejnou potřebu (2000–2012)



Graf 2: Celkové množství čistěných odpadních vod a vod vypuštěných do kanalizace (2000–2012)

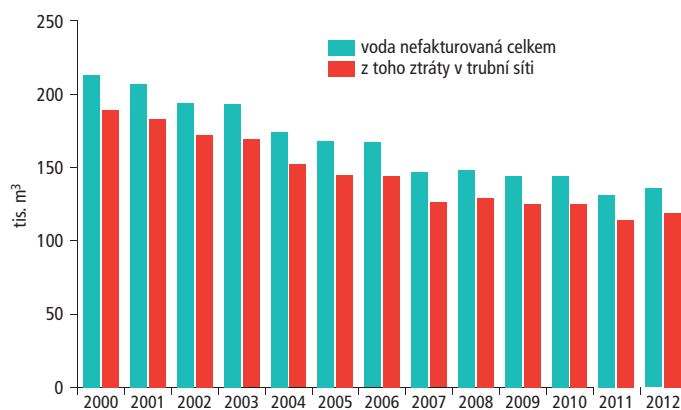


Graf 4: Voda vyrobená z vodovodů pro veřejnou potřebu a fakturovaná (2000–2012)

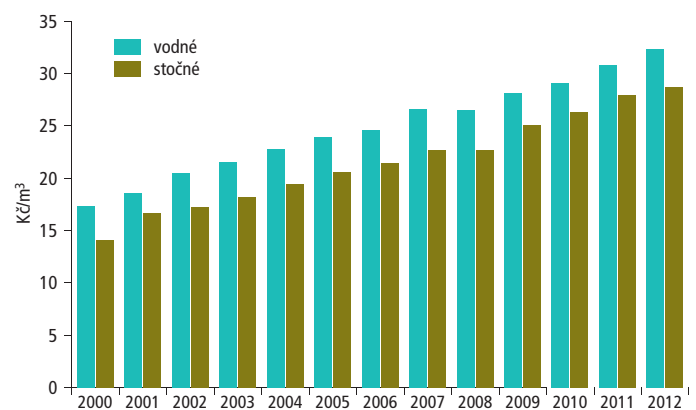
## Souhrnné údaje o vodovodech a kanalizacích 1990–2012

Č.	Ukazatel	Jednotka	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	% 11/12
<b>VODOVODY</b>										
1	Obyvatelé zásobovaní vodou z vodovodů	tis.	8 624	8 860	8 952	9 376	9 787	9 805	9 823	100,2
2	Podíl obyvatel zásobovaných z vodovodů ke střednímu stavu obyvatel	%	83,2	85,8	87,1	91,6	93,1	93,4	93,5	100,1
3	Délka vodovodní sítě	km	44 907	46 071	53 288	69 358	73 448	74 141	74 915	101,0
4	Počet osazených vodoměrů	tis.	1 032	1 207	1 385	1 788	1 965	1 983	2 005	101,0
5	Počet vodovodních přípojek	tis.	–	1 214	1 368	1 782	1 956	1 975	2 003	101,0
6	Voda vyrobená celkem	tis. m <sup>3</sup>	1 238 961	936 187	755 878	698 850	641 783	623 059	623 534	100,1
7	z toho podzemní	tis. m <sup>3</sup>	526 593	409 392	368 474	334 882	316 250	312 813	311 890	99,7
8	Voda fakturovaná celkem	tis. m <sup>3</sup>	924 292	624 767	537 952	531 620	492 542	486 019	480 745	99,1
9	z toho domácnosti	tis. m <sup>3</sup>	546 184	373 355	341 066	338 564	319 582	317 163	315 875	99,6
10	průmysl	tis. m <sup>3</sup>	237 202	114 282	40 145	64 645	59 163	57 539	55 642	96,7
11	ostatní a zemědělství	tis. m <sup>3</sup>	150 023	137 130	156 741	128 412	113 797	111 317	109 227	98,1
12	Voda nefakturovaná celkem	tis. m <sup>3</sup>	314 047	302 204	212 925	167 743	143 820	131 403	135 699	103,3
13	z toho ztráty v síti	tis. m <sup>3</sup>	237 231	275 228	189 301	146 082	125 276	114 199	118 961	104,2
14	Vodné	mil. Kč	1 751	6 407	9 394	11 938	14 328	14 975	15 730	105,0
<b>KANALIZACE</b>										
15	Obyvatelé bydlící v domech napojených na kanalizaci	tis.	7 523	7 559	7 685	8 099	8 613	8 672	8 674	100,0
16	Podíl obyvatel bydlících v domech napojených na kanalizaci ke střednímu stavu obyvatel	%	72,6	73,2	74,8	79,1	81,9	82,6	82,5	100,0
17	Počet obyvatel bydlících v domech napojených na kanalizaci a na mech.-biologickou ČOV	tis.	–	5 784	6 571	7 447	8 081	8 174	8 236	100,7
18	Délka kanalizační sítě	km	17 495	18 295	21 615	36 233	40 902	41 911	42 752	102,0
19	Počet přípojek (délka přípojek D)	tis. km	–	–	D-6 391	1 223	1 421	1 448	1 490	102,8
20	Vypouštěné odpadní vody do kanalizace celkem	tis. m <sup>3</sup>	858 110	612 125	527 871	543 379	490 309	487 644	473 230	97,1
21	z toho vody splaškové	tis. m <sup>3</sup>	453 105	334 110	329 844	354 531	331 635	329 122	323 837	98,4
22	Čištěné vody celkem	tis. m <sup>3</sup>	891 286	832 744	808 838	841 541	957 899	870 985	836 653	95,2
23	z toho vody splaškové	tis. m <sup>3</sup>	357 243	308 902	315 481	331 107	314 665	315 753	311 218	98,5
24	srážkové	tis. m <sup>3</sup>	–	–	–	327 630	486 381	398 804	377 249	94,6
25	ostatní (včetně průmyslových)	tis. m <sup>3</sup>	287 028	238 863	185 128	182 804	156 853	156 428	148 186	94,8
26	Stočné	tis. Kč	–	4 702	7 415	9 859	12 898	13 599	14 026	103,2
<b>ČISTÍRNÝ ODPADNÍCH VOD</b>										
27	Počet čistíren odpadních vod celkem	ks	626	783	1 055	1 994	2 188	2 521	2 318	103,0
28	z toho mechanicko-biologických *)	ks	–	–	–	1 919	2 139	2 201	2 268	103,1
29	Celková kapacita čistíren odpadních vod	tis. m <sup>3</sup> /den	2 667	3 314	3 927	3 736	3 798	3 799	3 782	99,5
<b>KALY</b>										
30	Kaly produkované celkem	tuna sušiny	–	143 383	????	171 888	170 689	163 818	168 190	102,7
31	z toho přímá aplikace do půdy a rekultivace	tuna sušiny	–	–	????	34 467	60 639	61 750	51 912	84,1
32	kompostování	tuna sušiny	–	–	????	88 820	45 528	45 985	53 222	115,7
33	ostatní (skládování, spalování a j.)	tuna sušiny	–	–	????	48 601	64 522	56 083	63 056	112,4

\*) vypuštěno ze sledování



Graf 5: Množství vody nefakturované – ztráty (2000–2012)



Graf 6: Ceny vodného a stočného (2000–2012)



# 18. mezinárodní vodohospodářská výstava VODOVODY–KANALIZACE 2013

Jiří Hruška

Tradičně jako vždy v květnu se letos ve dnech 21.–23. 5. konal 18. ročník mezinárodní vodohospodářské výstavy VODOVODY–KANALIZACE 2013, jejímž pořadatelem a odborným garantem je Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR (SOVAK ČR). Letošní ročník se uskutečnil po dvouleté přestávce, protože výstava VODOVODY–KANALIZACE přešla na obroční periodicitu a koná se každým lichým rokem. V sudých letech ji střídá konference VODA FÓRUM.

Nová dvouletá periodicitu konání výstavy v kombinaci s dalšími změnami zvýšila očekávání všech vystavovatelů i návštěvníků. Nové bylo rovněž místo konání v nově zbudované části výstaviště v Praze-Letňanech, v nových moderních výstavních halách, novým byl i organizátor výstavy – Exponex s. r. o. Motto „Vaše výstava v novém“ tak bylo přiléhavé.

Výstava nezklamala a přinesla osvědčenou kombinaci široké přehlídky novinek, inovací, technologických zlepšení a aktuálních oborových informací. V centru pozornosti byla problematika inovací ve vodním hospodářství a ekoinovace, a to nejenom z pohledu představení nových technologií, ale i jejich samotný vývoj a výzkum jako jeden z možných nástrojů posílení konkurenceschopnosti firem i celého vodohospodářství. Další neméně zajímavou tematickou skupinou byla problematika hospodaření s vodou, která je aktuální nejenom v lokálním, ale i v celosvětovém měřítku.

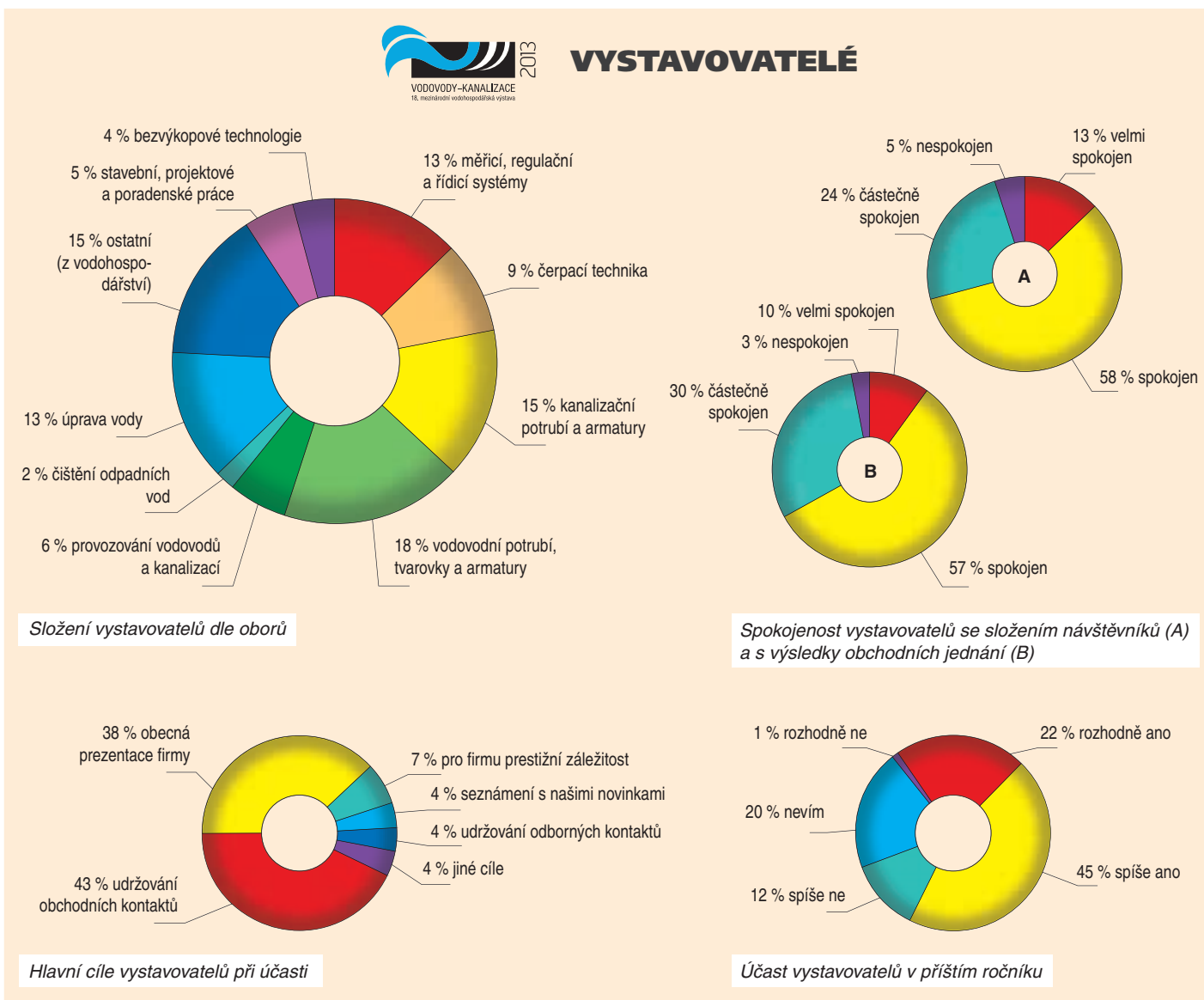
Odbornou záštitu výstavě VODOVODY–KANALIZACE 2013 poskytly Ministerstvo zemědělství, Ministerstvo životního prostředí, Asociace krajů České republiky a Svaz měst a obcí České republiky.

## Zahájení

Vodohospodářská problematika, ekologie a ochrana životního prostředí jsou přitažlivými tématy pro veřejnost, pro odborníky i pro politiky. Slavnostního zahájení výstavy se zúčastnila celá řada významných hostů, mezi nimi ministr zemědělství Petr Bendl, náměstek ministra životního prostředí Vojtěch Munzar, předseda Sdružení oboru vodovodů a ka-

nalizací ČR František Barák a předseda Svazu vodního hospodářství ČR Petr Kubala.

Ministr zemědělství Petr Bendl ve svém projevu mj. uvedl: „Veletrh je zaměřen především na využívání vodních zdrojů, zásobování kvalitní vodou a čištění vod odpadních, což jsou témata, která se dotýkají každé domácnosti a spoluurčují kvalitu života nás všech. V roce 2011 u nás by-



lo 93,4 % občanů, tedy 9,8 milionu obyvatel, zásobováno z veřejných vodovodů vodou splňující standardy a vyhovující hygienickým limitům. Ve stejném roce bydlelo v domech připojených na veřejnou kanalizaci 82,6 % obyvatel, tedy 8,7 milionu lidí.“ Za pozitivní ministr Bendl považuje, že přes všechna úsporná opatření se stále daří nacházet peníze na zkvalitnění občanské vybavenosti v oblasti vodovodů a kanalizací. „Nepřestáváme budovat ani protipovodňová opatření, což jsou investice do budoucnosti,“ podotkl.

### Doprovodný program

Základem letošního doprovodného programu výstavy byly odborné semináře.

Garantem prvního dne přednášek bylo Ministerstvo zemědělství. Jeho představitelé hovořili o plánování v oblasti vod, a to o přípravě národních plánů povodí pro období 2015–2021. Další z přednášek byla věnována novele zákona o vodovodech a kanalizacích, důvodům novelizace, jejím hlavním bodům a základním dopadům. Nechybělo ani téma hospodění se srážkovou vodou nebo problematika podpory vodní infrastruktury z Programu rozvoje venkova. Zájemci si vyslechli rovněž informace o transformaci Zemědělské vodohospodářské správy do státních podniků Lesy ČR a Povodí. Ty doplnily konkrétní příklady ze státního podniku Povodí Vltavy.

Roli odborného garanta přednášek druhého dne převzalo Ministerstvo životního prostředí. Celodenní blok byl zaměřen především na problematiku kalů, o čemž svědčí názvy přednesených příspěvků: Současná legislativa v oblasti nakládání s kaly a její budoucí vývoj, Aktuální problémy zjišťované ČIŽP při kontrolách zařízení nakládajících s bioodpady, Kvalita kalů z ČOV a jejich využívání nebo Technologie pomalého

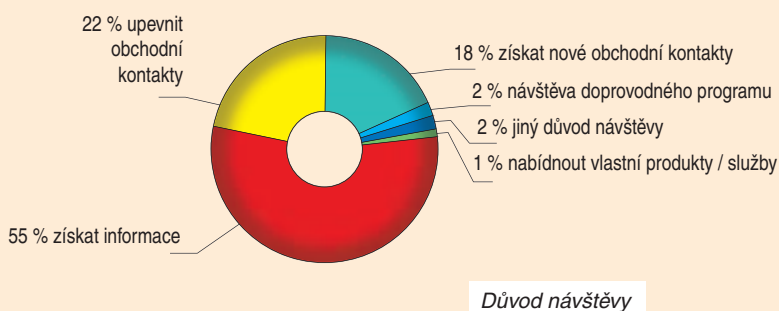
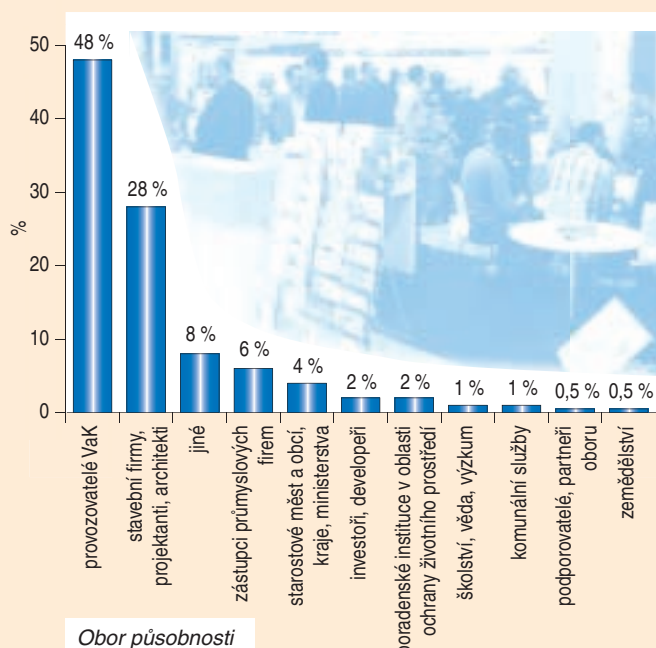
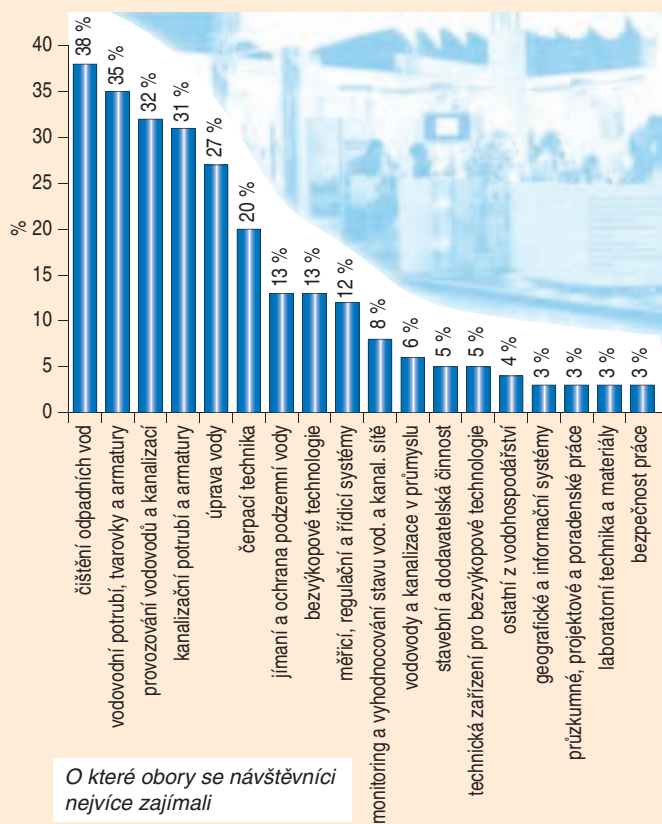


termického rozkladu – energie z čistírenských kalů. Pozornost byla věnována i podpoře v rámci OPŽP 2007–2013 (podmínky podpory, realizované projekty, harmonogram výzev) a výhledu do nového programového období 2014–2020.

Asociace pro vodu ČR (CZWA) se stala garantem třetího, posledního přednáškového dne. Jeho program byl věnován například problematice recyklace energie z odpadní vody v procesu čištění odpadních vod nebo použití nejlepších dostupných technologií při povolování vypouště-



## NÁVŠTĚVNÍCI



ní městských odpadních vod či nejlepších dostupných technik v oblasti čištění průmyslových odpadních vod.

Stranou pozornosti nezůstalo ani zkoušení domovních čistíren odpadních vod a jejich specifika, souvislosti a různé technologie čištění a samozřejmě další zajímavá témata.

Součástí doprovodného programu výstavy VODOVODY–KANALIZACE 2013 byly také soutěže. Na volné ploše před pavilonem proběhl 13. ročník Vodárenské soutěže zručnosti, v rámci výstavy se konala Soutěž učňů v oboru instalatér, v hale byla instalována výstava fotografií z fotosoutěže VODA 2013. Specifickou soutěží byl i golfový turnaj VOD-KA CUP 2013, který u příležitosti výstavy proběhl 20. 5. na golfovém hřišti na Zbraslavi.

Výsledky soutěží byly vyhlášeny a předání cen proběhlo ve středu 22. 5. na slavnostním společenském večeru v Obecním domě.

#### Statistika výstavy

Počet návštěvníků: 8 214

Celková čistá výstavní plocha: 6 083 m<sup>2</sup>

Celkem 312 prezentujících se firem, z toho:

- 182 vystavujících firem z 5 zemí světa,
- 130 dalších zastoupených firem z 21 zemí světa.

Přehled zúčastněných zemí:

- Belgie, Česká republika, Dánsko, Finsko, Francie, Indie, Itálie, Japonsko, Kanada, Korejská republika, Nizozemsko, Rakousko, Slovenská republika, SRN, Španělsko, Švédsko, Švýcarsko, Tchaj-wan, Turecko, USA, Velká Británie.

#### Závěr

Mezinárodní vodohospodářská výstava VODOVODY–KANALIZACE 2013 byla opět důležitým místem pro získání uceleného komplexu nových informací a stala se na tři dny místem setkání producentů moderních technologií, výrobců a služeb s jejich provozovateli a uživateli a s odbornou veřejností. Ukázalo se, že dvouletý odstup v jejím pořádání výstavě přidal na atraktivnosti a rozhodně neubral na kreditu.

Podrobné informace o Vodárenské soutěži zručnosti, o soutěži Vodohospodářská stavba roku 2012, o oceněních v soutěžích Zlatá VOD-KA – o nejlepší exponát, Nejlepší expozici a vyhlášení výsledků fotografické soutěže VODA 2013 spolu s oceněnými snímky přinášíme na následujících stranách tohoto čísla časopisu SOVAK.

(V článku byly použity podklady a materiály firmy Exponex s. r. o., a MZE.)

### 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*



**ZAHODĚTE  
KŘOVINOŘEZY...**

**... A PRACUJTE KONEČNĚ RYCHLE A POHODLNĚ**

**Spider**

**DÁLKOVĚ ŘÍZENÉ SEKAČKY PRO VŠECHNY TYPY TERÉNŮ A POROSTŮ:  
ROVINU, PRUDKÉ SVAHY, PARKOVOU TRÁVU, RUDERÁLNÍ POROST I MOKŘADY  
NEJBEZPEČNĚJŠÍ A NEJPOHODLNĚJŠÍ SEKÁNÍ PROBLEMATICKÝCH MÍST  
DOSTUPNÉ VE 3 MODELECH PRO PROFI I HOBBY POUŽITÍ**

TEL.: 569 425 767  
INFO@SPIDER-CZ.COM  
WWW.SVAHOVA-SEKACKA.CZ

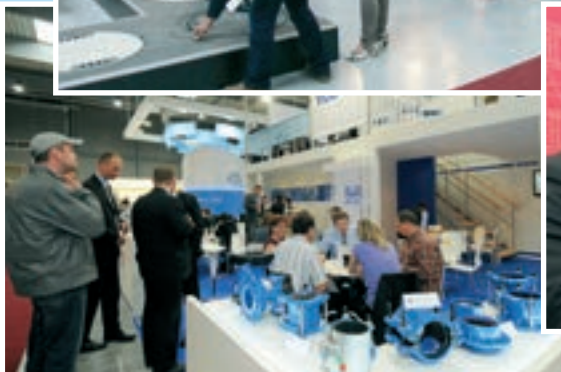




2013

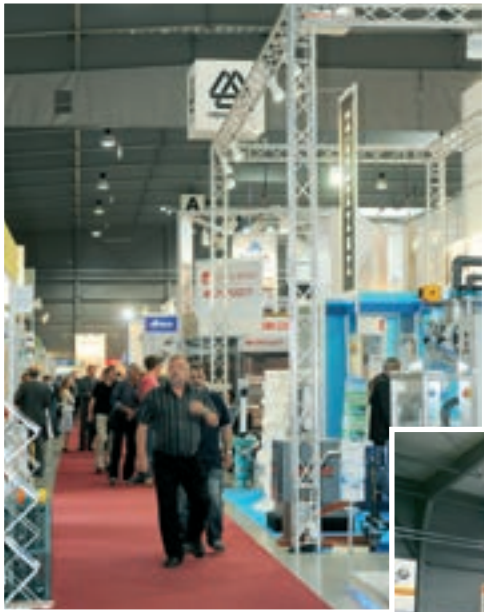
VODOVODY-KANALIZACE  
18. mezinárodní vodohospodářská výstava

21.-23. 5.  
VODOVODY-KANALIZACE 2013  
18. mezinárodní vodohospodářská  
výstava (Praha-Letňany)





**VODOVODY-KANALIZACE**  
18. mezinárodní vodohospodářská výstava



21.–23. 5.  
VODOVODY–KANALIZACE 2013  
18. mezinárodní vodohospodářská  
výstava (Praha-Letňany)





## Vodárenská soutěž zručnosti 2013

Jaroslav Šrail

**Při příležitosti konání 18. mezinárodní vodohospodářské výstavy VODOVODY–KANALIZACE v Praze-Letňanech ve dnech 21.–23. 5. 2013 se opět uskutečnil v rámci doprovodného programu další, již 13. ročník vodárenské soutěže zručnosti montérů.**

Soutěž byla organizovaná pod záštitou SOVAK ČR firmou AVK VOD-KA a. s. s přispěním hlavních sponzorů soutěže firem HAWLE ARMATURY, s. r. o, SAINT-GOBAIN PAM CZ s. r. o, KAPKA s. r. o a LUNA PLAST a. s. Samotná soutěž proběhla v prvních dvou dnech výstavy na volné ploše před výstavní halou 3, a to v podstatně skromnějších podmínkách a na náročnějším podkladu (položena dlažba) pro soutěžící, než tomu bylo v minulých ročnících.

Úkolem soutěžících bylo provedení kompletního zřízení a sestavení dvou 1" domovních přípojek podle daného schématu, dále se prováděla montáž tvarovek a instalace odvodušňovacího a zavzdušňovacího ventilu. Přípojky se montovaly na litinovém potrubí dimenze DN 100 a na plastovém PE potrubí DN 110.

Na každé přípojce muselo družstvo provést:

- nasazení navrtávacích pasů na potrubí,
- montáž domovních šoupátek na navrtávací pasy,
- provedení navrtávky potrubí pod tlakem,
- přesné sestavení přípojky podle schématu,
- montáž vodoměrů,
- natlakování přípojky s následným proplachem.

U montáže tvarovek a OZV muselo družstvo provést:

- postupné provedení montáže litinových tvarovek FFR 100/50, T-kus 50/50, zaslepovací příruba DN 50,
- instalace odvodušňovacího a zavzdušňovacího ventilu,
- natlakování sestavy.

Do soutěže se přihlásilo 13 družstev z 8 vodárenských společností. Vždy spolu soupeřila dvě vylosovaná družstva z různých společností. Každému družstvu se měřil čas od odstartování až do okamžiku nahlášení ukončení práce. Družstvo si časomíru spouštělo a zastavovalo sa-

mo, aby se vyloučil vliv dalších osob. V posledních ročnících soutěže totiž o pořadí družstev v některých případech rozhodovaly i setiny vteřin! Tím byl stanoven základní čas. Následně provedli rozhodčí kontrolu provedené práce (těsnost spojů, správné namontování armatur atd.), přeměření délek jednotlivých částí přípojky (přesnost práce). Po ukončení soutěžního dne se provedla demontáž navrtávacích pasů a rozhodčí vyhodnotili, zda došlo k správnému provrtání potrubí. Na základě těchto podkladů rozhodčí stanovili případný trestný čas, který se přičítal k základnímu času a tím teprve vznikl výsledný započtený čas družstva. V praxi se opět ukázalo, že dosažený základní čas ještě nebyl rozhodujícím pro umístění družstva, ale rozhodovala hlavně kvalita provedené práce. Jen čtyři družstva nebyla zatížena trestným časem a z toho dvě stála na stupních vítězů.

Samozřejmostí je fakt, že při kvalitní a náročné soutěži se bojuje i o kvalitní ceny, a tak tomu bylo i při 13. ročníku vodárenské soutěže zručnosti montérů. První tři družstva obdržela podle pořadí broušené skleněné poháry, které převzali představitelé společností na společenském večeru. Medaile, diplomy a hlavně tekutou výhru 50 l sud piva, 30 l sud piva a 24 plechovek piva převzali startující na polygonu soutěže v odpoledních hodinách po skončení a vyhodnocení soutěže.

V letošním ročníku se potvrdil zvyšující trend přípravy na soutěž. Podle dosahovaných časů se jednoznačně ukázalo, že přípravě na tuto soutěž se začíná věnovat větší pozornost ze strany vodárenských společností, které se jí pravidelně účastní. Vysílají vybrané a osvědčené montéry, kteří věnují před soutěží podstatně větší pozornost přípravě a na soutěž průběžně trénují. Kdo chce uspět a vyhrát, musí tomu věnovat určitý čas a úsilí v přípravě, prostě trénovat. Konečné výsledky a pořadí družstev to plně potvrzují. Podle slov samotných soutěžících z úspěšných družstev věnovali přípravě na soutěž určitý čas a nešli do ní, jak se říká „na ostro“ bez přípravy.





Vítězná II. družstvo Ostravských vodáren a kanalizací a. s.

**Výsledková listina 13. ročníku vodárenské soutěže zručnosti**

Pořadí	Společnost	Soutěžící	Celkový započtený čas
1.	Ostravské vodárny a kanalizace a. s. II.	Pavel Reich, Marcel Vantuch	09:59,59
2.	Severočeské vodovody a kanalizace, a. s. I.	Martin Kratochvíl, Jan Bulíř	10:37,06
3.	Severočeské vodovody a kanalizace, a. s. II.	Bedřich Pleyer, Ladislav Pleyer	11:06,16
4.	Brněnské vodárny a kanalizace, a. s. II.	Mareš Milan, Mičánek Jan	11:11,53
5.	Ostravské vodárny a kanalizace a. s. I.	Dušan Martínek, Martin Branich	11:38,56
6.	Brněnské vodárny a kanalizace, a. s. I.	Finfera Martin, Pavlíček Jan	11:59,62
7.	Šumperská provozní vodoхозяйská společnost, a. s.	Jan Příhoda, Jaroslav Skoumal	15:34,48
8.	ČEVAK a. s. I.	Ladislav Baumrukr, Vasil Gerelyuk	17:13,92
9.	Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a. s.	Martin Jirčík, Josef Lota	17:58,34
10.	Středočeské vodárny, a. s. I.	Martin Jedlička, Ladislav Šlejhar	19:22,44
11.	Středočeské vodárny, a. s. II.	Heinz Jánský, Miloslav Satran	21:25,01
12.	ČEVAK a. s. II.	Vít Břicháček, Václav Pirtyák	27:01,99
13.	Pražské vodovody a kanalizace, a. s.	Roman Vodička, Zdeněk Hulcer	27:05,83

Velkou škodu pro tuto soutěž, která je již nedílnou součástí veletrhu VODOVODY–KANALIZACE, vidím v tom, že do soutěže vysílá svá družstva jen malá část vodárenských společností. Ve srovnání s počtem řádných a mimořádných členů SOVAK ČR je počet 8 (slovy osm) vodárenských společností, které se účastnily soutěže, jen velmi malým procentem. Samozřejmě zájmem společností v SOVAK ČR by mělo být zkvalitnění a hlavně ztraktivnění budoucích ročníků této soutěže. Myslím tím, aby i společnosti, které ještě v žádném ročníku neměly své zastoupení, v následujících ročnících ukázaly, že i ony mají dobré a kvalitní montéry, schopné je reprezentovat na celorepublikové soutěži. Dále je třeba přijít i s novými nápady

a podněty na zkvalitnění soutěže jak v její propagaci, provádění, tak i hodnocení.

Na závěr chci poděkovat komisi rozhodčích ve složení Ing. Roman Palatin, Bohuslav Lux a František Pekař za jejich přísné a spravedlivé hodnocení soutěžících. Dále všem, kdo se podíleli na organizaci a provedení soutěže, všem startujícím za jejich účast v soutěži. Věřím, že je uvidíme i v dalším ročníku Vodárenské soutěže zručnosti a že se sejeme v podstatně větším počtu, než letos.

Ing. Jaroslav Šrail  
e-mail: j.srail@seznam.cz





# Vyhlášení vítězných staveb soutěže „Vodohospodářská stavba roku 2012“

Jan Plechatý

**Svaz vodního hospodářství ČR spolu se Sdružením oboru vodovodů a kanalizací ČR vyhlásily v prosinci 2012 soutěž „Vodohospodářská stavba roku 2012“. Nad soutěží přijali garanci ministři zemědělství a životního prostředí.**

Soutěž byla vypsaná se záměrem seznámit odbornou i širokou veřejnost s úrovní vodohospodářských projektů realizovaných v České republice.

Do soutěže se mohly přihlásit vodohospodářské stavby ve 2 základních kategoriích, a to:

- I. – stavby pro zásobování pitnou vodou, odvádění a čištění odpadních vod,
- II. – stavby sloužící k umělému vzdouvání, zadržování a usměrňování povrchových vod, ochraně před škodlivými účinky vod, úpravě vodních poměrů nebo jiným účelům sledovaným zákonem o vodách.

V každé této kategorii se samostatně hodnotily stavby ve dvou velikostních podkategoriích, a to o investičních nákladech nad 50 mil. Kč a pod 50 mil. Kč.

Hodnoticí kritéria byla orientována na:

- koncepční, konstrukční a architektonické řešení,
- vodohospodářské účinky a technické a ekonomické parametry,

- účinky pro ochranu životního prostředí,
- funkčnost a spolehlivost provozu,
- využití nových technologií a postupů, zejména v oblasti ochrany životního prostředí a úspory energií,
- estetické a sociální účinky.

Do soutěže mohly být přihlášeny stavby dokončené v ČR, a to v období od 1. 1. 2012 do 31. 12. 2012. Přihlašovatelem mohl být investor, zhotovitel stavebních nebo technologických prací, zhotovitel projektových prací a firma pověřená inženýrskou činností.

Vyhlášení vítězů a předání cen oceněným se uskutečnilo v Obecním domě v Praze dne 22. 5. 2013 při slavnostní gala večeři v rámci 18. mezinárodní vodohospodářské výstavy VODOVODY–KANALIZACE 2013. Za organizátory předávali ocenění RNDr. Petr Kubala, předseda Svazu vodního hospodářství ČR a předseda SOVAK ČR Ing. František Barák.

Představenstvo Svazu vodního hospodářství ČR schválilo udělení ocenění v soutěži „Vodohospodářská stavba roku 2012“ následujícím stavbám:

## Kategorie I – stavby pro zásobování pitnou vodou, odvádění a čištění odpadních vod

### Litovel – intenzifikace ČOV (součást projektu Dostavba kanalizace a intenzifikace ČOV Litovel)

Podkategorie: nad 50 mil. Kč

Navrhovatelé:

Investor: Město Litovel

Projektant: VIS – Vodohospodářsko-inženýrské služby, spol. s r. o.

Zhotovitel stavby: Metrostav a. s.

Stavba zahrnovala dostavbu kanalizačního systému ve městě Litovel a místních částech Nasobůrky, Chořelice, Uničovské předměstí a Tři Dvory, která umožnila napojení 600 obyvatel na kanalizační síť a dále intenzifikaci stávající ČOV o kapacitě 40 000 EO. Projekt řešil i problém nedostatečné ochrany kanalizačního systému města před víceletými vodami řeky Moravy pomocí přívalových čerpacích stanic. Zkapacitnění čerpacích stanic přispěje k ochraně města Litovel před velkými vodami, vyloučí havárie na kanalizačním systému a zvýšením ředičích poměrů na odlehčení dešťových vod současně přispěje k zachycení většího podílu znečištěné odtékajícího s dešťovými vodami oddělovači do řeky Moravy mimo ČOV. Tyto čerpací stanice byly vybaveny dálkovým ovládním napojeným na dispečink provozovatele umístěným v ČOV.



Pro naplnění standardů dle novely nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ve znění pozdějších předpisů bylo nutné intenzifikovat stávající ČOV a přitom dostavět některé články technologie čištění k zajištění zejména povolených limitů množství vypouštěného  $N_e$  a  $P_e$ , v souladu s ustanovením o vybavení ČOV nejlepšími dostupnými technologiemi v oblasti zneškodňování městských odpadních vod (BAT). Jednalo se o technologicky náročné řešení, neboť v Litovli je řada významných producentů odpadních vod potravinářského charakteru (pivovar, sýrárna, výroba těstovin). Význam plnění emisních standardů  $N_e$  a  $P_e$  podtrhuje lokalizace Litovle v CHKO a CHOPAV a nutnost plnění imisních standardů znečištění povrchových vod vzhledem k tomu, že na řeku Moravu se vztahuje NV č. 71/2003 Sb. (rybí vody).

Stavba „Dokončení kanalizace a intenzifikace ČOV Litovel II. etapa“ byla navržena na požadované technické úrovni a splňuje požadavky na ochranu vodních toků a ochranu životního prostředí. Na stavbu o investičních nákladech 164,1 mil. Kč byl po úspěšném vyhodnocení jednoročního zkušebního provozu vydán v roce 2012 kolaudační souhlas.

## Rekonstrukce a modernizace úpravy vody Hájská

*Podkategorie:* nad 50 mil. Kč

*Navrhovatelé:*

Investor: Město Strakonice

Projektant: Sweco Hydroprojekt a. s.

Zhotovitel stavby: ENVI-PUR, s. r. o.

Předmětem stavby Rekonstrukce a modernizace ÚV Hájská byla rekonstrukce úpravy vody, a to jak po stránce komplexní výměny technologického zařízení, tak i rekonstrukce stavebních konstrukcí a nutných stavebních úprav v souvislosti s instalací nové technologie.

Důvodem pro rekonstrukci úpravy vody byly problémy se zajištěním jakosti upravené vody v souladu na požadavky vyhlášky č. 252/2004Sb. (primárním cílem bylo snížení koncentrace železa a manganu) a dále nevyhovující technický stav technologických zařízení i stavebních konstrukcí, částečně v havarijním stavu. Na základě posouzení stavu technologické linky bylo navrženo:

- doplnit oxidaci surové vody vzdušným kyslíkem, případně dávkováním chloru,
- upravit dávkování chemikálií – vápenného hydrátu ve formě vápenného mléka případně chloru, manganistanu draselného (jako rezervy),
- doplnit provzdušnění surové vody a dvou sedimentačních nádrží s lamelovou vestavbou a předřazeným pomalým mícháním,
- druhé dávkování chemikálií: vápenný hydrát, čtyři tlakové dvouvrstvé filtry, UV záření a chloraminace.

Kalové hospodářství sestává z usazovací jímky, kontinuální zahušťovací nádrže a kalolisu. Zkušební provoz potvrdil oprávněnost návrhu dvoustupňové separace suspenze, jehož návrh byl ověřován v poloprovozu. V rámci rekonstrukce čerpací stanice byla provedena instalace řídicího systému pro místní a dálkový provoz, včetně doplnění potřebné telemetrie a měření. Významným vizuálním prvkem je otevřené provedení venkovních usazovacích nádrží s pochozím zakrytím a především provedení nové fasády na celé budově úpravy vody.

Z hlediska účinků stavby na životní prostředí lze vyzdvihnout snížení požadavků na energie v důsledku vyšší účinnosti nových zařízení i výměny oken, zateplení střechy a fasády objektu. Ke snížení hluku byla dmychadla opatřena protihlukovými kryty. Novým řešením kalového hospodářství bylo minimalizováno množství vypouštěných odpadních vod, kal je po lisování odvážen a dále zpracováván. Úspěšně vyhodnocený zkušební provoz potvrdil spolehlivost provozu s parametry upravené vody na vysoké kvalitativní úrovni v souladu s platnou legislativou.

Rozhodnutí k trvalému užívání stavby vydal vodoprávní úřad dne 6. 12. 2012.



## Rekonstrukce úpravy vody III. Mlýn, kalové hospodářství

*Podkategorie:* pod 50 mil. Kč

*Navrhovatelé:*

Investor: Severočeská vodárenská společnost a. s.

Projektant: Sweco Hydroprojekt a. s.

Zhotovitel stavby: SMP CZ, a. s.

Největším problémem úpravy vody III. Mlýn byla technologická linka kalového hospodářství, která byla před rekonstrukcí na hranici své použitelnosti. Technický stav zařízení neumožňoval přepouštět veškerý odsazený kal z prvního stupně sedimentace a nebylo tak možné dostatečné odsazení kalu. Zvýšený obsah kalů se dostával při každém praní do odsazené vody a docházelo k vypouštění odpadní vody s nevyhovujícími parametry.

Proto bylo rozhodnuto provést zásadní rekonstrukci kalového hospodářství v tomto uspořádání:

- vyrovnávací nádrž pracích vod – využití stávajících kruhových nádrží (zvětšení objemu),
- flotace – umístění do prostoru stávající garáže,
- šnekový lis – umístění do přístavku před stávající garáží,
- retenční nádrž – využití stávající obdélníkové nádrže.

V rámci optimalizace provozu nového kalového hospodářství bylo navrženo rozdělení odpadních vod ze stávající technologické linky. Odpadní vody jsou „likvidovány“ následovně: vyrovnávací nádrž – odpadní vody z praní pískových filtrů, odpadní vody z chemického hospodářství (kromě odkalení sytičů), odpadní vody z praní filtrů s GAU; retenční nádrž (odtok přímo do Chomutovky) – bezpečnostní přelivy (přerušovací nádrže, akumulace upravené vody), odpadní vody z praní filtrů s GAU, odsazené odpadní vody z vápenného hospodářství, odsazená voda z flotace a bezpečnostní přeliv z vyrovnávacích nádrží kalového hospodářství.



Nově osazená zařízení vykazují vysokou účinnost, spolehlivost a stabilitu provozu. Z hlediska účinků stavby na životní prostředí je nutné zmínit tyto zásadní účinky rekonstrukce: jakost vypuštěné odpadní vody (došlo k velmi výraznému zlepšení odtokových poměrů z kalového hospodářství úpravy vody), spolehlivost nové kalové koncovky (nové zařízení daleko spolehlivější – původní zařízení na hranici životnosti – při špatné manipulaci riziko havárie resp. „znečištění toku“).

V rámci rekonstrukce kalového hospodářství byla provedena instalace řídicího systému pro místní a dálkový provoz, včetně doplnění potřebné telemetrie a měření. Do řídicího systému lze přenášet celou řadu parametrů (tj. např. kvalita vstupní/výstupní odpadní vody, množství odpadní vody, poruchy, atd.). Těmito úpravami bylo dosaženo vysokého technického standardu pro obsluhu úpravy vody.

Kolaudační souhlas, který je dokladem o povoleném užívání stavby, byl vydán 30. 11. 2012.



## ČOV Úvaly – intenzifikace a dovystrojení

Podkategorie: pod 50 mil. Kč

Navrhovatelé:

Investor: Město Úvaly

Projektant: Sweco Hydroprojekt a. s.

Inženýrská činnost: Vodohospodářský rozvoj a výstavba a. s.

Zhotovitel stavby: KUNST, spol. s r. o.

ČOV Úvaly byla před realizací stavby za hranic své kapacity, přičemž objem odpadních vod v letech 2010–2013 významně narůstá v souvislosti s rozsáhlým dobudováním kanalizace v rámci projektu „Vodohospodářské investice města Úvaly“, spolufinancovaného z OPŽP. Stavba navýšila kapacitu ČOV Úvaly z 3 000 EO na 6 000 EO.

Stavba zahrnovala vybudování žlabu hrubých česlí, čerpací stanice, spojujících potrubí, osazení jednotky hrubého předčištění a dávkovací stanice pro chemické srážení fosforu, zřízení zpevněných ploch, provedení terénních úprav, oplacení a dále stavebních úprav včetně technologického vystrojení čtyř linek biologického stupně čištění a výměny dmychadel i kompresoru.

Dostrojení v části hrubého předčištění bylo třeba provést také kvůli významným provozním problémům – nefunkční česle a následné zanášení šnekových čerpadel hrubými nečistotami. Díky dílčím úpravám technologického procesu čištění bylo dosaženo vyššího účinku čištění a vyšší efektivity při odbourávání znečištění přiváděného splaškovou kanalizací. Zcela novým přínosem oproti původnímu stavu je odbourávání fosforu.

Recipientem je potok Výmola, který je zařazen mezi lososové vody. Stavba přispívá k dosažení dobrého stavu vod tohoto vodního toku. Realizace stavby přispěla k ochraně a zlepšení životního prostředí ve městě Úvaly a dále v povodí toku Výmola, který je zařazen mezi lososové vody.

Roční zkušební provoz intenzifikované ČOV prokázal její bezporuchovost a spolehlivost. Využití moderních, úspornějších technologií zejména v části hrubého předčištění, čerpadel a dmychadel, které spotřebovávají významnou část elektrické energie potřebné k provozu ČOV, zaručuje ekonomicky efektivní provoz čistírny.

Areál ČOV se nachází v krásném údolí potoku Výmola, které je hojně využíváno pro procházky a volnočasové aktivity. Nedaleko proti toku je městské koupaliště. S ohledem na to byla budova ČOV i celý areál navržen citlivě a vkusně, pouze s minimálním narušením okolního prostředí.



**V souladu s pravidly pro hodnocení soutěže schváleného představenstvem SVH ČR, vyhodnotila komise jednu stavbu v kategorii I k udělení „Zvláštního ocenění SVH ČR za technické řešení a realizaci vodovodního přivaděče“, a to:**

## Zásobování obyvatelstva pitnou vodou z VOV 4. etapa – Napojení Židlochovicka na VOV

Podkategorie: nad 50 mil. Kč

Navrhovatelé:

Investor: Vířský oblastní vodovod, sdružení měst, obcí a svazků obcí

Generální projektant: Pöyry Environment a. s.

Zhotovitel stavby: IMOS Brno, a. s.

Skupinový vodovod Židlochovice, zásobující cca 14 000 obyvatel, byl zásobován z jediného vodního zdroje v jímacím území Vojkovice, který však byl ohrožován méně než  $Q_{20}$  letou vodou řeky Svratky.

Projekt s investičními náklady 168 850 tis. Kč řešil napojení skupinového vodovodu na vodárenskou soustavu Vířského oblastního vodovodu (VOV), čímž bude pro obyvatelstvo zajištěna spolehlivá dávka kvalitní pitné vody v potřebném množství.

Navržené zásobení Židlochovicka z VOV je v souladu s koncepcí uvedenou ve schváleném dokumentu „Program rozvoje vodovodů a kanalizací Jihomoravského kraje“.

Trasa vodovodního přivaděče DN 400 začíná napojením na stávající přívodní řad ve vodojemu Rajhrad  $2 \times 450 \text{ m}^3$  a je ukončen na okraji města Židlochovice napojením na stávající řad DN 200. Celková délka přívodního řadu je 10 826,7 m.

K výstavbě bylo použito potrubí od výrobců Saint-Gobain s vnitřní silikátovou vystýlkou, vnější standardní a těžkou ochranou – vrstvou extrudovaného polyetylenového povlaku; a dále VonRoll s vnitřní polyuretanovou vystýlkou a vnější polyuretanovou ochranou. Použití příslušného typu potrubí na trase přivaděče bylo dáno výskytem korozního prostředí, způsobeného výskytem agresivního horninového prostředí, podzemní vody s vysokým obsahem prvků s agresivním účinkem na kovová potrubí či výskytem bludných proudů od železniční trati, katodové ochrany produktovodů nebo od vzdušného vedení VVN.

Po úspěšném splnění všech tlakových zkoušek, vyhovění odebraných vzorků a doložení všech požadovaných dokladů byl dne 26. 11. 2012 vydán kolaudační souhlas s užíváním stavby.





## Kategorie II – stavby sloužící k umělému vzdouvání, zadržování a usměrňování povrchových vod, ochraně před škodlivými účinky vod, úpravě vodních poměrů nebo jiným účelům sledovaným zákonem o vodách

### Rekonstrukce MVE Měřejovice

Podkategorie: nad 50 mil. Kč

Navrhovatelé:

Investor: ENERGO-PRO Czech, s. r. o.

Projektant: Pöyry Environment a. s.

Zhotovitel: Metrostav a. s. – stavební část

Strojírny Brno, a. s. – technologická část

Současný vlastník a provozovatel MVE společnost ENERGO-PRO Czech, s. r. o., se vzhledem ke stavu technologického zařízení, které bylo starší než 70 let a navíc morálně zastaralé, rozhodl provést komplexní rekonstrukci stávajícího technologického zařízení MVE. V první etapě byla provedena rekonstrukce rozvodny VN, rekonstrukce ocelové plošiny nad vtokem do MVE včetně výměny česlí a osazení nového automatického čistícího stroje a rekonstrukce sociálního zařízení.



Další etapu rekonstrukce představovala generální oprava jednoho z pěti soustrojí – TG5, která byla dokončena nejdříve. Po dohodě provozovatele MVE s Národním památkovým ústavem došlo k dohodě, že toto soustrojí bude v původním uspořádání zachováno a nadále provozováno.

Rekonstrukce zbývajících čtyř soustrojí byla realizována za provozu díla a to ve 2 etapách. Nejprve byla provedena výměna turbín TG1 a TG2 včetně generátorů a souvisejících stavebních úprav, které byly dokončeny v září roku 2011. Výměna turbín TG3 a TG4 včetně generátorů a souvisejících stavebních úprav byla ukončena na konci roku 2012. Stavební úpravy spočívaly zejména v úpravách podlaží strojovny, kde po demontáži převodovek, generátorů a regulátorů turbín byly provedeny úpravy pro osazení nových vertikálních generátorů. Největší objem stavebních prací byl proveden na úpravách savek turbín a zařízení pro hrazení savek. V nejnižším místě dna stávajících savek bylo nutné zřídit odvodňovací studny, jejichž smyslem bylo snížení vztlaku na stávající základovou desku během stavby i při vyčerpání savky. Součástí stavební části rekonstrukce MVE Měřejovice byla i dodávka provizorního hrazení nově zřízených výtoků ze savek.

Náhradou stávajících Francisových turbín moderními Kaplanovými turbínami s přímým spojením na vertikální synchronní generátory došlo ke zvýšení hltnosti, účinnosti a celkového výkonu jednotlivých turbosoustrojí. U každé rekonstruované turbíny se zvýšila hltnost na 36 m<sup>3</sup>/s a instalovaný výkon na 1,3 MW. Celková hltnost MVE se zvýšila na 174 m<sup>3</sup>/s a instalovaný výkon potom dosáhl téměř 6 MW. Těmto parametrům odpovídá i projektované výrazné zvýšení roční výroby elektrické energie.



### Malá vodní elektrárna České Údolí

Podkategorie: pod 50 mil. Kč

Navrhovatelé:

Investor: Povodí Vltavy, státní podnik

Generální projektant: Pöyry Environment a. s.

Generální dodavatel: Bögl a Krýsl, k. s.

V roce 2012 byla uvedena do provozu nová MVE situovaná těsně za objektem levé strojovny VD České Údolí na řece Radbuze, na okraji Plzně. Toto vodní dílo bylo vybudováno v letech 1968–1973 a dosud bylo bez hydroenergetického využití.

Celkové investiční náklady představovaly 33 mil. Kč bez DPH.

Parametry MVE jsou následující:

1 přímoproudá Kaplanova turbína v provedení S o průměru oběžného kola 1,0 m, pracovní rozsah spádů 4–7 m, rozsah průtoků turbínou 1–5 m<sup>3</sup>/s, instalovaný výkon 266 kW, průměrná roční výroba 1 100 MWh/rok.



Stavba byla zahájena v říjnu 2010 pod ochranou dvojité larsenové jímky. Voda na turbínu je přiváděna nově osazeným přívodním potrubím DN 1600 napojeným na původní spodní výpust. Vyústění původní spodní výpusti bylo zabetonováno a zřízena byla nová boční výpust. Otvor rozměrů 2,1 × 2,1 m délky cca 8 m pro osazení přívodního potrubí DN 1600 byl v železobetonové konstrukci vyříznut diamantovým lanem a takto vzniklý blok byl následně vytažován vyprošťovacím tankem a vytlačován lisy. Vzhledem k velké délce bloku netvořil řez diamantovým lanem ideální rovinnou a docházelo k zapříčení bloku během vytažování. Část bloku musela proto být následně rozbita hydraulickým kladivem. Otvor pro nové vyústění spodní výpusti (boční výpust) byl pod ochranou ocelové jímky přikotvené ke stěně objektu rovněž vyříznut diamantovým lanem.

Na vtoku byl instalován elektronický odpuzovač ryb a na plato nad vtokem do spodní výpusti byl osazen čistící stroj česlí. Oba nové stavidlové uzávěry jsou poháněny hydraulicky a jsou opatřeny akumulátory tlaku pro zajištění manipulace při výpadku napájení. Při výpadku MVE je boční výpust automaticky otevírána zajišťuje vypouštění průtoku pod VD. Strojovna MVE je provedena jako železobetonová konstrukce, v jejíž spodní části se nachází Kaplanova přímoproudá kolenová turbína o průměru oběžného kola 1,0 m se synchronním generátorem, který je spojen s turbínou přes pružnou spojku. Jako revizní uzávěr slouží nožové šoupě osazené na konci přívodního potrubí. Dále je ve spodní části strojovny umístěn hydraulický agregát, odlučovač ropných látek a čerpací jímka prosáklé vody. V horní části strojovny je osazena elektrotechnologická část MVE včetně rozvaděče VN a trať 22/0,4 kV. Výkon MVE je vyveden kabelovou přípojkou VN 22 kV přes most nad vodním dílem k vedení distribuční sítě na pravém břehu.

V lednu 2012 proběhla kontrolní prohlídka stavebním úřadem a následně byl pro MVE České Údolí vydán kolaudační souhlas, na jehož základě byla Energetickým regulačním úřadem udělena licence na výrobu elektrické energie z tohoto obnovitelného zdroje. MVE byla uvedena do provozu v březnu 2012. Stavba je velmi vhodně začleněna do lokality a celé vodní dílo působí vzhledově jednotným dojmem.



## Rekonstrukce skluzu VD Chřibská

*Podkategorie:* pod 50 mil. Kč

*Navrhovatel:*

Investor: Povodí Ohře, státní podnik  
Projektant: ENVISYSTEM spol. s r. o.  
Zhotovitel: AZ SANACE, a.s.

Rekonstrukce skluzu spočívala v sanaci plošně narušených betonových konstrukcí skluzu i lokálních trhlin v betonu. Stavba o investičních nákladech 18,9 mil. Kč byla realizována v rámci programu Prevence před povodněmi II.

Byly použity rozdílné způsoby ochrany povrchu – od celkového nahrazení stávající konstrukce novým železobetonovým polorámem s kamenným obkladem na začátku skluzu, přes zřízení samotného kamenného obkladu lomovým čedičovým kamenem ve střední části a lokální sanace povrchu na konci skluzu a ve vývaru. Na návodní straně zůstal zachován stávající kamenný přeliv i napojení těsnění zemní hráze na ponechanou levou stěnu skluzu. Součástí projektu bylo i obnovení injekční clony přibližně v profilu přemostění a zavázání přelivu do pravého břehu a dále injektáže lokálních trhlin.

Dilatační spáry zůstaly respektovány dle stávající konstrukce, jejich těsnění v nových blocích byly provedeny nalepovacím plastovým pásem šířky 0,2 m, na který v parapetu navázalo dotěsnění trvale plastickým tmelem.

Provádění stavebních prací a používání stavebních mechanismů bylo v souladu s § 11 nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Stavební činnost byla prováděna v době mezi 7. a 19. hodinou. Organizace výstavby se musela podřídit požadavku zachování základních funkcí životního prostředí vhodnou organizací práce a nasazením přiměřené mechanizace ke snížení hluku a vibrací pod přípustnou úroveň, prašnost byla snížena kropením ploch. Dále byly respektovány zásady ČSN DIN 18 920 – Ochrana stromu, postu a ploch pro vegetaci při stavebních činnostech a souvisejících předpisů.



Stavební činnost byla zajištěna tak, aby na staveništi nebyl ukládán odplavitelný materiál a škodlivé látky, které by mohly ohrozit kvalitu vody v nádrži nebo podzemní vody. Potenciální riziko havarijního ohrožení jakosti vod (např. ropnými látkami) bylo eliminováno jednak instalací provizorních norných stěn v nádrži podél bezpečnostního přelivu a na konci vývaru skluzu a také zajištěním převádění srážkových vod a průsaku do skluzu z přilehlého svahu, tak aby nedošlo k rozplavení čerstvé betonové směsi nebo odplavení materiálu za výrazných srážkových epizod.

Vlastní stavba probíhala 22 měsíců a byla dokončena 11. 7. 2012; kolaudační souhlas s užíváním stavby byl vydán dne 25. 10. 2012.



**V souladu s pravidly pro hodnocení soutěže schváleného představenstvem SVH ČR, vyhodnotila komise jednu stavbu v kategorii II k udělení „Zvláštního ocenění SVH ČR za efektivní využití hydrotechnického potenciálu vodního toku“, a to:**

## Malá vodní elektrárna Doudlevice

*Podkategorie:* pod 50 mil. Kč

*Navrhovatelé:*

Investor: RenoEnergie, a. s.  
Projektant: Sdružení Hydroka, s. r. o., a Mürabell s. r. o.  
Zhotovitel stavební části: Sdružení Metrostav a. s. a Zakládání staveb, a. s.  
Dodavatel strojně technologické části: Hydrohrom s. r. o.

Předmětem díla byla výstavba nové malé vodní elektrárny (MVE) pro energetické využití průtoků řeky Radbuzy u stávajícího pevného jezu v Plzni-Doudlevcích. Nově vybudovaná MVE je typem průtočná, jezová s automatickým řízením hltnosti a provozu při dodržení stále hladiny v nadjezí. Byly instalovány 2 ks horizontálních semi-kaplanových turbín HYDROHROM s celkovou maximální hltností soustrojí v souběhu 10 m<sup>3</sup>/s a průměry oběžných kol 1 300 mm. Hltnost turbín je provozně řízena přesnou hladinovou regulací tak, aby byla udržována hladina v nadjezí v úrovni předepsaného min. přelivu přes jez 5 cm. Minimální hltnost turbíny je 1 m<sup>3</sup>/s; návrhový čistý spád je dva metry.

Uvnitř MVE vzniklo patro sloužící kromě velína také jako jednací a školicí místnost. Jsou zde v podlaze umístěna pochozí skla, která ze zmíněné místnosti umožňují průhled k technologii MVE. Jsou sem pořádány odborné exkurze, především pro studenty plzeňských technických oborů středních škol i Západočeské univerzity.

Turbíny v MVE jsou zároveň připraveny pro umožnění reverzního chodu pro dočerpávání vody pro budoucí slalomovou dráhu s divokou vodou, jejíž projekt investor ve spolupráci s vodáky a Povodím Vltavy připravuje. Jelikož se jako reverzní turbíny standardně řeší turbíny Francisovy, lze použití Kaplanových turbín považovat za unikát. Instalovaný výkon malé vodní elektrárny je 220 kW.



Malá vodní elektrárna Doudlevice byla vybudována pro optimální využití hydroenergetického potenciálu vodního toku s tím, že byl zachován vodárenský odběr vody z jezové zdrže pro potřeby Vodárny Plzeň, a. s. Výrobou čisté energie z MVE se ročně ušetří přibližně 1 000 tun emisí CO<sub>2</sub> a průměrně lze zásobovat elektřinou přes 300 domácností. Předností stavby je i bezobslužný provoz s občasným dohledem.

Dne 6. 12. 2012 byl vydán kolaudační souhlas Magistrátem města Plzně. Celkové náklady stavební části projektu činily přibližně 19,9 mil. Kč, technologická část přibližně 17 mil. Kč. Projekt byl spolufinancován ze zdrojů Evropské unie v rámci operačního programu Podnikání a inovace.



## Soutěž o nejlepší exponát Zlatá VOD–KA 2013



Soutěž byla určena pro exponáty vystavené na 18. mezinárodní vodohospodářské výstavě VODOVODY–KANALIZACE 2013.

Přihlášené exponáty hodnotila expertní hodnotitelská komise složená z předních odborníků vedením RNDr. Miloslavy Soldánové.

Kritéria hodnocení: technické řešení, netradiční nápad, design, mimořádná kvalita za přijatelnou cenu, ekologická hlediska, chemická a biologická nezávadnost, energetická úspornost a vztah k životnímu prostředí.

### Vítězné exponáty:

#### MULTICAL®21

Výrobce:

**Kamstrup A/S (Dánsko)**

Vystavovatel:

**Kamstrup A/S – organizační složka**

Ultrazvukový vodoměr unikátní jednoduché konstrukce bez jakýchkoli pohyblivých mechanických dílů, s pokročilou elektronikou, přesný i při malých průtocích, odolný i v místech s vysokou vlhkostí či při úplném zaplavení. Umožňuje dálkový bezdrátový odečet. Má minimální nároky na údržbu, je vybaven baterií s dlouhou, až šestnáctiletou životností.



#### OPTIFIL

Výrobce:

**E. Hawle Armaturenwerke GmbH**

Vystavovatel:

**HAWLE ARMATURY, spol. s r. o.**

Plně automatický samočištěcí filtrační systém na principu povrchové, hloubkové a koláčové filtrace. Filtrační materiál z kvalitní nerezové oceli o jemnosti 1–150 µm. Kontinuální filtrace i při automatickém čištění. Rychlá montáž, kompaktní konstrukce, výborná chemická a mechanická odolnost, vysoká účinnost, minimální náklady na údržbu a široká oblast použití.





## Soutěž o nejlepší expozici

Soutěž o Nejlepší expozici výstavy VODOVODY–KANALIZACE 2013 vyhlásily Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR a společnost EXPONEX. Do soutěže byly automaticky zařazeny všechny expozice na výstavě.

Z nich pak odborná komise vybrala ty nejzdařilejší a udělila ceny ve třech kategoriích: do 30 m<sup>2</sup>, 31–60 m<sup>2</sup> a nad 61 m<sup>2</sup>.

**Vítězné expozice:**



**Kategorie do 30 m<sup>2</sup>**

**Vystavovatel:  
REKO PRAHA a. s.**

Realizátor: Exponex s. r. o.  
Umístění: Hala 4/13



Kategorie 31–60 m<sup>2</sup>

Vystavovatel:  
Radeton, s. r. o.

Realizátor: ARTexpo  
Umístění: Hala 4/38



Kategorie nad 61 m<sup>2</sup>

Vystavovatel:  
HAWLE ARMATURY, spol. s r. o.

Realizátor: Veletrhy Brno, a. s.  
Umístění: Hala 3/33



## Vyhodnocení fotosoutěže VODA 2013

Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR (SOVAK ČR), ve spolupráci se společností Voda – kamarád, s. r. o., vyhlásilo při příležitosti konání 18. mezinárodní vodohospodářské výstavy VODOVODY-KANALIZACE 2013 devátý ročník fotosoutěže VODA 2013.

Tématem letošního ročníku fotosoutěže byly „Vodní skvosty“.

Hodnoceno bylo celkem 105 snímků od 27 autorů, které splnily zadání fotosoutěže.

Tyto fotografie posoudila devítičlenná odborná porota. Každý z porotců samostatně vyhodnotil anonymní fotografie (bez uvedení jména autora), určil své pořadí prvních patnácti snímků a přidělil jim body (1. místo – 15 bodů, 2. místo 14 bodů atd.). Nejvyšší součty bodů od všech porotců pak určily vítěze:

**1. místo a cena 10 000,- Kč:**  
**Vladimír Kunc – Ráno na Chalupské slati**

**2. místo a cena 7 500,- Kč:**  
**Simona Pfliegerová – Ledová geometrie**

**3. místo a cena 5 000,- Kč:**  
**Jana Kaňoková – Tuli, tuli, tulipán**

Dále porota udělila 5 čestných uznání spojených s cenou 1 000,- Kč.

Čestná uznání získali:

**Jakub Gráf – Simply water**  
**Simona Pfliegerová – Vodní alej**  
**Stanislav Lička – Moravský Monet**  
**Jakub Gráf – Ranní rosa 1**  
**Barbora Dupalová – Pohyb**

Vítězné fotografie spolu s dalšími nejlepšími snímky, které byly vyhodnoceny na předních místech, byly vystaveny v rámci doprovodného programu výstavy VODOVODY-KANALIZACE 2013, která se konala ve dnech 21.–23. 5. na výstavišti v Praze, Letňanech.

Oceněné fotografie přinášíme na následujících stránkách časopisu SOVAK. Některé vybrané snímky příležitostně uveřejníme v příštích číslech.

Fotogalerie všech 105 soutěžních snímků je k nahlédnutí na internetové adrese <http://voda2013foto.rajce.idnes.cz/?sort=albumName>

*Mgr. Jiří Hruška*  
*šéfredaktor časopisu SOVAK*  
*předseda odborné poroty*



Vladimír Kunc – Ráno na Chalupské slati



Simona Pilegerová – Ledová geometrie



Jana Kaňoková – Tuli, tuli, tulipán



Jakub Gráf – Simply water



Jakub Gráf – Ranní rosa 1



Simona Pflegerová – Vodní alej



Stanislav Lička – Moravský Monet



Barbora Dupalová – Pohyb



# Zpráva ze zasedání komise EUREAU pro odpadní vody EU2, 30.–31. 5. 2013

Marcela Zrubková



**Ve dnech 30.–31. 5. 2013 se konalo zasedání komise EUREAU pro odpadní vody (EU2). Zasedání proběhlo v Lisabonu (Portugalsko), hostitelem byla společnost Águas de Portugal. První den probíhaly schůzky jednotlivých pracovních skupin, druhý den se konalo plenární zasedání. Jednání se zúčastnila také generální sekretářka EUREAU paní Almut Bonhage.**

Byli jsme informováni o závěrech 3. workshopu DG Envi (Generální ředitelství pro životní prostředí), týkajícího se zavedení kritérií „End of Waste“ pro biologicky rozložitelný odpad, který se konal v únoru 2013. Cílem workshopu bylo rozhodnout ve věci návrhu kritérií pro vstupní materiály a kvalitu produktu. Za EU2 se zúčastnil Howard Brett. Na základě závěrů workshopu je vysoce pravděpodobné, že čistírenský kal nebude na seznamu povolených vstupů. V případě, že ale členské státy již stávající regulaci mají, bude možnost tato pravidla zachovat.

Předmětem jednání byla také revize nařízení 2003/2003/ES o hnojivech, jejímž jedním cílem je zahrnout do směrnice kromě anorganických hnojiv také látky organického původu s pozitivním vlivem na půdu. Regulován by měl být obsah nutrientů, mikronutrientů, polutantů (těžké kovy, organické sloučeniny, patogeny). V listopadu 2012 se konalo finální jednání, kterého se za EU2 účastnil Arne Haarr. Bylo poukázáno na možný problém obsahu mědi a zinku v čistírenském kalu. Limitní hodnoty budou určeny na základě výstupu z reportu Společného výzkumného střediska (JRC – Joint Research Institute – Kritéria „End of waste“). V této souvislosti byli členové EUREAU požádáni o zodpovězení připraveného dotazníku (obsah Cu a Zn, obchodní cena kalu).

Dále jsme diskutovali o návrhu doporučení v oblasti čištění odpadních vod a produkce kalů, které v současné době připravuje HELCOM (Helsinská komise pro Baltské moře – zabývá se ochranou mořského prostředí před znečištěním). EUREAU se obává, že tato doporučení by, kromě země na pobřeží Baltského moře, mohla ovlivnit také ostatní evropské státy. Co se týká čistírenského kalu, v návrhu jsou jednak požadavky na extrakci fosforu z čistírenského kalu v případě jeho spalování nebo použití do stavebních materiálů, dále pak limity pro těžké kovy, organické polutanty a patogeny. V dubnu 2013 proběhlo jednání, kterého se za EU2 zúčastnila Saijariina Toivikko a vznesla k návrhu komise HELCOM připomínky. Z pohledu EUREAU je např. požadavek na použití takové technologie čištění odpadních vod, která umožní znovuvyužití a extrakci nutrientů z kalu, v nesouladu s požadavkem na odstraňování fosforu chemickým srážením. HELCOM by dle EUREAU neměl publikovat kontroverzní doporučení. Návrh dále doporučuje odstraňování cenných látek jako je fosfor z čistírenského kalu a popílku vhodnými technologiemi v případě jeho spalování nebo použití do stavebních materiálů. EUREAU poukazuje na vysoké náklady spojené s takovými technologiemi včetně technických problémů. Měla by být zmíněna problematika znovuiskání fosforu z čistírenského kalu či popílku v případě chemického srážení. Dále EUREAU hájí obecný princip regulace relevantních parametrů a stanovení limitů na základě výzkumu. Před určením parametrů a stanovením jejich limitů by měly být zváženy následky použití kalu a také náklady na jeho zpracování. Limitní hodnoty jsou navrženy např. pro Ag, U a Tl, tyto nejsou u čistírenského kalu běžně regulovány. Co se týká organických látek, ty jsou v některých baltských zemích regulovány, v některých ne. V budoucnu ale zřejmě budou organické polutanty regulovány prostřednictvím revidovaného nařízení o hnojivech. V případě patogenů EUREAU nedoporučuje zavádět nové požadavky.

Byla projednávána revize stanoviska k recyklaci fosforu. Za účelem redukovat spotřebu zásob fosforu, pozornost by měla být věnována také hospodárnému využití, především komerčních hnojiv. Podporována by měla být recyklace fosfátů, zahrnující fosfor obsažený ve zvířecích exkrementech, v odpadech z jatek a čistírenském kalu. Technologie extrahování fosforu z kalu byly zavedeny v různých zemích Evropy a v Severní Americe. Podmínky se pro tyto procesy liší, ale náklady na získání fosforu jsou řádově několikanásobně vyšší ve srovnání s fosforem v komerčních minerálních hnojivech.

Dalším diskutovaným tématem byly odpady, a to Rozhodnutí Komise 2000/532/ES o seznamu odpadů a Příloha III. směrnice 2008/98/ES o odpadech, která definuje vlastnosti, které činí odpad nebezpečným.

Podle výše uvedené legislativy není čistírenský kal klasifikován jako nebezpečný odpad (kód 19 08 05). Oba právní předpisy jsou v současné době předmětem přezkumu, jehož cílem je přepracování ve vztahu k technickému a vědeckému vývoji a sjednocení legislativy odpadového hospodářství s právními předpisy nových „chemických látek“ – nařízení Evropského parlamentu a Rady 1272/2008/ES o klasifikaci, označování a balení látek a směsí. Existují obavy, že na základě nových návrhů nebezpečných vlastností (zejména HP14 ekotoxita) by kal z ČOV mohl být zařazen do kategorie nebezpečný odpad.

Dalším bodem jednání bylo stanovisko k odlehčování z jednotné kanalizace, které nebylo schváleno představenstvem. Bylo dohodnuto, že EU2 nebude stanovisko přepracovávat, jelikož mnohé členské státy si již vytvářejí vlastní pravidla a bude ponecháno stávající *status quo*.

Nově bylo projednáváno společné stanovisko k umístování optických kabelů do vodovodních a kanalizačních sítí. Evropská komise zahájila dne 26. března 2013 přípravu návrhu na opatření ke snížení nákladů na zavádění vysokorychlostní elektronické komunikační infrastruktury (vysokorychlostní širokopásmové připojení). Jedním z požadavků je, aby vodárenské společnosti sdílely své podzemní sítě s telekomunikačními firmami za účelem snížení nákladů na vytvoření vysokorychlostních širokopásmových sítí. Názory na umístování optických kabelů do kanalizace jsou různé, některé země mají již s umístováním kabelů do kanalizace zkušenosti a považují to za možnost rozšíření portfolia (např. Španělsko, Maďarsko). Většina států je ale proti, a to zejména z důvodu možných problémů při údržbě sítí.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady, kterou se mění směrnice 2000/60/ES a 2008/105/ES, pokud jde o prioritní látky v oblasti vodní politiky, byla přijata v dubnu 2013. Dodatky ke směrnici z roku 2008 zavedou nové normy environmentální kvality (NEK) pro šest pesticidů, 3 biocidy, perfluoroktansulfonany (PFOS), zpomalovače hoření HBCDD, dioxiny a polychlorované bifenylly. Tyto standardy budou platit od roku 2018, do tohoto termínu musí mít členské státy první plány k omezení vypouštění těchto látek. Úplné plány pak bude třeba připravit, projednat a zveřejnit do roku 2021, v rámci třetího kola plánování v oblasti povodí. Dobrého chemického stavu pro tyto látky by mělo být dosaženo do roku 2027, o šest let později, než usilovala Evropská Komise. Návrh Komise stanovit NEK pro dva farmaceutické přípravky (EE2 – 17-alfa-ethinylestadiol a E2 – 17-beta-estradiol), používané v antikoncepčních lécích a protizánětlivý lék Diklofenak byl zamítnut. Tyto látky budou místo toho zahrnuty na seznam sledovaných látek – tzv. Watch list – a budou sledovány celkem na 223 místech po celé EU. EUREAU pracuje na seznamu kritérií, na jejichž základě budou látky zařazovány na seznam sledovaných látek. Úkolem pro EUREAU je dále vytvoření seznamu látek, které bychom chtěli mít na Watch listu.

V souvislosti se směrnicí o prioritních látkách (článek 7a upevňuje vazbu mezi směrnicí o prioritních látkách a autorizačním procesem REACH) bylo zmíněno nařízení REACH, které je klíčovým mechanismem sloužícím ke kontrole látek vstupujících do kanalizace. Komise EU2 dospěla k závěru, že je vhodné iniciovat místní zástupce v orgánech EU, tak Evropskou chemickou asociaci, aby na kandidátní listinu přidala více nebezpečných látek. EUREAU identifikovalo látky, které jsou relevantní pro vodárenský sektor, a které je možné podchytit pomocí legislativy REACH. Jedná se o kadmium, bis(2-ethylhexyl) ftalát (DEHP), rtuť, nonylfenoethoxylyáty a tributylcín (TBT). Proběhla diskuse ve věci aktualizace stanoviska EUREAU „Kontrola u zdroje“ z roku 2010.

Diskutována byla strategie EU, týkající se endokrinních disruptorů (látek, které poškozují hormonální systém člověka a volně žijících zvířat). Byl projednáván návrh stanoviska k endokrinním disruptorům. Stanovisko bude zřejmě zahrnuto do stanoviska „Kontrola u zdroje“, jehož revize je v současné době připravována.

Dalším bodem jednání byla Zelená kniha – Evropská strategie pro řešení problematiky plastového odpadu v životním prostředí, jejímž účelem je zahájit diskusi o možnostech řešení těchto otázek veřejné politiky v oblasti plastových odpadů, jimiž se v současnosti výslovně nezabývá žádný právní předpis EU o odpadech. Další kroky navazující na tuto zelenou knihu budou nedílnou součástí širšího přezkumu právních předpisů o odpadech, který bude dokončen v roce 2014. Cílem je shromáždit informace tak, aby bylo možné posoudit dopady plastového odpadu a vymezit evropskou strategii pro jejich zmírnění.

V této věci probíhala konzultace (3/2013–6/2013). Její výsledky budou využity pro další politická opatření v roce 2014 jako součást širšího přezkumu odpadové politiky, který se zaměří zejména na stávající cíle v oblasti zhodnocení odpadů a skládek, jakož i na následné hodnocení pěti směrnic, které se týkají různých toků odpadů. V odpovědi EUREAU byla zmíněna obava z používání mikroplastů namísto přírodních materiálů v kosmetice (krémy, sprchové gely). Čistírný odpadních vod nejsou schopny takové znečištění adekvátně odstranit. Dle EUREAU by mělo být použití mikroplastů ve spotřebním zboží v co největší míře omezeno, popřípadě zcela zakázáno. EUREAU souhlasí, že úspěšná implementace politiky odpadového hospodářství je klíčovým předpokladem k zamezení vstupu plastového odpadu do mořského prostředí.

V pátek se konalo plenární zasedání, během kterého byly jednotlivými zástupci pracovních skupin shrnuty závěry. Dále jsme byli informováni o zahájení přípravné studie zaměřené na možná opatření k redukci spotřeby vody (Developing an evidence base and related product policy measures for "Taps and Showers"). Studie je zpracovávána Společným výzkumným střediskem (JRC). Cílem této studie je posoudit, jestli v oblasti těchto produktů doporučit nějaká opatření. V této věci jsme byli vyžváni k zaslání případných připomínek.

Po plenárním zasedání následoval workshop věnovaný benchmarkingu. Workshop byl zaměřen pouze na vodu odpadní. Předmětem workshopu byly zejména zkušenosti některých zemí se zavedením benchmarkingu (Portugalsko, Německo, Skotsko, Francie). Součástí byla i diskuse s jednotlivými odborníky.

Další jednání komise EU2 je plánováno na 30. 9. až 1. 10. 2013 v Belgii (Liege).

Ing. Marcela Zrubková, Ph. D.  
Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava a. s.  
e-mail: zrubkova.marcela@smvak.cz




**POLYTEX COMPOSITE**  
Karviná

**Laminátové výrobky pro průmysl a stavebnictví**

- Čistírný odpadních vod
- Balené čerpací stanice
- Potrubí laminátové pro kanalizace
- Potrubí pro rozvody vzduchu
- Nádrže na odpadní vodu a chemikálie
- Překrytí nádrží ČOV
- Pískové filtry, biofiltry

Tel.: 596 312 098, fax: 596 311 445  
mail: [info@polytex.cz](mailto:info@polytex.cz); <http://www.polytex.cz>



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

Nad Bezednou 201, 252 61 Dobrovíz  
Tel.: +420 233 311 302, 233 311 389  
Fax: +420 233 311 290  
e-mail: [pft@pft-uft.cz](mailto:pft@pft-uft.cz), [www.pft-uft.cz](http://www.pft-uft.cz)

Dodavatel vstrojení kanalizačních objektů

- regulace odtoku z odlehčovacích komor
- čištění dešťových zdrží
- protipovodňová ochrana
- pneumatická doprava splašků

Vírový ventil v suché šachtě FluidCon



**VLT® AQUA Drive**  
Šetří náklady, energii, čas i prostor

Frekvenční měniče pro vodárenský průmysl a zpracování odpadních vod

Danfoss s. r. o.  
V Parku 2316/12, 148 00 Praha 4  
tel.: 283 014 111, fax: 283 014 123



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



- 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](http://www.wabag.cz); [www.wabag.com](http://www.wabag.com)

Tel.: +420 545 427 711  
E-mail: [wabag@wabag.cz](mailto:wabag@wabag.cz)



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

**VÝROBCE ZAŘÍZENÍ PRO ČISTÍRNÝ ODPADNÍCH VOD**

FLOTACE  
ROTAČNÍ SÍTA  
SEPARÁTORY  
ŠNEKOVÉ LISY

CHEMICKÉ JEDNOTKY  
AERAČNÍ SYSTÉMY  
OBSLUŽNÉ LÁVKY

Tel.: 518 620 962–4  
e-mail: [vodatech@vodatech.net](mailto:vodatech@vodatech.net)

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



**DISA – váš spolehlivý partner**

Výhradní zastoupení významných zahraničních firem.  
Montáž a servis v oblastech:

- dezinfekce vody UV zářením, O<sub>3</sub>, Cl<sub>2</sub>, ClO<sub>2</sub>
- příslušenství trubních řadů
- detekce úniku vody, plynu a trasování
- čerpání vody a jiných médií
- diagnostika kamerovými systémy

DISA v.o.s., Barvy 784/1, 638 00 Brno  
tel.: 545 223 040, fax: 545 222 706  
e-mail: [info@disa.cz](mailto:info@disa.cz), [www.disa.cz](http://www.disa.cz)



**K&K TECHNOLOGY a. s.**

Zlatnická 33, 339 01 Klatovy  
tel.: +420 376 356 111, fax.: +420 376 322 771  
e-mail: [kk@kk-technology.cz](mailto:kk@kk-technology.cz)  
web: [www.kk-technology.cz](http://www.kk-technology.cz)

**PROJEKTY – VÝROBA – DODÁVKY – MONTÁŽE – SERVIS**

Městské a průmyslové čistírný odpadních vod, úpravný vody, bioplynové stanice, kotelný, tepelná hospodářství, průmyslové potrubní systémy, elektrotechnologická zařízení, průmyslová automatizace.

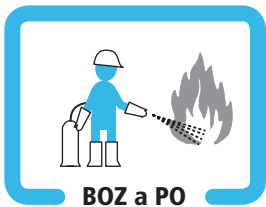


**VODOHOSPODÁŘSKÁ ZAŘÍZENÍ**

- mikrosítové bubnové filtry
- pásové česle
- flotace
- šroubové česle
- šroubové lisování
- separátory písku
- šroubové dopravníky

[www.in-eko.cz](http://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](mailto:trade@in-eko.cz)



## Pracovní úrazovost v oboru VaK

Josef Ondroušek, Jiří Kučera

**Odborná komise bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a požární ochrany SOVAK ČR se pravidelně na svých jednáních zabývá pracovní úrazovostí. Podklady pro tato jednání však není jednoduché zajistit. Prakticky jedinou oficiální možností byly údaje, které vydával Český statistický úřad na základě statistického hlášení NemÚr I - 02. Od roku 2011 se však již toto statistické hlášení nezpracovává. Komise nyní získává přehled pracovních úrazů ze Státního úřadu inspekce práce díky úzké spolupráci s touto institucí, zástupce Státního úřadu inspekce práce je dokonce členem komise BOZ a PO SOVAK ČR.**

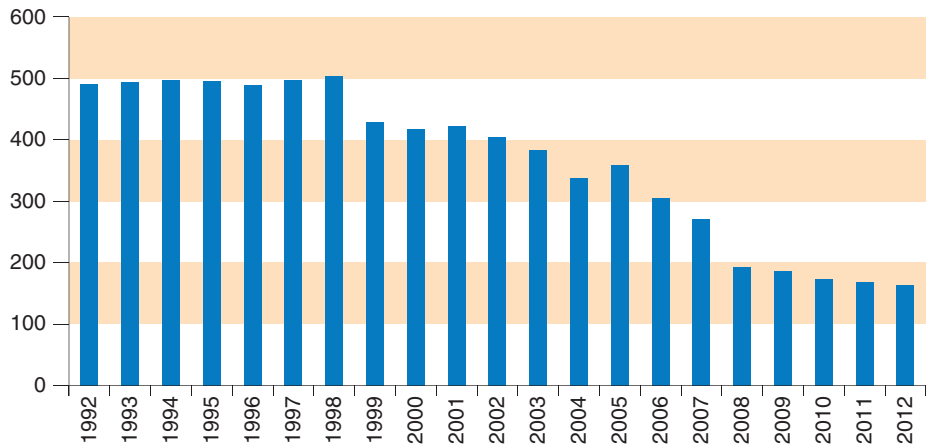
Výsledky práce komise, které se týkají pracovní úrazovosti, jsou velice zajímavé a je možné využít je nejen v oblasti bezpečnosti práce.

Přiložený graf ukazuje vývoj pracovní úrazovosti v oboru vodovodů a kanalizací za posledních dvacet let. Byl zpracován na základě údajů, poskytnutých Českým statistickým úřadem a Státním úřadem bezpečnosti práce. Další údaje, které rovněž částečně ukazovaly úroveň bezpečnosti práce (např. počet kalendářních dnů pracovní neschopnosti pro pracovní úrazy, počet kalendářních dnů pracovní neschopnosti připadající na jeden pracovní úraz, celková výše odškodnění pracovních úrazů, ale i počet nově hlášených nemocí z povolání), už není možné získat.

V letech 2007 až 2012 se v oboru vodovodů a kanalizací stalo celkem 1 159 pracovních úrazů, z toho byly 3 úrazy smrtelné.

Pracovní skupina, která byla ustavena při odborné komisi BOZ a PO SOVAK ČR, provedla analýzu, jejíž výsledek ukázal nejčastější zdroje pracovních úrazů. Nejvíce úrazů je při činnosti v dopravě – 19,3 %, jen o jednu desetinu procenta méně je zaviněno pádem osob na rovině. Zdrojem 17,8 % pracovních úrazů je práce se stroji a zařízeními. Potom už je velký rozdíl. 8,29 % úrazů zavinily kanalizační poklopy, 7,9 % úrazů se stalo na žebříkách, 6 % při pohybu po schodech a 5,5 % při práci ve vodoměrných šachtách. Analýza neukázala nic nového, jen potvrdila známé poznatky z dřívějška.

Výstup činnosti pracovní skupiny má vliv na pokračování zpracovávání pracovních postupů, kterým se odborná komise již po několik let zabývala. Vzhledem k tomu, že prakticky pro všechny práce, při nichž se nejvíce rizik a tedy



Graf: Vývoj počtu pracovních úrazů

zdrojů pracovních úrazů vyskytuje, jsou pracovní postupy hotovy, nebudou se již další pracovní postupy zpracovávat. Měla by však být věnována podstatně větší pozornost ovlivňování lidského činitele. K tomu by například měly být připraveny a vydány plakáty, které se zaměří na nejčastěji se vyskytující porušení zásad bezpečné práce a ukazující správné pracovní postupy. Za vzor by mohly posloužit materiály, které byly vydány v Německu, Rakousku nebo ve Francii.

Zaměstnavatelé by měli být vedeni k tomu, aby se na stávající problémy zaměřili při prověrkách bezpečnosti práce, které jsou prováděny ve smyslu § 108, odst. 5 zákoníku práce.

Daleko více by měla být využívána technická řešení problémů, jako například využívání odlehčených šachtových poklopů, správné pro-

vedení a používání žebříků a schodů, ale i zajištění dálkových odečtů vodoměrů.

Pro výchovu k bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a tedy pro školení bezpečnosti práce mohou být využívány informace o konkrétních závažných pracovních úrazech, které uvádíme níže. Jedná se o úrazy, které se staly v oboru vodovodů a kanalizací v letech 2007 až 2012. Údaje jsou převzaty doslovně z autentických záznamů o úrazu. Je třeba připomenout, že pro příčinu, zdroj a činnost jsou stanoveny oficiální formulace.

Josef Ondroušek, Dr. Jiří Kučera  
odborná komise BOZ a PO SOVAK ČR  
e-mail: [ondrousekjosef@seznam.cz](mailto:ondrousekjosef@seznam.cz), [kuce-ra@bezpecnost-prace.eu](mailto:kuce-ra@bezpecnost-prace.eu)

### Pracovní úrazy v oboru VaK v letech 2007–2012

#### Přehled smrtelných pracovních úrazů

Příčina: neznámá  
Zdroj: jiné zdroje, které nelze zařadit do předchozích  
Činnost: zacházení, manipulace a zpracování hmotných věcí, živých rostlin a živočichů  
Popis příčin: nalezen utonulý v bazénu

Příčina: špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
Zdroj: nebezpečné látky a přípravky hořlavé (pevné, kapalné a plynné)  
Činnost: demontáž, nahrazování, výměna n. o. s.  
Popis příčin: při výměně roury potrubí nádrže u čistírny odpadních vod došlo k výbuchu a smrtelnému zranění

Příčina: ohrožení jinými osobami (odvedení pozornosti při práci, žerty, hádky a jiná nesprávná či nebezpečná jednání druhých osob)  
Zdroj: motorové silniční dopravní prostředky

Činnost: osobní doprava  
Popis příčin: dopravní nehoda

#### Přehled závažných pracovních úrazů

Příčina: nedostatky osobních předpokladů k řádnému pracovnímu výkonu (chybějící tělesné předpoklady, smyslové nedostatky, nepříznivé osobní vlastnosti a okamžité psychofyziologické stavy)  
Zdroj: vnitropodniková pracoviště  
Činnost: zacházení, manipulace a zpracování hmotných věcí, živých rostlin a živočichů  
Popis příčin: při úklidu sněhu na pracovní ploše v ČOV uklouzl, padl na koleno a podvrtl si koleno

Příčina: špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
Zdroj: motorové silniční dopravní prostředky  
Činnost: chůze  
Popis příčin: k úrazu došlo při dopravní nehodě na silnici

**Přehled závažných pracovních úrazů – pokračování**

**Příčina:** používání nebezpečných postupů nebo způsobu práce včetně jednání bez oprávnění, proti zákazu, prodlévání v ohroženém prostoru  
**Zdroj:** nebezpečné látky a přípravky hořlavé (pevné, kapalné a plynné)  
**Činnost:** opravy  
**Popis příčin:** postižený omylem požil chemickou látku uskladněnou v PET láhvi

**Příčina:** špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
**Zdroj:** motorové silniční dopravní prostředky  
**Činnost:** zacházení, manipulace a zpracování hmotných věcí, živých rostlin a živočichů  
**Popis příčin:** ke zranění došlo při dopravní nehodě, když osobní automobil dostal smyk a narazil do sloupu el. vedení

**Příčina:** špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
**Zdroj:** ostatní zvýšená pracoviště – pád osob z výše  
**Činnost:** osobní doprava  
**Popis příčin:** při výstupu z kabiny vozidla Avia zadními dveřmi ztratil rovnováhu, nestačil se zachytit madla a vypadl po zádech na asfaltový povrch komunikace

**Příčina:** ohrožení jinými osobami (odvedení pozornosti při práci, žerty, hádky a jiná nesprávná či nebezpečná jednání druhých osob)  
**Zdroj:** motorové silniční dopravní prostředky  
**Činnost:** zacházení, manipulace a zpracování hmotných věcí, živých rostlin a živočichů  
**Popis příčin:** postižený byl na pracovní cestě, na parkovišti vystoupil z autobusu, který se samovolně rozjel a narazil do skupiny lidí, v níž stál postižený

**Příčina:** nedostatky osobních předpokladů k řádnému pracovnímu výkonu  
**Zdroj:** schody, žebříky, výstupy – pády osob na nich a z nich  
**Činnost:** zacházení, manipulace a zpracování hmotných věcí, živých rostlin a živočichů  
**Popis příčin:** při sestupování po žebříku do armaturní komory vodojemu se špatně chytl a spadl z výšky 2 m na betonovou podlahu

**Příčina:** špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
**Zdroj:** silnice, cesty apod. včetně dopr.  
**Činnost:** kontrolování, lineární měření, fotografování, měření teplot, počítání  
**Popis příčin:** při chůzi a mapování krajiny uklouzl a poranil si vazy v kolenní

**Příčina:** špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
**Zdroj:** vnitropodniková pracoviště  
**Činnost:** montáž, demontáž, výměna  
**Popis příčin:** při připevňování letáček na zeď stál postižený na židli a přitom spadl na zem

**Příčina:** nepříznivý stav nebo vadné uspořádání pracoviště resp. komunikace  
**Zdroj:** ostatní zvýšená pracoviště – pád osob z výše  
**Činnost:** opravy  
**Popis příčin:** výměna odvzdušňovacího ventilu ústředního topení v půdním prostoru, propadnutí stropem (cca 2,5 m)

**Příčina:** nedostatky osobních předpokladů k řádnému pracovnímu výkonu

**Zdroj:** vnitropodnikové pracoviště  
**Činnost:** osobní doprava  
**Popis příčin:** při otevírání vrat uklouzl u garáže nákladních vozidel, našlápl si obratel páteře

**Příčina:** nezjištěno  
**Zdroj:** motorové silniční dopravní prostředky  
**Činnost:** osobní doprava  
**Popis příčin:** dopravní nehoda – čelní střet dvou nákladních automobilů

**Příčina:** špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
**Zdroj:** břemena (materiál, předměty přemístované)  
**Činnost:** opravy  
**Popis příčin:** při spouštění kalového čerpadla od hydr. jednotky do výkopu došlo ke zhmoždění zad

**Příčina:** nedostatky osobních předpokladů k řádnému pracovnímu výkonu  
**Zdroj:** schody, žebříky, výstupy – pády osob na nich a z nich  
**Činnost:** kontrolování, lineární měření, fotografování, měření teplot, počítání  
**Popis příčin:** při kontrole ve vodárenském objektu stál na žebříku, sklouzla mu noha a spadl z výšky 2 m na zem

**Příčina:** špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
**Zdroj:** ostatní zvýšená pracoviště – pád osob z výše  
**Činnost:** čištění, posazování, stoupání, atd. n. s. (ne stroje v servisu)  
**Popis příčin:** postižený v rámci běžné kontroly zametal pochozí plochy v ČS, ve snaze odstranit opadané omítky vylezl na cca 0,6 m širokou nezajištěnou římsu, při zametání ztratil rovnováhu a spadl z výšky cca 4 m

**Příčina:** nesprávná organizace práce  
**Zdroj:** stroje stavební a pro úpravu terénu  
**Činnost:** čištění, mytí pomocí kyseliny, odmašťování  
**Popis příčin:** při odstraňování naplavených nečistot z horské vpusti (zařízení na kanalizaci) došlo ke kontaktu se strojním zařízením

**Příčina:** špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
**Zdroj:** výkopy, studně, příkopy, strmé svahy  
**Činnost:** zacházení, manipulace a zpracování hmotných věcí, živých rostlin a živočichů  
**Popis příčin:** pracovníci prováděli úklidové práce, při odnášení horního plechu poklopu kanálu stoupl v chůzi dopředu levou nohou do prázdného otevřeného kanálového prostoru cca 2 m hlubokého

**Příčina:** nedostatky osobních předpokladů k řádnému pracovnímu výkonu  
**Zdroj:** silnice, cesty apod. včetně dopr.  
**Činnost:** chůze  
**Popis příčin:** při chůzi po svahu špatně došlápl na terénní nerovnost a poranil si kotník levé nohy

**Příčina:** nedostatky osobních předpokladů k řádnému pracovnímu výkonu  
**Zdroj:** jiné zdroje, které nelze zařadit do předchozích zn.  
**Činnost:** opravy  
**Popis příčin:** při čištění odpadového potrubí setrval delší dobu v předklonu a po narovnání pocítil silnou bolest ve spodní části zad, operace

**Příčina:** špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
**Zdroj:** motorové silniční dopravní prostředky  
**Činnost:** přemístování, koupě a prodej zboží  
**Popis příčin:** pracovník dostal na zledovatělé cestě smyk a narazil do stromu

**Přehled závažných pracovních úrazů – pokračování**

Příčina: špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
Zdroj: motorové silniční dopravní prostředky  
Činnost: osobní doprava  
Popis příčin: pracovník byl zraněn při dopravní nehodě

Příčina: špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
Zdroj: schody, žebříky, výstupy – pády osob na nich a z nich  
Činnost: zacházení, manipulace a zpracování hmotných věcí, živých rostlin a živočichů  
Popis příčin: chůze ze schodů, pád

Příčina: špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
Zdroj: materiál (břemena přemísťovaná)  
Činnost: zacházení, manipulace a zpracování hmotných věcí, živých rostlin a živočichů  
Popis příčin: při zvedání betonového kruhového poklopu došlo k utržení svalové úpony

Příčina: špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
Zdroj: motorové silniční dopravní prostředky  
Činnost: zacházení, manipulace a zpracování hmotných věcí, živých rostlin a živočichů  
Popis příčin: při sklápění korby naložené pískem došlo k převrácení nákladního auta na pravý bok a tím bylo způsobeno poranění spolujezdce, úraz byl způsoben cizí firmou, v době úrazu bylo vozidlo v klidovém stavu bez pohybu, terén nevykazoval sklon ani zvýšenou nerovnost povrchu

Příčina: špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
Zdroj: vnitropodnikové pracoviště  
Činnost: osobní doprava  
Popis příčin: při odečítání vodoměru v soukromém objektu zaměstnanec upadl a při pádu se udeřil do hlavy, čímž si způsobil hematoma mozku, na bližší okolnosti úrazu si nepamatuje

Příčina: špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
Zdroj: schody, žebříky, výstupy – pády osob na nich a z nich  
Činnost: chůze  
Popis příčin: slézal do výkopu po žebříku, pád z výšky cca 2 m

Příčina: špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
Zdroj: ostatní materiál, předměty, výrobky  
Činnost: zacházení, manipulace a zpracování hmotných věcí, živých rostlin a živočichů  
Popis příčin: při manipulaci s fekálními hadicemi si zmoždil pažní sval pravé ruky

Příčina: špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
Zdroj: schody, žebříky, výstupy – pády osob na nich a z nich  
Činnost: zacházení, manipulace a zpracování hmotných věcí, živých rostlin a živočichů  
Popis příčin: při montáži potrubí v akumulární komoře vodojemu vystupoval postižený po nerezovém pevně zabudovaném žebříku do nadzemních prostor vodojemu, přitom mu noha sklouzla po příčce a narazila do bočnice žebříku

Příčina: špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
Zdroj: schody, žebříky, výstupy – pády osob na nich a z nich  
Činnost: chůze  
Popis příčin: při výstupu po pevném ocelovém žebříku uklouzl a spadl z výšky 3 m na zem

Příčina: špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
Zdroj: vozidla pro těžké náklady  
Činnost: doprava zboží; hmotných věcí, živých rostlin a živočichů

Popis příčin: při převozu ocelové konstrukce nákladním vozidlem došlo ke střetu hydraulického zvedacího zařízení vozidla (nástavba vozidla) s horkovodem a ke zranění spolujezdců v kabině vozidla

Příčina: chybějící nebo nedostatečná ochranná zařízení a zajištění  
Zdroj: výkopy, studně, příkopy, strmé svahy  
Činnost: příprava půdy, kultivace, atd. n. s.  
Popis příčin: pád do výkopu nezajištěného pažením spolu s betonovým žlabem

Příčina: špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
Zdroj: břemena (materiál, břemena přemísťovaná)  
Činnost: demontáž, nahrazování/výměna n. s.  
Popis příčin: při demontáži šoupěte a části potrubí v armaturní komoře vodojemu došlo k nečekanému sesutí materiálu na levou horní končetinu

Příčina: špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
Zdroj: schody, žebříky, výstupy – pády osob na nich a z nich  
Činnost: opravy  
Popis příčin: postiženému se smekla noha na příčce přenosného žebříku, který byl umístěn do vyprázdněné dosazovací nádrže, spadl z výšky cca 4 m na dno nádrže

Příčina: ohrožení jinými osobami (odvedení pozornosti při práci, žerty, hádky a jiná nesprávná či nebezpečná jednání druhých osob)  
Zdroj: lehká vozidla osobní i nákladní  
Činnost: osobní doprava  
Popis příčin: protijedoucí řidič odbočoval vlevo a nedal přednost vozidlu jedoucímu v přímém směru

Příčina: špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
Zdroj: pozemní doprava – nespecifikováno  
Činnost: osobní doprava  
Popis příčin: dopravní nehoda služebního osobního vozidla, smyk, sjetí z vozovky a náraz do stromu

Příčina: špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
Zdroj: elektřina  
Činnost: zacházení, manipulace a zpracování hmotných věcí, živých rostlin a živočichů  
Popis příčin: zaměstnanci vytahovali skruž z vody za pomoci jeřábu, postižený se držel ocelového lana, které bylo uvázané na skruži, přitom došlo k dotyku autojeřábu s vedením el. proudu a zásahu postiženého

Příčina: špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
Zdroj: v ruce držené či rukou vedené mechanické nářadí – nespecifikováno  
Činnost: zacházení, manipulace a zpracování hmotných věcí, živých rostlin a živočichů  
Popis příčin: při zvedání postřikovače naplněného postřikovací kapalinou si natáhl zádové svaly

Příčina: špatně nebo nedostatečně odhadnuté riziko  
Zdroj: pracovní, případně cestovní dopravní prostory  
Činnost: opravy  
Popis příčin: pracovník prováděl ohnutý opravu bagru, když se narovnával, zavrával, upadl na rameno bagru a udeřil se do hlavy

# Geotermie – teplotné látky a ochrana podzemních vod



Využívání tepla ze země pro klimatizaci budov (vytápění nebo chlazení) se v posledních letech značně rozšiřuje. V současné době je v Německu v provozu asi 265 000 geotermálních zařízení. Vzhledem k tomuto razantnímu rozvoji je bezesporu nutné zajistit promyšlené využívání geotermální energie, trvale účinné a k životnímu prostředí šetrné. V zájmu preventivní ochrany podzemních vod je proto nutno vyhodnotit vedle potenciálu tohoto obnovitelného zdroje energie i možné ohrožení jakosti podzemních vod a zásobování pitnou vodou.

V současné době se celosvětově v rostoucí míře přistupuje k využívání obnovitelných zdrojů energie. Geotermie se přitom považuje podle lidských měřítek za neomezený obnovitelný zdroj. Oproti jiným obnovitelným zdrojům energie jako např. větru nebo solárním zdrojům je geotermická energie navíc k dispozici permanentně a je možno ji využívat nejen pro vytápění, ale i pro chlazení budov.

Každé využití geotermie však představuje zásah do podzemí. Vrtanou činností může dojít ke změně hydraulických poměrů, jako např. ke zkratovým propojením mezi různými zvodněnými horizonty. Změny teploty mohou ovlivnit jak hydrochemické poměry, tak i ve zvodněném horizontu žijící bakterie a jiné organismy. Při stavbě a provozu geotermických zařízení může docházet ke vnosu mikrobiologického znečištění nebo cizorodých látek (např. z proplachovacích přísad při vrtání, ze záspy vrtných děr, z teplotných tekutin) do podloží a tím k jeho znečišťování škodlivinami. Při využívání zemního tepla se vždy musí brát v úvahu možnost nepříznivého ovlivňování jakosti podzemních vod, protože podzemní vody mají zásadní význam pro získávání pitné vody a pro zemědělství a lesnictví.

Geotermální sondy se skládají z trubních systémů, zapuštěných pod zem, naplněných teplotnou tekutinou. Tyto výměňkové systémy jsou sice uzavřené proti okolí, ale únik teplotné látky nelze zcela vyloučit. Hlavní součástí většiny teplotných látek (obr. 1) je mono-etylen nebo mono-propylenglycol (MEG, MPG), které jsou považovány za biologicky dobře rozložitelné látky s nízkou toxicitou. Mimo to teplotné látky obsahují různá aditiva, jako např. inhibitory koroze, biocidy, smáčecí prostředky, barviva a parfémy. Přesné složení teplotných látek je často chráněno jako výrobní tajemství, ačkoliv představuje důležité kritérium povolení pro geotermické využití. Proto je z hlediska ochrany podzemních vod žádoucí zajistit dostatek informací o jejich chemickém složení a nezávadnosti pro životní prostředí (biologická rozložitelnost, ekotoxicita).

Rámcové právní podmínky pro povolování geotermických zařízení je v Německu možno odvodit především z vodních zákonů jednotlivých spolkových zemí a ze spolkového horního zákona, zákona o skládkách a zákona o hospodaření s vodou. Vlastní celostátní platný právní předpis v Německu neexistuje. Všechny spolkové země vydaly směrnice, které však nejsou právně závazné. Jejich přehled poskytuje zejména edice „Publikace z technologického centra voda DVGW“ a internetová stránka [www.erdwaermeliga.de/leitfaeden](http://www.erdwaermeliga.de/leitfaeden). Při stavbě a provozu sond pro využití tepla ze země je zásadní podmínkou zajištění kvality.

Cílem výzkumného projektu, zajišťovaného Technologickým centrem DVGW – voda (TZW-DVGW-Technologiezentrum Wasser), byla analýza ohrožení jakosti vod deseti na trhu běžně dostupnými teplotnými tekutinami. Všech deset zkoumaných tekutých nosičů tepla je zařazeno do látek ohrožujících vodu (WGWK) třídy 1, čtyři jsou označeny jako zdraví škodlivé. Rozsáhlou chemickou analýzou bylo zjištěno chemické složení teplotných tekutin. Jejich biologická rozložitelnost byla zkoumána s mikroorganismy z podzemních vod, sedimentů a aktivovaného kalu. Ekotoxicita byla zjišťována testem na potlačování luminiscenčních-fosfo-



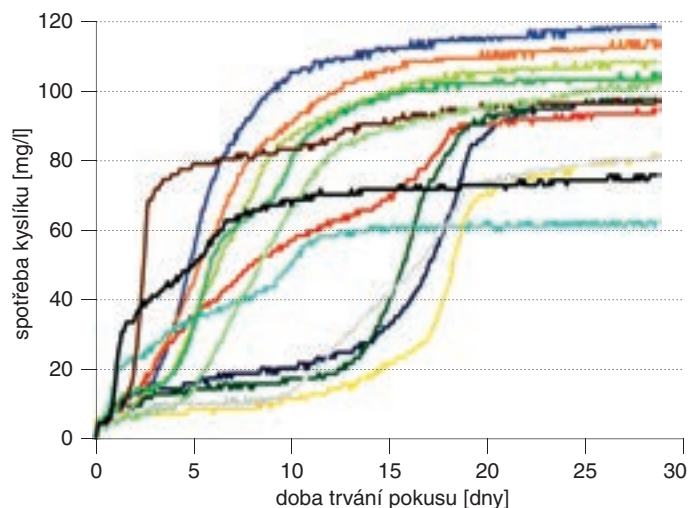
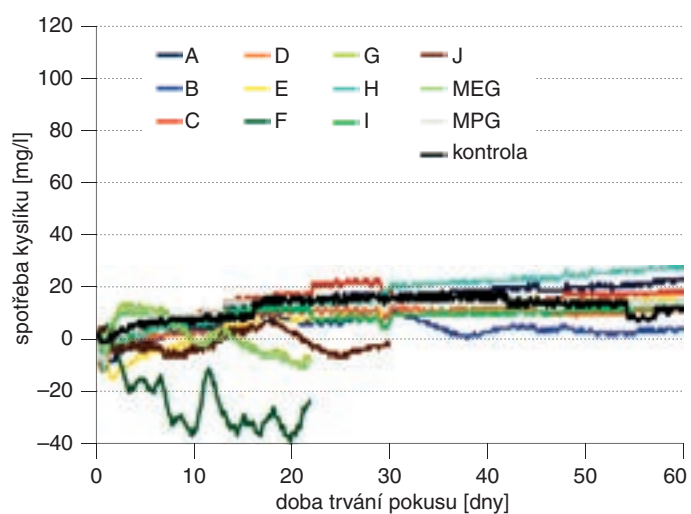
Obr. 1: Teplotné tekutiny

reskujících bakterií (Leuchtbakterienhemmtest) analogicky podle DIN EN ISO 11348-1 a testem na rybí jikry (RWHT Aachen) podle DIN EN ISO 15088.

Z hlediska preventivní ochrany podzemních vod je možno v současné době uvést jako hlavní problém teplotných tekutin vysoký obsah organických látek a triazolů (tabulka 1). Při biologickém rozkladu organických látek může docházet k vysoké spotřebě kyslíku a tím ke vzniku anaerobních podmínek v podzemní vodě.

O triazolech je známo, že v koloběhu vody představují problém, protože se v čistírnách odpadních vod špatně odstraňují. Publikované údaje o jejich odstranění jsou uváděny mezi 0 % a 74 %, přičemž se pro různé triazoly výrazně liší. Tyto látky je možno prokázat jak v povrchových, tak v podzemních vodách. LAWA navrhuje pro triazoly velmi nízké přípustné prahové hodnoty – 0,04 mg/l.

Dále jsou v několika teplotných tekutinách vyšší obsahy dusitanů-nitridů (Nitrit), molybdenu a/nebo boru. Všechny tři uvedené látky se



Obr. 2: Nahoře: Spotřeba kyslíku s neznečištěnou podzemní vodou a počáteční koncentrací DOC (rozpuštěný org. uhlík) 100 mg/l. Dole: Spotřeba kyslíku s aktivovaným kalu a počáteční koncentrací DOC 30 mg/l

Tabulka 1: Porovnání výsledků analýz s informacemi o produktech, předložených výrobci  
MEG = mono-etylenglykol, MPG = mono-propylenglykol

Hlavní org. součásti	Tekutina	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
		MEG	MPG	MEG	MPG	MPG	MEG	MPG	mravenčan, propionát	kyselina etylhexanová	belain
Dinatriumtetraborát-borax	informace výrobce	(0,3–1 %) (3,4–21 g/l) boraxu pentahydrátu	(0,3–2 %) (3,2–21 g/l) boraxu dekahydrátu	< 1,2 % (< 14 g/l) boraxu bezvodého	neobsahuje	neobsahuje	žádné údaje	žádné údaje	žádné údaje	žádné údaje	žádné údaje
	analýtika na bor	0,63 g/l boru odpovídá 17 g/l boraxu pentahydrátu	0,57 g/l boru odpovídá 20 g/l boraxu dekahydrátu	1,6 g/l boru odpovídá 29 g/l boraxu bezvodého	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti
Dusitan sodný	informace výrobce	neobsahuje	neobsahuje	< 0,6 % (< 6,8 g/l dusitanu sodného)	neobsahuje	neobsahuje	neobsahuje	neobsahuje	žádné údaje	neobsahuje	žádné údaje
	analýtika na dusitany	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti	< 5,8 g/l dusitanů, odpovídá 8,7 g/l dusitanu sodného	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti	0,003 g/l dusitanů
Thiazoly	informace výrobce	žádné údaje	žádné údaje	žádné údaje	žádné údaje	neobsahuje	žádné údaje	žádné údaje	žádné údaje	1–3 % (10–30 g/l) tolylthiazolu	žádné údaje
	analýtika na benzotriazol (BT) a tolylthiazol (TT) = 4-methylbenzotriazol + methylbenzotriazol	1,0 g/l BT	1,0 g/l BT	1,1 g/l BT	0,92 g/l TT	0,029 g/l suma BT + TT	2,1 g/l TT	2,1 g/l TT	1,5 g/l TT	13 g/l TT	0,091 g/l suma BT + TT
Kyselina etylhexanová	informace výrobce	2–3 % (22–34 g/l)	žádné údaje	žádné údaje	< 3,5 % (< 36 g/l)	žádné údaje	1–3 % (11–33 g/l)	< 5 % (< 50 g/l)	žádné údaje	20–35 % (200–350 g/l)	žádné údaje
	kvalitativní průkaz screeningem GC-MS	prokázána	žádný průkaz	stopy	prokázána	žádný průkaz	prokázána	prokázána	prokázána	prokázána	žádný průkaz
Aminy	informace výrobce	neobsahuje	neobsahuje	žádné údaje	neobsahuje	neobsahuje	neobsahuje	neobsahuje	žádné údaje	neobsahuje	žádné údaje
	analýtika na aminy sumy v mg/l	0,031	< mez stanovitelnosti	0,001	0,56	0,001	0,055	0,048	0,017	0,045	0,041
Fosfáty - fosforečnany	informace výrobce	neobsahuje	neobsahuje	žádné údaje	neobsahuje	neobsahuje	neobsahuje	neobsahuje	žádné údaje	neobsahuje	žádné údaje
	analýtika na fosforečnany	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti	< mez stanovitelnosti
Další údaje		s inhibitory	s inhibitory	s inhibitory koroze	s inhibitory koroze	s inhibitory koroze	5 % (55 g/l) inhibitorů	5 % (60 g/l) inhibitorů	protikorozní ochrana s OAT (technologie s org.-kyselinou)	32 % (320 g/l) inhibitorů	< 1 % (< 11 g/l) protikorozní ochrana < 1 % (< 11 g/l) aromatická látka

v německém Nařízení o podzemních vodách považují za škodlivé. V pracovním návrhu Rámcového nařízení jsou zahrnuty kontrolní hodnoty pro bor (0,74 mg/l) a pro molybden (0,035 mg/l). Ty odpovídají nízkým přípustným prahovým hodnotám předpisů LAWA. V Nařízení o pitné vodě (TrinkwV) jsou mimo to stanoveny mezní hodnoty pro nitridy-dusitany (0,5 mg/l) a bor (1 mg/l). Je nutné předpokládat i to, že teplotosné tekutiny obsahují ještě další, dosud neidentifikované látky, jako např. barviva.

Výzkum biologického rozkladu ukázal, že biologická rozložitelnost silně závisí na koncentraci teplotosných tekutin a/nebo na původu mikroorganismů v příslušném zkoumaném médiu (obr. 2). Za vhodných podmínek při pokusu byly všechny zkoumané teplotosné tekutiny biologicky rozložitelné ze 70–95 %, což ukázaly pokusy rozkladu s aktivovaným kalem a sedimentem z podzemní vody z lokality se starými zátěžemi. Přitom docházelo k významné spotřebě kyslíku. Biologický rozklad probíhal i za podmínek redukce dusičnanů a trojmocného železa. Výzkum biologického rozkladu s neznečištěnou podzemní vodou naproti tomu ukázal velmi nízký rozklad, jen 13 % až maximálně 43 %. Aditiva jako dietanolamin a kyselina etylhexanová se plně rozložily. Triazololy byly persistentní, vykazovaly stupeň rozkladu jen od 2 % do 27 %.

U provedených testů jde o ekotoxikologické standardní metody, které využívají mořské bakterie, resp. jikry. V současné době neexistují žádné ekotoxikologické testovací metody, kterými by bylo možno cílevědomě podchycovat ekotoxikologické účinky na organizmy v podzemních vodách.

U různých teplotosných tekutin byly zjištěny velmi rozdílné toxicity (obr. 3). V obou testech byly toxicity téměř všech zkoumaných tekutin výrazně vyšší nežli u základních látek MEG a MPG. Vzhledem k těmto výsledkům není možné posuzovat toxicitu teplotosné tekutiny jen podle toxicity jejích hlavních složek. U testu na rybí jikry je nutno brát v úvahu vedle letality – úmrtnosti rybích embryí – také subletální účinky při velmi nízkých koncentracích tekutiny, které nebyly zahrnuty do výpočtů toxicity znázorněné na obrázku.

Důsledky využívání geotermie na (i pro člověka důležité) biologické procesy v podzemních vodách nelze vyloučit. Nepříznivé ovlivnění ekosystému v podzemí může mít negativní důsledky na podzemní vodu jako zdroj pitné vody

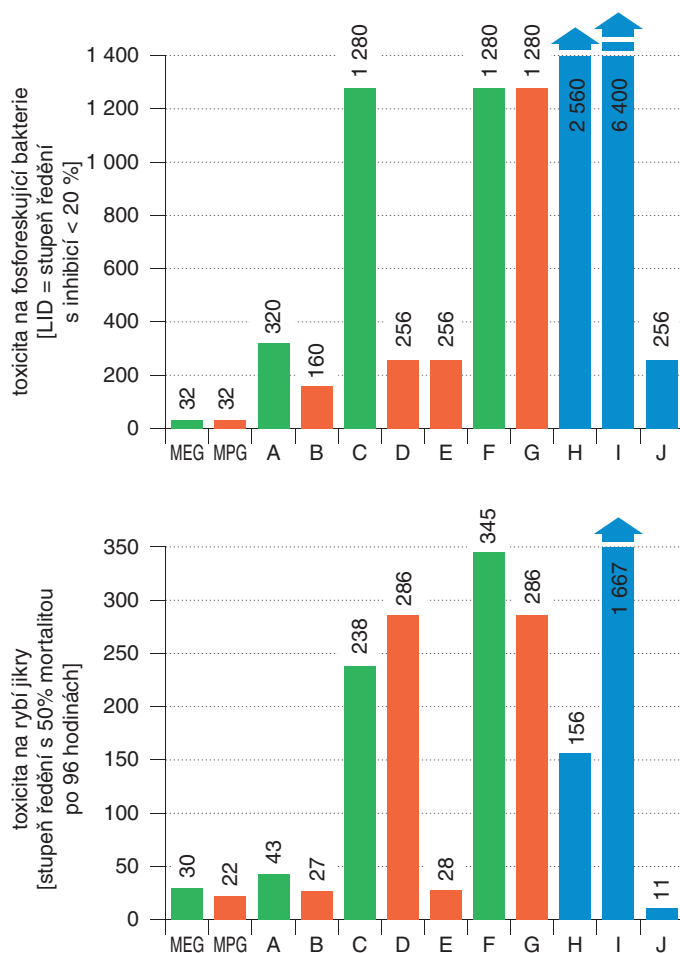
### Závěry a doporučení

Jako teplotosné tekutiny se povolují zpravidla látky třídy WGK 1. LAWA doporučuje používání vody nebo látek, které neohrožují vodu (tzn. oxid uhličitý, propan, propen). Látky třídy WGK 1 je možno podle LAWA používat jen tehdy, pokud nemůže dojít k ohrožení zásob podzemních vod, které je nutno chránit. Podle DVGW se v povodích vodárenských zdrojů nesmí používat tekuté teplotosné prostředky ohrožující vodu. Z hlediska preventivní ochrany podzemních vod je při použití teplotosných tekutin mimo výše uvedené nutno brát v úvahu tyto body:

- Chemické složení teplotosných tekutin není úplně známé; prokázané obsahy triazolenu, dusitanů (nitridu), molybdenu a boru jsou podezřelé.
- Teplotosné tekutiny mají ekotoxikologické účinky na standardní testovací organismy jako luminiscenční-fosforeskující bakterie (Leuchtbakterien) a rybí jikry.
- V závislosti na převažujících podmínkách prostředí se teplotosné tekutiny v podzemní vodě téměř nerozkládají, což může vést v případě vzniku netěsnosti k chemickému znečištění podzemních vod.
- Jestliže v podzemní vodě probíhá biologický rozklad, je nutno vzhledem k vysokému obsahu organických látek počítat s výraznou spotřebou kyslíku.
- Biologický rozklad není úplný, takže může docházet ke zvýšení znečištění podzemních vod persistentními látkami, jako např. triazolen.

Na základě dostupných výsledků se z hlediska preventivní ochrany podzemních vod doporučuje používat vodu jako teplotosnou tekutinu především ve vodárensky chráněných územích a povodích zdrojů pitné vody. Voda má podstatně lepší vlastnosti hydraulické (nízká viskozita) a tepelné (lepší tepelná vodivost) nežli jiná teplotosná média.

Geotermické sondy provozované s vodou však nemohou pracovat v oblastech mrazu. LAWA obecně doporučuje bezmrazový provoz geotermických sond, což umožňuje použití vody jako teplotosné látky. Další nejbližší alternativou je použití čistého glykolu MEG nebo MPG bez aditiv. V souvislosti se zajišťováním kvality se musí zajistit, aby sondy a záhozy byly trvale těsné a mimo to, aby byla instalována zařízení na kontrolu netěsnosti.



Obr. 3: Nahoře: Toxicita v testu s fosforeskujícími bakteriemi. LID = Lowest Ineffective Dilution = stupeň ředění, při kterém se neprojevuje toxicita při testu s fosforeskujícími bakteriemi, tzn. potlačení (Hemmung) je < 20 %. Dole: Toxicita při testu s rybími jikrami. Hodnoty  $LC_{50}$  (= letální koncentrace pro 50 % použitých organismů) byly přepočítány na odpovídající stupně ředění. Zelené sloupce: tekutiny na bázi MEG, oranžové sloupce: tekutiny na bázi MPG, modré sloupce: jiné základní látky. Čím vyšší změřené hodnoty, tím vyšší toxicita.

Možné dopady geotermického získávání energie na chráněnou komoditu podzemní voda a na zásobování pitnou vodou by se měly odpovědně brát v úvahu jak při využívání tepla ze země, tak v rámcových úředních podmínkách. Zásobování pitnou vodou by mělo vždy mít přednost před využíváním podzemních vod jako zdroje energie.

(Podle článku autorů Dr. Kathrin R. Schmidtové, Dipl.-Ing. (FH) To-biase Augensteina, EUR ING Dirk Bettinga, Dipl. Geol. Ulricha Peterwitze, Prof. Dr. Hennera Hollerta, Rachel Conradové a Dr. Andree Tieh-ma uveřejněného v časopisu *Energie/Wasser-Praxis* 9/2012 zpracoval Ing. J. Beneš. Grafy byly upraveny podle zdrojového článku.)

ATER



**WaSTOP**

- jedinečná přímá zpětná klapka WaStop
- jednoduchá instalace do šachty i do potrubí
- ideální pro dodatečná protipovodňová opatření na kanalizaci
- brání zpětnému toku v potrubí
- zabráňuje šíření zápachu
- žádné pohyblivé části a údržba
- pro průměry potrubí 80 - 1 800 mm

**Dodávky strojů a zařízení - servis - náhradní díly**

**HOMA ROBUSCHI abs Teknofanghi**

**ATER s.r.o.** www.ater.cz

Táborská 31, 140 43 Praha 4, tel. 261 102 214, 602 709 689, fax 383 324 969, ater@ater.cz  
 Volynská 446, 386 01 Strakonice, tel. 383 321 110, fax 383 324 969, ater@ater.cz



# Metody obrazové analýzy aktivovaných kalů a biofilmů

Lucie Křiklavová, Lukáš Valecký, Tomáš Dub, Libor Novák, Tomáš Lederer

## Abstract

Activated sludge and biofilm image analysis methods

The most modern method for evaluating micro-organisms is that based on microscopic image analysis. This approach has distinct advantages over previous methods, including simplicity and speed of sample processing and non-destructiveness, allowing repeat measurements of the same sample. Further, the resulting parameters complement other characteristics obtained by laboratory methods. Important characteristics of the bacterial consortia (heterogeneity and structure) can also reveal correlations at the micro scale. Such methods help to detect uncertainties and uncover relationships that other methods cannot detect.

## Souhrn

Moderním postupem v hodnocení mikroorganismů je využití obrazové analýzy mikroskopických snímků. Takovýto přístup obnáší nesporné výhody v jednoduchosti a rychlosti zpracování měřeného vzorku a v možnosti nedestruktivním způsobem měření opakovat. Výsledné parametry, které lze obrazovou analýzou získat, vhodně doplňují ostatní charakteristiky získané laboratorními metodami. Při odhalování souvztažností v mikroměřítku se odkrývají další důležité charakteristiky bakteriálních konsorcií (heterogenita a struktura), což pomáhá odhalit další nejasnosti a odkryt souvislosti, které jinými metodami odhalit nelze.

## 1 Úvod

Čištění odpadních vod je převážně založené na biologických procesech, kde nejvíce využívané jsou aktivovaný kal či biofilm. Charakteristika vložek a biofilmu má přímý vliv na účinnost čištění odpadních vod. Velikost buněčných shluků či neobsazeného prostoru na nosiči má spojitost se změnami v populaci a stavu živin [Beyenal et al., 2000], tvar shluků má pak zase spojitost s hydrodynamikou v systému [Lewandowski and Beyenal, 2007; Yang et al., 2000]. Z těchto důvodů je vhodné tyto buněčné struktury sledovat a vyhodnocovat je vhodnými prostředky. Mikroskop umožňuje přímé optické hodnocení jednotlivých vložek kalu či biofilmu; výhodou analýzy obrazu je pak především rychlost, objektivní hodnocení, efektivita při zpracování velkého množství dat a nevyžaduje žádnou větší zkušenost s analytickým postupem, umožňuje opakované měření a vzorek nijak nepoškozuje. Výsledkem je rychlá odezva systému, pokud nastane jakýkoli problém.

Analýza obrazu je proces získávání smysluplných informací z obrazu. Které informace jsou důležité, závisí na konkrétní úloze nebo situaci. Mohou to být například barvy, textury, velikost a tvar zkoumaných objektů a další. V tomto příspěvku je snahou určit parametry obrazové analýzy čistírenských kalů či mikrobiálních biofilmů (detekce vláknitých a vložkovitých bakterií a jejich charakterizace, detekce obsazené plochy bakteriální populací, rozlišení Gram-pozitivity/negativity apod.). Konečným cílem je charakterizovat aktivovaný kal či bakteriální biofilm neinvazivní metodou tak, aby výsledky měly stejnou vypovídací schopnost s výstupy, které se získávají laboratorními invazivními metodami [Grijpspeerdt, 1997; Da Motta et al., 2001; Cenens et al., 2002]. Při neinvazivních metodách nedochází ke změně vlastností vzorku, měření lze na vzorku provést opakovaně a zároveň je možné ze vzorku získat více než jen jeden výsledek.

## 2 Materiály a metody

### 2.1 Vzorky biofilmů

Vzorky biofilmu byly odebírány z laboratorního modelu, kde byla použita reálná odpadní voda s vysokým obsahem fenolů. Reaktor tvořila skleněná válcová kádinka o objemu 3 000 ml. Byly použity dva typy nosičů, pro každý typ byl použit samostatný reaktor, provozovaný však byly za stejných podmínek (objem, průtok vody, typ mikroorganismů, teplota). Reaktory byly inokulovány bakteriemi rodu *Rhodococcus erythropolis*. Pro laboratorní experimenty byly zvoleny dva typy nosičů – prvním byl komerční nosič AnoxKaldnes (typ K3, vyrobený z polyetyleny, používaný jako nosič pro fluidní lože) a druhý nosič využívá nanovláknennou technologii, která je formována jako pevná textilie a využívá technologii fixního lože (nosič je řadu let vyvíjen na Technické univerzitě v Liberci, dle Křiklavová a Lederer, 2010).

### 2.2 Vzorky aktivovaného kalu

Vzorky aktivovaného kalu pocházely z reálné čistírny odpadních vod, u nichž proběhlo barvení dle Grama. Jednalo se o mechanicko-biologickou ČOV koridorového provedení, dimenzovanou na počet ekvivalentních obyvatel do 200 tisíc, průměrné množství vyčištěného vzduchu cca 600 l/s, max. přítok na ČOV cca 2 000 l/s, přiváděné znečištění BSK<sub>5</sub> cca 200 mg/l, CHSK<sub>Cr</sub> cca 500 mg/l. Předčištěné odpadní vody z mechanického stupně jsou přiváděny na primární sedimentaci do usazovacích nádrží. Odsazené vody přepadají do čerpací stanice s vrtulovými čerpadly, odkud jsou čerpány do anoxického selektoru aktivací nádrže. Biologický stupeň je navržen v několika paralelně protékajících linkách. Jednotlivé linky se skládají z usazovacích nádrží, čerpací stanice, anoxických selektorů, denitrifikace, nitrifikace, dosazovacích nádrží a v kolektoru umístěné regenerace.

keho stupně jsou přiváděny na primární sedimentaci do usazovacích nádrží. Odsazené vody přepadají do čerpací stanice s vrtulovými čerpadly, odkud jsou čerpány do anoxického selektoru aktivací nádrže. Biologický stupeň je navržen v několika paralelně protékajících linkách. Jednotlivé linky se skládají z usazovacích nádrží, čerpací stanice, anoxických selektorů, denitrifikace, nitrifikace, dosazovacích nádrží a v kolektoru umístěné regenerace.

### 2.3 Mikroskopie a snímkování

K zachycení snímků sloužil optický mikroskop Olympus BX51M a software QuickPHOTO MICRO 2.3 s přídatným modulem Deep Focus 3.1, který využívá efektivního algoritmu, jenž je schopen vytvářet snímky s extrémní hloubkou ostrosti.

### 2.4 Obrazová analýza

Původní mikroskopický snímek je nutné nejprve předzpracovat (zostření, úprava jasu, kontrastu). Dále je možné nastavit přídatné filtry, například pro odstranění nežádoucích složek obrazu (prach, škrábance, vzduchové bubliny aj.). Obraz se následně převede do příslušného barevného modelu podle toho, jaký parametr se bude určovat (LAB barevný prostor, šedotónový či binární obraz).

LAB barevný prostor umožňuje určit vizuální rozdíly v obraze a kvantitativně je vyjádřit. Lze měřit rozdíl mezi dvěma barvami použitím jednoduché Euklidovské vzdálenostní metriky. Pomocí funkce shlukování (clusterizace) se oddělí jednotlivé barevné skupiny. Tohoto postupu se využívá jak pro přípravu snímků při hodnocení biofilmu, tak pro hodnocení Gram-pozitivity/negativity aktivovaného kalu. [Chitade 2010; Moore 2001; Pelleg and Moore, 2000]. V šedo-tónovém obraze lze získat výsledky typu texturních parametrů (energie, entropie, fraktální dimenze). Z šedotónového obrazu se pomocí prahování (metoda Otsu) určí hranice objekt-pozadí (resp. buňky-pozadí), a provede se převod na binární obraz [Lewandowski and Beyenal, 2007; Yang et al., 2000]. Z binárního obrazu se určují plošné parametry (počet objektů, osídlená plocha, průměrná difuzivita, kulatost, směrovost objektů a další). Obecně jsou jednotkami parametrů pixely, případně po přepočtu jsou měřítkem mikrometry.

### 2.5 Hodnocení parametrů struktury

Parametry popisující strukturu biofilmu je možné rozdělit na texturní, které popisují heterogenitu snímku, a plošné, které popisují morfologické vztahy (například mezi orientací a tvarem povrchových znaků). Z šedotónových snímků (barevná škála 0 až 255) se počítají texturní parametry; plošné parametry jsou počítány ze snímků binárních (barevná škála 0 nebo 1) [Lewandowski and Beyenal, 2007; Yang et al., 2000].

#### a) Plošná porozita

Parametr (PA – Projected Area) ukazuje, jak je objekt porézní; je definován jako poměr prázdňové plochy k celé ploše (1) [Lewandowski and Beyenal, 2007; Yang et al., 2000].

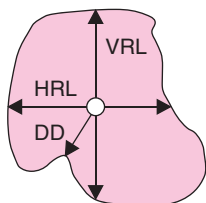
$$\text{Plošná porozita (PA)} = \frac{\text{Počet prázdňových pixelů}}{\text{Celkový počet pixelů}} \quad (1)$$

Hodnota se pohybuje v rozmezí 0 (pokud objekt neobsahuje žádné otvory) až 1 (hodnota je větší než nula v případě, že uvnitř objektu jsou póry), často se parametr vyjadřuje v procentech (tedy 0 až 100 %). Doplněním k tomuto parametru je parametr „plošné zaplnění“ (2), který je měřítkem například obsazenosti povrchu biofilmem.

$$\text{Plošné zaplnění} = 1 - \text{Plošná porozita} \quad (2)$$

### b) Difuzní vzdálenost

Difuzní vzdálenost (Diffusion Distance) je měření minimální vzdálenosti ze středu shluku buněk do neobsazeného prostoru (nejbližší prázdný pixel ve snímku). Existují dvě měřítka difuzní vzdálenosti, průměrná a maximální. Průměrná difuzní vzdálenost je průměrem minimálních vzdáleností difuze z každého pixelu shluku do nejbližšího prázdného pixelu, vztaženo na všechny shluky pixelů ve snímku. Maximální difuzní vzdálenost je vzdálenost z nejbližšího pixelu v shluku do nejbližšího prázdného pixelu. Minimální vzdálenost může být např. měřítkem vzdálenosti zdroje živin pro shluk biofilmu. Větší difuzní vzdálenost indikuje větší vzdálenost, kterou musí substrát doputovat (difundovat) ve shluku buněk [Lewandowski and Beyenal, 2007; Yang et al., 2000]. Průměrná difuzní vzdálenost se vypočte pomocí Euklidovské vzdálenosti (3).



$$D_E = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (3)$$

Obr. 1: Diagrama shluku buněk (Difuzní vzdálenost (DD), horizontální délka běhu (HRL), vertikální délka běhu (VRL) dle [Yang et al., 2000])

### c) Délka běhu (horizontální a vertikální)

Parametr (Horizontal/Vertical Run Length) je průměrem hodnot pixelů shluků biomasy nacházejících se ve snímku nepřetržitě za sebou. Průměrná horizontální délka běhu je průměrem počtu po sobě jdoucích pixelů s hodnotou jedna (buněčný shluk) v řadě. Obdobně je definována průměrná vertikální délka běhu. Průměrná délka běhu se užívá například při určování „preferenčního“ růstu bakteriální populace na nosiči. Jedná se o bezrozměrné číslo [Lewandowski and Beyenal, 2007; Yang et al., 2000; Cenens et al., 2002].

### d) Ekvivalentní kružnice

Ekvivalentní kružnice (ECD – Equivalent Circle Diameter) představuje průměr kružnice, která by měla ekvivalentní plochu jako daný objekt (4). Jedná se o nejjvhodnější parametr pro hodnocení velikostí objektů [Cenens et al., 2002].

$$ECD = 2 \cdot \sqrt{\frac{PA}{\pi}} \quad (4)$$

### e) Poměr stran

Poměr stran (AR – Aspect Ratio) je poměr délky (Length) k šířce (Breadth) objektu (5). Tento parametr je měřítkem toho, jak je objekt protáhlý. Kruh má stejné velikosti délky a šířky, proto je poměr stran roven 1. Čím více jsou objekty protáhlé, tím větší je poměr jejich stran [Cenens et al., 2002].

$$AR = \frac{\text{Length}}{\text{Breadth}} \quad (5)$$

### f) Faktor tvaru

Tvarový faktor (FF – Form Factor) je definován jako poměr plochy objektu k ploše kruhu se stejným obvodem jako daný objekt (6). Objekt s rozmanitými obrysy má menší tvarový faktor, než objekt s hladkými ob-

rys (pro kruh je parametr roven 1). Parametru se využívá k určení pravidelnosti vloček a biofilmů [Cenens et al., 2002].

$$FF = \frac{4 \cdot \pi \cdot PA}{\text{Perimeter}^2} \quad (6)$$

### g) Kruhovitost

Kruhovitost (RN – Roundness) je měřítkem protáhlosti objektu. Je definována jako poměr plochy objektu k ploše kruhu o průměru, který je roven délce objektu (7). Kruhovitost kruhu je rovna 1, hodnota se snižuje pro jakékoli jiné objekty [Cenens et al., 2002].

$$RN = \frac{4 \cdot PA}{\pi \cdot \text{Length}^2} \quad (7)$$

### h) Redukovaný poloměr otáčení

Parametr (RG – Reduced Radius of Gyration) je založen na momentu objektu a ukazuje, jak jsou pixely rozptýleny od těžiště objektu (8). Například pro pravidelný disk je hodnota rovna 0,707. Jak se pixely více rozptylují, tak se hodnota RG zvyšuje [Cenens et al., 2002].

$$RG = \frac{\sqrt{M_{2x} + M_{2y}}}{D_{eq}/2}, \text{ kde } M_{2x} = \frac{1}{N} \sum_N (x_i - M_{1x})^2 \quad (8)$$

$$\text{a } M_{2y} = \frac{1}{N} \sum_N (y_i - M_{1y})^2$$

$M_{2x}$ ,  $M_{2y}$  – moment druhého řádu;  $N$  – počet pixelů, z nichž se objekt skládá;  $x_i$ ,  $y_i$  – souřadnice pixelů;  $M_{1x}$ ,  $M_{1y}$  – moment prvního řádu (těžiště objektu).

$$M_{1x} = \frac{1}{N} \sum_N x_i \quad M_{1y} = \frac{1}{N} \sum_N y_i \quad (9)$$

### i) Fraktální dimenze

Fraktální dimenze (FD – Fractal Dimension) objektu se používá pro charakterizaci obrysu nepravidelného objektu. Pro 2D objekty je hodnota FD v rozmezí 1 až 2, kde vyšší hodnota parametru znamená vyšší nepravidelnost. Fraktální dimenze se vypočítá podle metody Sausage Minkowski pomocí dilatace objektu obvodu [Yang et al., 2000].

## 3 Výsledky a diskuze

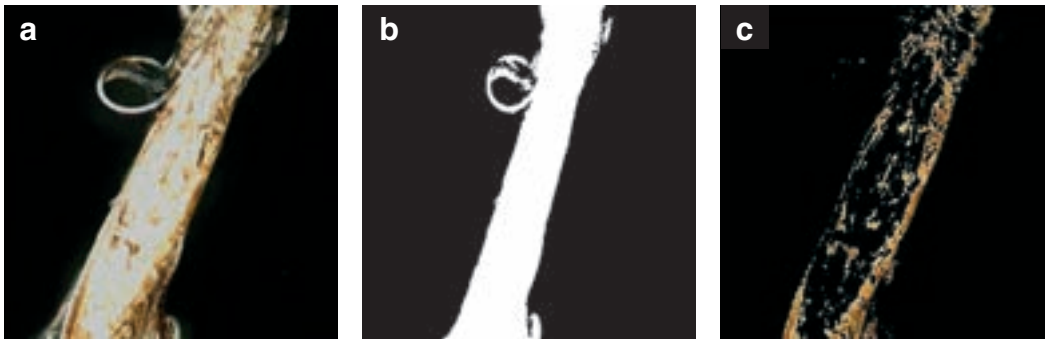
### 3.1 Postup obrazového hodnocení pro biofilmy

Principem programu je rozpoznat zřejmé vizuální rozdíly barevného zastoupení, pokud ignorujeme jejich jas. Z mikroskopického pozorování získáme snímky, kde černá odpovídá pozadí, odstíny bílé až šedé odpovídají povrchu nosiče a odstíny žluté až hnědé odpovídají mikrobiálnímu biofilmu. V barevném prostoru CIE  $L^*a^*b$  se provádí segmentace do jednotlivých shluků (barevných ploch) shlukovacím (clustering) algoritmem K-Means.

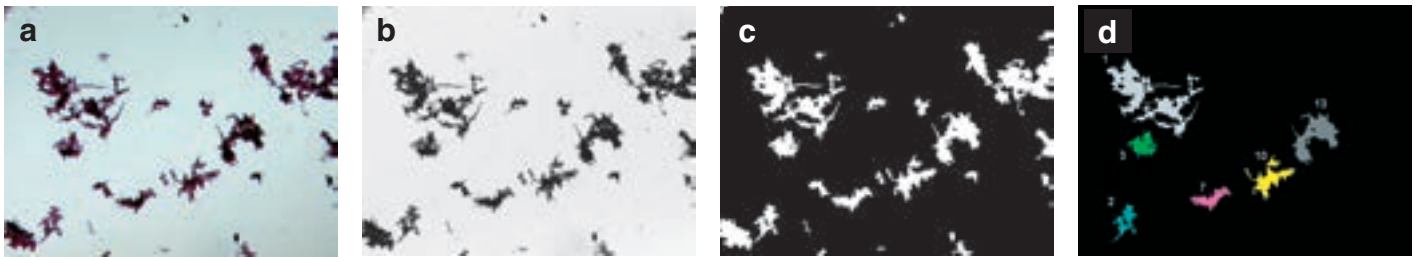
Plochu nosiče získáme úpravou jasu vstupního obrazu s využitím jasové  $L^*$  složky následované morfologickou operací otevření, kterou dojde k zaplnění mezer, kde se vyskytuje biofilm.

### 3.2 Postup obrazového hodnocení pro aktivovaný kal

Obraz je převeden z plno-barevného prostoru RGB (zkratka slov: Red – červená, Green – zelená, Blue – modrá) na šedotónový obraz. Vzhledem k nehomogenostem na pozadí a nerovnostem v optickém systému mikroskopu je nutné využívat maskovacího obrazu (snímek bez vzorku), který je v průběhu obrazové analýzy odečítán od šedotónového obrazu (slouží k potlačení nepřesností v obraze). Pro zvýšení kontrastu obrazu je využit algoritmus „contrast stretching algorithm“ a „median filtering“ [Wu et al., 2008]. Výsledek je na obr. 3b. „Vylepšený“ obraz projde algoritmem segmentace (šedotónový obraz se převede na binární; Wu et al., 2008), dochází k rozlišení pozadí a vloček (biofilmu). Pomocí metody identifikace oblastí [„Region identification“ dle Wu et al., 2008; Shapiro, 1996] je možné určit všechny objekty v obraze a dle nastavených filtrů odstranit nežádoucí objekty (vzduchové bubliny, prach, škrá-



Obr. 2 (vlevo): a) vstupní obraz; b) přepočtený obraz reprezentující celý povrch nosiče; c) segmentovaný shluk reprezentující biofilm na nosiči



Obr. 3: a) původní plno-barevný (RGB) obraz vloček (zvětšení 200x); b) vylepšený šedo-tónový obraz; c) binární obraz po odstranění nežádoucích objektů; d) morfologická analýza vloček

bance aj. [dle Tandoi and Wanner, 2006; Grijspeerdt, 1997]. Výsledek je na obr. 3c. Odstraněny jsou objekty, ležící na hranici více než 30 pixelů. Tyto objekty nejsou celé a při hodnocení by mohlo docházet k chybám. Výsledek je na obr. 3d.

### 3.3 Charakterizace biofilmu obrazovou analýzou

#### a) Počet objektů

Počet objektů lokalizovaných na nosičích by měl v průběhu času kultivace klesat; menší kolonie se spojují a vytváří větší celky, které v závěru kolonizace mohou pokrývat celý povrch nosiče (počet objektů je roven jedné). Naměřené výsledky se s touto domněnkou shodují. Na komerčním plastovém nosiči AnoxKaldnes je počet kolonií vyšší než pro nanovlákněný nosič (obr. 4a), což může být způsobeno různou morfologií povrchu. Pro nanovlákněný nosič počet objektů (mikrokolonií) klesá výrazněji, což potvrzuje příhodnost nano-povrchů.

#### b) Plošná porozita

Klesající počet objektů u nanovláken koreluje se snižováním hodno-

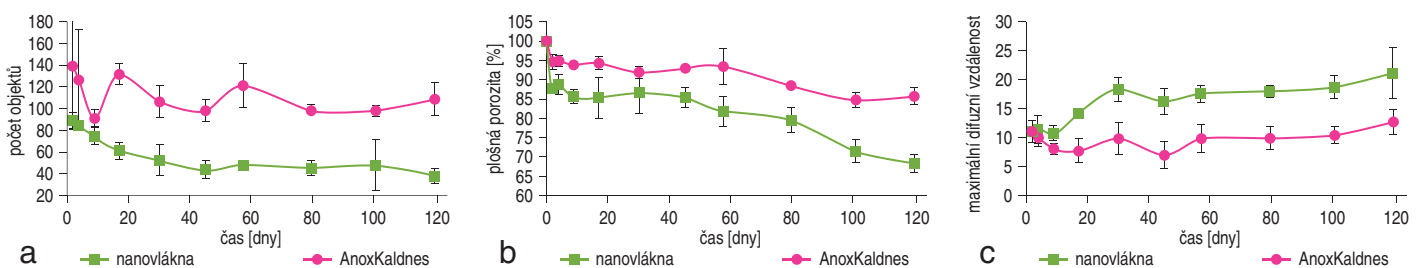
ty plošné porozity. Pokles křivky AnoxKaldnes je pozvolnější, což je měřítkem pomalejší kolonizace biofilmu na tomto typu nosiče (obr. 4b).

#### c) Difuzní vzdálenost

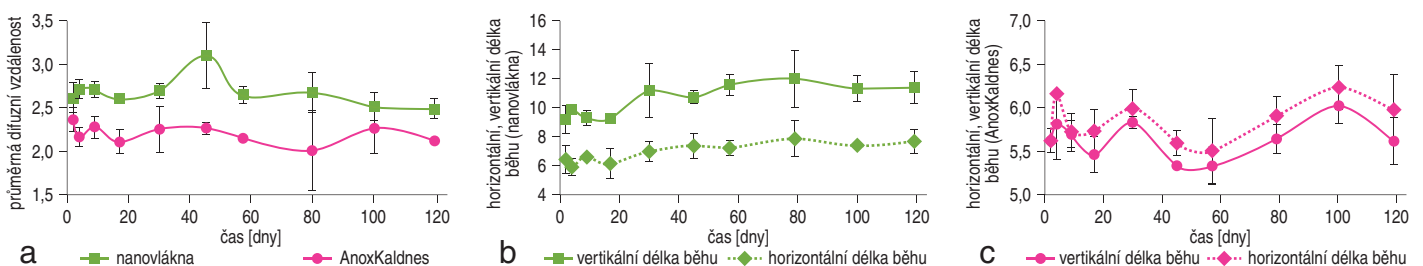
Pro nanovlákněný nosič klesá počet objektů a tvoří se větší a kompaktnější shluky a maximální difuzní vzdálenost tak roste. Nosiče AnoxKaldnes mají podobnou tendenci, ale mnohem pozvolněji (a to právě vlivem charakteristické morfologie povrchu nosiče). Z těchto důvodů se tvoří velké množství malých kolonií, tudíž maximální difuzní vzdálenost výrazně nenarůstá (obr. 4c). Trend průměrné difuzní vzdálenosti zůstává pro oba typy nosičů v průměru konstantní. Dle výsledků lze usuzovat, že existující kolonie se neustále pomalu zvětšují a neustále se vytváří nové mikrokolonie (proto je průměrná difuzní vzdálenost konstantní – obr. 5a).

#### d) Běhové délky

U nanovlákněných nosičů lze zřetelně pozorovat, že vertikální běhová délka je téměř dvakrát větší než horizontální (obr. 5b, 5c), což poukazuje na preferenční růst biofilmu ve svislém směru, tedy podél nanovlá-



Obr. 4: a) počet objektů na nosičích; b) plošná porozita nosičů; c) maximální difuzní vzdálenost

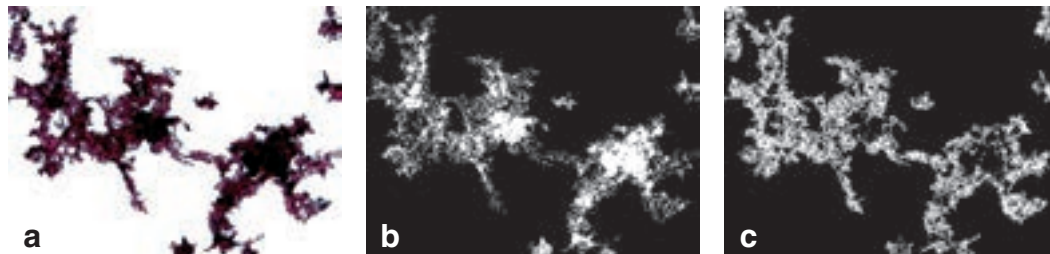


Obr. 5: a) průměrná difuzní vzdálenost; b) běhové délky objektů na nanovlákněném nosiči; c) běhové délky objektů na AnoxKaldnes nosiči

Obr. 6: a) původní plno-barevný (RGB) obraz vloček (zvětšení 500x); b) oddělená vlákna; c) jednotlivé vločky bez vláken



Obr. 7: a) plnobarevný (RGB) obraz vloček bez vláken; b) vločky bez vláken, bez EPS; c) pouze EPS



kenných vrstev (na obr. 2 podél vlákna). Pro nosič AnoxKaldnes jsou obě běhové délky téměř shodné, dokonce i trendy křivek si odpovídají. Lze říci, že pro tento typ nosiče nedochází k žádnému preferenčnímu růstu biofilmu, biofilm tak je téměř kruhovitěho tvaru.

### 3.4 Charakterizace aktivovaného kalu obrazovou analýzou

Při procesu separace vláken se používají morfologické operace. Pro zaplnění mezer se binární obraz uzavře strukturálním elementem ve tvaru disku s poloměrem 3 pixelů. Pak je obraz otevřen stejným tvarem, ale s poloměrem 20 pixelů, a to proto, aby se oddělily objekty na hranicích [Wu et al., 2008].

Jakmile jsou u obrazu oddělena vlákna (obr. 6b), lze zbytek objektů rozložit na vločky tvořící bakterie a EPS (Extracellular Polymeric Substance – extracelulární polymerní látka, obr. 6c). Za tímto účelem je původní RGB obraz zakryt binární maskou, k oddělení vloček (obr. 7a). Dále se hodnotí červený kanál z obrazu RGB, která uvažujeme právě jako EPS (nejvyšší intenzita ve složce R). Regiony, které představují bakterie, jsou tmavé. Výsledné vločky zobrazuje obr. 7b. Obr. 7c představuje EPS. Jakmile se jednotlivé složky klasifikují, je možné vypočítat jejich obsazenost (PA) a vyjádřit jednotlivé poměry na celkovou plochu vloček (případně jinak). Zde například platí: 2,3 % vláken, 44,7 % vloček, 52,9 % EPS (celkem 100 %).

V uvedeném obraze existuje 1 155 vloček, dle (ECD) v rozmezí 57 až 797 pixelů, což odpovídá velikosti od 14  $\mu\text{m}$  do 190  $\mu\text{m}$ . Obr. 8a uka-

zuje velikostní distribuci vloček (sloupcový graf). Histogram velikosti vloček odpovídá log-normálnímu rozdělení, což odpovídá histogramu dle literatury [Perez et al., 2006]. Plná čára v grafech představuje očekávanou funkci hustoty pravděpodobnosti s distribučními parametry  $\mu$  (průměr) a  $\sigma$  (směrodatná odchylka), souvisejícího normálního rozdělení. Hodnoty  $\mu$  a  $\sigma$  lze následně použít k popisu velikosti vloček. V tomto případě je průměrná hodnota rovna přibližně 39  $\mu\text{m}$  a odchylka 25  $\mu\text{m}$ . Dále je zřejmé, že přibližně 90 % všech vloček jsou velké do 100  $\mu\text{m}$ . Z této skutečnosti lze odvodit, že ve vzorku převažují malé vločky.

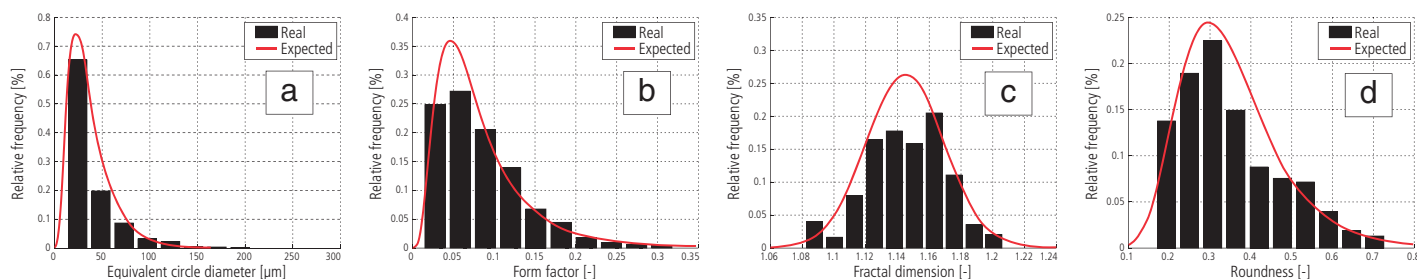
Obr. 8b ukazuje histogram tvarového faktoru (FF), použit lze log-normální rozdělení. Střední hodnota je rovna 0,084. Z výsledků vyplývá, že vločky mají velice členitý obrys a jsou velice nepravidelné.

Obr. 8c ukazuje histogram distribuce fraktální dimenze, který odráží normální Gaussovo rozdělení. Průměrná hodnota se rovná 1,145 a směrodatná odchylka odpovídá 0,024.

Obr. 8d ukazuje histogram distribuce kruhovitosti (RN), jde o log-normální rozdělení. V tomto případě je průměrná hodnota rovna 0,353, což značí, že objekty jsou více protáhlé.

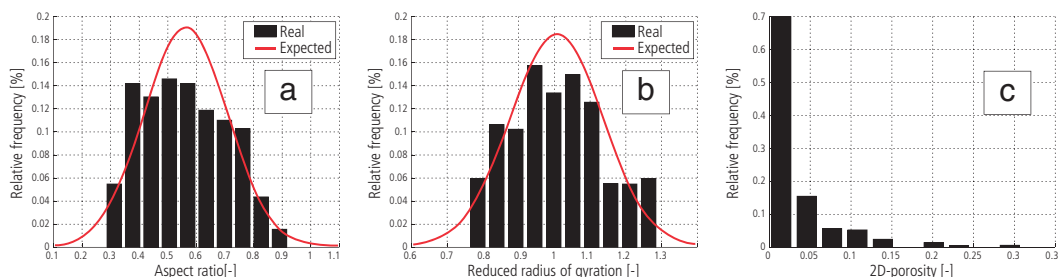
Obr. 9a představuje histogram distribuce poměru stran (AR) odpovídající normálnímu Gaussovu rozdělení. Průměrná hodnota 0,560 ukazuje, jak jsou vločky protáhlé.

Obr. 9b představuje histogram redukovaný poloměr otáčení (RG), odpovídající normálnímu rozdělení. Střední hodnota je rovna 1,006, odchylka se rovná 0,130. Výsledek ukazuje, jak jsou vločky rozptýleny od



Obr. 8: a) distribuce ECD; b) distribuce FF; c) distribuce FD; d) distribuce RN

Obr. 9: a) distribuce AR; b) distribuce RG; c) distribuce 2D-porozitivy



svého těžiště. Jelikož RG kruhu je 0,707, vyplývá z tohoto výsledku to, že se vločky v tomto obraze liší od kruhového tvaru, jsou více rozptýlené.

Obr. 9c představuje histogram 2D pórovitosti. Je vidět, že většina vloček je neporézních nebo jen mírně. Aritmetický průměr je 0,028.

#### 4 Závěr

Cílem práce byl návrh programového prostředku pro hodnocení charakteristik volně dispergovaných a vázaných mikroorganismů (aktivovaného kalu a biofilmů) pomocí analýzy mikroskopického obrazu. Vytvořen byl komplexní automatický program, který velice dobře kompenzuje nevýhody manuálního hodnocení. V současné době je program širší veřejnosti nepřístupný (v případě zájmu o vyhodnocení vlastních snímků může čtenář kontaktovat autora článku). Průměrný čas k vyhodnocení jednoho obrazu je 28 sekund. Všechna vyhodnocená data a grafy jsou vyspány do tabulkového editoru (případně lze nastavit jinak). Díky obrazovému hodnocení lze mimo jiné získat detailnější informace o biofilmu a dále o možnostech jeho vytváření v závislosti na podkladovém materiálu a jeho vlastnostech (morfologii povrchu aj.), získat tak lze například i kinetiku růstu biofilmu v závislosti na okolních podmínkách. Navržená metoda analýzy obrazu tak může poskytnout podporu při klasifikaci nežádoucích stavů, jako může být například bytlnění kalu v čistírně odpadních vod.

#### Poděkování

Práce byla realizována v rámci projektu TA01021764 Modifikované nosiče biomasy pro čištění odpadních vod, programu ALFA, poskytovatele TAČR. Článek byl částečně podpořen projektem OP VaVpl Centrum pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace CZ.1.05/2.1.00/01.0005 a také Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky v rámci SGS projektu číslo 78001/115 Technické univerzity v Liberci.

#### Literatura

Cenens C, Jenné R, Van IJ. Evaluation of different shape parameters to distinguish between flocs and filaments in activated sludge images. *Water science and technology: A journal of the International Association on Water Pollution Research*. 2002;45(4–5):85–91.

Grijpspeerd K. Image analysis to estimate the settleability and concentration of activated sludge. *Water Research*. 1997;31(5):1126–1134.

Chitade A. Colour based image segmentation using K-Means Clustering. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 2010;2(10):5319–5325.

Křiklavová L, Lederer T. The use of nanofiber carriers in biofilm reactor for the treatment of industrial wastewaters, *Nanocon 2010, 2<sup>nd</sup> International Conference*, 12.–14. 10. 2010, Olomouc, Czech Republic, ISBN 978-80-87294-18-5, p. 165–170, Tanger Ltd, Thomson Reuters Web of Knowledge.

Lewandowski Z, Beyenal H. *Fundamentals of biofilm research*. 1<sup>st</sup> ed. CRC Press, 2007; 480 p. ISBN 978-0849335419.

Moore A, K-Means and Hierarchical Clustering: prezentace. School of Computer Science. Carnegie Mellon University. Dostupné z [www: http://www.autonlab.org/tutorials/kmeans11.pdf](http://www.autonlab.org/tutorials/kmeans11.pdf), in 2001.

Pelleg D, Moore A. X-means: Extending K-Means with Efficient Estimation of the Number of Clusters, *Proceedings of the Seventeenth International Conference on Machine Learning*, 29. 6.–2. 7. 2000. p. 727–734.

Perez YG, Leite SGF, Coelho MAZ. Activated sludge morphology characterization through an image analysis procedure. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 2006;23(3):319–330.

Shapiro LG. Connected Component Labeling and Adjacency Graph Construction, In: T. Yung Kong and Azriel Rosenfeld, Editor(s), *Machine Intelligence and Pattern Recognition*, North-Holland, 1996;19:1–30 p. ISBN 0-444-89754-2.

Tandoi V, Wanner J. *Activated Sludge Separation Problems: Theory, Control Measures, Practical Experiences*, London, IWA Publ, 2006;35–46 p. ISBN 1900222841.

Wu Q, Merchant F, Castleman KR. *Microscope image processing*. [1<sup>st</sup> ed.]. Burlington: Academic Press, 2008;548 p. ISBN 978-0-12-372578-3.

Yang X, Beyenal H, Harkin G, Lewandowski Z. Quantifying biofilm structure using image analysis. *Journal of Microbiological Methods*, 2000;39(2):109–119.

*Ing. Lucie Křiklavová<sup>1,2</sup>, Ing. Lukáš Valecký<sup>2</sup>,*

*Ing. Tomáš Dub<sup>1</sup>, Dr. Ing. Libor Novák<sup>3</sup>, Ing. Tomáš Lederer, Ph. D.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>*Technická univerzita v Liberci, Centrum pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace  
e-mail: lucie.kriklavova@tul.cz*

<sup>2</sup>*Technická univerzita v Liberci, Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií, Ústav Nových technologií a aplikované informatiky*

<sup>3</sup>*Aqua-Contact Praha, v. o. s.  
www.aqua-contact.cz*

**Článek prošel externí recenzí.**



informace na <http://eureau.org>



# AVK VOD-KA

**AVK VOD-KA a.s.**

Labská 233/11, 412 01 Litoměřice, Předměstí

Tel.: 416 734 980 - 82, fax: 416 734 983

NON STOP služba 602 445 812



## Informace o valné hromadě SVH ČR

Jan Plechatý

**16. dubna t. r. se konala valná hromada Svazu vodního hospodářství ČR, který má v současnosti 39 členů. Program valné hromady byl tradiční, avšak s tím, že tato byla volební. Stávající předseda Ing. Miroslav Nováček přednesl zprávu o činnosti Svazu v roce 2012 včetně zprávy o hospodaření a účetní závěrce. Po něm přednesl svou zprávu předseda dozorčí rady Ing. Petr Vacek. Přítomní byli seznámeni s návrhem rozpočtu na rok 2013 i se stanovením výše členských příspěvků, která zůstává stejná jako v roce minulém. Všechny dokumenty byly jednomyslně schváleny.**

Následovala volba představenstva a dozorčí rady. Přítomných 23 představitelů členů SVH ČR zvolilo nové představenstvo v tomto složení:

Ing. Vladimír Kramář  
RNDr. Petr Kubala  
Ing. Milan Kuchař

Vodovody a kanalizace Vyškov, a. s.  
Povodí Vltavy, státní podnik  
Pražské vodovody  
a kanalizace, a. s.

Ing. Pavel Kutálek  
Prof. Dr. Ing. Miroslav Kyncl

Pöyry Environment a. s.  
Severomoravské vodovody  
a kanalizace Ostrava a. s.  
ENVI-PUR, s. r. o.

Ing. Miroslav Nováček  
Ing. Bc. Vladimír Procházka, MBA

Vodohospodářská společnost  
Olomouc, a. s.

Ing. Radim Světlík  
Ing. Jiří Nedoma  
Ing. Miloslav Vostrý  
Ing. Jan Sedláček

Povodí Moravy, s. p.  
Povodí Ohře, státní podnik  
Vodárna Plzeň a. s.  
Vodovody a kanalizace  
Mladá Boleslav, a. s.

Dozorčí rada byla zvolena v tomto složení:

Mgr. Otakar Novotný

D-plus, projektová  
a inženýrská a. s.

Ing. Petr Vacek  
Ing. Jaroslav Šebesta

DHI a. s.  
Povodí Ohře, státní podnik

Představenstvo poté zvolilo novým předsedou Svazu vodního hospodářství ČR RNDr. Petra Kubalu, generálního ředitele Povodí Vltavy, státní podnik. Místopředsedy jsou Ing. Miroslav Nováček, prof. Dr. Ing. Miroslav Kyncl a Ing. Bc. Vladimír Procházka, MBA. Předsedou dozorčí rady byl zvolen Ing. Petr Vacek.

Na závěr jednání valné hromady přednesl člen návrhové komise Ing. Vladimír Kramář návrh usnesení, který všichni přítomní členové jednomyslně schválili.

Usnesení valné hromady ukládá představenstvu mj. např.:

- sledovat přípravu procesu plánování v oblasti vod a usměrňovat tento proces s ohledem na zájmy členů SVH ČR,
- sledovat proces administrace vodohospodářských projektů kofinancovaných z OPŽP s cílem využít maximálně alokovaných finančních zdrojů pro realizaci projektů vodního hospodářství,
- spolupracovat s MŽP a MZe při koncipování dotačních titulů po roce 2013 i podmínek financování projektů na úseku vody a vodního hospodářství.

Obdobně jako v předchozích letech uložila valná hromada též:

- připravovat aktivity ke Světovému dni vody 2014,
- připravovat ve spolupráci se SOVAK ČR vyhlášení soutěže „Vodohospodářská stavba roku 2013“.

Valná hromada na návrh představenstva dále uložila zajistit novou podobu webových stránek SVH ČR a průběžně aktualizovat tuto internetovou prezentaci.

Ing. Jan Plechatý  
sekretariát SVH ČR  
e-mail: plechaty@vrv.cz

Informace o Sdružení oboru vodovodů  
a kanalizací ČR získáte na stránkách

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

**PIPELIFE**  
pipes for life

Tradiční český výrobce plastových  
potrubních systémů pro kanalizace,  
vodovody, plynovody, drenáže,  
vnitřní instalaci a ochranu kabelů.

Pipelife Czech, s. r. o.  
Kučovaniny 1778, 765 02 Otrokovice  
tel.: 577 111 211, fax: 577 111 227  
e-mail: pipelife@pipelife.cz, www.pipelife.cz

**PREFA KOMPOZITY a. s.**

Pochůznné rošty – kompletní řada pro všeobecné použití



**PREFAPOR** – složené z tažených profilů

**PREFAGRID** – vyrobené litím do formy  
Protiskluzový povrch, různé výšky a rozměry. Více informací [www.prefa-kompozity.cz](http://www.prefa-kompozity.cz)

Kotlářská 53, 656 03 Brno, 541 583 208, 292, stryk@prefa.cz

VÝROBCE ZAŘÍZENÍ PRO ČISTÍRNÝ ODPADNÍCH VOD

**FONTANA R, s. r. o.**

- MECHANICKÉ PŘEDČISTĚNÍ
- SEPARACE A PRÁNÍ PÍSKU
- DOPRAVA, LISOVÁNÍ A PRÁNÍ SHRABKŮ
- HRAZENÍ, REGULACE A MĚŘENÍ PRŮTOKU
- DOPRAVA A HYGIENIZACE KALU
- TERCIÁLNÍ DOČISTĚNÍ

VÍCE NEŽ 5 000 VÝROBKŮ PO CELÉM SVĚTĚ

**fontana**

FONTANA R, s. r. o.; Příkop 4, 602 00 Brno; tel.: 545 175 853  
fax: 545 175 852; e-mail: fontanar@fontanar.cz; http://www.fontanar.cz

**PURITY  
CONTROL**

**Úprava technologické a pitné vody**

Přemyslovců 30, Ostrava 709 00  
tel. 596 632 129 (39) e-mail: purity@iol.cz  
<http://www.puritycontrol.cz>

- ✓ Dodávky a servis dávkovacích čerpadel LMI
- ✓ Návrhy a dodávky kompletních úpraven vody nebo jejich částí včetně ozonizačních systémů a jednotek RO

# Červnové povodně 2013

Jiří Hruška

Tání sněhu po zimě a letošní poměrně deštivé jaro nasatily půdu na většině území Čech vodou natolik, že nebyla schopna absorbovat větší srážky. Na konci května vydal Český hydrometeorologický ústav vážné varování před hrozbou bouřek s lijáky a krupobitím a vzápětí i varování před vznikem povodní. Ty v následujících dnech opravdu nastaly, nejdříve na jihozápadě a severovýchodě Čech, později v souvislosti s postupem vody v řekách a dalšími srážkami i ve středních a severních Čechách. Povodeň brala životy a ničila majetek, její důsledky jsou do značné míry srovnatelné s povodní v roce 2002, ale její projevy byly odlišné. Záplavu zvyšovaly vysoké přítoky z menších a neregulovaných toků.

Za konec červnových povodní lze považovat 15. 6., kdy byl odvolán na posledních tocích 2. stupeň povodňové aktivity.

Katastrofální povodně postihly také objekty vodovodů a kanalizací. Zaplaveny a poškozeny byly desítky zařízení a technologií VaK. V době přípravy tohoto článku stále nebyly definitivní celkové škody vyčísleny, pohybují se však v řádu stovek milionů korun.

O vyjádření k problematice letošních povodní jsme požádali několik vodárenských společností, které byly velkou vodou zasaženy nejvíce. Na

dalších stránkách uvádíme stručný přehled a zejména autentické fotografie, které hovoří samy za sebe. Vzhledem k okolnostem jejich pořízení omluvte, prosím, u některých jejich sníženou technickou kvalitu.

*(Zpracováno na základě podkladů jmenovaných společností.)*

## ČEVAK a. s

V Jihočeském a části Plzeňského kraje, kde společnost ČEVAK a. s. provozuje vodohospodářský majetek, červnové povodně způsobily poškození či zatopení 32 vodních zdrojů a vrtů a 63 čistíren odpadních vod.

Nejvíce poškozeny byly čistírny odpadních vod v Putimi a Protivíně, tady navíc voda poškodila kanalizační čerpací stanici Garni. Dále byly vodou poškozeny kanalizační čerpací stanice v Českém Krumlově a Táboře, poškozena byla i kanalizace pod školou v Holubově. Samozřejmě i řada dalších.

Z řady zatopených vodních zdrojů patřily k nejvíce poškozeným Mirovice, Mirovice, Oslov, Bavorov, Chrástovice, prameniště Český Krumlov (Blanský les, Hošek, Dobrkovice a Mariánský pramen), Volary vodní zdroje Sněžná a Kamenná, vodní zdroje Sepekovsko a Šebířov.

Zasažené objekty byly uváděny do provozu bezprostředně poté, co to situace dovolila, řádově se jednalo o dny. Nejdéle trvalo obnovení vodních zdrojů v Mirovicích a Miroticích, kde byla vyhlášena voda za nepitnou a přistaveny proto musely být cisterny. K 11. 7. nebyla pitná voda ještě v Dunovicích a Jiníně na Strakonicku.



*Odlehčovací komora u ČOV České Budějovice*



*Nahoře: Zaplavená čerpací stanice odpadních vod Opatovice  
Vpravo: ČOV Žabovřesky*



*Stavba protipovodňové zábrany na ČOV České Budějovice*



### Vodovody a kanalizace Beroun, a. s.

Nejvíce byly povodněmi zasaženy objekty v obcích podél Berounky a Loděnického potočka. Došlo k odstavení berounské ČOV, kde byla preventivně demontována část technologie. K samotnému zaplavení ČOV nakonec chybělo 30 cm, přesto byla v době kulminace odříznuta od světa zaplavením přístupové komunikace. Odstavena byla dále ČOV v Srbsku, kde je nátok řešen dvěma přečerpávacími stanicemi na jednotlivých březích Berounky. Ty byly pod hladinou Berounky. Podobné problémy byly i na dalších kanalizačních čerpacích stanicích odpadních vod v Hýskově, Nižboře nebo v Loděnicích. V deseti obcích bylo nutné řešit náhradní zásobování pitnou vodou z důvodu preventivního odstavení zdroje nebo jeho kontaminace buď povodní, nebo vydatnými srážkami.

Největší škody byly způsobené na kanalizačních čerpacích stanicích v Srbsku. Rozvodněná Berounka zatopila objekty vč. elektroinstalací a bylo nutné postavit nové rozvaděčové pilířky. Rekonstrukce bude nutná na přístupové komunikaci k ČOV Beroun. Dále je nutné znovu vystrojit vodní zdroj v Nižboře, kde voda zničila kompletně novou elektroinstalaci vč. systému řízení a dávkování chlornanu sodného.

Všechny objekty byly uvedeny do provozu v řádech několika dní. Některé však fungovaly v provizorním režimu a probíhaly na nich ještě opravy.

Náklady zahrnují kromě materiálních škod i očkování vypláchnutých čistíren, čištění zdrojů, náhradní zásobování apod.

Povodňový štáb v rámci VaK Beroun fungoval výborně, stejně jako spolupráce s krizovým štábem ORP Beroun. Společnost se zásobováním pitnou vodou pomáhala i v obcích, v nichž neprovozuje. Přesto je nutná aktualizace povodňových plánů. Jedním důvodem jsou v současnosti realizovaná protipovodňová opatření v Berouně a dalším důvodem jsou nově provozované objekty v záplavových zónách.



Nahoře: Nižbor, vodní zdroj  
Dole: ČS Srbsko



Nahoře: Kanalizační ČS Beroun, Kemp  
Dole: ČOV Srbsko



Karlštejn, vodní zdroj







Kontrola šachty v Horních Počaplech

### **Středočeské vodárny, a. s.**

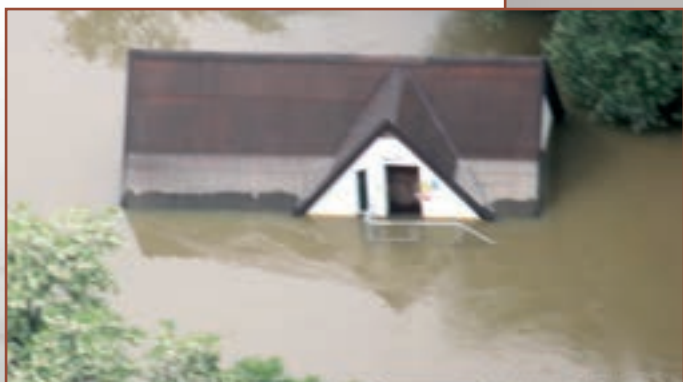
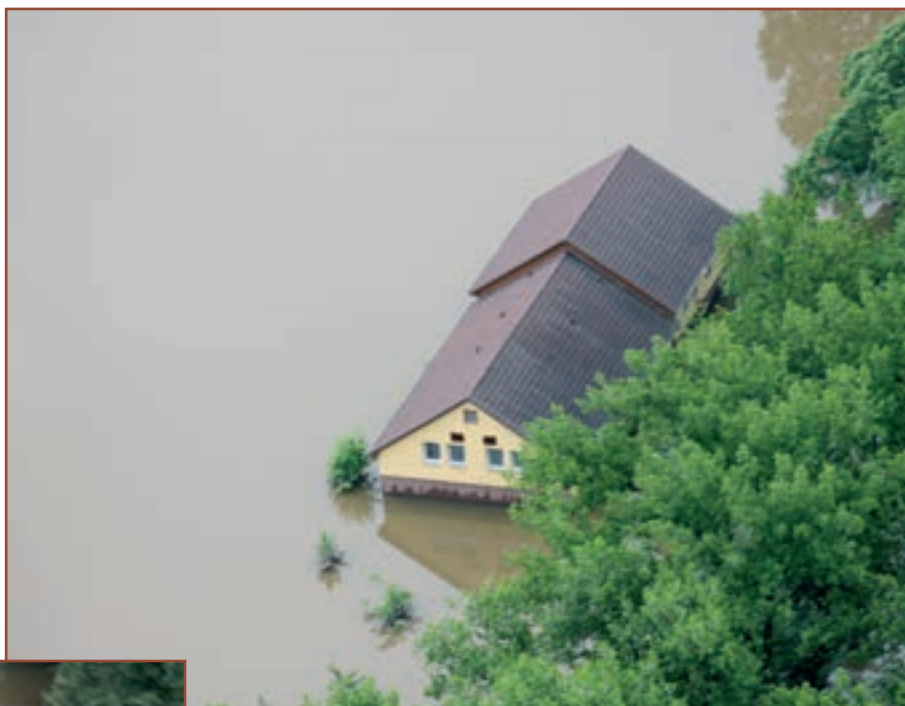
Velká voda na začátku června zasáhla celkem 44 objektů na kanalizaci provozovaných společností Středočeské vodárny, a. s. (SVAS).

Zcela zaplaveny byly ČOV Hostín, Kralupy nad Vltavou, Horní Počaply, Kozárovice, Libiš, Obříství, Vraňany. V důsledku povodní bylo zaplaveno částečně či zcela 12 čistíren odpadních vod (ČOV), 30 přečerpávacích stanic (PSOV) a 2 podtlakové stanice (PTS). Objekty, které byly zasaženy povodní, se díky úsilí zaměstnanců Středočeských vodáren postupně uváděly do provozu. Nejdůležitější čistírny, které společnost provozuje, v Kralupech nad Vltavou a Mělníce, a významná přečerpávací stanice v Neratovicích obnovily svoji činnost co nejdříve.

Nejvíce poškozeny povodní byly ČOV Horní Počaply a Kozárovice.



Nahoře: ČOV Tuhaň  
Dole: ČOV Obříství



ČOV Kozárovice před a po opadnutí vody



Nahoře: ČOV Mělník  
Dole: PSOV Rybáře Mělník (utopený Antoníček u lampy vlevo)



### Pražské vodovody a kanalizace, a. s.

Ničivá povodeň se nevyhnula ani Praze. Hlavní město však chránila protipovodňová opatření, která se od roku 2002 postupně dobudovala. Ta zabránila místnímu rozlivu vody. Letošní povodeň měla ale výrazně rychlejší nástup a přidaly se vydatné dlouhotrvající srážky. To vše mělo vliv na malé vodní toky v Praze, jako je Botič a Rokytky, které pak zaplavily některé části Prahy. Došlo také k výraznému přetížení vnitřního stokového systému srážkovou a balastní vodou, kdy stokový systém nebyl ohrožen pouze zpětným vzduším Vltavy, ale právě těmito srážkovými vodami.

Ve Vltavě se postupně zvyšoval průtok a kulminace nastala 4. června, kdy byla hladina Vltavy 545 cm a průtok 3 210 m<sup>3</sup>/s.

Hlavní činnost spočívala v ochraně stokové sítě před vzduším Vltavy a dalšími menšími toky.

V některých místech přivalové srážky lokálně přetížily kanalizační síť, která byla dočasně v tlakovém režimu. Na Zbraslavi došlo k poškození hradidlové komory a dále se na Zbraslavi v ulici Hluboké zbrtlila dešťová výpust o průměru 600 mm. Další škody stokové sítě zjišťují pracovníci PVK pomocí kamerového a georadarového průzkumu – je třeba prověřit 32 km stok.



Zbraslav HK MČS U loděnice před vystřelením tlakového poklopu montážního otvoru



Dole: Zaplavený Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. M. v Praze-Podbabě, v pozadí ÚČOV



Výpust z kmenové stoky A před nátokovou komorou shybky Čechův most – kontrola funkce zpětné klapky



Pokus o otevření shybky E v ZOO po poklesu Vltavy (bylo to možné až den poté)

Povodně se dotkla i úpraven vody a průmyslového vodovodu. V Podolí byl zatopen jímací objekt na Veslařském ostrově. Suterénní prostor čerpací stanice průmyslového vodovodu v Libni byl úplně zatopen s kompletní strojní technologií. Během povodní PVK v Praze zajišťovaly plynulou dodávku kvalitní pitné vody. I když úprava vody Káraný musela uzavřít studně – jímací řady sojovické, kochánecké, benátský a pak i Zahradky, pracovala stále na výkon 1 000 l/s. Úprava vody Želivka pracovala na výkon 2 500 l/s. Intenzivní deště navýšily přítok do nádrže Švihov, ale kvalita odebírané vody nebyla zhoršena. Od 2. června bylo preventivně zvýšeno chlorování pitné vody na obou úpravárnách.

Na vodovodní síti došlo k zaplavení všech shybkových objektů, které byly preventivně odstaveny od přívodu elektrické energie. Šlo o objekty na březích Vltavy a Berounky.

Během povodní nedošlo k zaplavení vlastního areálu Ústřední čistírny odpadních vod. ÚČOV byla po celou dobu v provozu, avšak po určité době byly uzavřeny všechny přítoky odpadních vod z kmenových stok. Poslední přítok byl uzavřen odpoledne 3. června. ÚČOV nadále čistila průsakovou vodu v objemu 2 m<sup>3</sup>/s a fungovalo kalové a energetické hospodářství. Otevírání přítoků na ÚČOV bylo zahájeno už 4. června (shybky BD) a 9. června byl otevřen poslední přítok ze shybky E a ÚČOV čistila všechny odpadní vody. 12. června byl obnoven vývoz odpadu z čistírny.

Povodeň se přímo dotkla i dvou pobočných čistíren odpadních vod (PČOV) v Uhřetěšské-Dubeč a Kolovratech, kde došlo k částečnému či úplnému vyplavení biologických linek. Havárie byla vyhlášena celkem na 12 PČOV. V důsledku povodně bylo zatopeno i 31 čerpacích stanic odpadních vod. Pražským vodovodům a kanalizacím se v drtivé většině podařilo následky povodní již odstranit.





Nahoře a dole: ČOV Ústí nad Labem-Neštětice

### Severočeské vodovody a kanalizace, a. s.

Celkem bylo povodněmi zasaženo a vyřazeno z provozu 129 objektů a zařízení. Jednalo se především o ČOV a ČSOV (čerpací stanice odpadních vod), ale také ÚV (úpravny vody) a zdroje vody.

Největší podíl škod byl na největších čistírnách odpadních vod podél toku Labe, zejména na ČOV Litoměřice, ČOV Roudnice, ČOV Neštětice (Ústí nad Labem), ČOV Děčín, a to i přesto, že byly tyto škody výrazně redukovány demontáží klíčových zařízení před jejich zaplavením.

Velké škody jsou i na ČSOV zejména z pohledu počtu zasažených.

Z úpraven vod byla nejvíce zasažena ÚV Žernoseky jako důležitý zdroj vody pro Ústí nad Labem a Lovosice, a také ÚV Sebusín.

Po kulminaci a opadnutí vody byla po několika dnech nejprve přednostně zprovozněna ÚV Žernoseky a postupně byl obnovován provoz na menších ČOV a ČSOV. Zhruba po 2–3 týdnech byly uvedeny do provozu všechny velké čistírny podél Labe, ÚV Sebusín a další postižené menší zdroje pitné vody. Začátkem července ještě zbývalo zprovoznit cca 20 ČSOV a menších ČOV. V oblasti pitné vody bylo již vše plně v provozu.

Velice se při červnových povodních osvědčily zkušenosti a přijatá opatření z povodní roku 2002. Zkušenost letošních povodní povede pouze k upřesnění některých opatření a postupů při prevenci.



Nahoře a dole: ČOV Litoměřice



ČOV Ústí nad Labem-Neštětice





#### Královéhradecká provozní, a. s.

Po dobu trvání povodně nebylo zásobování obyvatelstva pitnou vodou přerušeno. Z preventivních důvodů byl odstaven jeden vrt pro ÚV Nový Bydžov, který byl v teoretickém dosahu povodně. Výpadek cca 4 l/s byl nahrazen zvýšenou dodávkou vody z Hradce Králové.

Z důvodu zaplavení byla odstavena čerpací stanice Ohnišťany, která dodává vodu pro obce Ohnišťany, Staré Smrkovice a Nevratice. Tyto obce byly přepojeny na zásobování vodou z tlakového pásma Nový Bydžov. Tímto opatřením byla zajištěna dodávka vody do lokality, nicméně za nižších tlakových poměrů. Na zaplavené čerpací stanici byla narušena stabilita stožáru s trafostanicí a porušena těsnost akumulací jímky pitné vody.

Odkanalizování a čištění odpadních vod: nejvíce zasaženou oblastí bylo město Nový Bydžov. Zde se jednalo o historicky nejničivější povodeň. S nástupem povodně byla uvedena do provozu povodňová čerpací stanice na ČOV Nový Bydžov. Postupně docházelo ke vzdouvání vody v kanalizaci. I přes využití veškeré čerpací techniky se nepodařilo přečerpávat přítékající vody. Následně byly odstaveny kanalizační čerpací stanice. V dalších hodinách povodeň způsobila zaplavení některých ulic až do výšky 1 metru. Došlo k zaplavení 3 kanalizačních čerpacích stanic, částečnému zaplavení některých budov na ČOV a totálnímu zanesení kanalizace sedimentem. Po celou dobu povodně pracovala na plný výkon povodňová přečerpávací stanice na ČOV Nový Bydžov, která byla provozována až do úplného odčerpání vody z města.

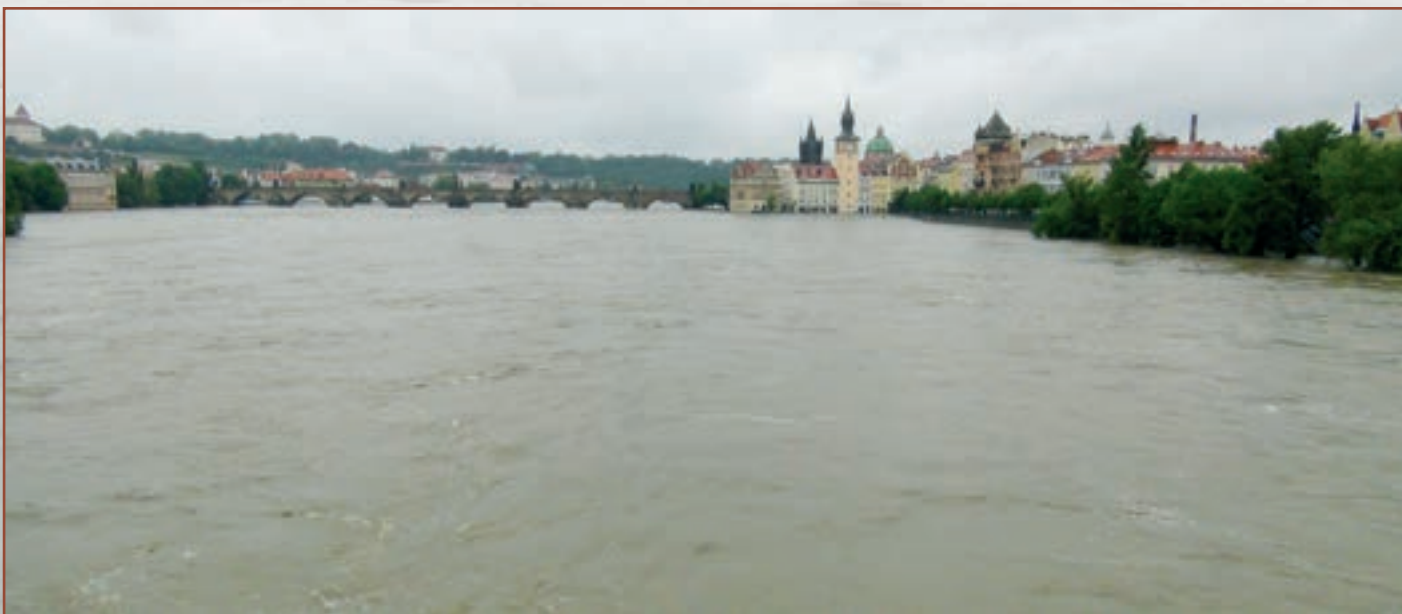
V Chlumci nad Cidlinou nebyly dopady povodně tak dramatické jako v Novém Bydžově. I v Chlumci však došlo k celkovému zaplavení kanalizace a nutnosti přečerpávat vody povodňovými čerpadly. Podobně jako v Novém Bydžově došlo k plošným splachům zeminy z okolních polí, která z velké části sedimentovala v kanalizaci.

Všechny zaplavené či postižené objekty se podařilo nejdéle do cca 5 dnů znovuzprovoznit.



Čtyřikrát povodeň v Novém Bydžově

Praha – rozvodněná Vltava před Karlovým mostem a Novotného lávkou





The Czech Water Association

## CzWA Vás zve na 10. bienální konferenci VODA 2013

CzWA sdružuje odborníky, společnosti a instituce s hlavním cílem dosažení efektivního a udržitelného rozvoje v celé oblasti vodního hospodářství a ochrany vodního prostředí. Je národním členem EWA (European Water Association) a IWA (International Water Association) a spolupracuje s řadou národních asociací. CzWA vznikla v r. 2009 transformací Asociace čistírenských expertů České republiky (AČE ČR) založené v r. 1992.

Předmětem činnosti CzWA je zejména:

- výměna poznatků a zkušeností a odborná výchova vlastních členů i odborníků nečlenů,
- přenos odborných poznatků ze zahraničí do ČR,
- organizace odborných akcí a vydávání publikací,

- spolupráce s orgány veřejné a státní správy a účast na normotvorné a metodické činnosti a přípravě nové legislativy
- reprezentace členů CzWA v českých a zahraničních sdruženích obdobného zaměření,
- poskytování expertních, poradenských a konzultačních služeb.

Jana Šmídková  
sekretariát CzWA  
Asociace pro vodu ČR  
Masná 5  
602 00 Brno

tel.: +420 543 235 303  
fax: +420 543 255 020  
GSM: 420 737 508 640  
e-mail: czwa@czwa.cz  
http://www.czwa.cz

(komerční článek)

# VODA

2013

## konference zaměřená na problematiku vody v celé její komplexnosti

### 18. – 20. září 2013

10. bienální konference a výstava VODA 2013  
Kongresové centrum Lázeňská Kolonáda, Poděbrady

## Přihlášky s programem jsou ke stažení na [www.czwa.cz](http://www.czwa.cz)

Odborný garant, informace, přihlášky:  
Asociace pro vodu ČR, Masná 189/5, 602 00 Brno  
Kontakt: Jana Šmídková, tel. 543 235 303, 737 508 640  
email: czwa@czwa.cz



**VAE CONTROLS**  
Nám. J. Gagarina 233/1, 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 úpraven a čistíren
  - dodávky měření a regulace, silnoproudu
  - rádiové přenosy ...

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



## DORG, spol. s r. o.

U zahradnictví 123, Česká Ves  
Tel./Fax: 584 401 066, 584 411 203

- ➔ Potrubí z tvárné litiny s polyuretanovou ochranou švýcarské firmy *von Roll*
- ➔ Rekonstrukce sítí bezvýkopovými technologiemi (berstlining, relining), protlaky

## Nový vodoměr – kompaktní, jednoduchý, vysoce přesný

Dánský výrobce Kamstrup A/S, představuje nový vodoměr flowIQ™ 3100. Inovativní typ nabízí zajímavé technické řešení, které vhodně kombinuje inteligentní vlastnosti kompaktního vodoměru MULTICAL® 21 a velkou mechanickou odolnost vodoměru MULTICAL® 62. Správné sladění těchto vlastností nabízí užitnou hodnotu, ve které se kombinuje kompaktnost a jednoduchost, s vysokou přesností.



Výrobce opět nabízí své tradiční řešení, tedy ultrazvukový princip měření, výborné dílenské zpracování a zabudovaný komunikační modul. Konstrukce je velmi odolná, průtoková část je z kvalitní mosazi anebo nerezové oceli. Marně bychom ale hledali jakýkoli mechanický díl. Měření je bezkontaktní a velmi přesné. Provedení navíc nabídne malou tlakovou ztrátu. Problémem není ani opakované přetížení, nízké nebo vysoké průtoky nebo jejich dynamika.

Inteligentní elektronika a napájecí baterie, jsou bezpečně uloženy v těle kompaktu, v hermeticky uzavřené části. Provedení displeje je přehledné a dobře čitelné, chráněné silným odolným sklem. Vodoměr je opět vyroben z materiálů, které jsou ohleduplné k životnímu prostředí.

Vodoměr je určen pro nominální průtoky studené vody 4; 6,3; 10 a 16 m<sup>3</sup>/hod. Může být instalován v jakékoli poloze, vertikální, horizontální nebo diagonální, a to bez snížení třídy přesnosti. Datový registr

ukládá 460 denních a 36 měsíčních hodnot a dále stavová hlášení. Systém bezpečně registruje pokusy o neoprávněnou manipulaci a odečet naměřené spotřeby. Umožní detekovat i malé netěsnosti anebo poruchy systému. Měřená data vodoměr vysílá v šifrovaném protokolu. Celý systém je napájen z jediné baterie, které zajistí jeho provoz po dobu až 16 let.

Kromě této komunikace je možné instalovat optický adaptér pro konverzi měřených dat na impulzní výstupy. Snadno tak lze připojit vodoměr do stávající infrastruktury.

Výrobce nabízí i zajímavá řešení pro dálkové odečty, od jednoduchého USB systému až propojení ve vlastní rádiové síti. On-line monitoring navíc pomůže snížit možné ztráty až o několik desítek procent.

Pro více informací kontaktujte autorizované zastoupení výrobce pro Českou republiku, společnost Kamstrup A/S – organizační složka.

Peter Bartoš  
Country Manager  
Kamstrup A/S – organizační složka  
Na Pankráci 1062/58, 140 00 Praha 4  
tel.: 296 804 954  
e-mail: info@kamstrup.cz  
www.kamstrup.cz

(komerční článek)

## SNADNÉ DÁLKOVÉ ODEČÍTÁNÍ! ... řešení, které Vám zajistí rychlou návratnost



- **flowIQ™** ultrazvukový vodoměr
- přesné měření i při malých průtocích
- neovlivnitelný
- odolný proti nelegální manipulaci
- minimální nároky na údržbu
- zanedbatelná tlaková ztráta
- bez mechanických částí
- velmi odolná konstrukce
- integrovaný rádiový modul
- životnost baterie 16 let





## Vodárenské věže

### 5. část (závěrečná): Průmysl, dráha a další zajímavosti

Robert Kořínek, Jiří Polák

V předchozích dílech vyprávění o historii vodárenských věží na našem území jsme se převážně bavili o stavbách, které sloužily k zásobování obyvatelstva pitnou vodou v rámci obecních a městských vodovodů. Potřeba dostatečného množství vody však byla také řešena v průmyslu a pochopitelně v železniční dopravě, když se ještě po tratích proháněly parní lokomotivy. Tyto dvě rozsáhlé oblasti budou hlavním námětem páteho a zároveň posledního dílu. Úplným závěrem se pak zmíníme o některých zvláštních typech vodárenských věží a jejich nečekaných osudech.

#### Vodárenské věže v průmyslu

Průmyslových odvětví, v nichž bylo vždy zapotřebí dostatečného množství vody, je celá řada. Pro příklad uveďme strojírný, sklárny, textilní fabriky, cukrovary, pivovary, keramické závody, jatka, doly, úpravní nerostných surovin a mnohé další. Rozdílné bylo také užití samotné vody – jednalo se o vody technologické, o vody pitné či užitkové pro potřeby zaměstnanců a ve velké míře také o vody hasební. To platilo zejména pro výrobní areály s vysokým rizikem vzniku požáru a jeho okamžitého rozšíření (např. textilní podniky).

V první polovině 19. století se technici a konstruktéři začali zabývat otázkou, jak účinně a rychle zajistit uhašení požáru. Systémů bylo vynalezeno několik a nejčastěji hovoříme o tzv. sprinklerové zařízení. Jeho princip spočíval v tom, že po potřebných prostorách bylo rozvedeno potrubí se samočinnými hlaviciemi (ventily). Každá hlavice obsahovala skleněnou ampuli naplněnou kapalinou s vysokou roztažností. Ta se při určité teplotě způsobené požárem roztrhla, aktivovala rozstříkovací hlavici přímo v místě vzniklého požáru, a tak byl zásah zahájen v minimálně krátkém časovém rozsahu. Vodu do těchto systémů dodávaly právě vodní nádrže ve věžích nebo ve vyšších místech okolních staveb.

Průmyslové vodárenské věže stávaly samostatně, častěji však byly součástí členitých, vzájemně propojených komplexů budov a ve

velké míře byly vodní reservoáry (zejména ty hasební) umísťovány do věžiček-nástavb jen nenápadně vyčnívajících nad okolní zástavbu. Nově budované průmyslové areály byly v minulosti velkou výzvou pro významné architektky a stavitele a nikoho tak nepřekvapí, že i vodárenské věže v podnicích byly velice zdobné, elegantní a mnohdy svým vzhledem původní účel ani nepřiznávaly. V druhé polovině 20. století se začaly budovat standardizované montované vodojemy ocelové a železobetonové. Samotnou kapitolou průmyslových vodojemů byly vodojemy umístěné na komínech, čili komínové vodojemy (bližší pojednání viz Sovak 9/2012).

Věžový vodojem ležící v parčíku nad areálem bývalého podniku Perla, n. p., v **České Třebové** je zcela v dezolátním stavu. Město plánuje na místě bývalé fabriky vybudovat Centrum obchodu a služeb, a tak je budoucnost vodojemu nejistá. Je docela možné, že v době vydání tohoto článku již vodojem z roku 1895 neexistuje. Tehdejší stavby v textilním areálu, včetně věžového vodojemu, projektoval náhodský stavitel František Plesnivý. Samotný objekt zdobně vyvedeného vodojemu je čtvercového půdorysu, z jižní strany je k vodojemu připojen nízký přístavek. Uvnitř stavby jsou zbytky vodovodních potrubí, ovládacích armatur a elektroinstalace.

Svou třetí prádelnu vybuvoval Friedrich Mattausch ve **Františkově nad Ploučnicí** v letech 1862–1864. Štíhlý věžový vodojem se sp-

rinklerovým hasebním zařízením z roku 1911 vyprojektovala a také postavila firma Pittel – Brausewetter. Výška věže je 19 m, objem reservoáru 45 m<sup>3</sup>. Úzký šestiboký dřík vodojemu tvoří betonové nosné sloupy a výplň z režného zdiva. Ve dříku jsou úzká osvětlovací okna, plášť reservoáru je opticky členěn na dvanáctiboký válec, kuželovitou střechu zakončuje větrací a osvětlovací lucerna s hromosvodem. Středem reservoáru vede průlezový otvor s žebříkem. Výroba zde byla ukončena roku 1955, objekty pak využívala firma Benar, n. p., jako centrální sklady.

Technický skvost v podobě pneumatické zauhlovací věže s nádrží na vodu najdeme v libereckých **Vratislavicích nad Nisou**. Historie esteticky řešené věže sahá do období první světové války, kdy ji vystavěli italsí váleční zajatci. Byla vybudována v souvislosti s parní elektrárnou, která podniku dodávala energii. Projekt vypracoval vídeňský architekt profesor Leopold Bauer. Zděná věž o výšce 65 m má tři nadzemní podlaží, jedno podlaží podzemní a vyhlídkovou terasu. V přízemí objektu byla strojovna, ve střední části se nacházely dva zásobníky na uhlí a v horní části najdeme reservoár z nýtovaných plechů. Vodu čerpali z podzemních nádrží přivaděčem z rybníků v prosečském Pekle. Sloužila pro technické účely, např. pohon parní turbíny. V roce 1970 se v podniku začalo topit mazutem a zauhlovací věž ztratila svůj původní technický význam.



Česká Třebová



Vratislavice nad Nisou



Chlumčany

Opticky je věž rozdělena na čtyři části, směrem nahoru se postupně zužuje.

Za zmínku stojí věž areálu přádelny Johann Priebsch Erben v **Dolní Smržovce** z let 1895–1896. Pravděpodobným architektem celé fabriky byl stavitel Carl Daut z Jablonce. Dominantní věž s hlavním monumentálním schodištěm měla v nejvyšší části nádrž na hasící vodu. Stavba působí reprezentativním dojmem a jistě by neudělala ostudu žádnému městu jako radniční věž. Podobně na nás bude působit schodišťová věž zakončená opět prostorem s nádrží v areálu bývalé přádelny bavlny Johann Liebig & Co. ve **Velkých Hamrech** z počátku 20. století. Na této věži nás zase zaujmou hodiny. A jako ukázkou drobně vyčnívajících „hasebních“ věžiček si uveďme areál tkalcovny bavlny ve **Svitavách** na ulici Wolkerova alej. V letech 2005–2008 byla budova přestavěna na multifunkční centrum, dnešní Fabrika Svitavy.

Nyní se přesuneme na **Ostravsko**. Zde, v areálu Vítkovických železáren, se v minulosti nacházela řada pozoruhodných věžových vodojemů. Tak například v válcovny pancéřových plechů v Hulvákách stávaly hned tři. Ten první, s objemem 24 m<sup>3</sup>, byl postaven v roce 1910 a podle archivních údajů stál pouhé tři roky, kdy zde vyrostl vodojem podobný, ovšem s nádrží o kapacitě 110 m<sup>3</sup>. V roce 1920 se pak začal stavět vodojem, který patří k nejmohutnějším stavbám tohoto typu vůbec v historii České republiky. Jeho výška byla 34 m, objem nádrže neskutečných 1 600 m<sup>3</sup> a voda z něj v uzavřeném cyklu sloužila ke chlazení válcovacích stolic. Dno nádrže neslo 18 ocelových sloupů, průměr nádrže měřil 17,5 m. Za zmínku stojí i ocelový vodojem amerického typu z roku 1928, který stával u roury nedaleko dnešní Dolní oblasti. Objekt musel být, bohužel, v roce 1975 odstraněn odstřelem z důvodů plánovaného rozšíření Místecké ulice. Neznámo kdy zanikl dvojitý vodojem u Žofínské huti, který nesl dvě nádrže umístěné nad sebou. Rovněž neobvyklou konstrukci měl věžový vodojem stojící v minulosti u ústředny energetiky č. IV.

Zdejší kraj ještě neopustíme a podíváme se na věžové vodojemy v areálech černouhelných dolů. Důl Pokrok, dříve Habsburk, byl založen v roce 1912 a těžbu zde zahájili rok následující. Objekt zdejšího věžového vodojemu umístěného v západní části těžebního areálu, který v mnohém připomínal věžový vodojem v Břeclavi na Sovadinově ulici, byl realizován na základě návrhu autora celkové koncepce areálu architekta O. Schwera v roce 1912. Postaven byl firmou Betonbau – Unternehmung N. Rella & Neffe z Moravské Ostravy. Vodojem byl navržen jako rezerva vody v období sucha a zároveň byl propojen vodovodním potrubím s podzemním zásobníkem a plnil funkci zajišťující dostatečný tlak pitné vody pro vzdálená odběrná místa. Dnes již neexistuje. Přizemní stavby a dřík byly realizovány jako nepravidelný osmiúhelník do čtverce, plášť nádrže byl válcovitý a objekt byl zakončen kuželovou střešní konstrukcí, která byla ve vrcholu zdobená makovicí.

Těžařstvo bratří Guttmanů založilo v roce 1905 v **Dolní Suché** nový důl, který na počest mocnáře dostal název Kaizer Franz Joseph Schacht (později Důl Suchá a Důl Dukla). V jeho areálu stával ocelový vodojem připomínající svým vzhledem dnešní montované vodojemy Aknaglobus. Ze spodní zděné jednopatrové části s velkými okny a se vstupem vycházel dřík vodojemu a ocelová podpěrná konstrukce. Dřikem vedlo točité schodiště a potrubí. Ve dřiku byla malá osvětlovací okna, plášť reservoáru s dalšími malými osvětlovacími okny byl ve spodní části válcový a plynu přecházel v kulatou bahn. Vrcholek bahně zakončovala osvětlovací a větrací lucerna.

K **děčínské** továrně na tukové výrobky v části Křešice, původně s názvem W. Weinmann, náležel věžový vodojem ležící přibližně 350 m východním směrem. Svou polohou tak spíše svádí k myšlence, že se původně jednalo o vodojem obecní. Byl postaven v roce 1922 a společně s podzemní jímkou z téže doby sloužil jako záložní zdroj vody pro továrnu. Stavitelem vodojemu byl podmokelský stavitel Robert Tschakert. Válcová nádrž je nesena na čtyřech železobetonových čtvercových sloupech, stavbě dominuje vysoká lucerna.

Pivovarské vodojemy v Heřmanově Huti a v Plzni jsme si již představili v předchozích dílech. Tematicky stejné objekty najdeme také v **Žatci**, což je pochopitelně město pivo zaslíbené. Exportní pivovar Antona Drehera byl vybudován na pozemku mezi řekou Ohří, tratí Plzeňsko-březenké dráhy a silnicí do Chomutova. Areál, na jehož projektu a stavbě se podíleli žatečtí architekti a stavitelé Alois Daut, Johann Salomon a Josef Petrovský, sestává ze dvou sladoven se dvěma hvozdy, z budovy varny s věžovým vodojemem, kotelnou a strojovnou a ležáckými sklepy s lednicí a stáčírnou. Vodu získával pivovar z řeky Ohře. Vzhled šestipatrového věžového vodojemu obdélníkového půdorysu odkazuje na německou architekturu v Podkrušnohoří. Fasády vodojemu



Ostrava-Hulváky

jsou zděné z červených cihel s detaily z pískovce, sokly a armoaná nároží ze žulových kvádrů nebo tmavošedého žnělce. Prostor, kde byly umístěny dva reservoáry (horní větší o objemu 70 m<sup>3</sup>, pod ním menší o objemu 45 m<sup>3</sup>), je tvořen kombinací hrázdného zdiva s vyřezávanými vazníky ve štítě. Střecha objektu je strmá, valbová. Věžičku s cimbuřím a vodojemem najdeme také v areálu Žateckého pivovaru na Žižkově náměstí.

Vodní věže měly rovněž mlýny, cukrovary, sodovárny nebo jateční podniky. Za bližší zmínku stojí komolá dvoupatrová věž s výparníky a nádržemi na horkou a studenou vodu v **Kraslicích**. Masivní stavba vysoká 25 m v sobě kombinuje hladké omítky se žlutým nádechem a detaily z neomítaného cihelného zdiva. Celý jateční areál prochází postupnou velice citlivou rekonstrukcí pod dohledem současného majitele. V areálu bylo rovněž zrenovováno dochované zařízení strojovny – ledovací stroj, elektrická rozvodna, motor a pístový kompresor. Projekt kraslických městských jatek vytvořil v dubnu roku 1903 Anton Möller, budovy provedl místní stavitel Anton Gerstner.

Kaskáda, postavená firmou Pittel & Brausewetter na řece Kamenici mezi Horní Smržovkou a Plavy, pohání podzemními přivaděči pět továrních zařízení. Elektrárna Tanvaldské přádelny je však situována samostatně, přibližně kilometr jižně od závodu v místní části **Popelnici**. Tlakové potrubí ústí do dvouplášťové válcovité vyrovnávací věže, jejíž jádro tvoří betonová nádrž s obíhajícím zděným pláštěm se schodištěm na ochoz. Ve vnějším plášti střední části věže jsou tři drobná osvětlovací okna. V rozšířené části pod střechou jsou pravidelně rozmístěna čtyři osvětlovací dvojokna. Věž je zakončena tvarovanou helmicí se šindelovou krytinou, ve střední části střechy je po obvodu větrací vikýř. Vrchol střechy zdobí korouhev s písmeny TB SF a letopočtem 1913.

Malebná vodárenská věž kruhového půdorysu se tyčí nad **chlumčanskou** keramičkou. Po obvodu pláště nádrže nás zaujme řada výrazných oken, romanticky tvarovaná střecha s vikýři je zakončena vysokou lucernou. Vodárenské věže má rovněž na svědomí architekt Bohumil Hypšman (do roku 1945 se jmenoval Hübschmann). Jeho kubistický 38 m vysoký vodojem z konce 20. let 20. století najdeme v prostorách firmy Borsodchem v **Ostravě**. Vodojem byl vyprojektován se dvěma nádržemi. Nižší položená nádrž o objemu přibližně 230 m<sup>3</sup> sloužila pro užit-





Ostrava – Montánní dráha

kovou vodu, výše položená pak pro vodu pitnou (objem cca 38 m<sup>3</sup>). Vodojem byl v roce 1997 odstaven, vnitřní rozvody byly demontovány a od té doby není v provozu. S motivy prolamování, tak typické pro Hypšmana, jsme se také mohli setkat u identického vodojemu dnes již neexistující elektrárny v Komořanech – Ervěnicích.

V těsné blízkosti zmíněného areálu Borsodchem se nachází odstavený provoz koksovny Šverma. I zde stojí zajímavý vodojem, dřívě sloužící potřebám místní elektrárny. S expresivním, netypicky trojitě odstupňovaným ukončením věže, vnáší určité napětí do kompozice nízkých trojúhelníkových štítů, lunetových oken a celkového neoklasicistního pojetí areálu.

Přehledku průmyslových věžových vodojemů zakončíme v Pardubicích, v Praze a v Mladé Boleslavi. Uprostřed areálu **pardubického** podniku Semtín stojí utajená a krásná vodárenská věž postavená v roce 1923 firmou Skorovský podle návrhu prof. Ing. Stanislava Bechyně, DrSc. Její objem je 650 m<sup>3</sup> a je stále v provozu. Válcový plášť s reservoárem nese šestice sloupů, jejichž středem vede úzký dřívě a kolem dřívě točité venkovní schodiště. Z roku 1933 pocházel záběhlický „američan“ z areálu firmy Michelin. Sedmipodlažní a 35 m vysoký železo-



Kópídno

betonový skelet s ochozem nesl válcovou plechovou nádrž o obsahu 100 m<sup>3</sup>. V roce 1989 musel ustoupit stavbě rychlostní komunikace. Zbořen byl rovněž vodojem **michelských** plynáren, který tvořil volný pětipodlažní železobetonový skelet s osmi podpůrnými vzájemně propojenými sloupy a válcový reservoár. Ten byl snesen v roce 1975. Posledním vodojemem, který zmíníme, je vodojem průmyslového vodojemu v **Mladé Boleslavi**. Jde o stavbu železobetonové rámové konstrukce s patkovými základy a objemem nádrže 970 m<sup>3</sup>. Není typicky věžový, ale je nepřehlédnutelný.

#### Drážní vodárny

Počátek parostrojních železnic na našem území spadá do poloviny 19. století. Potřebu rychlé přepravy větších objemů surovin a zboží přestala uspokojovat dosavadní převážně provoznická doprava. Provoz na první parní železnici u nás zahájil příjezd vlaku taženého parní lokomotivou na trase z Vídně přes Břeclav do Brna dne 7. července 1839. Dráha zde nekončila, výstavba pokračovala směrem přes Uherské Hradiště do Přerova. Dne 15. srpna 1842 dorazila dráha do Lipníku a odtud po finančních problémech dále do uhelné pánve v Ostravě

(1. května 1847) a následně přes Bohumín do Polska. Z Přerova vybudovali spojkou do Olomouce v roce 1841 a zanedlouho následovalo propojení Olomouce a Prahy.

Provozování parostrojní železnice vyžadovalo zajištění kvalitního paliva a vody. Vodu do kotlů parních lokomotiv bylo nutno doplňovat v pravidelných intervalech v závislosti na zátěži a sklonových poměrech na trati. Potřeba konstantního přísunu vody úzce souvisela s výstavbou drážních věžových vodojemů. Ta probíhala současně s budováním jednotlivých drah a provozních objektů na nádražích. Znamená to, že datum jejich výstavby se shoduje s datem zahájení provozu jednotlivých tratí. V některých stanicích byly vodojemy dostavěny krátce po zahájení provozu, když se ukázalo, že zásoba vody na lokomotivě není spolehlivě dostatečná na dojezd k nejbližší nácestné vodárně. Zhruba 80 % z dochovaných drážních věžových vodojemů na našem území pochází z doby výstavby jednotlivých tratí, přibližně do roku 1890. Vodojemy projektované a realizované v pozdějších letech si vynutil zvýšený počet nasazovaných parních lokomotiv, výkonnější lokomotivy a vyšší budovy v depech napojených na zdroj užitkové vody.

Historické stavby drážních vodojemů projektovali známí architekti, například Antonín Jüngling, Karl Schlimp, Ing. Ast a další, jejichž podpisy se nacházejí na většině normálových výkresů.

Stavební dokumentaci vydávalo Rakouské ministerstvo železnic, respektive odbory stavebních ředitelů jednotlivých drah. Jednalo se o výkresy (listy normálií) ve třech základních podskupinách – typový list s názvem dráhy a realizované stavby, list s názvem dráhy a konkrétní tratové linie a speciální plány s názvem dráhy vázané ke stavbě jediné solitérní vodárny většinou na základě požadavku zadavatele stavby (např. vodárna Montánní dráhy v **Ostravě** z roku 1911).

Stavební sloh typizovaných drážních vodáren je obecně klasicistní, v počátcích byl k vidění také empír. Samotná realizace drážních vodárenských věží ve stanicích nabízela tři základní modely:

- samostatně stojící věž, obvykle jednopatrová, místně i dvoupatrová, půdorys pravidelný čtyřstěn, obdélník, osmiúhelník, v základním provedení s jednou nádrží. Věže s více nádržemi pak vznikaly spojováním věží základních,



Borohrádek

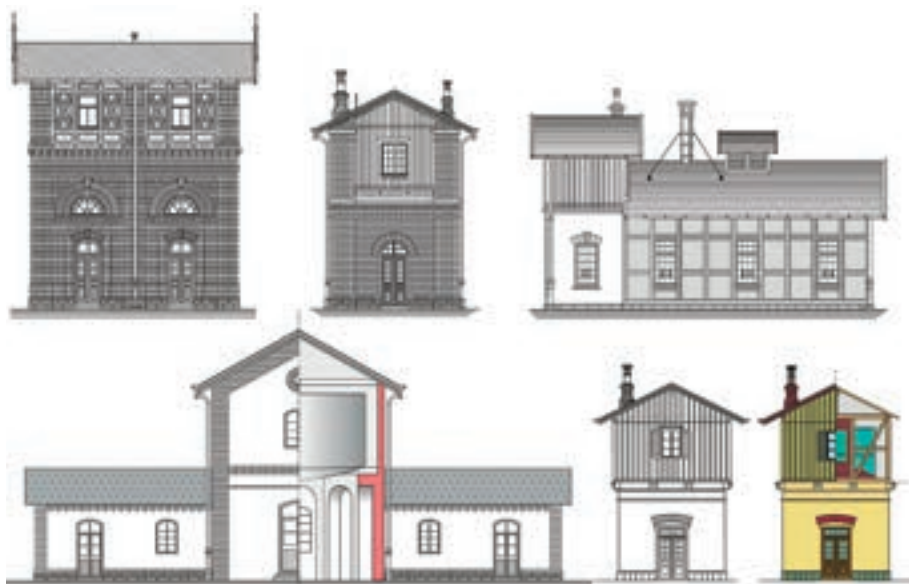


Ostroměř

- věž s jednou i více nádržemi s bočními přístavbami,
- věže vestavěné do objektů malých výtopen a železničních dep.

Věže bez křídlových přístaveb, jedno až dvoupatrové, sestávaly z přízemní části vždy plně vyzděné (např. **Kopidlno**). Z půdorysu vybíhaly do výše přízemní části, zhruba 5 m vysoké čtyři čtvercové nosné sloupy zakončené horní korunou zdi. Čtvercové sloupy nesly ocelový nýtovaný rám s nádrží. Vedle rámu reservoáru se nacházela pozednice ukotvená kovanými sponami do obvodových zdí a vytvářela základ hrázděné konstrukce podkrovní části. Tato konstrukce byla vyzděna cihlami na maltu, část prvního patra nesla konstrukci krovu se sedlovou, v případě zdvojené věže valbovou střechou. Hrázděná zeď kolem nádrže byla obložena po celém obvodu vertikálními peřejkami s překryvnými lištami a obloučkovým, nebo pilovým zdobením s kruhovými, nebo obdélníkovými ozdobnými otvory. Všechny dřevěné díly se impregnovaly volskou krví, později nahrazenou chemickou impregnací na bázi karbolu. Přízemní část disponovala dřevěnými dvoukřídlými dveřmi na straně kolejí a v obvodovém zdivu třemi dvoukřídlými prosklenými okny. První patro disponovalo čtyřmi dřevěnými prosklenými okny s venkovními okenicemi dle typu stavby i zdvojenými. Fasáda věže byla opticky rozdělena kordonovou římsou po celém obvodu v místě stropu. Římsu podle období realizace a drážní příslušnosti zdobily nejčastěji vetknuté kamenné krakorce, čtyři rohové a po dvou v každé boční stěně. Prostor mezi krakorcí byl vyzděn cihlovými stupni ve třech řadách, alternativně se mohlo jednat o fabion, zubořez nebo zubové či obloučkové vlysy. Nepřiznané rohové sloupy zvýrazňovaly lizény, nárožní bosáž, vzácněji pilastry. Nadokenní a nade dveřní oblouky byly z přiznaných cihel, z kamene s klenákem i imitací ze štuky. Od osmdesátých let 19. století se stále častěji objevovalo režné zdivo někdy z estetických důvodů doplňované omítkami.

Stavebně nákladnější věže neměly ukončeny rohové sloupy v koruně přízemí. Pokračovaly přes první patro až do podkrovní, kde končily kamennou deskou, nesoucí konstrukci krovu. Středem dvou sloupů probíhal komínový sopouch. Původní vyzdívka prvního patra byla opět hrázděná s překrytím. Najdou se i věže stavěné dle speciálních plánů s přiznanou hrázděnou konstrukcí prvního patra, cihlová vyzdívka omítnuta šedou omítkou a trámy mírně vystouplé se zdobením. Konstrukce krovů a střechy byla stejná. Nad střechu vyčnívaly dva komíny a tenká roura odvodu páry z pojišťovacího ventilu parního kotle. Komíny se budovaly velmi zdobně a stavebně náročně, přechod ze čtyřstěnu do osmistěnu, koruny zdobené zubořezem a dalšími zdobnými prvky. Menší komín od kamen mívá i keramickou nástavbu. Některé celozděné věže se zděnou přístavbou obsahují v nitru přízemní části osm nosných sloupů uspořádaných do kruhu provázaných ve vrcholu oblouky, nesoucí kovovou nýtovanou nádrž s vyduťtým dnem (např. **Nové Město nad Metují, Týniště nad Orlicí**).



*Schéma doporučeného řazení drážních vodojemů*

Provozní podmínky ve stanicích přisoudily vybraným věžím přístavby, jejichž dispozice byla při pohledu od koleje nalevo, napravo, nebo symetricky. Stavební materiál přístaveb se volil dle funkčního využití – dřevěné pro uskladnění uhlí a dřeva nutného pro provoz vodárny, nebo jako hasičské skladiště (např. **Vápenná**). Zděné sloužily k ubytování strojníka vodárny a jeho rodiny (např. **Městec Králové**). Běžná kombinace byla jedna strana přístavby dřevěná, druhá zděná. Kuchyně bytu strojníka bývala vybavená kachlovými kuchyňskými kamny s pečicí troubou, někdy zde byl malý sklípek přístupný z kuchyně podlahovým vstupem překrytým padacím poklopem. Dále byt tvořily dva pokoje, jeden větší a druhý menší. Při příznivé dispozici pozemku se v blízkosti nacházela i malá zeleninová zahrádka s hospodářstvím. Barva omítky věží i přístaveb byla milánská žlutá, alternativně světle šedá, stavby z opracovaného kamene omítku neměly (např. **Ostroměř**). Některé drážní vodárny vznikly jako přístavby u menších výtopen a železničních dep, s nimiž tvoří jeden celek (např. **Borohrádek, Ledečko**).

Z úsporných důvodů v raném stadiu výstavby výtopen nebyly budovány věžové vodojemy. Nahradily je vodní nádrže situované do zadní části výtopny v podkrovní prostoru (např. **Olomouc-Hodolany**). V počátcích výstavby našich železnic na dráze Přerov – Ostrava projektanti situovali vodní nádrže do nádražních budov (stanice **Hranice na Moravě, Suchdol, Ostrava-Svinov**). Malé nádrže však velmi brzo přestaly stačit provozním požadavkům na zajištění potřebného množství napájecí vody a po několika letech byly nahrazeny vodojemy věžovými.

Přízemní část vodárny disponovala standardním základním vybavením. Jednalo se o stojatý parní kotel pro výrobu páry k pohonu parního stroje obsluhujícího plunžrové vodní čerpadlo. Dále zde byla malá vodní cisterna k provozování parního kotle. Studna se nacházela buď přímo



*Ledečko*



*Městec Králové*



Čerčany

pod věží v podlaze, nebo v blízkosti věže v okruhu zhruba deseti metrů. Hloubka studen dosahovala až na výjimky do dvaceti metrů. Pokud průzkum prokázal skalnaté podloží, pramen ve velké hloubce, či nedostatek spodní vody, přiváděla se tato k vodárně ze vzdálené čerpací stanice napájené ze studny, potoka, řeky, případně rybníku za předpokladu stabilního průtoku a výšky vodní hladiny (např. **Bakov nad Jizerou, Plasy**). Součástí vybavení byla také velká litinová kamna pro vytápění prostoru strojovny, trubního systému a dna reservoáru při teplotách nižších než  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ve střední části podlahy byl odvodňovací kanál, stál zde pracovní stůl s lavicí na údržbu stroje a skříň na nářadí a náhradní díly. Reservoár měl obsah přibližně  $35\text{ m}^3$ , byl snýtovaný ze segmentových zakružovaných plechů nejčastěji s klenutým nýtovaným dnem. V nejnižším místě dna reservoáru se nacházelo šoupátko ovládané strojníkem pomocí řetězu a řetězového kola na šoupěti. V zadních rozích vodárny vedly k nádrži dvě roury, přepadová a vynášečí. Přepad mnohde řešili vývodem z nádrže v nadokenním prostoru prvního patra vodárenské věže. Toto jednoduché a často používané řešení mělo výhodu, že zapomětlivou obsluhu vzdálivší se od strojovny upozornilo mohutné pleskání vodního proudu o zem, že nádrž je již naplněna a může zastavit čerpadlo.

Základní orientaci o výšce vodní hladiny poskytoval stavoznak. Stavoznak sestával ze dvou hoblovaných desek natřených na černo s bílými číslicemi (nebo opačně) se střední mezerou. V mezeře se pohyboval ukazatel spojený s plovákem v nádrži přes soustavu kladek. Venkovní stavoznak po zavedení elektrického proudu osvětlovala v nočních hodinách žárovka, zajišťující snadnou informaci o stavu vody v nádrži pro strojníka i lokomotivní četů. Svě místo našel ve strojovně i na fasádě vodárny. Výstup na ochoz kolem nádrže zajišťoval žebřík, popřípadě dřevěné schodiště zakončené průlezem se sklápěcím poklopem.

Se zaváděním elektřiny do obcí a drážních budov postupně doslu-

hovala čerpadla poháněná parními stroji a byla nahrazována rotačními čerpadly s elektrickým pohonem. Nová zařízení pracovala v automatickém režimu a trvalá přítomnost obsluhy již nebyla potřebná. Systém pracoval na principu plováku, soustavy kladek a protizávaží. Vertikální pohyb plováku ovládal dva koncové spínače, které periodicky zapínaly a vypínaly elektrický pohon čerpadla. Některé vodárny přešly i na napájení z obecního vodovodu. Malá část vodáren používala parní čerpání až do sedmdesátých let dvacátého století, kdy byl definitivně ukončen parní provoz na českých drahách.

V posledních letech nadšenci zprovoznilí několik historických vodáren, některé i s tradičním parním pohonem (např. **Střekov, Skalice nad Svitavou**). Na výše popsaném principu automatického režimu dodnes například funguje vodárna na hlavním nádraží v Nymburku. Elektrické čerpadlo doplňuje vodu v nádrži a odtud je přiváděna do nedalekého vodního jeřábu, sloužícího k napájení parních lokomotiv při nostalgických jízdách. Další vodárny pak byly upraveny jako muzea (např. **Čerčany, Rosice nad Labem**). Celá řada historických drážních vodáren však prošla v minulosti necitlivými rekonstrukcemi, které setřely mnohé architektonické prvky či zcela popřely jejich původní funkci (např. Jihlava-město, Jičín, Opava).

Typizované stavby věžových vodojemů provázely i další rozvoj železnic u nás. Stejně věže čtyřbokého, resp. osmibokého půdorysu najdeme v **Chotěboři-Bílku**, v areálu bývalých Železničních strojírů a opraven **Česká Lípa** poblíž hlavního vlakového nádraží a jižně od nádraží **Děčín-východ** u řeky Ploučnice. Českolipský a děčínský vodojem byly postaveny z neomítaného cihelného zdiva a jsou si skutečně velice podobné. Vodojem v Bílku má hladké omítky, část s reservoárem je nižší a od střední části je oddělena výrazně profilovanou římsou. Věž je dnes obydlena.

Identické drážní vodojemy najdeme v **Opavě** a ve **Studénce**. Opavský objekt byl postaven před koncem 19. století v místě tehdejší koncové stanice tratě Svinov-Opava bývalé Severní dráhy Ferdinandovy. Stavba obdélníkového půdorysu byla původně z rezného neomítaného zdiva, podobně jako je dodnes vodárna ve Studénce. Ve 20. letech 20. století byl však opavský vodojem zvýšen nástavbou za účelem zvýšení tlaku po rozšíření řady a omítnut. Obě budovy jsou zakončeny stanovou střechou. V přízemí opavského vodojemu je unikátní parní kotel z lokomotivy UNRRA.

Typově podobné drážní vodojemy se stavěly také ve 20. století. Vodojemy v **Mostě-Kopistech**, v **Roudnici nad Labem** a ve **Valašském Meziříčí** nejsou sice úplně stejné, jistou podobnost zde však najdeme. Roudnický vodojem byl postaven v roce 1927 staviteli Antonínem Háblem a Františkem Hájkem a je umístěn v místě zlomu mezi kolejištěm roudnického nádraží a břehem řeky Labe, která sloužila také jako zdroj vody. Uvnitř objektu jsou umístěny dva reservoáry po  $60\text{ m}^3$ . Vodojem je zakončen kopulovitou střechou krytou měděným plechem a osvětlovací a větrací lucernou se stejným druhem krytiny. Voda byla rozváděna



Chotěboř



Bohumín



Rybník u České Třebové

k vodním jeřábům a dále ke dvěma požárním hydrantům umístěným na nástupišti.

Než si představíme objekty drážních vodojemů z předválečného i poválečného období, zmíníme se ještě o čtyřech zajímavých stavbách. Tou první je drážní vodojem v **Bohumíně** z roku 1907, jenž sloužil pro potřeby parních lokomotiv Košicko-Bohumínské dráhy. I když z objektu zbylo dnes jen torzo, při prvním pohledu je jasné, že se muselo jednat o honosnou stavbu. Za vše hovoří zdobný balkónek nad vstupem do vodojemu, přes který je zapotřebí přejít při výstupu k reservoáru. Oproti tomu se v areálu seřadovací nádraží v **Rybníku u České Třebové** nachází strohá válcová věž z přelomu 20. a 30. let 20. století, jejímž autorem je pravděpodobně architekt Otakar Štěpánek. Ten zde uplatnil jednoduchou železobetonovou konstrukci na kruhovém půdorysu a vyzdívku z neomítaných cihel. Vodojem vypadá sebevědomě a může ho vidět každý, kdo projíždí na trati Olomouc – Praha. Třetí vodojem najdeme u nádraží v moravskoslezských **Kravařích**. Mohutná železobetonová stavba je tvořena osmi vystupujícími nosnými sloupy, pole mezi sloupy jsou zaobleně vyzděna. Nosné sloupy jsou pod reservoárem zakončeny v prstenci, který nese osm pravidelně rozmístěných osvětlovacích dvojoken. Nad prstencem je umístěn reservoár. Po obvodu pláště reservoáru jsou umístěny dvě řady dalších osvětlovacích oken. Jehlanovitá střecha je zakončena osmibokou osvětlovací lucernou s hromosvodem. Tento objekt má své dvojče v zahraničí – na nádraží v nedalekých polských Chalupkach. Poslední zajímavou stavbou, která ale není klasickým drážním vodojemem, je 46 m vysoká věž čnicí nad areál **královéhradeckého** vlakového nádraží. Ve středu věže je umístěno tříramenné schodiště a v jeho zrcadle jsou vedena vodovodní potrubí. Vodou z nádrže bylo v minulosti zásobováno celé nádraží. Věž je zakončena ochozem s vysokou helmicí obloženou měděnými plechy. Autorem návrhu je Ing. arch. Václav Rejchl, se kterým na projektu spolupracoval jeho mladší bratr Ing. arch. Jan Rejchl.

Kapitolu určenou drážním věžovým vodojemům zakončíme dílem českého architekta Josefa Dandy, který později přešel do služeb ČSD. Tento autor mnoha drážních budov a objektů má na svědomí také celou řadu drážních vodáren z konce 30. let a také z poválečného období. Jeho stavby charakterizuje válcový železobetonový skelet se šesti nebo osmi nosnými sloupy nesoucí desku s železobetonovým reservoárem. Prostory mezi sloupy byly vyzděné neomítaným cihelným zdívkem, prosvětlení schodiště a ochozu bylo zajištěno horizontálními i vertikálními otvory vyplněnými luxfery. Jeho stavby najdeme například ve **Všetatech**, v **Praze-Běchovicích**, v **Kolíně** nebo v **Hodoníně**.

#### Věže k odvodušnění a odlehčení

Zvláštním typem vodárenských věží jsou věže odvodušňovací a odlehčovací. Šestici tožných odvodušňovacích věžiček najdeme na svodných řádech Káranské vodárny (dvě v Benátkách nad Jizerou, dvě v **Sojovicích**, po jedné v **Novém Vestci** a v **Tuřicích**). Byly vybudovány v letech 1908–1912 při stavbě nového vodovodu Káraný – Praha podle návrhu technické kanceláře firmy Kapsa a Müller, podnikatelství staveb v Praze. Jde o prosté betonové



Letovice

věže kruhovitěho půdorysu, vstupní dveře zvýrazňují hranaté sloupy zakončené stříškou. Stupňovité střechy s plechovou krytinou jsou zakončeny ozdobou.

Další dvě odvodušňovačky přírodního řadu Káraný – Praha najdeme v **Horních Počernicích**. Ta starší, provedená v novobarokním slohu, pochází z let 1910–1912 a byla postavena firmou Bří Pažoutové podle projektu Projektční kanceláře Společné vodárny. Je dvoupatrová, má čtvercový půdorys a výšku 15 m. Její fasáda je členěna výraznými římsami, rohy zdobí nepravá bosáž. V nejvyšším patře a ve vikýřích jsou kruhová okna, mansardovou střechu kryjí prejzy. V roce 1939 byla věž vyřazena z provozu, když byla v souvislosti se stavbou druhého řadu v jejím sousedství postavena nová odvodušňovací dvojvěž. Jejím autorem byl Ing. Ivan Dobřícký z projektčního oddělení Vodáren hl. m. Prahy. Jedná se o dva kovové 15,5 m vysoké komolé kužele nahoře s ochozy, které jsou spojené lávkou.

Stavba I. březovského vodovodu, jehož délka je 57,4 km, začala na jaře 1911 a byla ukončena v mimořádně krátkém čase s datem zprovoznění 4. 10. 1913. Přiváděč je pro potřeby manipulací opatřen 17 sekčními šoupaty umístěnými ve štolách nebo samostatných domcích a k omezení negativního dopadu manipulací šesti odlehčovacími troubami. Pro jednu z nich bylo potřeba vybudovat 20 m vysokou malebnou kruhovou odlehčovací věž, která dodnes slouží v provozu a tvoří dominantu města **Letovice**. Spodní část věže je z kamenných bloků, střední a horní část je z neomítnutých cihel. Nad vstupem je kameninový erb. Střecha nese plechovou krytinu.

#### Chrám vody i chrám Páně

Spojení sakrálních staveb a staveb technických je dosti nestandardní. Nicméně, věže kostelní i věže vodárenské jsou si v mnohém podobné, takže jsou z historie známy situace, kdy se osud těchto staveb zajímavě prolínal.

U novorenesančního zámku Stránov v **Jizersním Vtelnu** stojí nově opravený kostel



Kravaře

sv. Václava. Ten byl postaven tak, že byla v roce 1762 spojena stará vodárenská věž a přilehlá sýpka. O tuto přeměnu se zasloužil pražský architekt F. Hegera a hrabě Jan Václav z Příchovic. Rok nato byl kostel vysvěcen arcibiskupem pražským Antonínem Petrem z Příchovic. Podobně unikátní je věž kostela sv. Pavla v **Ostřavě-Vítkovicích** na Mírovém náměstí. Samostatná zvonice byla v letech 1880–1882 postavena dle návrhu vídeňského architekta Augusta Kirsteina. Z nedostatku finančních prostředků však byla stavba kostela pozastavena a věž sloužila dočasně jako věžový vodojem a požární pozorovatelná. Ve věži byly umístěny dvě nádrže o celkovém obsahu 50 m<sup>3</sup>. Kostel byl nakonec dostavěn roku 1886. Technické využití našla také zvonice **libochovického** zámku, která byla při modernizaci zámku v 70. letech 19. století upravena na věžový vodojem. Ten byl zásobován říční vodou z vodárny umístěné v meandru řeky Ohře litinovým potrubím vedeným zděnými štolami pod zámkem.

#### Epilog

A tímto končí stručné povídání o vodárenských věžích.

Vodárenské věže na našem území prošly bohatým a zajímavým vývojem – architektonickým i technickým. Jejich stopy lze sledovat přibližně od 14. století až do současnosti. Vzhled věží, podobně jako jiných staveb, byl vždy ovlivňován dobou, ve které byly budovány. Mnohé z nich stojí dodnes, některé chátrají, jiné se těší pečlivému zacházení a další slouží zcela novým účelům. Na všech je však patrné, jak která společnost či generace přistupovala k „obyčejné“ vodě.

Ing. Robert Kořínek

Výzkumný ústav vodohospodářský  
T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce,  
a Společenstvo vodárenských věží  
e-mail: robert\_korinek@vuv.cz

Ing. Jiří Polák, Inekon Group, a. s.

# Východočeský SOVÁČEK se sešel v Adršpachu

Karel Vaněk

**Zástupci vodárenských společností z bývalého Východočeského kraje se sešli ve dnech 16.–17. 5. 2013 v hotelu Javor v Adršpašských skalách na tradičním Východočeském SOVÁČKU – setkání vodáren bývalého VČVAK Hradec Králové. Organizátorem setkání byl tentokrát VAK Náchod, a. s.**

Cílem setkání byla výměna nových zkušeností a informací souvisejících s rozvojem, výstavbou a provozem vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu v regionu. Společného pracovního setkání se kromě zástupců vodárenských společností zúčastnili také pozvaní hosté. Mezi nimi byli bývalí významní představitelé jednotlivých vodárenských společností, kteří si již užívají zaslouženého odpočinku a také zástupci firmy MAINCOR, hlavního sponzora setkání. Společného pracovního setkání se zúčastnil jako host rovněž JUDr. Josef Nepovím, člen právní komise SOVAK ČR a konzultant v právní problematice vodárenství.

Po přivítání Ing. Dušanem Térem, předsedou představenstva a ředitelem společnosti Vodovody a kanalizace Náchod, a. s., se zástupci jednotlivých společností v hlavní části jednání navzájem informovali o současných aktivitách, změnách v personálním obsazení a o plánovaném rozvoji ve svých společnostech.

JUDr. Josef Nepovím podal zprávu o aktuálním vývoji legislativy v oboru vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu, o návrhu novely zákona č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o připomínkách SOVAK ČR k návrhu této novely. Dále upozornil na blízký termín účinnosti nového občanského zákoníku a zákona o obchodních korporacích. Připomněl nejvýraznější stránky nového občan-

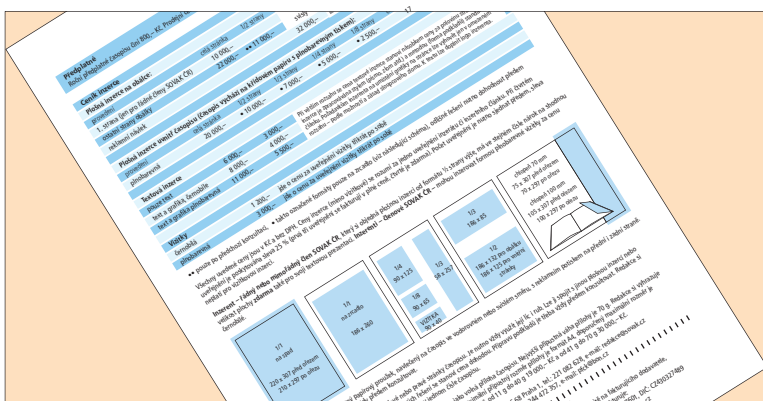
ského zákoníku ve vztahu k oboru vodovodů a kanalizací, zejména na povinnost společností VaK, resp. vlastníků vodovodů a kanalizací uzavřít v období od 1. 1. 2014 do 31. 12. 2015 smlouvy o majetkovém vyrovnání s vlastníky pozemků, pod kterými se vodovod nebo kanalizace nachází. Upozornil také na přípravu vzorových dokumentů v souvislosti s přijetím zákona o obchodních korporacích. Právní problematika byla podnětem pro obšírnou diskusi všech zúčastněných.

Oba dny pracovního setkání byly naplněny diskusí o současných problémech rozvoje, výstavby, správy a provozu vodovodů a kanalizací sloužících veřejné potřebě, a to jak technických, tak i legislativních a administrativních.

Pracovní část setkání byla zpestřena prohlídkou Adršpašských skal a malým golfovým turnajem.

Všichni účastníci projevili zájem v těchto setkáních pokračovat i v dalších letech.

Ing. Karel Vaněk  
Vodovody a kanalizace Náchod, a. s.  
e-mail: vanek@vakna.cz  
www.vakna.cz



Ceník předplatného a inzerce v časopisu Sovak je ve formátu PDF k dispozici ke stažení na stránkách [www.sovak.cz](http://www.sovak.cz)

## SIEMENS

Siemens, s. r. o.  
**Divize Customer Services**

Dodávky vodárenských technologií, realizace elektro a ASŘ.

Olomoucká 7/9, 618 00 Brno

Tel.: +420 544 508 501

Fax: +420 544 508 500

**Komplexní dodávky a realizace elektro.**

E-mail: [is.cz@siemens.com](mailto:is.cz@siemens.com)

[www.siemens.cz/is](http://www.siemens.cz/is)

## PÖYRY

INŽENÝRSKÁ A PROJEKTOVÁ ČINNOST VE VŠECH OBORECH VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

**Pöyry Environment a. s.**

Botanická 834/56, 602 00 BRNO,

tel.: 541 554 111, fax: 541 211 205, e-mail: [trade.wecz@poyry.com](mailto:trade.wecz@poyry.com), [www.poyry.cz](http://www.poyry.cz)

**Pobočky:** Praha, Bezová 1658, 147 14 Praha 4, tel.: 244 062 353  
Ostrava, Varenská 49, 701 00 Ostrava, tel.: 596 657 206  
Organizační složka Trenčín, Jesenského 3175, 911 01 Trenčín tel.: +421 326 522 600



**Jako, s. r. o.**

**UV-dezinfekce**

tel: 283 980 128, 603 416 043

fax: 283 980 127

[www.jako.cz](http://www.jako.cz) e-mail: [jako@jako.cz](mailto:jako@jako.cz)

## HUBER TECHNOLOGY

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](mailto:info@hubercs.cz)

kancelář: Nuselská 10/294, 140 00 Praha 4

tel./fax: 261 215 615

e-mail: [paha@hubercs.cz](mailto:paha@hubercs.cz)

**Dodávky technologických zařízení pro ČOV z nerezové oceli**

## Vybrané semináře... školení... kurzy... výstavy...



### 12. 9. Odběratelské smlouvy

Informace a přihlášky:  
SOVAK ČR, A. Frydrychová  
Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1  
tel.: 221 082 346, fax: 221 082 646  
e-mail: asistentka@sovak.cz  
www.sovak.cz

### 25.–26. 9. Vodní nádrže 2013, Brno

Informace a přihlášky:  
Povodí Moravy, s. p., I. Frýbortová  
tel.: 541 637 222, 606 704 288  
e-mail: frybortova@pmo.cz  
http://vodninadrze.pmo.cz/

### 17.–18. 9. HYDROANALYTIKA 2013, Hradec Králové

Informace: A. Nižnanská CSlab spol. s r. o.,  
Bavorská 856/14, 155 00 Praha 5  
tel./fax: 224 453 124  
e-mail: nizanska@cslab.cz  
www.cslab.cz

### 15. 10. Zákon o vodovodech a kanalizacích

Informace a přihlášky:  
SOVAK ČR, A. Frydrychová  
Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1  
tel.: 221 082 346, fax: 221 082 646  
e-mail: asistentka@sovak.cz  
www.sovak.cz

### 5.–6. 11. Konference Provoz vodovodů a kanalizací, Olomouc

Informace a přihlášky:  
SOVAK ČR, M. Melounová  
Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1  
tel.: 221 082 207, fax: 221 082 646  
e-mail: sovak@sovak.cz, www.sovak.cz

### 17.–18. 9. Konference o bezvýkopových technologiích, Plzeň

Informace a přihlášky: CzSTT, V. Valentová  
Hvozdecká 23, 623 00 Brno  
tel.: 605 251 224  
e-mail: vlasta.valentova@volny.cz  
www.czstt.cz

### 16. 10. Výpočty ve vodárenství – Základní výpočty v dopravě vody

Informace a přihlášky: J. Bílovská  
Vysoké učení technické v Brně,  
Ústav vodního hospodářství obcí  
Žižkova 17, 602 00 Brno  
tel.: 541 147 736  
e-mail: bilovska.j@fce.vutbr.cz  
http://water.fce.vutbr.cz/index.php/cs/kurzy-  
poradane-uvho/390-czv-vypocty-ve-  
vodarenstvi-zakladni-vypocty-v-doprave-vody

### 13. 11. Nové trendy v čistírenství, Tábor

Informace a přihlášky: ENVI-PUR, s. r. o.  
tel.: 381 203 211  
e-mail: envi-pur@envi-pur.cz  
www.envi-pur.cz

### 18.–20. 9. 10. bienální konference 2013, Poděbrady

Informace a přihlášky: CzWA, Jana Šmídková  
Masná 5, 602 00 Brno  
tel.: 543 235 303  
e-mail: czwa@czwa.cz, www.czwa.cz

### 30. 10. Výpočty ve vodárenství – Vodárenská čerpadla a čerpací stanice

Informace a přihlášky: J. Bílovská  
Vysoké učení technické v Brně,  
Ústav vodního hospodářství obcí  
Žižkova 17, 602 00 Brno  
tel.: 541 147 736  
e-mail: bilovska.j@fce.vutbr.cz  
http://water.fce.vutbr.cz/index.php/cs/kurzy-  
poradane-uvho/387-czv-vypocty-ve-  
vodarenstvi-vodarenska-čerpadla-  
a-čerpací-stanice

### 25. 11. ISPOP

Informace a přihlášky:  
SOVAK ČR, A. Frydrychová  
Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1  
tel.: 221 082 346, fax: 221 082 646  
e-mail: asistentka@sovak.cz  
www.sovak.cz

### 23. 9. Vodoměry

Informace a přihlášky:  
SOVAK ČR, A. Frydrychová  
Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1  
tel.: 221 082 346, fax: 221 082 646  
e-mail: asistentka@sovak.cz  
www.sovak.cz

### 16. 12. Majetková a provozní evidence

Informace a přihlášky:  
SOVAK ČR, A. Frydrychová  
Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1  
tel.: 221 082 346, fax: 221 082 646  
e-mail: asistentka@sovak.cz  
www.sovak.cz

### 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, sklápěcí a valníkové vozy, jeřáby, zemní práce)



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



## 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

SOVAK • VOLUME 22 • NUMBER 7–8 • 2013

## CONTENTS

Ladislav Herčík, Jaroslav Jásek One hundred years of the Káraný Waterworks .....	1	Jiří Hruška Floods in June 2013 .....	48
Martin Milický, Libor Gvoždík, Jaromír Šantrůček The issue of nitrate in groundwater in Quaternary sediments of the lower reaches of the Jizera River.....	7	The CzWA (The Czech Water Association) invites you to the 10 <sup>th</sup> Biennial Conference WATER 2013 .....	54
Vladimír Pytl Statistical data of water supply and sewerage systems in the Czech Republic for the years 1990–2012.....	12	Peter Bartoš The new water meter – compact, simple, highly accurate .....	55
Jiří Hruška The 18 <sup>th</sup> International Water and Wastewater Systems Exhibition 2013 .....	14	Robert Kořínek, Jiří Polák The Water-towers. Part 5 (final): Industry, railway and other attractions .....	53
Jaroslav Šrail Water skills competition 2013 .....	20	Karel Vaněk The East Bohemia “SOVÁČEK” gathered in Adršpach .....	62
Jan Plechatý Announcement of the winning works of the „Water Management Project of the year 2012“ contest.....	22	Seminars ... Training ... Workshops ... Exhibitions ... ..	63
Competition for the best exhibit Golden VOD-KA 2013 .....	27		
Competition for the best stand.....	28		
Jiří Hruška Results of the „Water 2013“ photo competition .....	30		
Marcela Zrubková Report on the meeting of the EUREAU EU2 – wastewater, held on 30.–31. 5. 2013 .....	33		
Josef Ondroušek, Jiří Kučera Work injuries in the water supply and sewerage industry .....	36		
Geothermal – heat transfer agents and groundwater protection .....	39		
Lucie Křiklavová, Lukáš Valecký, Tomáš Dub, Libor Novák, Tomáš Lederer The methods of image analysis of activated sludge and biofilm .....	42		
Jan Plechatý Information on the General Meeting of the Water Management Association of the CR .....	47		



Cover page: The Káraný Waterworks.  
Operator: Pražské vodovody a kanalizace  
Company (Prague Water Company)

**Redakce (Editorial Office):**

Šéfredaktor (Editor in Chief): Mgr. Jiří Hruška, tel.: 221 082 628; fax: 221 082 646

e-mail: [redakce@sovak.cz](mailto:redakce@sovak.cz)

Adresa (Address): Novotného lávka 5, 116 68 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 (předseda – Chairman), Ing. Milan Kubeš, Ing. Miloslava Melounová (místopředseda – Vicechairman), JUDr. Josef Nepovím, Ing. Jiří Novák, Ing. Jan Plechatý, RNDr. Pavel Punčochář, CSc., Ing. Vladimír Pytl, Ing. Jan Sedláček, Ing. Petr Šváb, MSc., Ing. Bohdana Tláškalová.

SOVAK vydává Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR, Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1 (IČO: 6045 6116; DIČ: 001-6045 6116), v nakladatelství a vydavatelství Mgr. Pavel Fučík, Čs. armády 488, 254 01 Jílové u Prahy, e-mail: [pfck@bon.cz](mailto:pfck@bon.cz). Sazba a grafická úprava SILVA, s. r. o., tel./fax: 244 472 357, e-mail: [pfck@bon.cz](mailto: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 7–8/2013 bylo dáno do tisku 8. 8. 2013.

SOVAK is issued by the Water Supply and Sewerage Association of the Czech Republic (SOVAK CR), Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1 (IČO: 6045 6116; DIČ: CZ60456116). Publisher Mgr. Pavel Fučík, Čs. armády 488, 254 01 Jílové u Prahy, e-mail: [pfck@bon.cz](mailto:pfck@bon.cz). Design: SILVA Ltd, tel. and fax: 244 472 357, e-mail: [pfck@bon.cz](mailto: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 7–8/2013 was ordered to print 8. 8. 2013.

ISSN 1210–3039