

# voda ZLÍN 2015

XIX. MEZINÁRODNÍ  
VODOHOSPODÁŘSKÁ  
K O N F E R E N C E  
**12. - 13. 3. 2015**  
HOTEL MOSKVA

## SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ



MORAVSKÁ  
VODÁRENSKÁ

**voding**  
Hranice spol. s r.o.

# NATURAL

PAM

Trubky a tvarovky z tvárné litiny  
pro vodovodní a požární systémy



## TRUBKY NATURAL – BioZinalium

Vnější povrch:  
400 g/m<sup>2</sup> žárově nanášené slitiny Zn/Al (Cu)  
s krycím vodou ředitelným nátěrem Aquacoat®

Vnitřní potvrch:  
odstředivě nanášená cementová výstýlka

Úhlové vychýlení:  
spoj STANDARD – 5° (DN 60-300)  
– 4° (DN 350-1000)

## TVAROVKY NATURAL

Vnější a vnitřní povrch:  
modrý epoxid nanášený katarézou

ČSN EN 545

PAM  
SAINT-GOBAIN



TRUBNÍ VEDENÍ PO SANACI  
BEZVÝKOPOVOU TECHNOLOGIÍ KAWO



PROCES POLYMERACE VYSTÝLKY  
KAWO



SANACE PRŮLEZÝCH PROFILŮ  
NAVJENOU TECHNOLOGIÍ SPR - SYSTÉM



SANACE VODOVODNÍCH POTRUBÍ  
TECHNOLOGIÍ KAWEX



SANACE POTRUBÍ EPOXIDOVÝM  
NÁSTRÍKEM - TECHNOLOGIE M SYSTÉM



DIAGNOSTIKA PODZEMNÍCH TRUBNÍCH  
VEDENÍ TV - KAMEROU



SPECIÁLNÍ METODY VÝSTAVBY  
A RENOVACE TRUBNÍCH VEDENÍ

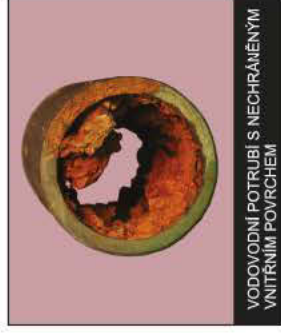
www.wombat.cz



PRÁCE KANALIZAČNÍM ROBOTEM KAWO  
PRO LOKÁLNÍ OPRAVY POTRUBÍ



ÚPRAVA NÁPOJENÍ DOMOVNÍCH KANALIZAČNÍCH  
PŘÍPOJEK NA HLAVNÍ ŘAD - TZV. KAWO - HLBOUK



VODOVODNÍ POTRUBÍ S NECHRAŇENÝM  
VNITŘNÍM POKRYTÍM



ČIŠTĚNÍ KANALIZAČNÍCH SBĚRAČŮ  
KOMBINOVANÝMI VOZY AQUATECH



SCHEMA INSTALACE VYSTÝLKY  
KAWO DO PORUŠENÉHO POTRUBÍ



SANACE BEZVÝKOPOVOU TECHNOLOGIÍ  
OMEGA LINER



SANACE LOKÁLNÍCH PORUCH POTRUBÍ  
TECHNOLOGIÍ KAWO - LOCAL



SANACE POTRUBÍ NÁSTRÍKEM  
TECHNOLOGIE SS SYSTÉM

Sborník příspěvků  
**VODA ZLÍN 2015**

*Vydal:* Moravská vodárenská, a.s., Tovární 41, 779 00 Olomouc

*Grafická úprava a litografie:* Bořek Procházka – Produkce, Zlín

*Tisk:* Tigris, spol. s r. o., Zlín

1. vydání, březen 2015

*Náklad:* 250 ks

**ISBN 978-80-905716-1-7**

|                                                                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Předpoklady pro zásobování obyvatel pitnou vodou</b>                                                                                                    |     |
| Barák František . . . . .                                                                                                                                  | 5   |
| <b>Benchmarking – nástroj nové regulace oboru VaK</b>                                                                                                      |     |
| Beneš Ondřej, Soukup Bohdan . . . . .                                                                                                                      | 9   |
| <b>Problematika vodárenství z hlediska práva</b>                                                                                                           |     |
| Kyncl Miroslav, Vecseyová Dagmar . . . . .                                                                                                                 | 15  |
| <b>TEA Water</b>                                                                                                                                           |     |
| Tuhovčák Ladislav, Kučera Tomáš, Tauš Miloslav, Menšík Miroslav . . . . .                                                                                  | 21  |
| <b>Propojení zákaznického informačního systému s geografickým informačním systémem ve společnosti Vodovody a kanalizace Vsetín, a. s.</b>                  |     |
| Stavinoha Zdeněk, Jurenka Milan . . . . .                                                                                                                  | 25  |
| <b>Aktuální situace v kontrole a hodnocení kvality pitné vody</b>                                                                                          |     |
| Javoříková Eva . . . . .                                                                                                                                   | 33  |
| <b>„Platná legislativa a vodárenské armatury“, aneb opakování matka moudrosti</b>                                                                          |     |
| Janský Josef . . . . .                                                                                                                                     | 39  |
| <b>Ochranná pásma vodních zdrojů – právní prostředí a praktické zkušenosti</b>                                                                             |     |
| Novák Jiří, Oppeltová Petra . . . . .                                                                                                                      | 41  |
| <b>Aktuální pohled na mikropolutanty (ČR a EU)</b>                                                                                                         |     |
| Hušková Radka, Beneš Ondřej . . . . .                                                                                                                      | 47  |
| <b>Rekonstrukce vodohospodářských objektů – syndrom nadměrného očekávání</b>                                                                               |     |
| Schejbal Richard . . . . .                                                                                                                                 | 57  |
| <b>Technické a ekonomické zkušenosti z 5leté aplikace inovovaného vodovodního potrubí z tvárné litiny malých profilů DN/OD 75 – 160 mm: systém BLUTOP®</b> |     |
| Barborík Juraj . . . . .                                                                                                                                   | 63  |
| <b>Sanace vodovodů PE potrubím – Compact Pipe v novém provedení</b>                                                                                        |     |
| Šnajdr Daniel . . . . .                                                                                                                                    | 69  |
| <b>Filtralite v úpravě vody (odstraňovanie Fe a Mn v ÚV Kúty)</b>                                                                                          |     |
| Barloková Danko, Ilavský Ján . . . . .                                                                                                                     | 77  |
| <b>Malá vodní elektrárna na přivaděči surové vody do ÚV Podhradí</b>                                                                                       |     |
| Tomek Miroslav, Komínek Jiří . . . . .                                                                                                                     | 83  |
| <b>ÚV Bedřichov – příprava a realizace rekonstrukce</b>                                                                                                    |     |
| Středa Pavel, Beyblova Soňa, Rainiš Ladislav . . . . .                                                                                                     | 89  |
| <b>ÚV Plzeň: Doplnění dezinfekce vody UV zářením</b>                                                                                                       |     |
| Beneš Jiří . . . . .                                                                                                                                       | 95  |
| <b>Příprava a realizace rekonstrukce ÚV Příkrý</b>                                                                                                         |     |
| Stěhnová Monika, Drda Milan, Červenka Jiří . . . . .                                                                                                       | 99  |
| <b>Využití UV záření pro snížení hodnot TOC a počtu mikroorganismů v užitkových vodách</b>                                                                 |     |
| Říhová Ambrožová Jana, Kůs Pavel, Šveda Harry, Škopová Vladimíra . . . . .                                                                                 | 105 |

|                                                                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Membránové procesy v úpravě pitné vody</b>                                                                                    |     |
| Ilavský Ján, Barloková Danka, Buchlovičová Jana . . . . .                                                                        | 111 |
| <b>ÚV Mostiště po rekonstrukci</b>                                                                                               |     |
| Látal Milan, Jedličková Zdeňka, Fuchs Karel, Mazel Luboš . . . . .                                                               | 117 |
| <b>Stanovenie adsorpčnej izotermy a Šilovovej rovnice pre odstraňovanie antimónu na GEH-u</b>                                    |     |
| Munka Karol, Ilavský Ján, Karácsonyová Monika, Barloková Danka, Varga Stanislav, Slovinská Margita . . . . .                     | 121 |
| <b>Přechod přivaděče OOV Baška – Nové Dvory přes řeku Morávku v Dobré</b>                                                        |     |
| Coufal Marek, Komínek Jiří . . . . .                                                                                             | 127 |
| <b>Príprava, vlastnosti a aplikácie nanopórových uhlíkových vlákien pripravených karbonizáciou celulózy pri úprave vody</b>      |     |
| Berek Dušan, Novák Ivan, Munka Karol, Karácsonyová Monika, Varga Stanislav . . . . .                                             | 133 |
| <b>Regulační armatury ve vodárenství – volby, návrhy, výpočty</b>                                                                |     |
| Chrástek Josef . . . . .                                                                                                         | 137 |
| <b>Zkušenosti z přípravy projektové dokumentace dle standardů FIDIC – Yellow Book a Red Book</b>                                 |     |
| Šesták Jindřich . . . . .                                                                                                        | 145 |
| <b>Studium tvorby biofilmů na materiálech při úpravě vody</b>                                                                    |     |
| Škopová Vladimíra, Říhová Ambrožová Jana, Říha Jaroslav . . . . .                                                                | 151 |
| <b>Metabolity pesticídnych látok vo vodách, hodnotenie laboratórnych nálezov z hľadiska zdravotných rizík</b>                    |     |
| Bratská Zuzana . . . . .                                                                                                         | 157 |
| <b>Řízení vodárenské soustavy při mimořádných situacích</b>                                                                      |     |
| Lindovský Milan, Kročová Šárka . . . . .                                                                                         | 163 |
| <b>Nové prvky v architektuře dispečerských systémů</b>                                                                           |     |
| Fojtů Josef . . . . .                                                                                                            | 169 |
| <b>Možné dopady klimatických změn na zásobování Karlovarské aglomerace pitnou vodou – od studie proveditelnosti po realizaci</b> |     |
| Brejcha Ivo, Kasal Rostislav, Cihlář Jan . . . . .                                                                               | 173 |
| <b>Koroze nerezové oceli ve vodárenství</b>                                                                                      |     |
| Boráň Jaroslav, Houdková Lucie, Kundrátek Jan . . . . .                                                                          | 179 |
| <b>Hydraulické posouzení výtlačného systému jímacích řadů z hlediska energetických úspor</b>                                     |     |
| Čiháková Iva, Šťastný Bohumil, Horký Filip . . . . .                                                                             | 185 |
| <hr/>                                                                                                                            |     |
| <b>Inzerát TRASKO, a. s.</b> . . . . .                                                                                           | 191 |
| <b>Inzerát Kamstrup</b> . . . . .                                                                                                | 192 |
| <b>Inzerát ENVI-PUR, s. r. o.</b> . . . . .                                                                                      | 193 |
| <b>Inzerát M Plast, spol. s r. o.</b> . . . . .                                                                                  | 194 |
| <b>Inzerát GRUNDFOS</b> . . . . .                                                                                                | 196 |
| <b>Inzerát Jihomoravská armaturka, spol. s r. o.</b> . . . . .                                                                   | 196 |
| <b>Poznámky</b> . . . . .                                                                                                        | 195 |

# Předpoklady pro zásobování obyvatel pitnou vodou

**František Barák**

předseda představenstva SOVAK ČR

---

Vážení,

jsem rád, že mohu jménem představenstva Sdružení oboru vodovodů a kanalizací pozdravit konferenci k problematice vodovodů a kanalizací zde ve Zlíně a popřál jejímu průběhu mnoho zdarů.

## I. Předpoklady pro zajištění zásobování obyvatel pitnou vodou

Dovolte mi v úvodu zdůraznit, že členové našeho sdružení dodávají pitnou vodu pro více než 9,5 miliónů obyvatel.

Základními předpoklady dodávek pitné vody u nás jsou:

1. Dostatečné zdroje vody
2. Provoznuschopná vodárenská infrastruktura

### 1. Dostatečné zdroje

V České republice je několik velkých oblastí přirozené akumulace vody, které jsou hlavními zdroji pitné vody v dané lokalitě (u soustředěných významných zdrojů, jakým je např. česká křídová pánev s odhadovanými zásobami v hodnotě 15 m<sup>3</sup>.s-1, se dnes využívá přibližně 9 m<sup>3</sup>.s-1). Dešťová voda je odváděna především prostřednictvím řek mimo území republiky. Přítok do republiky z území sousedních států je minimální. I když je známo, že kvalita povrchové vody z hlediska nároků na pitnou vodu není vždy taková jako kvalita vody podzemní, a navíc je úprava povrchové vody na vodu pitnou celkově dražší, je třeba se smířit s tím, že povrchová voda představuje významný vodárenský zdroj v České republice. Tomu by se měly přizpůsobovat činnosti, které ovlivňují její kvalitu.

Podle údajů Českého statistického úřadu se v roce 2013 na vyrobené pitné vody podílely podzemní zdroje 50,34% a povrchové zdroje 49,66%.

Téměř polovina vodních zásob využívaných v současnosti pro zásobování obyvatelstva, průmyslu a zemědělství představují v ČR, jak už bylo zmíněno, jsou povrchové vodní zdroje, tj. toky a nádrže. V tom se situace u nás liší od některých sousedních států, kde je převážná část obyvatelstva zásobována vodou z podzemních zdrojů. Jsou však i evropské země, v nichž je naopak podíl povrchové vody na zásobování ještě vyšší než u nás.

Při koncipování aktivit ve sféře vodních zdrojů je žádoucí důsledně vycházet z již zmiňovaných skutečností, resp. specifik naší země: polovina uživatelů je zásobována vodou z povrchových zdrojů, zatímco v jiných evropských zemích představují hlavní zdroj pitné vody podzemní zásoby (např. Francie 56,4 %, Německo 72 %, Itálie 80,3 %, Dánsko téměř 100 %). Projevující se tendence v bilancích zdrojů a odběrů vykazují celkem zřetelný trend poklesu nároků na množství, což souvisí se změnou sociálně - ekonomických poměrů.

Mám-li charakterizovat druhou polovinu zdrojů, to je podzemní vodu, je třeba zmínit, že v České republice je dotace podzemních zdrojů závislá na pozvolném tání sněhu v době, kdy je země rozmrzlá.

Podmínky hospodaření s vodou a její ochranou stanovuje vodní zákon. Ten se také zabývá samotnými právními vztahy mezi jednotlivými subjekty, nebo mezi subjekty a objekty, které jakkoliv souvisí s vodou. Zákon definuje nakládání s vodami, stav povrchových a podzemních vod, plánování v oblasti vod, ochranu vodní poměrů a vodních zdrojů, vodní toky, správu povodní, vodní díla, ochranu před povodněmi, poplatky, výkon státní správy a správní delikty. V české legislativě se s krizovými situacemi souvisejícími s nedostatkem zdrojů vody vůbec nepočítá, otázky řešení sucha v našich na vodu hojných oblastech nejsou, bohužel, aktuální. Naopak, řešíme protipovodňová opatření, některá by měla dokonce být financována z poplatků za odběr povrchové a podzemní vody.

Pro ochranu zdrojů, jejich zachování a rozšíření je nezbytné vypracovat dlouhodobou vodohospodářskou strategii České republiky, která musí respektovat udržitelnost vody v krajině, počítat s výstavbou přehrad a nádrží, které budou schopny zadržet dešťové vody a v případě přebytku povrchové vody zajistí jímáním do podzemí dotace podzemních zdrojů. Strategie musí zajistit retenční nádrže a jímky, omezení betonových a asfaltových ploch, regulace termálních vrtů. Osevní zemědělské plány a lesní hospodářské plány musí respektovat požadavky na udržení vody v krajině. Omezení výsadby kukuřice a řepky a výsadba smíšených lesů namísto jehličnatých je předpokladem úspěšného zadržení vody v krajině.

## **2. Provozoschopná vodárenská infrastruktura**

Jiná je situace v zajištění kvalitní vodárenské infrastruktury. Tu máme, respektive, vlastníci vodárenského majetku, pevně v rukou. Zásadním předpokladem zachování kvalitní nebo alespoň provozuschopné infrastruktury je její údržba a především obnova. Tu by měla předpokládat a nařizovat dlouhodobá, alespoň 40 letá koncepce - dosavadní 5 letá koncepce je operativou, nikoliv koncepcí vodovodů a kanalizací České republiky. Kontrolní mechanismy k jejímu plnění jsou ovšem nedostatečné.

Ve zhruba 40leté periodě by měla být obnovována vodárenská infrastruktura. Vycházím přitom z průměrné délky životnosti vodárenského majetku. V naší zemi máme zhruba 75000 km vodovodních a 37 000 km kanalizačních sítí, více než 2 600 čistíren odpadních vod, 12 650 vodojemů a 3 600 úpraven vod nebo zdrojů bez úpravy. K tomu je třeba přičíst tisíce provozních budov, laboratoří, skladů či dvorů. To vše je majetek, který nám umožní denně vyrobit 1,5 miliardy litrů pitné vody. Ročně přitom odkanalizujeme a vyčistíme zhruba 850 mil. m<sup>3</sup> odpadních vod.

Hodnota vodárenského majetku v České republice představuje v pořizovacích cenách roku 2013 více než 1,2 bilionu (1 200 miliard) Kč. To je v přepočtu na obyvatele zhruba 120 000 Kč. Ročně je třeba dát na obnovu české vodárenské infrastruktury zhruba 18 miliard korun. Samozřejmě investiční nároky jsou různé. Zpravidla, tam, kde je cena vodného a stočného nízká, nedocházelo v posledních letech k obnově majetku, a ten je mnohdy na hranici provozuschopnosti. Tam, kde je majetek značně opotřebován, bude muset dojít ke skokovému nárůstu ceny vody pro zajištění zdrojů, její další nárůst se však ustálí při řádné obnově po několika letech.

Zdrojem pro financování obnovy je cena vodného a stočného. Dotace, ať státní nebo evropské, mají z dlouhodobého hlediska pro financování obnovy vodárenského majetku malý význam. Jenom pro srovnání – evropské dotace, v případě jejich úspěšného vyčerpání, by dosáhly výše asi 25 miliard korun, to je zhruba potřeba na obnovu na jeden a půl roku. Obnova ovšem musí probíhat kontinuálně a je hlavním předpokladem úspěšného fungování oboru a bezproblémového zásobování obyvatel pitnou vodou. Reálné plány obnovy majetku, to je plány vycházející z reálných odpisových sazeb musí zajistit kontinuální obnovu během zhruba 40 letého cyklu.

Je jisté, že cena pitné vody a stočného poroste úměrně s nárůstem ceny energií, materiálů, stavebních prací, poplatků a daní. Tam, kde jsou vodní a kanalizační sítě ve špatném stavu, musí být nárůsty ceny po několik let podstatně vyšší.

České vodárenství musí být během několika let samofinancovatelné, to znamená bez dotací. Na mnoha místech už tomu je. Zdroje na provozování, to je na výrobu a dodávku pitné vody a její odkanalizování a vyčištění, na opravy, obnovu a v budoucnu i na další rozvoj musí generovat z ceny vodného a stočného. Samozřejmě, při financování obnovy mohou pomoci obecní rozpočty, předplacené nájemné provozovatelů, měkké půjčky. Po roce 2015 nelze s evropskými dotacemi do českého vodárenství, kromě mimořádných událostí, počítat. Státní dotace do vodárenství jsou rovněž omezené.

Považujeme vodu za samozřejmost, a nevnímáme, že náklady spojené s budováním a obnovou sítí a technologií jsou ohromné a většina z nich nezávisí na množství vyrobené nebo vyčištěné vody. Samotná cena vody potřebná pro výrobu pitné vody je nízká. Značnou část ceny vodného a stočného představují náklady na budování a obnovu vodovodních a kanalizačních sítí a technologií. Budou-li malé obce a města, především ty, které mají sítě na prahu životnosti, nadále vybírat za vodné a stočné nízkém částky, které nedovolují vodárenský majetek obnovovat, mohou velmi brzy pocítit havarijní situace. Zdrženlivost při vytváření zdrojů do vodárenství bude později draze zaplácena. Několik dní bez vody v kuchyni si dokážeme představit, velmi obtížná situace pak vzniká bez vody v koupelnách a na záchodech.

Přitom ovšem platí, že většina spotřebitelů cenu vody nezná, jenom si stěžuje na její nárůst. Komfortní spotřeba vody je zhruba 100 litrů na člověka za den. To je dnes v průměru 7-8 Kč denně, na venkově, kde není stočné, pouze polovina. Člověk by se pohodlí mít kdykoliv kvalitní pitnou vodu k dispozici neměl vzdávat. Přitom ovšem musí počítat s tím, že za tuto službu musí zaplatit.

Nezbytný předpokladem pro realizaci obnovy a fungování našeho oboru je připravenost administrativy, legislativy, a norem nezbytných pro plnění funkce oboru vodovodů a kanalizací.

Jasně, jednoduché a jednotné, a regionálně stejně aplikovatelné právní, technické, hygienické, emisní a daňové normy a postupy jsou nezbytným předpokladem dobrého fungování oboru. Maximálně oddalme snahy volající po vodním regulátorovi. České vodárenství je dostatečně regulováno řadou mechanismů a norem, vztahy řeší smlouvy mezi vlastníky a provozovateli. Pro řádný chod vodárenství stačí důsledná kontrola plnění reálného plánu obnovy. Ke zlepšení prostředí v oboru výrazně přispěje sloučení kompetencí pro oblast vody, vodního hospodářství a vodovodů a kanalizací pod jediné ministerstvo.

Jednoduše řečeno, stát se musí postarat o zdroje vody a vodárenské společnosti a obce musí udržovat vodovodní a kanalizační síť umožňující kontinuální zásobování obyvatel pitnou vodou. To znamená v řeči čísel ročně investovat do obnovy vodárenského majetku v České republice minimálně v dnešních cenách 18 miliard korun. Ty mohou vygenerovat vlastníci vodárenského majetku pouze z ceny vodného a stočného. Cenu stanovují města a obce, kterým patří 85% vodárenského majetku v naší zemi.

O vodě se obvykle diskutuje pouze, když jsou vyhlašovány nárůsty její ceny a při poruchách sítí. Konstantní dodávky kvalitní pitné vody nikdo nekomunikuje, je to samozřejmá věc. Stejně samozřejmá by pro vlastníky sítí a technologií měla být jejich obnova, jde o zodpovědnost vůči budoucím generacím. Snažme se nekonečnou osvětou vysvětlovat, že nízká cena vody nevypovídá o kvalitě vodárenských služeb, o stavu a provozuschopnosti sítí a technologií. Cena vody je často populistickým nástrojem obecních politiků a mnohdy svědčí o malé odvaze manažerů místních vodárenských společností. Zanedbaný stav vodárenských sítí způsobený neschopností stanovit reálnou cenu vodného a stočného je trestuhodný. Bohužel, odsoudí to až budoucí generace.

Vážení, zopakoval jsem to, co všichni víme: předpokladem zdárného fungování našeho oboru v budoucnosti a bezporuchového zásobování obyvatel pitnou vodou je splnění dvou základních podmínek – musíme mít dostatečné zdroje povrchové a podzemní vody a kvalitní provozuschopnou vodárenskou infrastrukturu.

Přeji nám všem, také našim potomkům, dostatek chutné a dobré pitné vody.

# Benchmarking - nástroj nové regulace oboru VaK

Ing. Ondřej Beneš, Ph.D. MBA LL.M.; Ing. Bohdan Soukup, Ph.D.

VEOLIA VODA ČESKÁ REPUBLIKA a.s., Na Florenci 15, 110 00 Praha 1

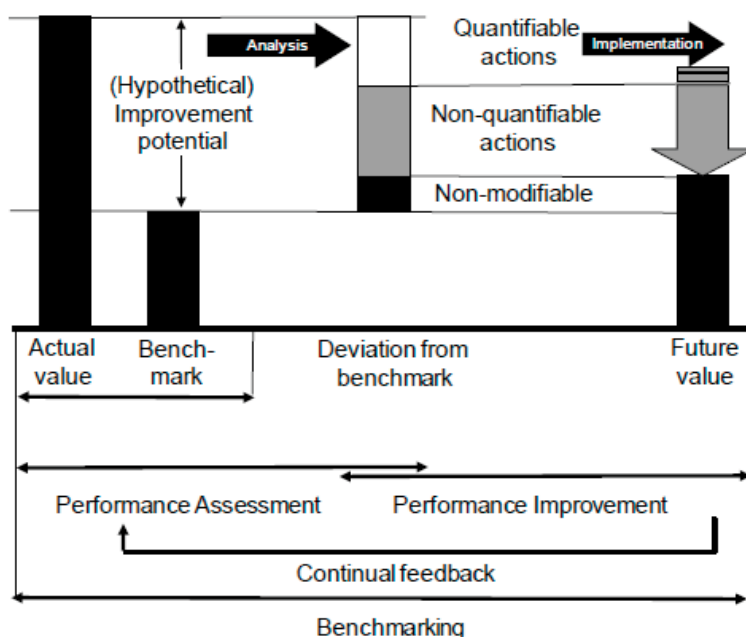
[ondrej.benes@veolia.com](mailto:ondrej.benes@veolia.com), [bohdan.soukup@veolia.com](mailto:bohdan.soukup@veolia.com)

**Anotace:** příspěvek zpřístupňuje čtenáři různé pohledy na benchmarking v oboru vodovodů a kanalizací. Akcent je kladen jak na nejnovější vývoj v této oblasti v EU i v České republice s cílem vytvářet východiska pro budoucí rozšíření tohoto nástroje v rámci schválených změn regulace oboru vodovodů a kanalizací v České republice.

**Abstract:** the following article is devoted to the issue of benchmarking in the scope of public water supply. Current situation and development in EU and the Czech Republic in the benchmarking is analysed in order to provide a background for an imminent benchmarking implementation in the Czech public water sector, expected shortly as a result of current legislation process.

## 1. Úvod

František Jungmann se bezesporu otáčí v hrobě nad nadužíváním anglikanismů ve velkých nadnárodních korporacích i v řadě oborů, pracujících s anglickými podklady, technickými specifikacemi či s komunikací v angličtině. Bohužel ani obor vodovodů a kanalizací není proti tomuto trendu imunní a slovo benchmarking je toho zřejmým příkladem. Někteří autoři [3] odvozují český význam slova benchmarking od ustáleného výrazového spojení bench mark, tedy zeměměřické značky, která představuje určitý standard, vůči kterému porovnáváme ostatní skutečnosti. Ovšem reálný obsah slova je daleko širší, neboť popisuje komplexní systém vč. procesů, směřující ke zvyšování kvality produktu či poskytované služby a je zcela běžnou součástí nasazovaných systémů kvality, mezi které patří např. model TQM [4].



Obr. 1 Model benchmarkingu jako součást širšího procesu

Vlastní kategorizace benchmarkingu je rozdílnými autory [2, 4] prováděna rozdílně a z různých úhlů pohledu, ovšem zjednodušeně je možné rozdělit benchmarking zejména dle subjektu, který benchmarking provádí na:

- Interní podnikový benchmarking.
- Strategický či konkurenční benchmarking (v rámci průmyslového segmentu či mezi konkurenčními společnostmi).
- Benchmarking nad či mimo úroveň průmyslového segmentu.

Objektem benchmarkingu může být téměř cokoliv, ovšem pro účely zjednodušení je druhým způsobem možné benchmarking rozdělit dle porovnávaného předmětu/činnosti na:

- Procesní.
- Výkonový.
- Funkcionální.
- Finanční.
- Produktový.
- Strategický.

Zatímco vstupem do benchmarkingu jsou jak veřejně dostupné zdroje, speciální databáze, přímé hodnocení či výstupy testování a sebehodnocení, výstupem benchmarkingu je standardně identifikace oblastí zlepšování a realizace konkrétních projektů zlepšování. Ovšem nestačí pouze porovnávat, důležité je začít celý proces nastavením jednotného měření, které při porovnávání umožní určit i „velikost“ mezer oproti cílovému stavu. Vnitřní zavedení benchmarkingu by nemělo zůstat u statické interpretace „pozice“ konkrétního oddělení/společnosti, ale mělo by být vždy přistoupeno k integraci se stávajícím systémem řízení ukazateli výkonnosti. Nejtradičnějším způsobem provázání výstupů benchmarkingu do systému řízení je aplikace systému Balanced Scorecard [12]. Nejčastějším zdokumentovaným efektem zavedení benchmarkingu je snižování nákladů, tak jak dokumentuje např. výzkum z více jak 1400 organizací z celého světa ([www.bain.com](http://www.bain.com)).

## **2. Postavení benchmarkingu oboru VaK**

### *2.1. Právní rámec a pozice v EU a ČR*

Poskytování služeb veřejných vodovodů a kanalizací (VaK) patří mezi služby obecného zájmu [9]. Tyto služby tvoří základní pilíř evropského modelu společnosti a členské státy mají povinnost zajistit poskytování kvalitních a dostupných služeb obecného zájmu pro všechny občany a podniky Evropské unie [1]. Evropská komise ovšem plně akceptuje, že existují rozdíly mezi různými službami obecného zájmu a různými potřebami a preferencemi uživatelů a spotřebitelů, které vyplývají z rozdílné hospodářské, sociální, zeměpisné nebo kulturní situace konkrétní země EU. Proto u většiny služeb absentuje centrální nastavení měřítek kvality těchto služeb a sekundární legislativa EU spíše směřuje k návazným konkrétním úpravám v členských zemích. Na úrovni Evropské komise tak s určitou výjimkou [13] absentuje obecný dokument, srovnávající efektivitu oboru VaK ve členských zemích. Tuto činnost proto do určité míry „supluje“ nadnárodní organizace, jako je EUREAU či IWA nebo EWA nebo aktivita Waterbenchmark ([www.waterbenchmark.org](http://www.waterbenchmark.org)), kterou zastřešuje organizace European Benchmarking Cooperation.

Z výše uvedených důvodů je velmi zajímavou aktivita pracovní skupiny č. 6 výboru ISO TC 224, která nedávno publikovala první návrh celosvětové normy pro

benchmarking [11]. Tato norma podrobně rozvádí doporučení pro nasazení systému benchmarkingu v oboru VaK a to se zřetelem na existující normy oboru VaK - ISO 24510, 24511 a 24512. Konkrétně norma nabízí 5 kategorií ukazatelů výkonnosti – spolehlivost služby, kvalita produktu/služby, kvalita zákaznických služeb, udržitelnost majetku VaK a ekonomická efektivita. Tento systém relativně dobře popisuje způsob zavádění benchmarkingu v oboru i u jednotlivých regulovaných oborových subjektů. Norma navazuje na model systému managementu dle normy ISO 9004:2010, která provazuje strategické řízení společnosti s managementem procesů, zdrojů, ale právě i externího prostředí. Benchmarkingu se v této normě věnuje adresně například článek 8.3.5.

## *2.2. Vazba na aktivitu Right2Water*

První úspěšná Evropská iniciativa občanů “Right2Water” realizovala veřejné slyšení v Evropském parlamentu dne 17.2.2014. Jedním z výstupů tohoto slyšení byl i požadavek, aby Evropská komise aktivně zajistila zvýšení transparentnosti oboru VaK. Odpovědí Evropské komise byla např. organizace prvního setkání zainteresovaných stran 14.9.2014 v Bruselu, kde nadnárodní asociace, aktivní v oboru VaK i jednotlivé instituce EU (např. EEA) prezentovaly svoje přístupy k benchmarkingu jako nástroji pro zvýšení transparentnosti oboru. Další prohlubování nadnárodního benchmarkingu je předpokládáno v gesci právě European Environmental Agency, která již mám v této oblasti určité zkušenosti [13]. Přesto je právě z uvedené zprávy zcela zřetelná absence ověřených a kvalitních dat z jednotlivých členských zemí EU.

## *2.3. Stanovisko Sdružení provozovatelů Aquafed*

Aquafed je mezinárodní sdružení soukromých poskytovatelů vodohospodářských služeb. Dlouhodobě podporuje [6] zavedení nadnárodního oborového benchmarkingu, přičemž požaduje jasné rozlišení mezi ukazateli výkonnosti určenými pro účely informovanosti občanů a ukazateli benchmarkingu určenými pro zlepšení výkonnosti podniků v oboru VaK. Právě zde je nutné zmínit roli Evropské komise, která by dle sdružení měla klást důraz na ukazatele výkonnosti pro účely transparentnosti ve formě definování klíčových ukazatelů výkonnosti (Key Performance Indicators – KPI), s cílem zlepšit informovanost občanů EU o kvalitě a ceně služeb oboru VaK. Vlastní KPI by měly být zaměřeny zejména na kvalitu služby/produktu, dostupnost služby/produktu a cenovou dostupnost. Data o těchto klíčových ukazatelích by měla být zpřístupněna občanům a to ve správném kontextu a měla by být náležitě porovnatelná. Popis cenotvorby by měl být součástí vyhodnocení cenové dostupnosti služby. Ovšem srovnatelnost cen by měla být vždy uvedena do národního a lokálního kontextu, neboť cena může zohledňovat zahrnovat velmi odlišné situace.

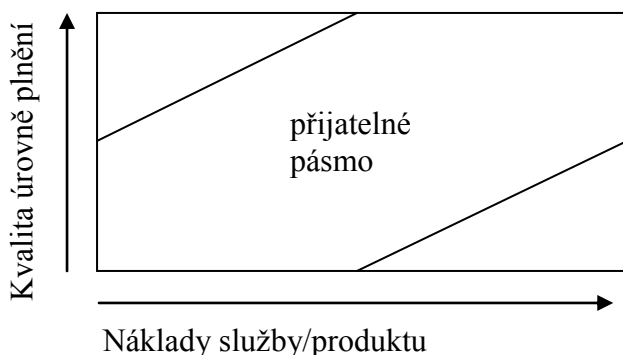
Zavedení systému povinného reportingu KPI i přes určení určité velikostní kategorie pro sběr údajů je ovšem pro řadu veřejných subjektů poskytujících služby v obecném ekonomickém zájmu i některé konkrétní členské země, založené dlouhodobě na tvrdé ochraně vnitřního trhu a fungování ve „státním“ modelu poskytování služeb, jako červený hadr pro býka. Ovšem zde je potřeba uvést, že princip dobrovolnosti při poskytování služeb např. v oboru VaK odporuje principu nediskriminace, protože spotřebitelé v celé EU mají stejné právo na informace o kvalitě veřejné služby bez ohledu na své bydliště a Evropská komise by tak měla navrhnout alespoň minimální objem informací, který bude sbírán a zveřejňován k zvýšení veřejné informovanosti. Vlastní organizace sběru dat a jejich zveřejňování by měla zůstat i nadále v kompetenci členských států.

Z výše uvedených důvodů Aquafed požaduje na Evropské komisi, aby nastavila standardy (KPI) pro vykazování těchto dat na úrovni všech členských zemí a to jednotně. Tím by bylo dosaženo férové a reprezentativní konsolidace informací i na úrovni celé EU a umožnilo by to rychlejší prosazování politiky EU ve vodním hospodářství.

#### 2.4. Interní benchmarking ve vodohospodářských společnostech

Nasazení vnitropodnikového benchmarkingu bylo poprvé přesně zdokumentováno u společnosti Xerox [2], která začala v určité činnosti zaostávat za konkurencí. Právě benchmarking proti konkurentům v problematických oblastech a přijetí nejlepších praktik v těchto činnostech napomohlo společnosti vrátit se do vedení oboru.

Zajímavým východiskem pro realizaci efektivního benchmarkingu v oblasti služeb, kam bezesporu patří i obor VaK je porovnávání vytvářené hodnoty pro zákazníka [10]. Tento přístup je možný jak veřejné správě, tak i při poskytování služeb ve veřejném či obecném ekonomickém zájmu. Vlastní hodnotu je zapotřebí provázat na dvě proměnné – cenu a výkon (kvalitu). Zásadní roli zde má každoroční nezávislé hodnocení této „hodnoty“ (často definované jako spokojenost zákazníka), které řada velkých poskytovatelů služeb v oboru VaK již dlouhodobě provádí a to jak externě [15], tak i interně (např. analýza reklamací a stížností, měření loajality zákazníků) v rámci zavedených systému managementu dle normy ISO 9000.



**Obr. 2** Stanovení optimální hodnoty pro zákazníka

Ovšem zákazník není jediným etalonem kvality služeb či produktu. Není ani možné zapomínat na stanovení hodnoty pro vlastní zaměstnance či další prvky procesu poskytování služeb. Řada velkých nadnárodních korporací tak zavedla měsíční až roční vnitřní výkonový (finančně-technický) benchmarking [7,8] s cílem stále zvyšovat výkonnost jednotlivých členů korporace. Doplněním interních dat o externí „etalon“ se zvyšuje vypovídací schopnost těchto benchmarkingů i stanovení jednotlivých cílů.

Určitě velmi zajímavou metodou stanovení celkové výkonnosti je metoda tzv. radarové analýzy, kdy se vynáší normalizované výkonnosti společnosti (dle jejich váhy pro jednotlivé zainteresované skupiny) v jednotlivých hodnocených kategoriích a je možné jako porovnávat výkonnost vůči „optimálnímu“ partnerovi či je možno vypočíst index kvality služby/produktu z plochy vytvořeného obrazce.

#### 2.5. Externí benchmarking v oboru VaK

Pro příklady oborového benchmarkingu mimo ČR není potřeba chodit daleko – zatímco v Německu se jedná o benchmarking dobrovolný a realizovaný v rámci oborových asociací (např. [www.dvgw.de](http://www.dvgw.de)), v Nizozemí či Portugalsku probíhá benchmarking povinný. Právě v Portugalsku či ve Velké Británii navíc benchmarking slouží i k určitým úpravám cenové politiky.

Autor [3] zcela správně ve svém příspěvku charakterizuje volbu, před kterou stojí každý subjekt, které bude oborový benchmarking zavádět a tím je:

- Volba měřených veličin a ukazatelů.
- Způsob agregace ukazatelů.
- Určení modelu a parametrizace - produkční nebo nákladová funkce/volba modelu deterministického DEA (lineární programování)/volba modelu stochastického SFA (ekonometrie).

## *2.6. Konfliktní vztahy v procesu benchmarkingu*

Zatímco technické nastavení procesu sběru a vyhodnocování dat může být v případě centrálního rozhodnutí (ať již vrcholového managementu ve společnostech či např. regulačního úřadu oboru) při respektování základních pravidel [2] celkem jednoduché, zcela obvyklým problémem při nasazování je konflikt zájmů stran, které jsou zadavatelem/předmětem benchmarkingu.

Tak například v oboru VaK je zcela zřejmé, že díky existenci řady modelů zajištění provozu vodovodů a kanalizací jsou odlišné zájmy subjektů veřejných a soukromých. U veřejnoprávních subjektů v zahraničí i v ČR je běžné, že aplikace benchmarkingu představuje určitou alternativu konkurence a benchmarking je neveřejný či anonymní [5]. Naproti tomu v soukromém sektoru převládá jasný názor, že benchmarking nikdy nemůže nahradit konkurenční prostředí – vždyť přeci každé transparentní výběrové řízení dokáže nastavit etalon kvalita/cena přesně dle požadavku zadavatele. Navíc soukromý sektor dlouhodobě podporuje transparentní benchmarking pro všechny subjekty s kontrolou dat třetí stranou [6] a zpřístupňuje i výsledky interního benchmarkingu [7,8].

Dalším zásadním problémem, na který zavádění benchmarkingu naráží v praxi, bývá přijetí a interpretace managementem společností. Vynucený benchmarking tak často končí neúspěchem, neboť management není schopen ani ochoten realizovat kulturní změny, které jsou často nezbytné pro realizaci změn faktických, ovlivňujících přímo výkonnost společnosti.

Pro předcházení konfliktním situacím je tak nutné nastavení systému v úzké spolupráci všech relevantních zainteresovaných subjektů. V oboru VaK se jedná zejména o vodohospodářské společnosti, regulátory (zejména ministerstva), spotřebitele a jejich asociace.

K zajištění bezproblémového nasazení a rozšíření benchmarkingu doporučuje [10] spojení všech zúčastněných subjektů pod akceptaci určitého „kodexu benchmarkingu“, který představuje zásady chování všech zúčastněných stran. Součástí závazného dokumentu by měl být popis nejenom přípravy, přenosu a interpretace dat, ale i ustanovení principu vzájemné výměny dat, zákonnosti a důvěrnosti, které umožní sdílet údaje tak, aby nebylo ohroženo právní a konkurenční prostředí oboru VaK.

Vzhledem k výše uvedeným specifikům oboru VaK v ČR a zejména vzhledem k soutěžnímu prostředí při uzavírání smluv o nájmu a provozování vodohospodářského majetku (dle zákona č. 89/2012 Sb. se jedná o smlouvy pachtovní [14]) v rámci koncesního zákona, je nutné před zavedením plošného benchmarkingu zanalyzovat právní aspekty stávajícího konkurenčního prostředí.

Stejně tak není možné podceňovat ani formalizaci „vzdělávání“ organizací, které jsou předmětem povinného benchmarkingu a zejména jejich zaměstnanců, kteří s údaji pracují. Zde je neodmyslitelná role oborových sdružení, kde v oboru VaK hraje dominantní roli SOVAK ČR.

### 3. Závěry

V EU existuje řada příkladů více či méně efektivního benchmarkingu společností, zajišťujících služby v obecném ekonomickém zájmu. Je zcela logické, že různé zúčastněné skupiny mají rozdílné požadavky na formy i výstupy z benchmarkingu – ať už se jedná o konečné uživatele služeb, regulační orgány či samotné poskytovatele služeb. V procesu nasazení tohoto nástroje plošně v celém oboru je proto nutné respektovat určitou minimální velikost porovnávaných společností, pod kterou již zavedení systému neposkytuje „value for money“.

Zásadní je též i subjekty, které mezi sebou centrálně sdílí data, spojit právní formou kodexu, který poskytuje určitou formu záruky transparentnosti i důvěrnosti všem zúčastněným stranám a dát procesu rámec (např. povinnou aplikaci normy ISO 9004:2010 vč. povinného přezkumu výstupů benchmarkingu vedením společností).

V poslední řadě je nutné zmínit i to, že benchmarkované ukazatele mají rozdílnou váhu pro jednotlivé zainteresované strany (regulátor, společnosti, zákazník...). I proto je nutné do procesu zapojit každoroční review aktuálního systému hodnocených parametrů i hladiny optimální dosahovaných hodnot, neboť z praxe vyplývá, že zpracovávané výstupy se stávají v čase z pohledu konkrétních zájmových skupin naprosto nepodstatné a hladiny kvality „kloužou“ v čase i regionálně z řady důvodů, které jsou zcela mimo kontrolu benchmarkovaných subjektů.

### 4. Literatura

- [1] Evropská komise (2004). Bílá kniha o službách veřejného zájmu (KOM(2004)/374, dostupné z [www.europa.eu](http://www.europa.eu).
- [2] Nenádál, J., Vykydal, D. a Halfarová, P. (2011). Benchmarking – mýty a skutečnost. Management Press Praha.
- [3] Heřman, J. (2015). Koncepce benchmarkingu oboru VaK z pohledu SOVAK ČR. Konference Financování vodohospodářské infrastruktury, Praha 12.2.2015.
- [4] Ross, J.E a Besterfield, D.H. (2010). Total Quality Management: Text, Cases and Readings. Total Quality Management Press.
- [5] Janda, J. (2013). Aktuální možnosti a limity využívání benchmarkingu. Konference KEP 2013 – Benchmarking českých nemocnic a benchmarking v českých nemocnicích, 6.11.2013 Praha.
- [6] Aquafed (2014). Stanovisko AquaFed k benchmarkingu kvality vody a služeb v oboru vodovodů a kanalizací. Dostupné na [www.aquafed.org](http://www.aquafed.org).
- [7] Chudoba, P., Beneš, O. a Rosenbergová, R. (2010). Benchmarking velkých ČOV - I. část. Vodní hospodářství 6/2010.
- [8] Kavalír, P. (2010). Současný stav v energetické náročnosti ČOV. Seminář SOVAK ČR Energetická náročnost ČOV, 23.11.2010, Brno.
- [9] Doležalová, H. a Halásek, D. (2011). Služby v obecném hospodářském zájmu v EU. VŠB TU, Ostrava.
- [10] Široký, J. a kol. (2006). Benchmarking ve veřejné správě. Ministerstvo vnitra ČR, Praha.
- [11] Návrh normy 24523 - ISO\_CD 24523 - Guidelines for benchmarking of water utilities. WG 6 ISO Anfor material.
- [12] Beneš, O. (2003). Vzdělávání z pohledu firmy Anglian Water, s.r.o. Sborník semináře „Nové metody a postupy při provozování čistíren odpadních vod 2013“, Moravská Třebová.
- [13] EEA (2014). Performance of water utilities beyond compliance. Dostupné na [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu).
- [14] Hrabák, J. a Nohejl, L. (2014). Pachtovní smlouvy ve vodárenském sektoru?. Dostupné na [www.vodarenstvi.cz](http://www.vodarenstvi.cz).
- [15] Beneš, O. (2014). Moderní trendy v řízení vodárenských služeb. Konference Inovativní přístupy pro města, obce a průmyslové podniky. 11.6.2014, Praha.

# Problematika vodárenství z hlediska práva

prof. Dr. Ing. Miroslav Kyncl, Mgr. Dagmar Vecseyová

SmVaK Ostrava a.s.

---

## Úvod

Provoz i rozvoj vodárenství je výrazně ovlivňován legislativou, zejména vodním právem. Toto ovlivňování je vzájemné a odráží se v něm jak rozvoj oboru, tak i společenské, politické a ekonomické podmínky a jejich vývoj. Vystupuje zde celá řada aspektů, hledisek, vlivů a požadavků. Je zde veřejný zájem, který je usměrňován a deklarován legislativními požadavky, dále pak zájem provozovatelů o efektivní provozování s co nejmenší administrativní a byrokratickou zátěží. Nelze pominout zájem odběratelů v zásobování pitnou vodou o kvalitní služby a v současné době se prioritou stává ekonomika, tzn. co nejnižší cena za dodávku pitné vody.

Tento proces vzájemného ovlivňování je dynamický a působí v něm celá řada faktorů. V celém minulém století bylo vodní právo výrazně ovlivňováno politickými poměry a jejich změny se výrazně projevovaly jak ve vodním právu, tak i v ekonomických podmínkách celého oboru. Dalším významným faktorem je technický rozvoj a na něj navazující změny legislativy, které se jej snažily usměrňovat. V posledních dekádách se projevují další vlivy, jako je ochrana životního prostředí a otázky bezpečného provozování vodárenských systémů. Nelze pominout rovněž vlivy působení municipalit. Do budoucna lze očekávat i další vlivy, které odrážejí společenský vývoj. Jsou to otázky krizového řízení a příprava legislativy na prognózované klimatické změny.

## Pohled na historický vývoj vodního práva

Vodní právo se na našem území vyvíjelo pod vlivem římského práva. Zásadní vliv na vývoj vodního práva měla zásada veřejnosti tekoucích vod. Je uváděna ve vladislavském zřízení z roku 1500 i zřízení zemském z roku 1627. Týkala se hlavně splavnosti řek a mlýnských řádů. V 18. století již rakouský všeobecný zákoník rozlišuje vody veřejné a vody soukromé, které patří jednotlivcům. V roce 1870 byly vydány pro země české, moravské a slezské zemské vodní zákony. Vycházely z rozdělení na vody veřejné a soukromé a objevuje se v nich potřeba povolení úřadů k užívání vody nad rámec obecného užívání vod.

Po roce 1945 dochází postupně ke změnám legislativy v důsledku politických změn. V roce 1955 je vydáván první československý zákon o vodním hospodářství č. 11/1955 Sb., který byl novelizován již v roce 1959. V roce 1973 byl vydán zákon č. 138/1973 Sb. o vodách (vodní zákon), který řešil základní otázky vodního práva, organizační věci a správa vodního hospodářství byla řešena v samostatných zákonech pro Českou a Slovenskou republiku. Pro oblast veřejných vodovodů a kanalizací byla v roce 1978 vydána vyhláška č. 144, která se již podrobněji zabývala veřejnými vodovody. Vedle toho byly vydávány další vyhlášky a směrnice včetně vyhlášky č. 39/1979 Sb., kterou se poprvé vydávají základní podmínky dodávky vody z veřejných vodovodů. V té době byl obor vodovodů řízen vyhláškami a směrnicemi ministerstva lesního a vodního hospodářství ČR. Jako historickou zajímavost je možno uvést, že směrný vodohospodářský plán předpokládal v roce 2000 průměrnou specifickou spotřebu pitné vody

415 l/os/den a ve výhledu do roku 2030 až 455 l/os/den. Po roce 1989 je vydávána řada dílčích novel příslušných zákonů a toto období končí vydáním nového zákona o vodách a zákona o vodovodech a kanalizacích v roce 2001.

### **Nový vodní zákon a navazující předpisy**

Nový vodní zákon č. 254/2001 Sb. představuje podstatnou změnu právní úpravy z hlediska ochrany vod a jejich využívání. Vodní zákon je ve vztahu k ostatním právním předpisům v pozici speciálního zákona a představuje základní interpretační pravidla vodního práva. Ode dne jeho účinnosti, tj. od 01. 01. 2002, však byl tento zákon již opakovaně novelizován, přičemž některé novely byly vyvolány změnou právní úpravy v jiných oblastech, některé se však týkaly změn v oblasti vod. Uvádět výčet těchto změn není účelem tohoto materiálu, je třeba však upozornit na novelu vodního zákona v souvislosti s přijetím rekodifikace soukromého práva zákonem č. 303/2013 Sb. Touto novelou došlo k zapracování základní zásady vyplývající z nového občanského zákoníku č. 89/2012 Sb., že vodní dílo není součástí pozemku, na němž je zřízeno, a současně byla utvrzena povinnost vlastníka pozemku strpět vodní dílo, které bylo vybudováno před 1. 1. 2002. Tato povinnost je kompenzována právem vlastníka pozemků na finanční náhradu, přičemž zákon preferuje v případě poskytnutí náhrady dohodu o její výši mezi vlastníkem pozemku a vlastníkem vodního díla a pro případ, že ve lhůtě do 24 měsíců od účinnosti novely nedojde k této dohodě, rozhodne o výši náhrady soud.

Pokud se týká přímo oboru vodovodů a kanalizací, přijetí z. č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu bylo přijato s povděkem jak odbornou veřejností, tak i samotnými odběrateli, neboť tento zákon komplexně řešil problematiku provozování vodovodů a kanalizací, práva a povinnosti vlastníků a provozovatelů, smlouvy s odběrateli včetně jejich ochrany. K provádění tohoto zákona byla vydána vyhláška č. 427/2001 Sb. Oba tyto předpisy byly za dobu své platnosti několikrát novelizovány a nelze říci, že tyto novely byly ve všech případech k dobru věci. Je logické, že řada těchto novel byla vyvolána zjištěními a zkušenosti z praxe provozování vodovodů a kanalizací, v řadě případů však zákonodárce některé oblasti činnosti provozovatelů striktně stanovil bez ohledu na případný dopad této striktní úpravy. Jedná se zejména o stanovení povinných minimálních náležitostí dohod vlastníků provozně souvisejících vodovodů a kanalizací ve smyslu § 8 z. č. 274/2001 Sb. dále pak stanovení minimálních náležitostí smluv o dodávce vody z vodovodu a odvádění odpadních vod, kdy tyto byly za dobu platnosti zákona změněny dokonce 2 x.

Samotná prováděcí vyhláška č. 428/2001 Sb. byla rovněž opakovaně novelizována a zejména její poslední novela vyhláškou č. 48/2014 Sb. opětovně změnila rozsah a obsah plánu financování obnovy vodovodů a kanalizací a pravidla pro jeho zpracování. Došlo ke změně ve způsobu výpočtu ceny pro vodné a stočné podle cenových předpisů a porovnání všech položek výpočtu těchto cen s dosaženou skutečností, přičemž právě poslední zmiňovaná úprava není zcela kompatibilní s cenovou regulací ze strany ministerstva financí.

### **Některé problémy legislativy z pohledu provozovatele**

Je snahou předkladatele zákona, aby byl funkční a jednoznačně vymezoval práva a povinnosti celého procesu výroby a dodávky pitné vody, včetně ostatních povinností

vlastníků a provozovatelů vodovodů nebo kanalizací a zajištění ochrany odběratelů. Přes tuto snahu se vše nedaří. Je to tím, že do legislativního procesu vstupují různé zájmy. Jednak jsou to zájmy státu, který v podstatě chrání veřejný zájem, a také zájmy provozovatelů, případně dalších účastníků procesu. Také snaha o maximální precizaci a řešení problematiky do všech detailů, což je dnes v legislativním procesu obecný jev, nevede ke kýženému cíli. Snaha o řešení všech problémů legislativní cestou do všech podrobností a častá novelizace předpisů snaze o právní prostředí nepomáhá.

Několik příkladů, kde výše uvedené snahy nevedly plně k cíli.

Při poslední novele zákona o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu se rozpoutala nevídaná mediální a politická kampaň. V návrhu novely bylo správně ministerstvem zemědělství navrženo, že opravu a údržbu vodovodních a kanalizačních přípojek v celé její délce hradí její vlastník. Tento návrh pro politický odpor neprošel a zůstává nesprávný stav, kdy opravy přípojek uložených na pozemcích, které tvoří veřejné prostranství, zajišťuje provozovatel ze svých provozních nákladů. Vzniká zde rozpor, kdy provozovatel musí vynakládat prostředky na opravy a údržbu majetku ve vlastnictví jiného vlastníka, navíc ze stávajícího znění zákona a jeho výkladu není přesné vymezení, co je opravou a co už je obnovou. Tato nejasnost způsobuje v praxi provozovatelům nemalé problémy, neboť ze strany vlastníků přípojek je považována za opravu úplná výměna přípojky.

Dalším problémem, se kterým se provozovatelé vodovodů a kanalizací potýkají, je aplikace § 9, odst. 6, písm. g) zákona o vodovodech a kanalizacích = úhrada nákladů spojených s přerušением dodávky vody nebo odvádění odpadních vod v případě nezaplacení vodného nebo stočného. Zaplatí-li odběratel dlužné vodné a stočné, je provozovatel povinen dodávku obnovit, i když odběratel neuhradí náklady na přerušení. Následně tím provozovateli vznikají problémy s vymožením těchto nákladů, což jej zatěžuje jak administrativně, tak i finančně.

Provozovatel provádí osazení, údržbu a výměnu vodoměrů v pravidelných cejchovních lhůtách. Podle nové právní úpravy je jeho povinností oznámit odběrateli výměnu vodoměru alespoň 15 dní předem současně s vymezením času v rozsahu maximálně 3 hodin. Toto platí i v případě, kdy vodoměr je přístupný k výměně bez účasti odběratele. Přítomnému odběrateli se současně s výměnou předává potvrzení obsahující zaznamenaný stav měření odebraného vodoměru i potřebné údaje u nově osazovaného vodoměru. Pro velké množství vodoměrů určených k výměně a vzhledem k běžným provozním problémům, které mají dopad na část prováděných výměn, jako jsou obtíže při zpřístupňování nemovitostí, nebo technické problémy při výměně měřidla, je obtížné tyto podmínky splnit. Mají-li být přesně dodrženy, příslušní pracovníci musejí mít časovou rezervu pro různé okolnosti, a tím pádem je práce málo efektivní, nebo se vystavují problémům s nedodržením časových lhůt. Toto striktní stanovení povinnosti pro provozovatele jej v praxi nutí využívat veškerých možností, aby činnosti představující výměny vodoměrů byly co nejefektivnější, jako např. využít přítomnosti odběratele nebo jeho oprávněného zástupce a požádat jej o umožnění výměny vodoměru bez předchozího písemného oznámení. Toto je však možné jen v případě dohody s odběratelem a aplikací rčení „kde není žalobce, není soudce“.

Při přeložkách vodovodních sítí je stavebník přeložky povinen předat vlastníkově vodovodu předmětnou stavbu neprodleně poté, co nastaly právní účinky kolaudačního souhlasu, a to včetně příslušné dokumentace skutečného provedení stavby. Při tomto znění zákona vznikají problémy s donucením stavebníka přeložky k „neprodlenému“ zajištění kolaudačního souhlasu a předání souvisejících dokumentů. Je pravdou, že toto je možno zajistit smluvně již v rámci udělení souhlasu k provedení přeložky, vymáhání těchto povinností po stavebníkovi přeložky je však časově a administrativně velmi náročné a často bez konečného úspěchu.

Velký problém v praxi způsobuje opakovaně se měnící povinné náležitosti smlouvy o dodávce vody z vodovodu a odvádění odpadních vod kanalizací. Poslední novelou zákona o vodovodech a kanalizacích byly tyto povinné náležitosti ještě více rozšířeny o údaje týkající se vlastnictví přípojky s určením místa napojení, počtu trvale připojených osob, tlakových poměrů v místě připojení, ukazatelů jakosti s uvedením minimálních a maximálních hodnot některých prvků apod. s tím, že smlouvy s odběrateli mají být uvedeny do souladu s touto novelou do 31. 12. 2023. Je třeba předeslat, že již účinností z. č. 274/2001 Sb. byla stanovena pro provozovatele povinnost uzavřít písemnou smlouvu s odběratelem do 31. 12. 2003 a následnou novelou byla stanovena povinnost uvést smlouvy s odběrateli do souladu s ní do konce roku 2010. Vždy po novele předmětného zákona začaly vodárenské společnosti plnit tuto povinnost, což ze strany odběratelů bylo přijímáno s velkou kritikou a poukazováním na nevhodné nakládání s prostředky vodárenských společností, což se dle jejich názoru promítá i do výše ceny pro vodné a stočné. Navíc poslední novelou zákona se proces uzavírání smluv zkomplikoval, neboť vodárenské společnosti nemají vždy k dispozici veškeré údaje nezbytné pro uvedení minimální náležitosti do odběratelských smluv. Navíc medializace novely zákona týkající se povinnosti úpravy odběratelských smluv vyvolala ze strany odběratelů enormní nárůst požadavků na uzavření nové smlouvy.

V této souvislosti je třeba si uvědomit, že změna odběratelských smluv je nezbytná nejen s ohledem na novelu zákona o vodovodech a kanalizacích, ale i na nový občanský zákoník č. 89/2012 Sb., který klade velký důraz na srozumitelnost smlouvy, ochranu odběratele jako spotřebitele ve smyslu občanského zákoníku, povinnost seznámit odběratele s obchodními podmínkami a obsahem smlouvy. Vodárenské společnosti proto dle platné právní úpravy vesměs zpracovávají jednotné odběratelské smlouvy, které jsou předkládány odběratelům. V této fázi se stále častěji objevují požadavky odběratelů na individuální úpravu smluv a neochotu odběratelů přistoupit ke změně smlouvy předvídané zákonem. Z tohoto důvodu jednání o obsahu smlouvy probíhají i několik měsíců, výjimečně i let, a přestože smlouvy fakticky uzavřeny nejsou, je pro tyto odběratele realizována dodávka vody nebo odvádění odpadních vod, protože platí vodné a stočné. Je proto na rozhodnutí každého provozovatele, jak dlouho toto vyjednávání o uzavření smlouvy bude trvat, případně jak bude celý případ řešit.

Obdobný problém je i u dohod vlastníků provozně souvisejících vodovodů a kanalizací. Poslední novelou zákona byly stanoveny povinné minimální náležitosti těchto dohod a současně byla v přechodných ustanoveních uložena povinnost a lhůta, do kdy mají být stávající dohody upraveny. Navíc je nově stanoveno, že bez této dohody nelze vydat u nově budovaných vodovodů a kanalizací kolaudační souhlas podle stavebního zákona a tato dohoda musí být součástí žádosti o vydání povolení k provozování vodovodů

a kanalizací krajským úřadem. Stanovení těchto povinných náležitostí přímo zákonem v určité míře zasahuje do práv vlastníků provozně souvisejících vodovodů a kanalizací, kdy předcházející právní úprava sice stanovila povinnost vlastníků provozně souvisejících vodovodů a kanalizací upravit své vzájemné vztahy písemnou dohodou, obsah této dohody však nechávala na vůli těchto vlastníků.

Již samotným rozšířením povinných náležitostí dohody došlo pro vodárenské společnosti k nárůstu administrativní náročnosti v souvislosti s uzavíráním nových dohod nebo s jejich uvedením do souladu s platnou právní úpravou. Současně však dochází i k tlaku ze strany investorů nově budovaných vodovodů a kanalizací na vypracování těchto dohod pro účely jejich kolaudací.

Vzhledem k závažnosti této problematiky je proto v praxi nezbytné, aby tyto dohody byly uzavírány v rámci procesu udělení souhlasu k napojení nově budovaných vodovodů nebo kanalizací, kdy se vlastníci mohou dohodnout o všech zákonem předepsaných náležitostech dohod a vlastníci nově zřizovaného vodovodu nebo kanalizace má možnost si promyslet, za jakých podmínek bude nejen stavět, ale v budoucnu i odebírat vodu z provozně souvisejícího vodovodu nebo předávat odpadní vodu do provozně související kanalizace. Nutno však konstatovat, že v praxi se často objevují případy, kdy investoři často využívají ustanovení § 8 odst. 4 zákona, který ukládá vlastníkům vodovodů a kanalizací povinnost umožnit napojení vodovodů a kanalizací jiných vlastníků, pokud to umožňují kapacitní a technické podmínky, přičemž jakékoliv požadavky týkající se obsahu výše zmiňovaných dohod označují ze diskriminující nebo nedůvodné a obracejí se se stížnostmi na vodoprávní úřady.

Rozvoj vodárenství v posledních letech je velice rychlý proces a souběžně s tím se rychle mění a rozšiřuje legislativa. Jejich vzájemné ovlivňování vede k časté novelizaci, doplňování a rozšiřování právních předpisů, které mají na obor vliv. Snaha všech účastníků tohoto procesu je, aby legislativní procesy skloubily zájmy odběratelů, dodavatelů i tzv. veřejný zájem. Ve všech případech se to nedaří a je otázka, zda snaha o stále podrobnější a čtenější předpisy je tou nejlepší cestou.



# TEA Water

**doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc; Ing. Tomáš Kučera, Ph.D.; Ing. Miloslav Tauš;  
Ing. Miroslav Menšík, CSc.**

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí,  
Žižkova 17, Brno, tel.: 541 147 721, e-mail: [tuhovcak.l@fce.vutbr.cz](mailto:tuhovcak.l@fce.vutbr.cz)

---

## Abstrakt

Příspěvek se zabývá metodikou hodnocení technického stavu vodárenských systémů. V rámci příspěvku je prezentována metodika a konkrétní případové studie hodnocení vodních zdrojů, úpraven vody, vodovodních sítí a vodovodních řadů včetně webovské aplikace TEA Water, která umožňuje provádět tato hodnocení.

## 1 Úvod

Hodnocení technického stavu vodovodů je jednou z oblastí, které se Ústav vodního hospodářství obcí, Fakulta stavební, Vysoké učení technické v Brně (UVHO) věnuje dlouhodobě, jak to dokládají např. publikace [1-4].

V současné době probíhá na UVHO v rámci projektů specifického výzkumu VUT v Brně vývoj komplexní metodiky technického a energetického auditu vodárenských systémů. Metodika je založena na multikriteriálním hodnocení pomocí navržených technických ukazatelů. Každý ukazatel má navržen určitý počet tzv. faktorů, které využívají historická, environmentální a provozní data a informace o fyzickém stavu zjištěné na místě. Jednotlivým ukazatelům a faktorům je přiřazena relativní důležitost, tzv. váha. Pomocí těchto vah se provádí výpočet skóre, na jehož základě se stanoví výsledná kategorie hodnocení příslušného ukazatele.

Navrhovaná metodika umožňuje předběžné posouzení, které může sloužit jako jeden z hlavních podkladů pro rozhodovací procesy v rámci plánování obnovy vodovodů a zároveň umožňuje podrobný benchmarking vlastněné resp. provozované infrastruktury. Autoři si jsou vědomi, že velké vodárenské společnosti mají již většinou zavedený svůj interní způsob hodnocení technického stavu provozované infrastruktury.

Teoretický úvod do problematiky hodnocení technického stavu vodovodů byl představen účastníkům konference VODA Zlín v roce 2013 [1]. Následně byl ve spolupráci s VaK Zlín a.s. a Moravskou vodárenskou a.s. v rámci inovačního vouchery Zlínského kraje zpracován modul pro hodnocení technického stavu čerpacích stanic pitné vody TEAP, který se tak stal prvním funkčním modulem softwarové aplikace TEA Water.

## 2 TEA Water

Webová aplikace **TEA Water** (*Technical and Energy Audit*) je rozhraním, které umožňuje hodnocení objektů vodovodních sítí pomocí navržené jednotné metodiky hodnocení technického stavu. Aplikace je dostupná na webové adrese <http://tea.fce.vutbr.cz>. V současné době je však stále ještě určena jen pro vývoj a testování. Předpokládaný termín veřejné dostupnosti této aplikace je konec roku 2015.

## 2.1 Moduly navržené metodiky

Navržená jednotná metodika si klade za cíl provést předběžný technický audit hlavních prvků vodovodního systému. Navrženo je následujících 7 základních modulů:

- TEAR – vodní zdroje;
- TEAT – úpravny vody;
- TEAM – přiváděcí řady;
- TEAA – vodojemy;
- TEAP – čerpací stanice;
- TEAN – rozvodná síť;
- TEAS – vodovodní řad.

Moduly TEAR a TEAT jsou v současné době rozpracovány a jejich vývoj pokračuje. Ostatní moduly jsou prakticky dokončené, nyní probíhá jejich závěrečné testování a poslední úpravy.

## 2.2 Modul TEAR – vodní zdroje

Modul pro hodnocení vodních zdrojů v současné fázi rozpracovanosti umožňuje hodnocení zdrojů podzemní vody. Tabulka 1 představuje navržené technické ukazatele.

|                    |                        |                                          |
|--------------------|------------------------|------------------------------------------|
| TEAR - vodní zdroj | Stavební část          | TS1 - Odvod povrchové vody               |
|                    |                        | TS2 - Zabezpečení vstupu do objektu      |
|                    |                        | TS3 - Stav stavební konstrukce           |
|                    |                        | TS4 - Těsnost stavební konstrukce        |
|                    |                        | TS5 - Stav elektroinstalací              |
|                    | Technologická část     | TT1 - Trubní vystrojení                  |
|                    |                        | TT2 - Zanášení jímacího zařízení         |
|                    |                        | TT3 - Čerpací technika                   |
|                    |                        | TT4 - Měření a monitoring                |
|                    | Provozní část          | TP1 - Vydátnost a odběr                  |
|                    |                        | TP2 - Ohrožení suchem                    |
|                    |                        | TP3 - Jakost surové vody                 |
|                    | Ochrana vodního zdroje | TO1 - Stav ochranného pásma              |
|                    |                        | TO2 - Zabezpečení před zdroji znečištění |

*Tab. 1 Ukazatele modulu TEAR*

## 2.3 Modul TEAT – úpravny vody

Úpravny vody jsou bezpochyby nejsložitějším objektem ve vodovodních systémech. Je to dáno jak různou kvalitou surové vody, tak i množstvím dostupných metod úpravy. Modul TEAT musí být tedy dostatečně robustní a flexibilní, aby byl schopen postihnout všechny běžné používané technologické procesy a konfigurace úpraven vody.

V tabulce 2. jsou prezentovány ukazatele pro hodnocení separačního stupně úpravy vody.

| TEAT - úprava vody (separační stupeň) |          | Provozní ukazatele |                                                                                   |
|---------------------------------------|----------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Technické ukazatele                   | Společné | Společné           | P1 - Kategorie jakosti surové povrchové a podzemní vody                           |
|                                       |          |                    | P2 - Způsob provozu úpravy vody                                                   |
|                                       |          |                    | P3 - Využitelnost výkonu úpravy vzhledem k jejím návrhovým hodnotám               |
|                                       |          |                    | P4 - Automatizace úpravy vody pro sledování důležitých parametrů vody             |
|                                       |          |                    | P5 - Automatizace provozu jednotlivých separačních objektů                        |
|                                       |          |                    | P6 - Stupeň separace na úpravě s ohledem na množství Fe a Mn v surové vodě        |
|                                       |          |                    | P7 - Vlastní spotřeba vody                                                        |
|                                       |          | Filtrace           | PF1 - Dostatečná akumulace prací vody pro potřeby filtrů                          |
|                                       |          |                    | PF2 - Délka filtračního cyklu                                                     |
|                                       |          |                    | PF3 - Tlaková ztráta ve filtru                                                    |
|                                       |          |                    | PF4 - Impulzy pro začátek praní                                                   |
|                                       |          |                    | PF5 - Účinnost filtrace určená snížením zákalu vody                               |
|                                       |          |                    | PF6 - Vhodnost použitého GAU ve filtrační nádrži na základě jeho výrobní suroviny |
|                                       |          | Sedimentace        | PU1 - Doba zdržení vody v nádrži                                                  |
|                                       |          |                    | PU2 - Průtočná (horizontální) rychlost v usazovací obdélníkové nádrži             |
|                                       |          |                    | PU3 - Účinnost sedimentace určená snížením zákalu vody                            |
|                                       |          |                    | PU4 - Účinnost sedimentace při separaci suspendovaných látek                      |
|                                       |          |                    | PU5 - Rovnoměrnost rozložení proudu na přítoku                                    |
|                                       |          |                    | PU6 - Povrchové hydraulické zatížení v usazovací nádrži                           |
|                                       |          | Flotace            | PFL1 - Sušina kalu (v procentech)                                                 |
|                                       |          |                    | PFL2 - Účinnost flotace (v procentech)                                            |
|                                       |          |                    | PFL3 - Účinnost flotace určená snížením zákalu vody                               |
|                                       |          |                    | PFL4 - Vzestupná rychlost vzduchových bublin                                      |
|                                       |          |                    | PFL5 - Povrchové hydraulické zatížení ve flotační nádrži                          |
|                                       |          |                    | PFL6 - Vliv velikosti částic na flotaci                                           |
|                                       |          | Společné           | T1 - Stav vodorovných konstrukcí nádrží                                           |
|                                       |          |                    | T2 - Stav svislých konstrukcí nádrží                                              |
|                                       |          |                    | T3 - Údržba povrchu nádrží                                                        |
|                                       |          |                    | T4 - Přístupnost pro obsluhu                                                      |
|                                       |          |                    | T5 - Stav strojního a technického vybavení                                        |
|                                       |          |                    | T6 - Bezpečnostní opatření u nádrží                                               |
|                                       |          |                    | T7 - Zabezpečení nádrže proti vnějším vlivům                                      |
|                                       |          |                    | T8 - Technické ochranné prvky nádrží                                              |

**Tab. 2** Ukazatele modulu TEAT (separační stupeň)

## 2.4 Modul TEAN – vodovodní síť

Modul TEAN slouží k hodnocení technického stavu jednotlivých tlakových pásem či měřicích okrsků. Aktuálně struktura ukazatelů je prezentována v tabulce 3.

| TEAN<br>- vodovodní síť | TS1 - Průměrné stáří trubního materiálu |
|-------------------------|-----------------------------------------|
|                         | TS2 - Poruchovost                       |
|                         | TS3 - Ztráty vody                       |
|                         | TS4 - Tlakové poměry                    |
|                         | TS5 - Vliv na kvalitu vody              |
|                         | TS6 - Armaturní šachty na síti          |
|                         | TS7 - Armatury na síti                  |

**Tab. 3** Ukazatele modulu TEAN

## 2.5 Modul TEAS – vodovodní řad

Vodovodní řad je prakticky jediným z objektů vodovodů, jehož hodnocení technického stavu se odborná literatura věnuje detailněji a tohoto hodnocení se používá i u některých podpůrných programů (modulů) pro plánování obnovy vodovodních řadů.

Pro hodnocení vodovodních řadů pomocí modulu TEAS jsou v rámci této metodiky navrženy pouze tři ukazatele – viz tabulka 4. Pro každý ukazatel je však navržena sada faktorů.

|                                     |                                |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| <b>TEAS -<br/>vodovodní<br/>řad</b> | TU1 - Fyzikální ukazatel       |
|                                     | TU2 - Provozní ukazatel        |
|                                     | TU3 - Environmentální ukazatel |

*Tab. 4 Ukazatele modulu TEAS*

## 3 Závěr

Oblast hodnocení technického stavu vodovodů není v domácí ani zahraniční literatuře detailně prezentována. Přitom však existuje potřeba znalosti aktuálního technického stavu, ať už pro potřeby zpracování plánu financování obnovy, pro interní plánování obnovy vodovodů nebo pro srovnávací analýzu provozované infrastruktury. Zde může být k dispozici vlastníkům i provozovatelům prezentovaná ucelená metodika předběžného hodnocení technického stavu vodovodů. V současné době probíhá závěrečné testování jednotlivých modulů a softwarové aplikace TEA Water. Po dokončení umožní tato metodika včetně TTEA Water hodnocení technického stavu jednotlivých hlavních částí i celého veřejného vodovodu.

Příklady výstupů metodiky a případové studie hodnocených objektů s využitím aplikace TEA Water budou účastníkům konference představeny při vlastní prezentaci příspěvku.

## Literatura

- [1] TUHOVČÁK, L.; TAUŠ, M. „Hodnocení technického stavu vodovodů“. Sborník příspěvků XVII. mezinárodní vodohospodářská konference VODA ZLÍN 2013, Moravská vodárenská, a.s., Olomouc, 14. 3. 2013, ISBN 978-80-260-3739-2.
- [2] TUHOVČÁK, L. and KUČERA, T., 2011. Hodnocení technického stavu vodárenské infrastruktury a tvorba plánů její obnovy. FAST, ÚVHO, Brno.
- [3] TUHOVČÁK, L., KUČERA, T., RUČKA, J., SVOBODA, M. and SVITÁK, Z., 2006. Technical audit of the water distribution network. Water Science & Technology: Water Supply, 6(5), pp. 129-138.
- [4] TUHOVČÁK, L., KUČERA, T., SVOBODA, M. and ŠEBESTA, M., 2007. Technický audit vodárenských distribučních systémů. Voda Zlín 2007: sborník příspěvků konference, pp. 173-179.
- [5] HAMAN, M., 2015. Posouzení technického stavu vodovodní sítě. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí.
- [6] MACHAČ, T., 2015. Zdroje pitné vody a jejich technické provedení. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí.
- [7] PEŠOUT, J., 2015. Provozně technický stav objektů separace na úpravnách vody. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí.

# **Propojení zákaznického informačního systému s geografickým informačním systémem ve společnosti Vodovody a kanalizace Vsetín, a. s.**

**Ing. Zdeněk Stavinoha, Milan Jurenka**

Vodovody a kanalizace Vsetín a.s., Jasenická 1106, 755 01 Vsetín, e-mail: [vakvs@vakvs.cz](mailto:vakvs@vakvs.cz)

---

## **1. Úvod**

Příspěvek popisuje řešení spočívající v propojení zákaznického informačního systému (ZIS) s geografickým informačním systémem (GIS) ve společnosti Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s. a výměně požadovaných dat.

## **2. Problematika**

Společnost Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s. se již delší dobu připravovala na propojení zákaznického a geografického informačního systému. Příprava probíhala v GIS i ZIS. Na straně GIS se k nově evidovaným vodovodním a kanalizačním přípojkám uvádělo vždy číslo odběrného místa a na straně ZIS se uváděla vždy jakost vody a vlastník vodovodu nebo kanalizace. Bylo nutno najít styčné body propojení a definovat ty data, která půjdou zobrazovat napříč systémy. Snahy o propojení těchto systémů se již objevily v programu rozvoje společnosti Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s. na roky 2010 - 2015. Na základě legislativních změn v roce 2014 přistoupila naše společnost k propojení obou systémů. Řešilo se, zda použít variantu off-line nebo on-line. On-line řešení nabízelo komfortnější přístup. Bylo nutno vyřešit nekompatibilitu dvou různých databází a to FireBirdu na straně ZIS a Oraclu na straně GIS. Toto se podařilo vyřešit pomocí databázových linků. Následně probíhaly softwarové úpravy zákaznického informačního systému firmou ALEF Jeseník s.r.o. a geografického informačního systému firmou GEOVAP, spol. s.r.o. dle přesně definovaných požadavků. Mezi požadavky ZIS patřilo: zobrazení vlastníka vodovodu nebo kanalizace, informace o jakosti vody a grafické znázornění odběrného místa v mapě. Mezi požadavky GIS patřilo: informace o odběrném místě a vodoměru. Jedním z požadavků byla také možnost jak hromadného tak i jednotlivého propojení (vazbení). Dále systém propojení řešil i postupy pro zřizování nových vodovodních nebo kanalizačních přípojek v návaznosti na uzavírání smluv a jejich evidenci v ZIS a GIS. K tomuto problému jsme částečně využili námi již implementovaný systém vyjadřování k existenci sítí, který naše společnost zprovoznila v roce 2013. Došlo k jeho úpravě a také proškolení pracovníků, jak mají ukončení přípojek (odběrné místa) graficky zadávat. Taktéž na straně ZIS byli proškoleni pracovníci, jak mají požadované informace zobrazit v ZIS a provést případnou vazbu. Propojením obou systémů došlo k zefektivnění práce jak na straně ZISu tak i na straně GISu, což uvítali techničtí pracovníci využívající GIS v kanceláři nebo i v terénu. Propojení kladlo důraz na ochranu osobních údajů nacházejících se v zákaznickém informačním systému.

### 3. Důvody propojení systémů

- legislativní změny v zákonu č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích
- delší čekací doby na zákaznickém centru na obsloužení zákazníka
- udržování číselníku vlastníků nebo provozovatelů vodovodu a kanalizací, jakosti vody a jejich aktualizace v různých systémech společnosti - nejednotnost
- požadavek na zpřístupnění vybraných informací o odběrném místě a vodoměru pro provozní pracovníky přímo v GISu a to on-line

### 4. Požadavky na vizualizaci jednotlivých dat

Požadavky na straně ZIS:

- Informace o vlastníku či provozovateli vodovodní nebo kanalizační sítě formou IČO dle údajů uložených v GIS (obr. 1)
- Informace o jakosti vody dle údajů uložených v GIS (obr. 1)
- Grafické zobrazení vodovodních a kanalizačních přípojek (obr. 2)
- Informace z katastru nemovitosti v grafickém zobrazení vodovodní nebo kanalizační přípojky odskokem - jedním klikem (obr. 3)

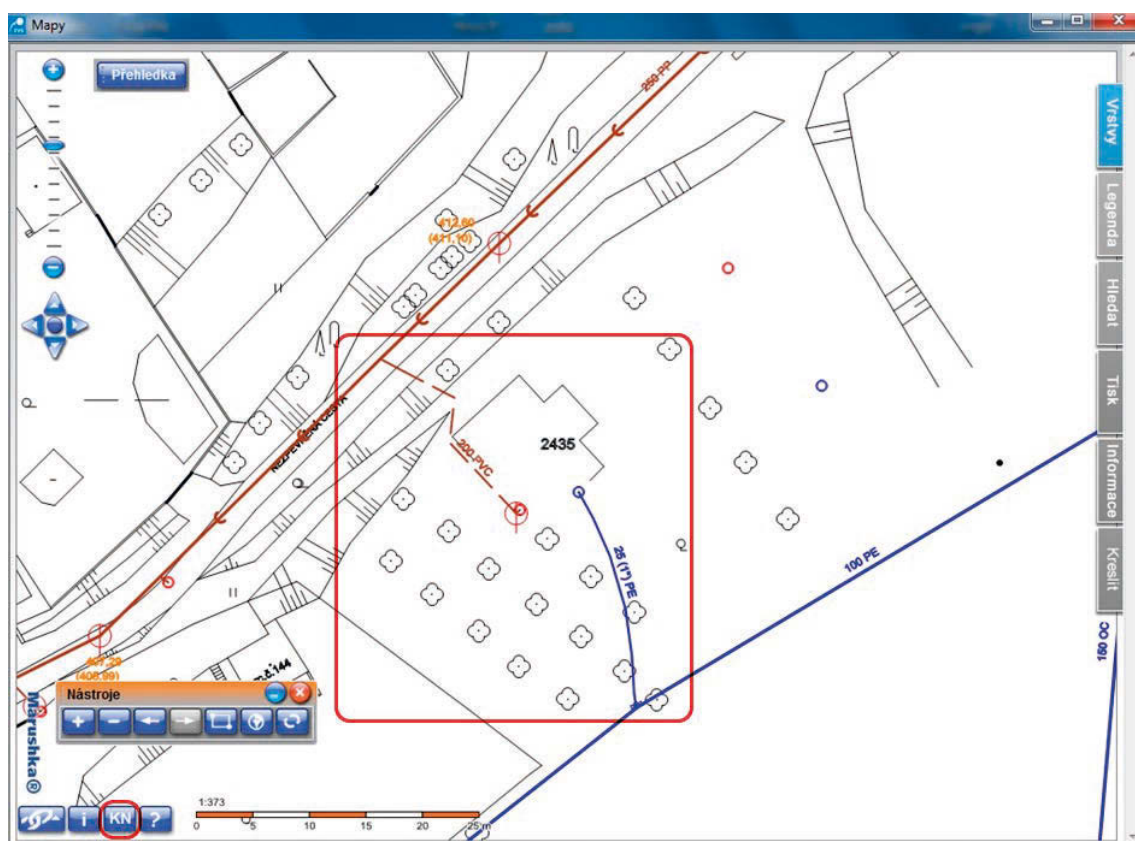
*Obr. 1: Údaje o vlastníku nebo provozovateli a také jakosti vody v ZIS*

The screenshot shows the 'Odběrná místa' application window. The top menu bar includes options like F2, F3 Hledat, F4 Editace, F6 Vyhled, F7 Přidat, F8 Zrušit, and F9 Obnov. The main form contains fields for 'Obec' (13091), 'Odběrné místo' (901556), 'Lokal' (3), 'Obd' (2), 'Sazba' (2), 'Zdroj' (183), 'Adresa - ulice, číslo' (2435), 'C. domu' (Tylovice), 'Adresa - místo' (0), and 'Majitel' (0). There are also fields for 'T1', 'T2', 'T3', 'T4', 'T5', 'Od' (16.7.2007), and 'Do'. A table at the bottom shows billing details for two items: 'Vodné' and 'Složné'.

| položka | Název  | Zp | Množství | Proc | Sazba | Perioda | Platnost Od | Platnost Do | Korekce |
|---------|--------|----|----------|------|-------|---------|-------------|-------------|---------|
| 1       | Vodné  |    |          |      | 2     | 12      | 1.1.2008    |             |         |
| 2       | Složné |    |          |      | 2     | 12      | 9.8.2012    |             |         |

At the bottom of the window, there is a status bar with the text 'Prohlášení Test: vs\_odběrní\_místa vykon: odběrní\_místo'.

Obr. 2: Grafické znázornění vodovodní a kanalizační přípojky v prostředí ZIS-GIS



Obr. 3: Informace z katastru nemovitosti v prostředí ZIS-GIS s využitím tlačítka KN

**ÚZK** Nahlížení do katastru nemovitostí

Parcela Stavba Jednotka Právo stavby Řízení Mapa LV Kat. území

**Informace o pozemku**

|                    |                                               |
|--------------------|-----------------------------------------------|
| Parcelní číslo:    | <a href="#">1194/1</a>                        |
| Obec:              | <a href="#">Rožnov pod Radhoštěm [544841]</a> |
| Katastrální území: | <a href="#">Třelovice [744743]</a>            |
| Číslo LV:          | <a href="#">856</a>                           |
| Výměra [m²]:       | 759                                           |
| Typ parcely:       | Parcela katastru nemovitostí                  |
| Mapový list:       | DKM                                           |
| Určení výměry:     | Ze souřadnic v S-JTSK                         |
| Druh pozemku:      | zahrada                                       |

[Sousední parcely](#)

**Vlastníci, jiní oprávnění**

**Vlastnické právo** Podíl

Petrálský Vít Ing., Horečky 2435, 75661 Rožnov pod Radhoštěm

**Způsob ochrany nemovitosti**

**Název**

rozsáhlé chráněné území  
zemědělský půdní fond

**Seznam BPEJ**

| BPEJ                  | Výměra |
|-----------------------|--------|
| <a href="#">74710</a> | 759    |

**Omezení vlastnického práva**

**Typ**

Zástavní právo smluvní

[Koupit el. listinu](#)

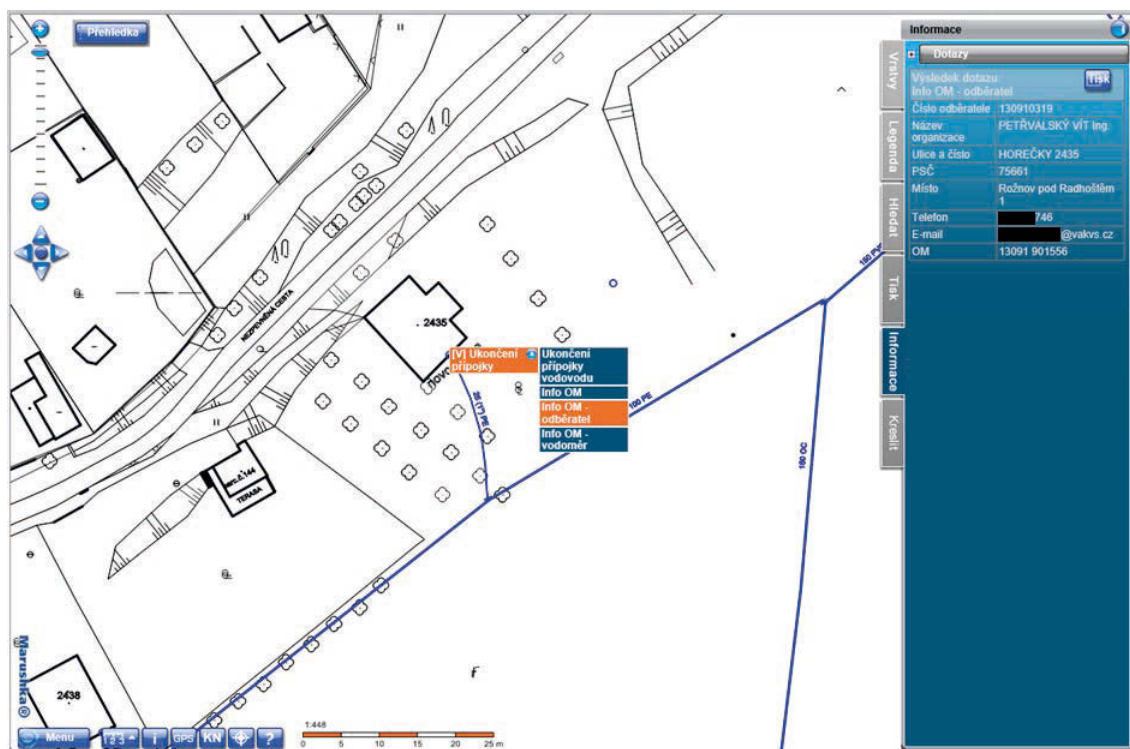
- Výpis v KN (LV)  
Cena 50,- Kč/A4
- Částečný výpis v KN (LV)  
Cena 50,- Kč/A4
- Informace o pozemku  
Cena 50,- Kč/A4

Internet | Chráněný režim: Zapnuto | 100%

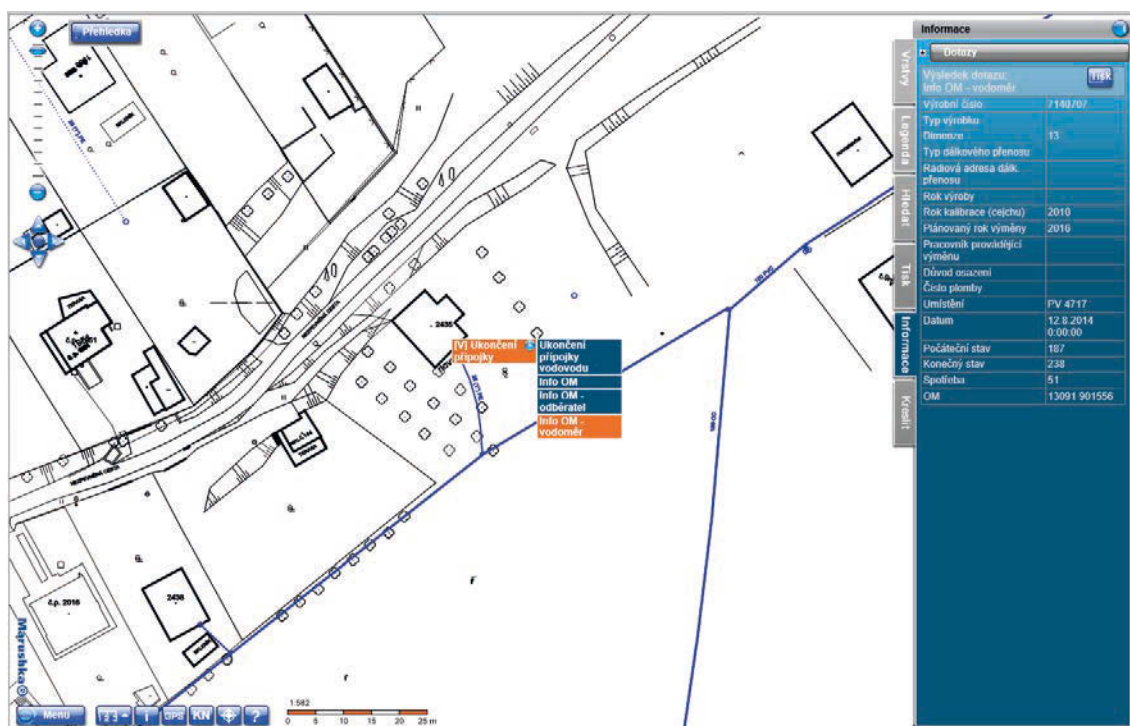
Požadavky na straně GIS:

- Informace o odběrateli - kontaktní adresa, telefon, email (obr. 4)
- Informace o vodoměru - kalibrace, dimenze, datum výměny, číslo plomby, pracovník provádějící výměnu, stav vodoměru (obr. 5)

**Obr. 4:** Informace o odběrateli



**Obr. 5:** Informace o vodoměru

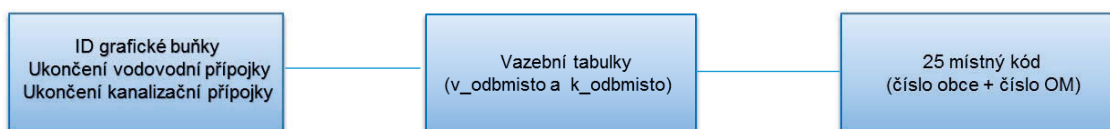


## 5. Fáze propojení

- oslovení dodavatelů systému ZIS a GIS
- analýza databází ZIS a GIS (FireBird a Oracle)
- varianty řešení propojení
- linkový databázový propoj (externí firma Ing. Pekař)
- úprava softwaru ZIS a GIS dle interních požadavků
- hromadné propojení
- ruční čištění

## 6. Hromadné propojení (vazbení) a ruční čištění

Vazba a její správa probíhá na straně GISu a je tvořena vazební tabulkou v\_odbmisto a k\_odbmisto



Ze strany GIS vstupuje do vazební tabulky ID grafické buňky a ze strany ZIS je to 25místný kód, který je tvořen číslem obce a číslem odběrného místa z důvodu historické nejedinečnosti odběrného místa v zákaznickém systému. Přístup do databáze FireBird je z důvodu ochrany osobních údajů omezen pouze na tabulky, kde se nacházejí požadované informace.

V ZIS existuje **34 314** záznamů (vodné a stočné) v GIS existuje 18 600 odběrných míst vodovodů a 8 702 odběrných míst kanalizace celkem 27 372 záznamů.

Hromadným propojením (vazbením) bylo navazbeno 11 762 odběrných míst vodovodů a 5467 odběrných míst kanalizací celkem **17 229** tj. asi **50%** ze všech záznamů ZISu.

Důvody automatického nenavazbení spočívají v neexistenci č.p. v popisných datech GISu, nesourodosti adres na smlouvách v ZISu a v číselníku adres GISu a také z důvodu větvených přípojek či více přípojek pro jeden objekt.

Ručním vazbením bylo k 31.1.2015 navazbeno cca 3500 záznamů. Zbývá nám dovazbit (vyčistit) cca 6500 záznamu v GIS a dokreslit cca 6200 přípojek do GIS.

Možnosti, které mohou nastat při ručním vazbení:

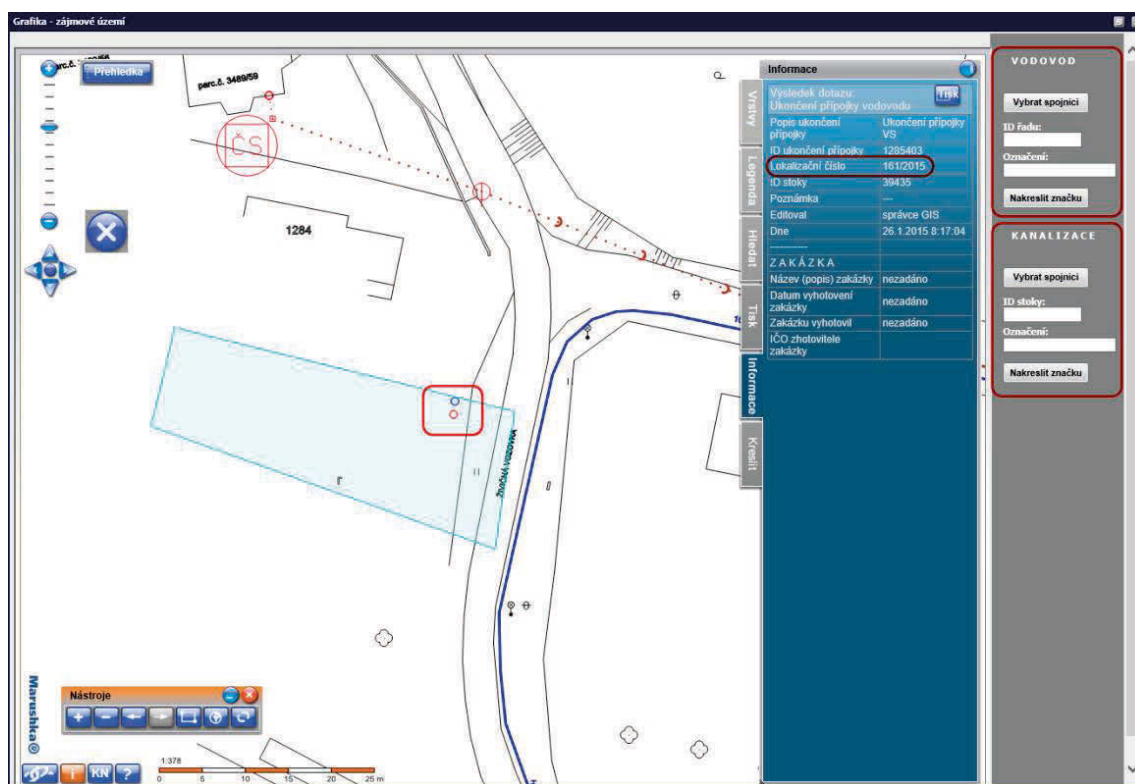
- **Není záznam v ZIS - není zakres v GIS**  
Jde o případ nového zákazníka. Vložení ukončení přípojky ve vyjadřovací službě, založení nového záznamu v ZISu - sepsání nové smlouvy, zbudování nové přípojky a nový zakres této přípojky do GISu až po jejím zaměření.
- **Je záznam v ZIS - je zakres v GIS**  
Ale není realizována vazba mezi nimi. Provede se navazbení.
- **Je záznam v ZIS - není zakres v GIS**  
Zrealizuje se zakres v GISu (vložení ukončení přípojky) a provede se navazbení.
- **Není záznam v ZIS - je zakres v GIS**  
Jde pravděpodobně o případ černého odběratele, založení nového záznamu v ZISu-sepsání nové smlouvy a navazbení.

## 7. Vkládání grafické buňky u nové vodovodní nebo kanalizační přípojky s využitím vyjadřovací služby

Propojení informačních systémů neřešilo pouze stávající smlouvy a k nim příslušné vodovodní a kanalizační přípojky, ale řešilo i navržení postupů pro propojení (navazbení) nových odběrných míst (nové smlouvy) a k nim příslušné grafické znázornění vodovodní nebo kanalizační přípojky. K tomuto účelu byl využit modul vyjadřovací služby.

Pracovník vyjadřovací služby již při vyjádření k projektové dokumentaci vodovodní nebo kanalizační přípojky, umístí dle projektové dokumentace grafickou značku ukončení vodovodní nebo kanalizační přípojky a definuje vodovod nebo kanalizaci, ze které bude napojena (obr. 6). Následně při žádosti o zřízení vodovodní nebo kanalizační přípojky, musí žadatel vyplňovat žádost o zřízení přípojky na příslušném provozním pracovišti. Do žádosti se uvádí i číslo našeho vyjádření, které mu bylo k uvedené stavbě přípojky vydáno. Toto číslo tzv. lokalizační číslo slouží také při uzavírání smlouvy na zákaznickém centru k propojení nového záznamu v ZIS s grafickým záznamem v GIS (obr. 7). Následně po uzavření smlouvy a realizaci vodovodní nebo kanalizační přípojky, dojde k jejímu zaměření a nakreslení do GIS.

*Obr. 6: Umístění grafické značky vodovodní nebo kanalizační přípojky ve vyjadřovací službě*



**Obr. 7:** Vložení lokalizačního čísla (číslo vyjádření) v ZIS a provazbení s GIS u nové přípojky.  
Provazbením se vyplní zvýrazněná zelená políčka

## 8. Vyhodnocení přínosu propojení systémů

- zkrácení doby pro obsluhu zákazníka na zákaznickém centru
- přebírání údajů o vlastnících nebo provozovatelích vodovodů a kanalizace včetně informace o jakosti vody z GIS
- správa a aktualizace číselníku vlastníků nebo provozovatelů vodovodu a kanalizace včetně Informace o jakosti vody v GIS
- možnost operativního využití vybraných údajů ze ZIS pro technické pracovníky využívající GIS v kanceláři nebo i v terénu

## 9. Závěr

Cílem propojení zákaznického a geografického informačního systému ve společnosti Vodovody a kanalizace Vsetín, a. s., bylo pružné reagování na legislativní změny zákonů a také na požadavky pracovníků zákaznického centra a provozních pracovníků. Propojením obou systémů došlo k zpřístupnění vybraných údajů napříč systémy a jejich následné využití jak v systému ZIS tak i GIS. Taktéž byl nastaven postup procesu propojení údajů mezi ZIS a GIS u nově uzavíraných smluv vodovodních a kanalizačních přípojek včetně jejich grafické podoby. Propojení systému přineslo zefektivnění provádění ekonomických a technických procesů napříč informačními systémy společnosti Vodovody a kanalizace Vsetín, a. s.

## **10. Zdroje**

- [1] Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu v platném znění
- [2] Program rozvoje společnosti Vodovody a kanalizace Vsetín, a. s. období 2010 - 2015
- [3] [www.vakvs.cz](http://www.vakvs.cz)
- [4] [www.alef.cz](http://www.alef.cz)
- [5] [www.geovap.cz](http://www.geovap.cz)

# Aktuální situace v kontrole a hodnocení kvality pitné vody

Ing. Eva Javoříková

Krajská hygienická stanice Zlínského kraje se sídlem ve Zlíně

---

Dne 14. 5. 2014 byla vydána ve Sbírce zákonů ČR pod číslem 83/2014 Sb. novela vyhlášky č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů s účinností dnem 29. května 2014.

Cílem novely bylo především uvedení vyhlášky do souladu s novelizovaným zákonem 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, odstranění dílčích nedostatků, které vyplynuly z aplikace vyhlášky v praxi a zpřesnění některých ustanovení.

Změn je více, mezi nejpodstatnější z hlediska zdravotních rizik a běžné praxe při provozování veřejného zásobování pitnou vodou lze zařadit následující změny:

**I. - v příloze č. 1** vyhlášky č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů s účinností dnem 29. května 2014

1) mikrobiologické, biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele pitné vody, byla pro počty kolonií při 22°C a 36°C vložena jako **limitní mezní hodnota „bez abnormálních změn“** a **původně stanovené limitní hodnoty byly ponechány jako hodnoty doporučené.**

2) v poznámce č. 2 a č. 3 u **limitní hodnoty pro ukazatel mangan**, v případech, kdy vyšší hodnoty manganu ve zdroji surové vody jsou způsobeny **geologickým prostředím**, se **hodnoty manganu až do 0,1 mg/l považují za vyhovující** požadavkům této vyhlášky za předpokladu, že nedochází k nežádoucímu ovlivnění organoleptických vlastností vody.

Ke **zpřísnění z hodnoty 0,2 mg/l na 0,1 mg/l** bylo přistoupeno na základě předběžné opatrnosti – prevence neurotoxických účinků u dětí. Podle dat z IS PIVO je v ČR 63 vodovodů, u kterých je median tohoto ukazatele vyšší než 0,1 mg/l.

3) změna v posuzování metabolitů pesticidních látek nalezených v pitné vodě. Doplnění pojmu **relevantní metabolity pesticidů.**

4) v poznámce k ukazatelům **vápník a hořčík – dané mezní a doporučené hodnoty platí jako minimální hodnoty** a to v případě, kdy je u surových nebo pitných vod při úpravě uměle snižován obsah vápníku nebo hořčíku, nesmí být v pitné vodě po úpravě obsah hořčíku nižší než 10 mg/l a obsah vápníku nižší než 30 mg/l. Pro všechny vody platí, že tam, kde je to možné, by se mělo usilovat o dosažení doporučené hodnoty.

5) v příloze č. 1 a č. 5 zařazeno **povinné stanovení teploty vzorku vody.**

**II. - v příloze č. 2, č. 3 vyhlášky č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů s účinností dnem 29. května 2014**

**1) stanovení *Legionella pneumophila* se mění na stanovení *Legionella* spp. /** *Legionella pneumophila* představuje okolo 80% bakterií stanovených jako *Legionella* spp. Toto skupinové stanovení má tedy širší záběr, ale postihuje především rizikovou *Legionellu pneumophila* - jedná se o rychlejší a levnější stanovení / v poznámce č. 2 přílohy č. 2 k limitu tohoto ukazatele - limit jako **mezní hodnota** platí pro zdravotnická a ubytovací zařízení **pro teplou vodu dodávanou do sprch umělých nebo přírodních koupališť, a pro pitnou vodu použitou pro výrobu teplé vody;** pro ostatní objekty platí jako doporučená hodnota, o kterou je nutné pomocí technických opatření usilovat. V poznámce č. 3. přílohy č. 2 - limit jako nejvyšší mezní hodnota platí pro oddělení nemocnic, kde jsou umístěni imunokompromitovaní pacienti, jako jsou například oddělení transplantační, nedonošenecká, anestezioreuscitační, dialyzační, onkologie, hematookologie, jednotky intenzivní péče.

**Blíže ke změně č. 1 v příloze č. 1**

|          |                                |               |                                      |            |          |
|----------|--------------------------------|---------------|--------------------------------------|------------|----------|
| <b>8</b> | <b>počty kolonií při 22 °C</b> | <b>KTJ/ml</b> | <b>Bez<br/>abnormálních<br/>změn</b> | <b>MH</b>  | <b>6</b> |
|          |                                | <b>KTJ/ml</b> | <b>200</b>                           | <b>DH</b>  | <b>7</b> |
|          |                                | <b>KTJ/ml</b> | <b>100</b>                           | <b>NMH</b> | <b>2</b> |
| <b>9</b> | <b>počty kolonií při 36 °C</b> | <b>KTJ/ml</b> | <b>Bez<br/>abnormálních<br/>změn</b> | <b>MH</b>  | <b>8</b> |
|          |                                | <b>KTJ/ml</b> | <b>40</b>                            | <b>DH</b>  | <b>9</b> |
|          |                                | <b>KTJ/ml</b> | <b>20</b>                            | <b>NMH</b> | <b>2</b> |

2. *Platí pouze pro balenou pitnou vodu.*
6. *Pokud u zásobované oblasti nelze pro malý počet vzorků určit, zda se jedná o abnormální změnu, platí jako mezní hodnota 200 KTJ/ml.*
7. *Pro náhradní zásobování, pro vodu dodávanou ve vzdušných, vodních a pozemních dopravních prostředcích a pro vodu z malých nedezinfikovaných zdrojů, produkujících méně než 5 m<sup>3</sup> za den platí doporučená hodnota do 500 KTJ/ml.*
8. *Pokud u zásobované oblasti nelze pro malý počet vzorků určit, zda se jedná o abnormální změnu, platí jako mezní hodnota 40 KTJ/ml.*
9. *Pro náhradní zásobování, pro vodu dodávanou ve vzdušných, vodních a pozemních dopravních prostředcích a pro vodu z malých nedezinfikovaných zdrojů, produkujících méně než 5 m<sup>3</sup> za den, platí doporučená hodnota do 100 KTJ/ml.*

**Úprava legislativních požadavků výše uvedených ukazatelů je podložena skutečností, že v praxi docházelo k přeceňování jejich hygienického významu řešených ukazatelů a překročení původního numerického limitu bylo mnohdy doprovázeno neadekvátním nápravným opatřením vzhledem k možným zdravotním rizikům.**

#### **Legislativní úprava souvisí i se**

- **změnou významu ukazatele v čase** – po zavedení metod pro zjištění fekální kontaminace snižování hygienického významu počtu kolonií. V naší legislativě ukazatele „počty kolonií při 22 °C“ (dříve „psychrofilní zárodky“ či „psychrofilní bakterie“) a „počty kolonií při 36 °C“ (dříve „mesofilní zárodky“ či „mezofilní bakterie“) zavedeny již od roku 1959.
- **legislativním stavem v rámci členských zemí EU**: Směrnice 98/83/ES numerický limit pro počty kolonií při 22 °C nemá a stanovení počtu kolonií při 36 °C požaduje pouze pro balenou pitnou vodu; Průzkum v rámci skupiny ENDWARE (z roku 2006) mezi 16 členskými státy ukázal, že 10 států má ukazatel počtu kolonií při 36 °C i pro „nebalenou“ pitnou vodu 7 států má také numerické limity.

#### **Zdravotní rizika a význam ukazatelů počet kolonií v současnosti (podle WHO)**

Ukazatel počtu kolonií (při 22°C nebo 36 °C) obsahuje široké spektrum mikroorganismů včetně podmíněných patogenů, je indikátorem mikrobiologického oživení pitné vody. Neposkytuje žádný přímý důkaz o přítomnosti choroboplodných zárodků a jeho zvýšená hodnota ve vodě sama o sobě není bezprostředně spojena s ohrožením lidského zdraví. Pokud jsou některé podmíněně patogenní mikroorganismy považovány za nutný předmět kontroly ve vodě (např. pseudomonády, legionely, aeromonády nebo atypická mykobakteria), stanovují se přímo a specificky a rozhodně se na jejich přítomnost neusuzuje ze stanovení počtů kolonií, které je v řadě případů nezachytí ani nespecificky. Nejedná se tedy o ukazatel primárně zdravotní, ale provozní. Vzhledem k nespecifičnosti stanovení nelze vyvodit jakékoliv zdravotní riziko, přesto však nelze konstatovat, že zvýšený nález počtu kolonií žádné riziko nepředstavuje.

K negativům vysokých počtů kolonií patří například

- vyšší riziko kažení potravin, kosmetických či farmaceutických výrobků vyráběných z vody o vysokém počtu kolonií, pokud voda není v průběhu přípravy převařena nebo vhodným způsobem upravena
- riziko znehodnocení umělé kojenecké stravy při použití nepřevařené vody a nevhodném způsobu skladování
- zkreslení výsledků mikrobiologického rozboru závažnějších ukazatelů

**Při současném náhledu význam stanovení heterotrofních bakterií spočívá především v**

- poskytování užitečných provozních informací o stavu distribuční sítě a vnitřního vodovodu, např. monitorování (celkového) stavu, podmínek a změn distribuční sítě
- monitorování účinnosti filtrace a dezinfekce vody (včetně validace a verifikace těchto procesů úpravy)
- vyšetřování příčin zhoršené organoleptické kvality vody, verifikace účinnosti čištění různých zařízení ve styku s vodou (např. nápojové automaty, různé lékařské prostředky apod.)

Náhlý nárůst může znamenat varování před kontaminací jinými, závažnějšími mikroorganismy.

V praxi bývá často zvýšený počet kolonií zaznamenán v souvislosti se změnami provozních podmínek, jako například

- poškozením biofilmu v důsledku kolísavého obsahu desinfekčního prostředku, nárazové dezinfekce nebo tlakových změn v síti
- tvorbou produktů reakce huminových látek s desinfekčním agens
- mobilizací sedimentu
- stagnací vody v potrubí

Pro kontrolu běžného provozu zásobování pitnou vodou je podstatnější zaznamenání výskytu významných a nečekaných výchylek v obvykle zaznamenaných počtech kolonií nebo existence dlouhodobého trendu než absolutní momentálně zjištěné počty těchto kolonií. Vzhledem ke skutečnosti, že termín „absolutní změna“ není definován v evropské ani české legislativě je na provozovateli, jakou metodu k posouzení toho, co je „abnormální změna“, použije.

Příklady metod k posouzení abnormální změny:

- vlastní interní limit (např. 10, 20, 50, 100, 200, 300 KTJ/ml)
- pravidlo určené na základě znalosti předchozích výsledků
  - např. 1,5 násobek nebo až 10ti či 20ti (při nízkých hodnotách) průměru
  - překročení této hranice považuje za abnormální změnu
- statistická metoda zpracování dat a nastavení kritéria hodnocení změny
  - např. nález větší než 98. percentil ročního klouzavého průměru je považován za abnormální změnu
  - regulační diagramy
- další (vlastní) metody

K definici abnormální změny je možné použít období minimálně 1 roku – to však jen v případě dostupného velkého množství dat / desítky, stovky/, nejvýše však období tří let / možná proměnlivost dat /. Určení „malého“ množství dat je nejednoznačné, dle doporučení by se k posouzení abnormální změny mělo brát alespoň 7 vzorků.

Pro většinu distribuované pitné vody v ČR by mělo nyní platit, že hodnocení v ukazatelích počty kolonií (při 22°C nebo 36 °C) se již neprovádí vůči závazné (numerické) limitní hodnotě, ale z hlediska, zda došlo nebo nedošlo k abnormální změně.

U malých vodovodů, kde četnost sledování těchto ukazatelů je nízká a za delší časové období je k dispozici jen nízký počet výsledků se ponechává hodnocení vůči pevné mezní hodnotě.

U těchto vodovodů bude možné v blízké budoucnosti využít možnosti zpracování provozního monitoringu v rámci plánů pro zajištění bezpečného zásobování pitnou vodou (dále „Water safety plans“) přímo dle možností, podmínek a potřeb konkrétního vodovodního systému.

Postup „Water safety plans“ je postaven na obdobném přístupu jako povinný postup HACCP (Analýza rizik a kritické kontrolní body) u výrobců potravin v Evropské unii, zavedený pro zvýšení bezpečnosti vyráběných potravin.

S tímto přístupem se ztotožnila také Evropská komise a podle návrhu novely směrnice Rady 98/83/ES o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu (přílohy II), který byl zveřejněn na podzim 2013 a měl by být schválen v roce 2014, se předpokládá, že cca do 5 let ho budou muset povinně zavést všichni výrobci pitné vody v Evropské unii.

Publikace „Zajištění kvality pitné vody při zásobování obyvatelstva malými vodárenskými systémy“ obsahuje mimo jiné podrobnou metodiku zpracování plánu pro zajištění bezpečného zásobování pitnou vodou, na jejímž zpracování se podílel i Státní zdravotní ústav je dostupná na [www.szu.cz](http://www.szu.cz).

Podrobnější informace v Metodickém doporučení SZÚ – Národního referenčního centra pro pitnou vodu pro hodnocení výsledků ukazatelů počty kolonií při 22 °C a 36 °C v pitné vodě  
/ [www.szu.cz](http://www.szu.cz) /

#### **Blíže ke změně v posuzování metabolitů pesticidních látek nalezených v pitné vodě**

- relevantní metabolity na úrovni pesticidů
- rozhodnutí, zda se jedná o metabolit relevantní či nikoliv - metodika Evropské komise *Guidance document on the assessment of the relevance of metabolites in groundwater of substances regulated under Council directive 91/414/EEC*.
- informaci o možném vzniku metabolitů konkrétního pesticidu v životním prostředí ve většině případů poskytne ÚKZUZ.

##### **Seznam relevantních a nerelevantních metabolitů**

- dohoda SOVAK ČR, Ministerstva zdravotnictví ČR a Státního zdravotního ústavu - postupném vytváření veřejně přístupného seznamu metabolitů pesticidů, které jsou aktuálně posouzeny jako nerelevantní
- provozovatel vodovodu, který si nechá posoudit, zda se jedná o relevantní či nerelevantní metabolit, a zpracovat hodnocení zdravotních rizik, v rámci něhož bude navržena přípustná limitní hodnota v pitné vodě (pro nerelevantní metabolit), zašle příslušné podklady na ministerstvo zdravotnictví (MZ)

- kontrola SZÚ, zda je hodnocení rizik (výpočet limitní hodnoty) provedeno správně
- zařazení informace na seznam posouzených metabolitů (zda jsou či nejsou relevantní) a doporučené limitní hodnoty pro nerelevantní metabolity v pitné vodě

Seznam posouzených nerelevantních metabolitů pesticidů a jejich doporučené limitní hodnoty v pitné vodě zveřejněn od 1. 9. 2014 a doplňován na [www.mzcr.cz](http://www.mzcr.cz) v kapitole “Veřejné zdraví”, podkapitole “Pro odbornou veřejnost”, podkapitole “Pitná voda – pesticidy – nerelevantní metabolity”.

Podrobnější informace v Metodickém doporučení pro hodnocení relevantnosti metabolitů pesticidů v pitné vodě / [www.szu.cz](http://www.szu.cz) /

# „Platná legislativa a vodárenské armatury“, aneb opakování matka moudrosti

**Ing. Josef Janský**

HAWLE armatury spol. s r.o.

---

Je to nekonečný příběh. Stát vydá Zákon, v prvních letech se o něm neví, pak všichni vyžadují jeho dodržování, pak se začne zjednodušovat, či obcházet a nakonec se vytratí a nikdo ho nedodržuje (bráno s nadsázkou).

Ve vodárenství: Zákon o technických požadavcích a hygienické atesty jsou základními zákony pro materiály pro rozvod pitné vody. Tyto doklady se vyžadují v technických podkladech, v soutěžích, ale nakonec při kolaudaci již nikdo neprokáže skutečnost s doloženými doklady – zahrabáno v zemi.

V konkurenčním prostředí dodavatelů armatur se v poslední době dostává ke slovu fantazie, „čím okouzlit“, popřípadě kreativní výklad nebo nová terminologie.

Z tohoto důvodu je nutné zopakovat skutečný stav zákonných opatření, platných v České republice.

**Zákon 22/1976 Sb.**, kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky  
**Nařízení vlády č. 163/2002 Sb.**, kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, aktualizované předpisem NV č. 312/2005 Sb.

V položce 9, tabulky 7, přílohy 2 Nařízení vlády č. 312/2005 Sb., je taxativně vyjmenován Seznam výrobků s vyznačením postupů posouzení shody je jednoznačně uvedeno:

„Sestavy, trouby, nádrže, ventily, kohouty, čerpadla, vodoměry, ochranná a bezpečnostní zařízení, armatury, lepidla, spoje, těsnění pro spoje a těsnící vložky, membrány, povrchové úpravy, maziva, mazadla v instalacích pro dopravu /rozvod/ zásobování vody určené pro lidskou spotřebu až ke kohoutkům u odběratelů a včetně kohoutků“

Na základě tohoto Zákona je každý výrobce, dodavatel uvedeného zboží dokladovat shodu v tzv. Prohlášení o shodě.

Výrobky, u kterých byly harmonizované normy s EU, a které tak musí být značeny značkou CE, se dokladují tzv. Confirm declaration, vystavené výrobcem v úředním jazyce uznaném EU (angličtina, němčina, francouzština). Dodavatel by měl k tomuto dokumentu dodat překlad. V armaturářském prostředí se CE označení vztahuje pouze na požární hydranty.

**Zákon č. 258/2000Sb.**, o ochraně veřejného zdraví, § 108, odst. 1 se stanovuje povinnost zabezpečit hygienické atesty na výrobky přicházející do styku s pitnou vodou. Tato povinnost je následně definovaná ve **Vyhlášce č. 409/2005 Sb.**, o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody.

Tento zákon je závazný a nelze ho nahradit žádným jiným atestem či prohlášením a to ani u výrobků s evropským označením CE.

Hygienické požadavky na tyto výrobky nejsou v Evropě sjednocené a jsou země EU, které ani takovýto předpis výslovně nevyžadují.

Výrobce, dovozce i prodejce v ČR je povinen prokázat u výrobků přicházejících do styku s pitnou vodou atest (ty) splnění Vyhlášky č. 409/2005 Sb., tzv. hygienickým atestem, vystaveným příslušnou akreditovanou hygienickou laboratoří. Toto označování je definované v § 5 této Vyhlášky.

„Lidová tvořivost“ ve spojení s Prohlášením o shodě a prokázání splnění hygienických norem není na místě a vede ke „klamání spotřebitele“.

Hygienické normy jako W270 nebo KTW 1.3.13, termín „antibakteriální pryž“, různé zahraniční atesty, certifikáty KIWA, DVGW, ÖVGW, nebo dokonce absurdní požadavky na splnění ASA norem v ČR apod., to jsou sice krásné dokumenty, ale jsou pouze dobrým marketingem pro výrobce, co všechno splňuje, kam všude dodává, ale pro zákazníka v ČR to pouhá informace. Tyto zahraniční doklady nenahrazují splnění povinných národních (českých) norem.

Dodržujme platné normy a zákony, hlídejme si nepoctivé dodavatele a omezme touhy různých firem při honbě za ziskem dovážet cokoli odkudkoliv a podvodně to pokrývat certifikáty od tuzemských dodavatelů.

# Ochranná pásma vodních zdrojů – právní prostředí a praktické zkušenosti

Ing. Jiří Novák<sup>1)</sup>; Ing. Petra Oppeltová, Ph.D.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s.,

Brno, Soběšická 820/156, PSČ 638 01, telefon 545 532 373, [novak@vasgr.cz](mailto:novak@vasgr.cz)

<sup>2)</sup> Mendelova univerzita v Brně, Ústav aplikované a krajinné ekologie

Zemědělská 1, Brno, 613 00, telefon 545 132 471, [oppeltova@mendelu.cz](mailto:oppeltova@mendelu.cz)

---

## Úvod

Ochranná pásma vodních zdrojů jsou jednak preventivní ochranou a současně jsou i speciální ochranou vod. Jde o dva různé pohledy, jež lze stručně charakterizovat takto:

Preventivní ochrana je souborem opatření v povodí vodního zdroje (podzemní i povrchové vody), která mají zajistit optimální vývoj množství i jakosti vod, sloužících následně pro zásobování pitnou vodou. Jedná se o opatření mnohdy velmi nákladná, poměrně zdoluhavá, avšak značně efektivní a dlouhodobě účinná.

Speciální ochranou jsou, z pohledu vodoprávního, ochranná pásma vodních zdrojů (dále jen OP), kdy se v podstatě jedná o nadstavbu nad ochranou vod obecnou a zvláštní (ty jsou stanoveny z právních předpisů), kdy právě tato zákonná opatření nejsou dostatečná pro ochranu vodních zdrojů.

Ke stanovení OP zmocňuje vodní zákon, ale vlastní speciální ochranu vodních zdrojů stanovuje vodoprávní úřad po provedeném správním řízení. Dříve stanovoval OP rozhodnutím, nyní tzv. opatřením obecné povahy.

O právní podstatě ochranných pásem pojednával náš příspěvek na konferenci ve Zlíně před dvěma lety [3]. Byl zde shrnut historický vývoj ochrany vod i stanovování ochranných pásem v národní legislativě, bylo pojednáno o dvou rozdílných koncepcích ochranných pásem – původní pásmové, celoplošné a současné zonální. Ustanovení o ochranných pásmech v § 30 vodního zákona (zákon č. 254/2001 Sb., ve znění dalších předpisů) bylo rozebráno i z pohledu příslušných novel vodního zákona. Pouze ve stručnosti shrneme, resp. opakujeme následující:

- OP stanovuje na základě zmocnění ve vodním zákoně (i dříve v zákoně o vodách č. 138/1973 Sb.) vodoprávní úřad vždy pro konkrétní vodní zdroj.
- Původní pásmová (celoplošná) koncepce vyžadovala, aby celé povodí vodního zdroje bylo zahrnuto do některého ze stupňů OP (resp. pásma hygienické ochrany - PHO, což byl obdobný pojem, používaný v hygienických předpisech). OP byla stanovována rozhodnutím vodoprávního úřadu, které bylo, ve smyslu správního řádu, závazné jen pro účastníky příslušného řízení. Právě tato část procesu stanovení OP byla nedostatečná z toho pohledu, že po právní stránce nemuselo být rozhodnutí dodržováno obecně – tedy jinými osobami, než „pouze“ účastníky řízení.
- Současná koncepce řeší nadstavbovou část ochrany vodních zdrojů na základě podrobného a odborného posouzení povodí zdrojů, zkoumání rizik. Rozsah OP i ochranná opatření v nich – vše musí být dostatečně odůvodněno. Do speciální ochrany jsou tak v rámci povodí zahrnována riziková území nebo rizikové způsoby jejich využívání. I v rámci této koncepce ochrany (přijata po novele zákona č. 138/1973 Sb., tzv. malou novelou – zákon č. 14/1998 Sb., účinnou od 6. 3. 1998)

byla původně OP stanovována rozhodnutím vodoprávního úřadu, po tzv. Velké novele vodního zákona (zákon č. 150/2010 Sb., účinný od 1. 8. 2010) [1] jsou stanovována opatřeními obecné povahy a tím jsou **závazná obecně** (toto správní řízení nemá své účastníky).

- Problematiku lze shrnout tak, že se v současné době v praxi setkáváme se třemi druhy speciální ochrany vodních zdrojů, a to:
  - s OP (i PHO) celoplošného charakteru a rozsahu, stanovenými rozhodnutím
  - s OP podle zonální koncepce, stanovenými rovněž rozhodnutím
  - s OP podle zonální koncepce, stanovenými již opatřeními obecné povahy,a to proto, že žádná z novel vodního zákona nerušila rozhodnutí, tedy nerušila platná OP, ani neobsahovala přechodná ustanovení, která by k takovému zrušení směřovala. Nová OP mohou být stanovena (změněna či zrušena) až na základě nového vodoprávního řízení – a dnes již vždy ukončeného opatřeními obecné povahy.
- V současné době platí ze zákona zákaz vstupu a vjezdu do OP I. st., mimo osoby, které mají právo z vodního zdroje vodu odebírat (vlastní povolení k odběru), u vodárenských nádrží jsou to vlastníci tohoto vodního díla. Vodní zákon rovněž umožňuje, aby vodoprávní úřad z tohoto zákazu povoloval výjimky, a to rozhodnutím, nebo opatřeními obecné povahy.
- Problematiku OP vedle ustanovení vodního zákona řeší i prováděcí předpisy, kterými jsou vyhláška č. 137/1999 Sb. (seznam vodárenských nádrží a zásady pro stanovení a změny OP), vyhláška č. 432/2001 Sb. (zejména podávání žádosti o stanovení OP). Původně platná „Směrnice ministerstva zdravotnictví č. 51/1979 o základních hygienických zásadách pro stanovení, vymezení a využívání ochranných pásem vodních zdrojů určených k hromadnému zásobování pitnou a užitkovou vodou a pro zřizování vodárenských nádrží“ byla bez náhrady zrušena.

### **Praktické zkušenosti provozovatele s optimalizací OP**

Stanovení OP vodních zdrojů není novou záležitostí, a proto většina vodních zdrojů má tento druh ochrany z minulosti již stanoven (poplatný době a tehdy platným právním předpisům). Po změnách právních předpisů, podmínek v terénu atd., jde proto většinou o změny OP. Nově jsou tak OP stanovována zpravidla u nově budovaných vodních zdrojů.

Při změnách OP je třeba prostudovat a zhodnotit místní podmínky, dosavadní stanovenou ochranu a vyhodnotit její územní rozsah a účinnost opatření. Vzhledem k tomu, že se jedná velmi často o změny, kdy původní OP byla celoplošného charakteru, a naopak stanovená v době, kdy neplatila řada dnes účinných právních předpisů chránících jednotlivé složky životního prostředí – krajinu, přírodu, ovzduší, zemědělský a lesní půdní fond, řeší se problematika odpadového hospodářství atd., jde velmi často o zmenšení plošného rozsahu OP. V nových územích OP jsou potom navrhována konkrétní potřebná opatření pro daný vodní zdroj a jeho povodí s dostatečným odůvodněním (např. i s ohledem na skutečnost, že vodní zákon řeší i problematiku náhrad za prokázané omezení užívání nemovitostí v OP). **V žádném případě není účelem změn OP zeslabit ochranu vodního zdroje.** Spíše jde o to, že byla celá řada ochranných opatření legislativou přesunuta do oblasti ochrany obecné, příp. zvláštní (to jsou např. chráněné oblasti přirozené akumulace vod, zranitelné oblasti). Vhodnější je proto změnu OP nazývat jako jejich **optimalizaci** s tím, že jde

o kvalitativní zlepšení jak vlastní ochrany, tak i situace v povodí zdroje – např. aby nedocházelo ke zbytečnému, neodůvodněnému omezování vlastnických práv, následnému vypořádání náhrad za omezení apod.

V době platnosti výše zmíněné Směrnice č. 51 (účinnost od 1. 9. 1979) uložil tehdejší ústřední vodohospodářský orgán – Ministerstvo lesního a vodního hospodářství provést „revize ochranných pásem vodních zdrojů“ právě ve smyslu této směrnice, která byla publikována v Hygienických předpisech, a odkaz na ni byl uveden ve Sbírce zákonů, tedy byla považována za prováděcí právní předpis k uvedené problematice. Osmdesátá léta minulého století tak byla obdobím, ze kterého pochází podstatná část dosud platných OP (PHO). Jak již bylo zmíněno, jednalo se o celoplošnou pásmovou ochranu, tedy celé povodí vodního zdroje bylo zahrnuto do některého stupně ochrany. Vedle OP I. st., kde převažovaly zákazy, se stanovovalo téměř ve všech případech i OP II. st. (resp. případy, kdy stanoveno nebylo, byly ojedinělé) a toto OP II. st. se velmi často ještě rozdělovalo na vnitřní a vnější část. Vnitřní část OP II. st. navazovala na OP I. st. a i zde byly stanovovány zákazy nebo omezení. Nejčastěji se v tomto stupni OP jednalo o změnu kultury z orné půdy na trvalé porosty – zatravnění nebo zalesnění. Taková změna obhospodařování půdního fondu se za uplynulé dlouhé období vžila, případně proběhla i v katastru nemovitostí, takže mnohdy přetrvává i v současnosti.

Na vnitřní část OP II. st. navazovalo OP II. st. vnější, kde byl režim hospodaření méně přísný. U povrchových zdrojů se ještě stanovovalo OP III. st., které zahrnovalo zbývající část povodí nad vodárenským odběrem a daný režim spíše suploval podmínky, které v dnešní době řeší spíše ochrana obecná.

Některé současné právní předpisy usměrňují zemědělské hospodaření (např. zákon o hnojivech, nařízení vlády o zranitelných oblastech a další), takže tento druh ochranných opatření v OP již dnes nemusí být v některých povodích prioritou. Obdobně je tomu i v případech nakládání se závadnými látkami, ať již v zemědělství (hnůj, močůvka, kejda, průmyslová hnojiva, pesticidy – skladování i nakládání s nimi), v průmyslu, nebo např. při vzniku a odvádění odpadních vod z osídlení, kdy je tento druh rizika řešen v rámci obecné nebo zvláštní ochrany vod. Takové konstatování však neznamená, že v povodí vodních zdrojů rizik ubylo, nebo že dokonce žádná neexistují, pouze se jimi zabývá jiný institut než speciální režim v OP.

Stejně jako probíhá vývoj obecně, objevují se i „moderní rizika“ ohrožení vodních zdrojů. Optimalizace OP v dnešní době je tedy o posouzení konkrétního vodního zdroje a jeho využívání, vyhodnocení účinnosti dosavadní ochrany (obecná část návrhu dokumentace pro změnu OP), o podrobném zhodnocení současných podmínek a rizik pro vydatnost, jakost a zdravotní nezávadnost vodního zdroje v celém jeho povodí (analytická část dokumentace) a nakonec o návrhu rozsahu OP a ochranných opatření v nich (návrhová část dokumentace). Návrh dokumentace, zpracovaný podle této osnovy (dále jen dokumentace), se předkládá vodoprávnímu úřadu jako příloha žádosti, která musí odpovídat vzoru žádosti dle vyhlášky č. 432/2001 Sb. (po novele vyhláškou č. 336/2011 Sb.). Vodoprávní úřad použije dokumentaci jako podklad svého návrhu opatření obecné povahy, který po projednání s dotčenými úřady a s dostatečným odůvodněním vyvěsí jako veřejnou vyhlášku. Následné stanovení optimalizovaných OP prostřednictvím opatření obecné povahy by mělo zaručit obecnou závaznost, a tedy i vyšší účinnost ochranných opatření pro konkrétní vodní zdroj.

Příspěvek je tedy zaměřen k problematice zmíněných „moderních rizik“ (není tím však myšleno, že při zpracování návrhů pro optimalizaci OP nebo pro stanovení nových OP u nových vodních zdrojů není potřeba se zabývat např. ohrožením z plošného zemědělského hospodaření nebo dalšími, dříve již řešenými ohroženími nebo znečištěními vodních zdrojů). Pro stanovení optimální ochrany vodních zdrojů je rozhodující provedení rizikové analýzy (Tab. 1), která v podstatě zhodnotí vlastní vodní zdroj, jeho povodí, rizika i odůvodní navrhovaných ochranných opatření.

**Tab. 1** Riziková analýza

Jednotlivá rizika lze např. posuzovat následovně (pravděpodobnost výskytu x dopad = úroveň rizika)

Zanedbatelná

mírná

výrazná až nebezpečná

| PRAVDĚPODOBNOST VÝSKYTU |                    |                  |                      |        | NÁSLEDKY        |      |         |         |       | ÚROVEŇ<br>RIZIKA |
|-------------------------|--------------------|------------------|----------------------|--------|-----------------|------|---------|---------|-------|------------------|
| téměř jisté             | pravdě-<br>podobné | méně<br>pravděp. | nepravdě-<br>podobné | vzácné | nevýz-<br>namné | malé | střední | význam. | velké |                  |
| 5                       | 4                  | 3                | 2                    | 1,2    | 1,2             | 2    | 3       | 4       | 5     | 12               |

| DOPAD (a – e)<br>PRAVDĚPODOBNOST (A – E) |   | nevýzn. | malé | střední | význam. | velké |
|------------------------------------------|---|---------|------|---------|---------|-------|
|                                          |   | a       | b    | c       | d       | e     |
| téměř jisté                              | A | 6       | 10   | 15      | 20      | 25    |
| pravděpodobné                            | B | 4,8     | 8    | 12      | 16      | 20    |
| méně pravděpodobné                       | C | 3,6     | 6    | 9       | 12      | 15    |
| nepravděpodobné                          | D | 2,4     | 4    | 6       | 8       | 10    |
| vzácné                                   | E | 1,44    | 2,4  | 3,6     | 4,8     | 6     |

### Příklady dříve méně známých nebo vnímaných rizik

Vrty pro tepelná čerpadla [2] se v době prováděných revizí OP podle Směrnice č. 51 téměř nevyskytovaly, naopak v současné době jsou značně rozšířeny. Provádí a využívají se dvěma způsoby – vrty pro tepelná čerpadla systému voda x voda a systému země x voda. Podzemní zvodně (zejména vodárensky využívané či využitelné) jsou ohroženy nevhodným umístěním nebo nevhodným provedením vrtu. Vzhledem k tomu, že se provádí do značných hloubek (100 -200 m), zpravidla prochází více zvodnělými vrstvami, oddělenými izolátory. Protože nevyžadují velké vrtné průměry a hlavně je snahou co nejvíce ušetřit, vrtají se tak, že na odtěsnění jednotlivých kolektorů nezbyvá žádný prostor (pouze několik mm). Pokud jsou provedeny do zvodní s různou kvalitou nebo odlišnými tlakovými poměry podzemní vody, dochází např. ke smísení těchto vod se vzájemným kvalitativním ovlivněním, nebo k poklesu tlaku u tlakových zvodní. Tím může být zcela znehodnocena vodárensky využívaná zvodně.

Dalším rizikem je případ u systému voda x voda, kdy se z kolektoru podzemní voda čerpá a po jejím energetickém využití ve výměníku tepla se opět vypouští do vod podzemních. Vodní zákon takové nakládání umožňuje, opět však je třeba odborně posoudit každý konkrétní případ. Pokud je např. za účelem energetického využívání jímána podzemní voda z větších hloubek a tato je z pohledu vodárenského využívání

nevhodné kvality, je bezpodmínečně nutné vyřešení zasakování takové vody bez negativního dopadu na jinou, např. vodárensky vhodnou zvodně. Zcela jistě jde investorům těchto vrtů opět o to, aby provedení bylo co nejlevnější – zasakování do vod podzemních se potom provede pomocí mělčích vrtů a tedy do zcela odlišné zvodně. Tím se však zásadním způsobem změní kvalita podzemní vody a může dojít i ke znehodnocení vodního zdroje. V některých případech dokonce hrozí přímé znečištění podzemní vody při úniku oběžných medií s příměsemi aditiv apod. Pokud se voda odebírá z jiné zvodně, než do které je vypouštěna, příp. při vypouštění do vod povrchových, je zcela narušena i bilance vod.

Vsakování srážkových vod [2] je podle současných právních předpisů (vodoprávních i stavebních) upřednostňováno. Z pohledu hydrogeologického a vodárenských zájmů je zde však určité riziko, které je třeba případ od případu prověřit. Na zasakování nemá vliv pouze množství srážek, ale především skutečnost, že stavby mají značnou plochu střech, ze kterých jsou tyto vody soustředěny do několika míst a dalším faktorem jsou značné zpevnění plochy kolem staveb, opět s odváděním srážkových vod a jejich zasakováním nikoli plošně, ale bodově. Vedle toho, že mohou vznikat mokřady, bažiny, může docházet i k ohrožení stability svahů a budov, lokálně se může zvyšovat i hladina podzemních vod – vše je závislé na místních podmínkách a způsobu technického řešení. Pokud dojde ke zhoršení kvality těchto vod, např. vlivem úkapů na zpevněných plochách, jedná se o následné zhoršení kvality podzemních vod.

Sucho je sice pojem obecně a dlouhodobě známý, běžně užívaný, avšak v současnosti, kdy se extrémní jevy jako povodně a sucho střídají s mnohem větší četností a případně i intenzitou, je nedostatečně vnímáno i legislativně řešeno. Teorie sucha hovoří o jeho různých typech, především z pohledu různých oblastí lidské činnosti (např. sucho meteorologické, hydrologické, zemědělské, sociálně-ekonomické) [4]. Sucho vždy souvisí s klimatickými a meteorologickými podmínkami – nedostatkem vody, především s nedostatečnými nebo nevhodně rozloženými atmosférickými srážkami, vysokými teplotami, případně větrem, ale také s místními podmínkami, které ovlivňují zadržování srážek, jejich využíváním, hospodaření s nimi atd. Jednotlivé typy sucha se tak neobjevují vždy společně. Suchu nelze přímo předcházet, je však možné zmírnit jeho dopady.

Z pohledu využívání a ochrany vodních zdrojů jde především o sucho hydrologické, a to v souvislosti s rozdílnými hydrogeologickými, hydrologickými a dalšími místními podmínkami. Množství a následné hospodaření se srážkovými vodami má dopad na vydatnost zdrojů, s jejich poklesem se zpravidla dostavuje i snížená kvalita vod (nedostatečné „ředění jakéhokoliv znečištění – nárůst jeho koncentrace“).

Nevhodné využívání krajiny a pěstování nevhodných plodin má nepřímý dopad na vodu v přírodě (i na vodní zdroje). Přímý a rychlý odtok srážek, zejména přívalových, vedle způsobených škod znemožňuje pozvolné zasakování a obohacování zásob především podzemních vod. Velké plochy bez trvalé vegetace umožňují za vyšších teplot, příp. i vlivem větrů, výpar a vysychání. Pěstování plodin nevhodných do konkrétních lokalit – např. plodiny rychle rostoucí, s energetickým využíváním, potřebují extrémní množství vody, které mnohdy ani neodpovídá srážkovým úhrnům zvolené lokality, tedy opět snižování hladiny a zásob podzemní vody. Stejně však může působit i nevhodně vybrané či provozované prameniště podzemní vody pro vodárenské účely.

Suchu se začíná věnovat zvýšená pozornost, je však potřeba především připravit legislativu a postupně na tento fenomén pohlížet komplexně, v širších souvislostech.

Jako další rizika v povodí vodních zdrojů lze např. zmínit:

- bioplynové stanice, kdy může jít jak o potřebu materiálů pro jejich provoz (viz výše), tak i o likvidaci produktů – digestátů v povodí (OP) vodních zdrojů
- u povrchových vod jde např. o jejich rekreační účely, se stále vyššími požadavky na různé vodní sporty s využíváním spalovacích motorů a tedy manipulací s ropnými látkami, ale rovněž s vyššími nároky na bydlení a služby – tj. produkci a nakládání s odpadními vodami
- výčet rizik je určitě mnohem širší a při zpracování jednotlivých dokumentací OP, resp. při zajištění ochrany vodních zdrojů je třeba je všechny poznat, pojmenovat a zabývat se jimi.

## **Závěr**

Ochrana vod, především vodních zdrojů, je stále aktuální a nezbytná pro naplnění povinností provozovatele vodárenské infrastruktury – zajistit plynulé zásobování pitnou vodou v požadovaném množství a odpovídající kvalitě. Vlastníci i provozovatelé věnují značné úsilí a především investiční prostředky do technologií, které k tomu napomáhají. Vedle zkvalitnění materiálů a vybavení jímacích objektů a vodovodních řadů jde především o modernizaci technologií úpraven vod, které se musí vypořádat nejen s kvalitou surové vody za „konstantních poměrů“, ale musí být schopny eliminovat i případné havarijní stavy v povodí nebo přímo ve zdrojích vody.

Přesto však preventivní ochrana vodních zdrojů nemůže být opomíjena a musí být prováděna současně s dalšími technickými a technologickými opatřeními. Znamená to, že je třeba v povodí vodních zdrojů vnímat jak historické situace a podmínky, které mohou dlouhodobě ovlivňovat vývoj i množství zásob vody ve zdroji (znečištěné horninové prostředí, půdní profil, sedimenty v nádržích apod.), ale současně i nové trendy, technologie aj. K tomu je třeba zpracovávat podrobnou rizikovou analýzu pro zhodnocení místních podmínek a optimální přístup k naplnění potřebného záměru.

## **Literatura**

- [1] Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů (vodní zákon)
- [2] Šeda, S. 2014. Rizikové činnosti ovlivňující vodárenské využívání podzemních vod. In: *Podzemní vody ve vodárenské praxi*. Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s., Ústí nad Orlicí. Dolní Morava, 54--62.
- [3] Novák, J. Oppeltová, P. 2013. Stanovení ochranných pásem vodních zdrojů opatřením obecné povahy. In: *VODA ZLÍN, MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s., Zlín*, 197--203. ISBN 978-80-260-3739-2.
- [4] Látal, M. Novák, J. Oppeltová, P. 2013. Problematika sucha v podmínkách VODÁRENSKÉ AKCIOVÉ SPOLEČNOSTI, a.s. *Vodní nádrže 2013*. Povodí Moravy, s.p.

# Aktuální pohled na mikropolutanty (ČR a EU)

**Ing. Radka Hušková<sup>1)</sup>; Ing. Ondřej Beneš, Ph.D. MBA LL.M.<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Pražské vodovody a kanalizace, a.s., Pařížská 11, 110 00 Praha 1

<sup>2)</sup> VEOLIA VODA ČESKÁ REPUBLIKA a.s., Na Florenci 15, 110 00 Praha 1  
[radka.huskova@pvk.cz](mailto:radka.huskova@pvk.cz), [ondrej.benes@veolia.com](mailto:ondrej.benes@veolia.com)

**Anotace:** článek se věnuje aktuální situaci v oblasti regulace obsahu mikropolutantů v akvatickém prostředí a specificky v pitné a odpadní vodě. Hodnoceny jsou kroky, které byly přijaty na úrovni EU i České republiky, které mají za cíl určit škodlivost pro lidské zdraví jednotlivých typů mikropolutantů a specificky pesticidů a produktů jejich rozpadu v akvatickém prostředí. Pozornost je věnována nejenom opatření u zdroje (zejména v zemědělství), systému monitoringu, ale i omezování přítomnosti na úpravách pitných vod a také na čistírnách vod odpadních.

**Abstract:** the following article analyses in depth actual legal situation in regulation of micropolutants taking in account actual presence of micropolutants in the environment and more specifically in the aquatic environment. The regulation approach on the level of EU and on the level of the Czech Republic is discussed considering the effect of individual groups and their degradation products on the human health. Individual measures to decrease content/effect of micropolutants are discussed and case studies are presented.

## 1. Úvod

Zdroje pitné vody jsou trvale ohrožovány antropogenním znečištěním. Největším rizikem jsou látky, které se v životním prostředí téměř neodbourávají a špatně se odstraňují, a to jak při čištění odpadní vody, tak při úpravě vody na vodu pitnou. Mezi takové látky patří antropogenní organické mikropolutanty. Tyto látky jsou uvolňovány do životního prostředí řádově desítky let. O jejich osud a působení na životní prostředí se lidé začali zajímat relativně nedávno. Do skupiny perzistentních organických mikropolutantů patří již přes sto let známé DDT, dále polychlorované bifenylly (PCB), polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU), přípravky pro osobní hygienu (mošusové látky), detergenty, steroidy, hormony, průmyslové chemikálie, celá řada organických pesticidů a mnoho dalších sloučenin. V posledních letech se k novým polutantům přidaly polybromované retardátory hoření, desikanty, léčiva a látky s endokrinními účinky. Uváděné mikropolutanty se běžně vyskytují ve vodách ve stopových koncentracích, v rozmezí od několika ng/l až do úrovně µg/l. Jejich nízká koncentrace a velká různorodost úzce souvisí s možnostmi vlastní detekce resp. analytického stanovení.

V současnosti je obtížné posoudit dopad mikropolutantů na ekosystém - dosud je tato oblast především předmětem výzkumu, některé látky mohou zřejmě vyvolat účinky ve velmi malých koncentracích. Pokud jsou organické polutanty v životním prostředí, v potravinách a i v pitné vodě limitovány, je stanovena limitní koncentrace vždy pro jednotlivou látku. Nejsou dosud žádné informace, jaké je riziko dlouhodobé expozice nízkými (podlimitními) dávkami a jaký je dopad na zdraví člověka směsí mikropolutantů, kdy každá jednotlivá látka vyhovuje přípustným limitům – mluvíme o tzv. „koktejlovém efektu“. Organické mikropolutanty se posuzují jednotlivě, nikoliv ve směsi. Hledají se proto odpovídající opatření, aby se minimalizovaly nepříznivé dopady mikropolutantů na zdraví člověka a životní prostředí.

Tento příspěvek se zabývá konkrétní skupinou organických mikropolutantů - organickými pesticidy a jejich metabolity. Podle definice Food and Agricultural Organization (FAO) jsou pesticidy látky určené k prevenci, ničení, potlačení, odpuzení či eliminaci škodlivých činitelů, tedy nežádoucích mikroorganismů, rostlin a živočichů během výroby, skladování, transportu, distribuci a zpracování potravin, zemědělských komodit a krmiv. Přítomnost organických pesticidů a jejich metabolitů ve vodě je obdobně jako u řady dalších mikropolutantů identifikována v posledních letech zejména díky rozvíjejícím se analytickým metodám. Aktuálně však nejsou k dispozici ucelené informace o jejich aplikaci v životním prostředí a výskytu ve vodách; na různých úrovních probíhá především monitoring těchto látek. Hlavním účelem monitoringu je zjistit postižené lokality, identifikovat rizikové oblasti a spektrum pesticidních látek a jejich metabolitů (PL a M), které se ve vodě vyskytují. V České republice zároveň probíhá diskuse na úrovni příslušných Ministerstva životního prostředí (MŽP), Ministerstva zemědělství (MZe) a Ministerstva zdravotnictví (MZd) o možném průniku PL a M do vody, aktuálním tématem je diskuse o vhodné a účinné metodě odstranění PL a M z vody a o legislativním rozlišení relevantních a nerelavantních metabolitů pesticidů.

## 2. Pesticidy - regulace

### 2.1. Právní rámec a pozice v EU a ČR

Základním legislativním a dokumentem zaměřeným na nakládání s pesticidními látkami je Směrnice 2009/128/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství za účelem dosažení udržitelného používání pesticidů (dále jen Směrnice).

Vydáním Směrnice byla členským státům stanovena základní rámcová pravidla pro dosažení trvale udržitelného používání pesticidů s cílem omezení negativního dopadu jejich používání na zdraví lidí a životní prostředí, včetně vody. Obecným cílem strategie EU je dosáhnout udržitelnějšího používání pesticidů prostřednictvím značného snížení jejich rizik, ovšem při zachování nutné ochrany plodin. Konkrétně se strategie EU hlásí k těmto cílům:

- snížit nebezpečí a rizika pro zdraví a životní prostředí v souvislosti s používáním pesticidů;
- zlepšit kontroly používání a distribuce pesticidů;
- snížit hladiny škodlivých účinných látek pesticidů (např. nahrazováním nejnebezpečnějších látek bezpečnějšími alternativami, včetně nechemických);
- podpořit zemědělství s nízkými vstupy nebo bez použití pesticidů;
- zavést systém monitoringu naplňování cílů strategie, včetně stanovení vhodných indikátorů.

Evropská komise očekává, že aplikací Směrnice může dojít ke snížení používaného množství pesticidů v EU o 11–16 %, tedy asi o 31– 44 tisíc tun účinných látek ročně. Podle komise by měla implementace legislativy týkající se nakládání s pesticidy přinést prospěch zvláště uživatelům pesticidů, spotřebitelům a životnímu prostředí. Navíc by měl být podpořen výzkum a inovace postupů tlakem na vývoj selektivnějších účinných látek a nechemických (biologických) metod ochrany před škůdci.

Je vhodné uvést i další evropské a národní dokumenty, které se vztahují k této problematice. Jedná se zejména o Rámcovou směrnici o vodní politice 2000/60/ES a Směrnici 2008/105/ES o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky. Obě tyto Směrnice prošly rozsáhlým přezkumem a byly pozměněny Směrnicí 2013/39/ES, která aktualizuje rozsah prioritních látek v oblasti vodní politiky.

Česká legislativa se v této oblasti opírá především o vodní zákon č. 254/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a na něj navazující prováděcí předpisy - zejména nařízení vlády č. 61/2003 Sb. a vyhlášku o monitoringu č. 98/2011 Sb.

Pro udržitelné hospodaření s pesticidy s ohledem na vodní prostředí je relevantní i strategický dokument Evropské komise „Plán na ochranu vodních zdrojů Evropy (Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources)“ (dále jen Blueprint), jehož hlavním cílem je odstranění překážek bránících dosažení cílů vytyčených legislativou v oblasti vod, tedy především dosažení dobrého stavu evropských vodních zdrojů. Tento dokument je souborem politických doporučení v oblasti vodního hospodářství EU na následující období. Zásadním výstupem Blueprintu je požadavek na přehodnocení a aktualizaci legislativního rámce EU ve vztahu k vodní politice. Je však nezbytné zajistit ve všech členských státech EU důsledné provádění jednotlivých legislativních předpisů a zajistit integraci cílů z oblasti vod do dalších souvisejících sektorů - jedná se především o Společnou zemědělskou politiku, oblast obnovitelných zdrojů energie, dopravy atd.

Legislativa a dokumenty zaměřené na nakládání s pesticidními látkami v ČR, které vycházejí z předpisů EU, jsou zejména zákon č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, vyhláška č. 329/2004, o přípravcích a dalších prostředcích na ochranu rostlin, vyhláška č. 32/2012 Sb. o přípravcích a dalších prostředcích na ochranu rostlin a nelegislativní strategický nástroj - Národní akční plán (dále jen NAP) ke snížení používání pesticidů v České republice. Vláda ČR schválila NAP usnesením č. 660 ze dne 12. 9. 2012. NAP představuje zásadní koncepční materiál pro omezení negativních důsledků používání přípravků na ochranu rostlin, a to včetně oblasti povrchových, podzemních i pitných vod. Jeho schválením se Česká republika zavázala realizovat opatření k udržitelnému používání pesticidů.

Kvalitu pitné vody stanovuje zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů č. 258/2000 Sb., v platném znění (dále jen zákon OOVZ). Obsah pesticidů v pitné vodě pro veřejnou potřebu je limitován prováděcí vyhláškou k tomuto zákonu č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody (dále jen Vyhláška).

V tomto smyslu je důležitá formulace Nařízení 396/2005/ES o maximálních reziduích pesticidů, která upravuje požadavek na určení přijatelné míry pesticidů v potravinách, mezi které patří i pitná voda, následovně „Celoživotní expozice a případně akutní expozice spotřebitelů reziduím pesticidů z potravin by měla být vyhodnocena v souladu s postupy a praxí používanými ve Společenství, přičemž se zohlední pokyny vydané Světovou zdravotnickou organizací.“ Velmi zajímavým z pohledu možného zpřísnování požadavků na obsah pesticidů v potravinách (tedy i v pitné vodě) v jednotlivých členských zemích EU je nedávný rozsudek Soudního dvora EU z 13. 1. 2015 ke Kasačnímu opravnému prostředku ve věci aplikaci Nařízení č. 149/2008/ES o maximálních limitech reziduí pesticidů. V roce 2008 Evropská komise zamítla ve formě dvou rozhodnutí požadavek zájmových sdružení „Pesticide Action Network Europe“ a „Stichting Natuur en Milieu“ na vyvolání změnového procesu v oblasti limitů pesticidních látek v potravinách zejména na základě požadavku přímé aplikace článku 9 odst. 3 Aarhuské úmluvy. Návazně Tribunál Evropské unie tato rozhodnutí v roce 2012 zrušil, což výrazně zvýšilo možnost tzv. nevládních organizací (NGOs) rozporovat požadavky sekundární legislativy EU. Ovšem nakonec Soudní dvůr EU v roce 2015 vyhověl kasačnímu opravnému prostředku, podanému Radou EU a Evropskou komisí

v tomto případě a potvrdil platnost původních rozhodnutí Evropské komise. Tím bylo potvrzeno i to, že jednotlivci se nemůže dovolávat ustanovení mezinárodní dohody, pakliže není dostatečně přesné a bezpodmínečné a to i přesto, že dle čl. 206 Smlouvy o fungování EU mají mezinárodní dohody přednost před akty EU. Z daného případu vyplývá mimo jiné i to, že právě v pesticidních látek ve vztahu k oblasti životního prostředí a ochrany zdraví člověka bude i nadále EU individualizovaně postupovat a stanovovat limitních požadavky v rámci sekundárního práva EU.

## 2.2. Vodohospodářská koncepce v ČR a pesticidy

Vodní hospodářství (ať již tzv. „velká“ či „malá“ voda) je v ČR ovlivňováno řadou faktorů, mezi které patří bezesporu klimatické změny i urbanizační faktory [1]. Řada materiálů [2, 3, 4, 5] pracuje s trendy a koncepcí v oblasti kvality surové i pitné vody, náročností i nákladovostí jejich úpravy. Pokud ovšem hodnotíme jednotlivé kroky, které jsou v rámci státní správy realizovány ke zlepšení současné situace, zejména ve vazbě na zpřísnění použití a aplikace pesticidních látek tam, kde mohou ovlivňovat zdroje surové vody, nejsme na tom dobře. Také autoři práce [6] hodnotí mezi aktuálními trendy v oblasti veřejných vodovodů a kanalizací (VaK) i negativní situaci v regulaci mikropolutantů a zdrojů v zemědělství. Také proto musí být realizovány kroky, které jsou vytyčeny i ve výhledu úkolů vodního hospodářství ze strany MZe [12]

## 3. Pesticidy v pitné vodě v ČR – aktuální situace

V návaznosti na novelu zákona OOVZ z roku 2014 byla novelizována i vyhláška č. 252/2004 Sb. Jedná se o třetí novelu od roku 2004 s účinností od 29. 5. 2014. Novela Vyhlášky mění pohled i na vykazování kvality pitné vody z hlediska pesticidních látek. Do Vyhlášky byl nově zaveden pojem relevantní metabolity pesticidů.

V rámci novely Vyhlášky byla dána do souladu s evropskou legislativou vysvětlivka č. 27 k parametrům č. 46 - pesticidní látky a č. 47 pesticidní látky celkem, která nově zní: „*Pesticidy se rozumí organické insekticidy, herbicidy, fungicidy, nematocidy, akaricidy, algicidy, rodenticidy, slimicidy, příbuzné produkty (např. regulátory růstu) a jejich relevantní metabolity, rozkladné nebo reakční produkty. Stanovují se pouze pesticidy s pravděpodobným výskytem v daném zdroji, nestanovení pesticidních látek se zdůvodní.*“

Klíčovou změnou je doplnění přívlastku „relevantní“, který v textu Vyhlášky oproti textu Směrnice 98/83/ES chyběl. Tato zdánlivě malá změna vysvětlivky č. 27 ve Vyhlášce ovšem představuje rozdílný pohled na metabolity resp. rozkladné produkty pesticidů. Každý pesticid aplikovaný do životního prostředí se totiž po určité (různě dlouhé době) transformuje a tvoří metabolity. Konečnými metabolity (rozkladnými produkty) mnoha pesticidů jsou např. voda a oxid uhličitý. Některé metabolity jsou stejně toxické jako jejich původní „mateřské látky“, zatímco jiné nemají téměř žádný dopad na zdraví člověka včetně nejcitlivější části populace – kojence.

Někdy je proces transformace aplikovaného pesticidu v životním prostředí velmi rychlý, ve vodách se po jeho aplikaci původní „mateřská látka“ vyskytuje buď jen v nízké koncentraci, nebo pod mezí stanovitelnosti. Ovšem dominantní metabolit/y, který v životním prostředí z „mateřské látky“ vzniká, často přetrvává ve vodním prostředí po aplikaci velmi dlouho, v mnoha případech až do další aplikace původního pesticidu. Dělení metabolitů pesticidů na relevantní a nerelevantní má tedy svůj smysl.

Pojem „relevantní metabolit“ se objevoval řadu let ve dvou směrniciích EU (ve směrnici 98/83/ES pro pitnou vodu a dnes již zrušené směrnici 91/414/EHS, která se týká

uvádění na trh přípravků na ochranu rostlin), ovšem nebyl nijak definován. Určitá definice se objevila až v nařízení č. 1107/2009 ES o uvádění přípravků na ochranu rostlin na trh a o zrušení směrnic Rady 79/117/EHS a 91/414/EHS. Ani tato definice nepodává jednoznačné kritérium, jak posoudit, který metabolit je a který není relevantní. K problematice relevantních a nerelevantních metabolitů (rozkladných produktů) byla Evropskou komisí (EK) vydána v roce 2003 základní metodika [7], zpracovaná ve spolupráci s členskými státy EU. Dokument popisuje postupné schéma k identifikaci relevantních metabolitů, pro které by měla platit ustanovení uvedená v příloze č. VI Směrnice 91/414/EHS, resp. aktuálně Nařízení 1107/2009/ES, a tedy pro tyto metabolity platí i mezní hodnota 0,1 µg/l jako pro jednotlivý pesticid dle Směrnice 98/83/ES. Dokument dále popisuje systém pro posouzení rizikovosti těch metabolitů, které nejsou identifikovány jako relevantní, ale které musí být přehodnoceny, aby mohlo dojít k rozhodnutí, zda jsou či nejsou zahrnuty mezi účinné látky. Tímto dokumentem není dotčena pravomoc členských států stanovit si vlastní národní postup. Doporučuje se, aby členské státy vytvořily své vlastní národní a regionální scénáře pro posouzení kontaminace podzemních vod, aby bylo zajištěno, že jsou v místech odběru podzemních vod respektovány mezní hodnoty stanovené právními předpisy Společenství EU.

S ohledem na výše uvedená fakta a proto, aby bylo možné aplikovat novelu Vyhlášky v praxi, bylo dne 9.7.2014 vydáno Metodické doporučení Státního zdravotního ústavu SZÚ-2466/2014 pro hodnocení relevantnosti metabolitů pesticidů v pitné vodě, které vychází z výše diskutovatné metodiky, a které potřebná kritéria obsahuje. Toto doporučení jednak uvádí legislativní souvislosti, jak je naznačeno výše, a hlavně uvádí, jak v praxi přistupovat k nově formulované vysvětlivce č. 27 ve Vyhlášce.

Vlastníci a provozovatelé vodohospodářské infrastruktury, sdružení v zájmovém sdružení SOVAK ČR, průběžně řeší danou problematiku již několik let, a proto se významně zasadily o urychlení projednání a vydání souvisejících Metodických doporučení a legalizaci dokumentů, resp. nastavení vlastního procesu.

Aby výstupy Metodického doporučení SZÚ mohly být využity v celé vodárenské praxi ČR, bylo prostřednictvím SOVAK ČR ujištěno MZd dopisem ze dne 22.7.2014, že provozovatelé vodovodu, členové sdružení SOVAK ČR, poskytnou Ministerstvu zdravotnictví „*Odborné posudky – hodnocení zdravotního rizika*“ a „*Stanovení bezpečné koncentrace nerelevantního metabolitu pesticidu*“ (doporučenou limitní koncentraci v pitné vodě), tedy dokumenty, které si provozovatel vodovodu pro analyticky zjištěný metabolit pesticidu v pitné vodě zajistil.

Zároveň SOVAK ČR navrhl, aby seznam takto posouzených nerelevantních metabolitů pesticidů, včetně jejich navržených limitních hodnot – jako hodnot doporučených - byl MZd zveřejňován na webových stránkách tak, aby navržená doporučená hodnota jednotlivých metabolitů byla jednotná pro celou ČR. Dne 1.9.2014 byly Ministerstvem zdravotnictví zprovozněny webové stránky, kde je uveden seznam stanovených nerelevantních metabolitů pesticidů včetně jejich doporučených limitních hodnot [8].

Novelou Vyhlášky nebyla dotčena povinnost provozovatele VaK stanovovat rezidua pesticidních látek cíleně podle předpokládaného výskytu. Ovšem statistické údaje o množství aplikovaných pesticidů poskytované v současné době Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským (ÚKZÚZ) jsou neadresné a jsou poskytovány s velkým zpožděním (cca půl roku po skončení kalendářního roku), což je pro vodárenské společnosti pouze hrubě orientační informace.

Územní pracoviště KHS Jihomoravského kraje a Královéhradeckého kraje také začaly na začátku roku 2015 naléhat na provozovatele VaK, aby si od ÚKZÚZ vyžádaly informace o aplikovaných přípravcích na ochranu rostlin (POR) v oblasti jejich vodních zdrojů a sledovaly v pitné vodě všechny POR (popř. jejich metabolity) z poskytnutého seznamu. Praxe ukázala, že současný systém evidence aplikovaných POR, který byl vytvořen dříve za jiným účelem a zpřístupňování informací prostřednictvím ÚZKÚZ, je pro vodárenskou a hygienickou praxi zcela nepoužitelný, protože není schopen poskytnout cílené informace o POR aplikovaných v oblasti zdroje vody pro konkrétní vodovod. ÚZKÚZ na základě svých dat poskytuje seznam POR od vybraných subjektů, které alespoň částečně hospodaří na stejném katastru. Jedná se o seznam cca 50 látek, který ale nemusí odpovídat potřebám daného provozovatele vodovodu. Pro malé provozovatele (obce) může být pravidelné monitorování tak velkého rozsahu POR likvidační nebo vést k nepřijatelnému zvýšení ceny vody, přičemž stejně nemusí být zaručena ochrana zdraví, protože se nejedná o cílený monitoring.

S ohledem na nemožnost získat informace o osevních plánech a aplikovaných pesticidech od hospodařících subjektů vyvíjí Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) zástupnou metodu družicového snímkování, která by umožnila identifikovat pěstované rostliny a usoudit tak na pravděpodobně aplikované POR. Na základě vyhodnocení snímků by měl být ČHMÚ schopen na jaře 2015 poskytnout přehled ozimů (a doprovodnou pravděpodobnost aplikací POR na plodiny). Z jařin je nejvíce četná kukuřice, a pokud se v povodí zdroje nepěstuje větší zastoupení speciálních plodin, umožní tyto podklady výrazně zúžit rozsah parametrů u odebraných vzorků. Uvedené informace pomohou přiblížit jak provozovatelům VaK, tak podnikům Povodí, na které účinné látky a jejich metabolity se při monitoringu mají zaměřit. Zveřejňování výsledků se předpokládá na stránkách ČHMÚ.

Na začátku roku 2015, v souladu s dílčími cíli NAP, poskytl ÚKZÚZ přehled nejčastěji aplikovaných pesticidů a jejich metabolitů, které vznikají v životním prostředí včetně toxikologické relevantnosti u většiny metabolitů. Zkrácená tabulka je přílohou tohoto příspěvku.

#### **4. Cesty snižování obsahu mikropolutantů – praktické zkušenosti**

##### *4.1. Řízené snižování vnosu mikropolutantů*

Oblast praktické aplikace legislativních nástrojů v oblasti mikropolutantů nemůže zůstat úplná bez stanovení technické a ekonomické stránky řešení případů kontaminace zdrojů, používaných pro výrobu pitné vody. Jak již bylo uvedeno výše, je hlavním zdrojem pesticidních látek intenzivní zemědělství. Ovšem i v rámci urbanizovaných území je nutné vzít ohled na akumulaci a přenos mikropolutantů ve stokových sítích [9] a návazně z čistíren odpadních vod (ČOV). V oblastech, kde zatížené povrchové vody či ČOV přímo dotují hydrologickou bilanci podzemních vod, je možné použití terciálního dočišťování vypouštěných odpadních vod [10] či pro ČR těžko představitelné čištění povrchových vod tak, jako tomu je například v Německu na úpravách vod Beelitzhof či Tegel, kde je primárně snižován obsah nutrietů v povrchových vodách, ovšem paralelně běží při úpravě i proces snižování obsahu mikropolutantů [11]. Významným přínosem při řízeném doplňování podzemních zdrojů vody infiltrací vody povrchové či vyčištěné vody odpadní může být právě jejich dočišťování. Variant technologického řešení je celá řada, s maximální účinností redukce obsahu při použití membránové technologie. Ovšem nákladová efektivita tohoto řešení vede i k ověřování dalších kroků úpravy, kde mezi velmi zajímavé řešení spadá i řízená

oxidace těchto vod. Ve studii [12] jsou pro jednotlivé dodatečné separační stupně určeny průměrné efektivy redukce obsahu mikropolutantů ve vyčištěných odpadních vodách. Pokud zjednodušeně převedeme tuto složku ve formě parametru DOC, tak je možné počítat u běžně zatížených vyčištěných odpadních vod se snížením DOC o dalších 20-30 % běžnou pískovou filtrací bez koagulace a dodatečných 10-15 % při použití předozonizace před pískovými filtry. Naproti tomu doplnění filtrace granulovaným aktivním uhlím (GAU) při dostatečné kontaktní době zajišťuje dosažení výrazně vyšší účinnosti a to jak bez předozonizace (50-80 % DOC), tak i s předozonizací (65-95 %). Vlastní provozní nákladovost výše prezentovaných řešení má široký rozptyl, pohybující se od 0,01-0,12 €/m<sup>3</sup> upravované vody podle typu používané metody a základního zatížení separačního stupně parametrem DOC, příp. dalšími složkami, které separaci ovlivňují.

#### *4.2. Snižování obsahu mikropolutantů v procesu úpravy vody*

Při úpravě vody surové na vodu pitnou je historicky nejčastěji sledovaným a popsáným ukazatelem přítomnosti pesticidních látek pesticid atrazin. Například ve studiích [14,15], které používaly atrazin pro stanovení účinnosti jednotlivých separačních stupňů, autoři prokazují relativně vysokou účinnost doplnění separačních stupňů s granulovaným aktivním uhlím. Určitou alternativou je dávkování práškového aktivního uhlí do upravované vod/odpadní vody, u kterého je díky prodloužené kontaktní době a vysokému specifickému povrchu dosahováno velmi dobrých výsledků kolem 80 % odstranění DOC [18], ovšem za relativně vysokých provozních nákladů spojených se ztrátami sorbentu (na sorpci každého mg DOC je zapotřebí dávka cca 2 mg práškového aktivního uhlí). Obdobné výstupy jsou prokázány i ve studii [19], která dokládá specifickou účinnost vůči jednotlivým typům pesticidních látek a jejich metabolitů. Určitou alternativou jsou systémy iontové výměny (např. MIEX<sup>®</sup>), kde je prokázána účinnost na dočištění upravovaných vod v parametru DOC dodatečných 50 % po zařazení za standardní technologii koagulace a filtrace. Na úplném vrcholu kvalitativního žebříčku technologie úpravy zůstávají systémy membránové filtrace, které umožňují dosažení téměř libovolné účinnosti separace, ovšem opět vyvážené provozní náročností a nákladovostí. Společnost Veolia již více jak 10 let provozuje plnoprovozní testovací zařízení v rámci Water Research Center of Veolia, kde celosvětoví producenti membránové technologie (Kubota, LG, Zenon/GE, Siemens...) dlouhodobě ověřují vyvinuté typy membrán v zatížení různými typy upravované vody. Výstupy studií [20] poté umožňují doložit dosažitelnost odstranění identifikovatelných mikropolutantů, kdy zatím nejoptimálnějším řešením z pohledu investiční/provozní efektivy zůstává ozonizace a filtrace na GAU s biologickou vrstvou. Co se týče membránových technologií, tak kombinace flotace s návaznou úpravou membránovým reaktorem je opět velmi zajímavou alternativou [21], obdobně jako kombinace vysokorychlostního čiření s membránovou filtrací [22]. Právě u membrán je zřejmý trend využití nových materiálů a jejich dodatečná úprava, která nyní výrazně prodlužuje životnosti membrán pro úpravu pitné vody i nad 20 let, což bývalo nepředstavitelné. Z pohledu ekonomického je opět možné technologické kroky postavit v žebříčku v rámci provozních nákladů ve velmi obdobných intencích jako v předcházející kapitole.

### **5. Závěry**

Z uvedené analýzy i nastínění možných dalších cest vývoje i metod pro snižování expozice obyvatel působnosti pro zdraví relevantních mikropolutantů vyplývá, že jakýkoliv přístup není možné aplikovat izolovaně, ale vždy je nutné navzájem

provazovat opatření tak, aby proces ochrany lidského zdraví byl efektivní, nákladově dostupný a přitom adresný a vždy aktuálně reagující na přítomnost konkrétních látek.

Článek se vzhledem k absenci detailních znalostí vyhýbá podrobnějšímu hodnocení provázání zemědělské politiky v ČR v oblasti využívání pesticidních látek s oblastí využívání vod. Tento krok je však v budoucnosti naprosto nezbytný a bez jeho realizace nebude možné dlouhodobě zajistit výrobu a dodávky kvalitní pitné vody pro obyvatelstvo. Je tedy nezbytná nejen aktivní účast zástupců vodohospodářského sektoru, ale i regulátorů oboru na úrovni ministerstev, zejména MZd, MZe a MŽP.

## 6. Literatura

- [1] ČHMÚ (2012). Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření - technické shrnutí výsledků projektu 2007-2011.
- [2] Ministerstvo zemědělství (2011). Koncepce vodohospodářské politiky Ministerstva zemědělství do r. 2015.
- [3] Ministerstvo zemědělství I (2014). Vodovody a kanalizace ČR 2013 - Ekonomika, ceny a finance.
- [4] Ministerstvo zemědělství II (2014). Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2013.
- [5] Návrhy opatření povodí ČR (2015). [www.eagri.cz](http://www.eagri.cz).
- [6] Beneš, O., Chudoba, P. a Král, P. (2014). Moderní trendy v hospodaření s vodou vs. vodohospodářské společnosti; sborník Konference Voda Zlín – 13/3/2014.
- [7] DG SANCO, EK (2003). GUIDANCE DOCUMENT ON THE ASSESSMENT OF THE RELEVANCE OF METABOLITES IN GROUNDWATER OF SUBSTANCES REGULATED UNDER COUNCIL DIRECTIVE 91/414/EEC, „Sanco/221/2000 –rev.10- final; 25 February 2003“.
- [8] [http://www.mzcr.cz/Verejne/obsah/pitna-voda-pesticidy-nerelevantni-metabolity\\_3170\\_5.html](http://www.mzcr.cz/Verejne/obsah/pitna-voda-pesticidy-nerelevantni-metabolity_3170_5.html)
- [9] CzWA (2009). Metodická příručka posouzení stokových systémů urbanizovaných území.
- [10] Water for Berlin - Berliner Wasserbetriebe (2013). Dostupné z <http://www.bwb.de/>
- [11] Jekel, M. Heinzmann, B (2003). Natural and Artificial Systems for Recharge and Infiltration (NASRI)”, its Relation to the Specific Water Management Challenges of Berlin and the International Relevance. Sborník konference Wasser Berlin.
- [12] Punčochář, P. (2014). Současné a střednědobé úkoly vodního hospodářství v České republice. Sborník konference Voda jako strategický faktor konkurenceschopnosti ČR a EU - příležitosti a rizika, Praha 3.12.2014.
- [13] KZBW (2011). Optimizing organic compound removal in artificial recharge systems by redox control and enhanced oxidation. Project presentation.
- [14] Gough, R., Holliman, P., Willis, N. a Freeman, C. (2013). Dissolved organic carbon and trihalomethane precursor removal at a UK upland water treatment works. *Sci Total Environ.* 1/2014 pp. 228-39.
- [15] Gibert, O., Lefèvre, B., Fernández, M., Bernat, X., Paraira, M., Pons, M. (2013). Fractionation and removal of dissolved organic carbon in a full-scale granular activated carbon filter used for drinking water production. *Water Res.* 47(8), pp. 2821-9.
- [16] Montiel A. et al. (1989). Elimination of atrazine: physical-chemical and biological treatment. *Water Supply* 7 (4), pp. 213-223.
- [17] Montiel A. et al. (1984). Influence du coagulant lors de l'élimination des micropolluants minéraux par les traitements de clarification. *Journal Français d'Hydrologie*, 15 (2), pp. 119-129.
- [18] Boehler, M., Zwickenpflug, B., Hollender, J. Joss A, Siegrist, H. a Ternes, T. (2012). Removal of micropollutants in municipal wastewater treatment plants by powder-activated carbon. *Water Sci. Technol.* 66(10), pp. 2115-21.
- [19] Hloušek, T. (2014). Výskyt pesticidů v ÚN Klíčava a jejich odstraňování na ÚV Klíčava. Sborník konference Pitná voda 2014, Tábor.
- [20] Bozkaya-Schrotter, B., Daines, C., Lescourret, A.-S., Bignon, A., Breant, P. a Schrotter, J.C. (2008). Treatment of trace organics in membrane concentrates I: pesticide elimination. *Water Sci. Technol.: Water Supply* 8(2), pp. 223–230.
- [21] Veolia (2013). Idraflot<sup>TM</sup> Efficiency. Internal testing report.
- [22] Veolia (2013). Enhanced High Rate Clarification Actiflo® Turbo. Internal testing report.

| <b>název účinné látky</b> | <b>název metabolitu</b>                                                                            | <b>Synonymum metabolitu</b> | <b>toxikologicky relevantní</b> | <b>poznámka</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| chloridazon               |                                                                                                    |                             | ANO                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                           | metabolite B<br>(5-amino-4-chloro-pyridazine-3-one)                                                | Chloridazon-despenyl        | NE                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                           | metabolite B-1<br>(5-amino-4-chloro-2-methylpyridazine-3-one)                                      | Chloridazon-despenyl-methyl | NE                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| acetochlor                |                                                                                                    |                             |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                           | t-oxanilic acid                                                                                    | Acetochlor OA               | ANO                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                           | t-sulfinylacetic acid                                                                              | Acetochlor SAA              | ANO                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                           | t-sulfonic acid                                                                                    | Acetochlor ESA              | ANO                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                           | s-sulfonic acid                                                                                    |                             | ANO                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| alachlor                  |                                                                                                    |                             | ANO                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                           | t-sulfonic acid                                                                                    | Alachlor ESA                | ?                               | <u>U těchto metabolitů není zhodnocena toxikologická relevantnost metabolitů.</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                           | t-oxanilic acid                                                                                    | Alachlor OA                 | ?                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                           | s-sulfonic acid                                                                                    |                             | ?                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                           | t-sulfinylacetic acid                                                                              | Alachlor SAA                | ?                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| S-metolachlor             |                                                                                                    |                             | ANO                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                           | CGA354743<br>[(2-ethyl-6-methyl-phenyl)-(2-methoxy-1-methyl-ethyl)-carbamoyl]-methanesulfonic acid | Metolachlor ESA             | NE                              | Tyto metabolity jsou hodnoceny jako toxikologicky nerelevantní, poslední je z roku 2011. Nově nebyly tyto metabolity přehodnoceny.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                           | CGA51202<br>N-(2-ethyl-6-methyl-phenyl)-N-(2-methoxy-1-methyl-ethyl)-oxalamic acid                 | Metolachlor OA              | NE                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                           | CGA41507<br>N-(2-ethyl-6-methyl-phenyl)-N-(2-methoxy-1-methyl-ethyl)-acetamide                     |                             | NE                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Terbuthylazin             |                                                                                                    |                             | ANO                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                           | MT1<br>Desethyl-terbuthylazine                                                                     |                             | NE                              | V EFSA Conclusion (EFSA Journal 2011; 9(1):1969) jsou hodnoceny metabolity desethyl-terbuthylazine, hydroxy-terbuthylazine, desethyl-hydroxyterbuthylazine, LM1, LM2, LM3, LM5, LM4 a LM6 jako toxikologicky relevantní. Relevantnost metabolitů byla navržena na základě klasifikace účinné látky větou R 40 (karcinogenita kategorie 3).<br><u>V toxikologickém posudku (prosinec 2014) je uvedeno, že všechny metabolity se považují za toxikologicky nerelevantní.</u> Metabolity LM1 – LM6 mohou být považovány za nerelevantní podle |
|                           | MT13<br>Hydroxy-terbuthylazine                                                                     |                             | NE                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                           | MT14<br>Desethyl-hydroxy-terbuthylazine                                                            |                             | NE                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                           | LM1<br>6-amino-1,3,5-triazine-2,4-diol                                                             |                             | NE                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                           | LM2<br>N-(4-amino-6-hydroxy-1,3,5-triazin-2-yl)-2-methylalanine                                    |                             | NE                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                           | LM3<br>2,6-dihydroxy-7,7-dimethyl-7,8-dihydroimidazo[1,2-a][1,3,5]triazin-4(6H)-one                |                             | NE                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                           | LM4<br>N-[4-(ethylamino)-6-hydroxy-1,3,5-triazin-2-yl]-2-methylalanine                             |                             | NE                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                           | LM5<br>6-(tert-butylamino)-1,3,5-triazine-2,4-diol                                                 |                             | NE                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                           | LM6<br>4-(tert-butylamino)-6-hydroxy-1-methyl-1,3,5-triazin-2(1H)-one                              |                             | NE                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|               |                                                                                                                             |                    |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |                                                                                                                             |                    |     | kritéria v dokumentu SANCO/221/2000-rev 10, právě tak jako metabolity MT13 a MT14. Metabolit MT1 má karcinogenitu jako mateřská látka, metabolit MT1 má karcinogenitu jako mateřská látka, ale účinná látka terbuthylazin není zatím v harmonizovaném seznamu klasifikace a označování nebezpečných látek (Annex VI of Regulation (EC) No 1272/2008 as amended) a nemá schválenou klasifikaci pro karcinogenitu. A proto metabolity vyplavující se do podzemní vody by měly být považovány za toxikologicky nerelevantní. |
| Fenpropidin   |                                                                                                                             |                    |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|               | CGA289267<br>2-methyl-2-[4-(2-methyl-3-piperidin-1-yl-propyl)-phenyl]-propionic acid                                        |                    |     | Není stanoven, stanovení není požadováno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Fenpropimorph |                                                                                                                             |                    | ANO |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|               | BF 421-2<br>fenpropimorph carboxylic acid                                                                                   |                    | ?   | Není stanoven, stanovení není požadováno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|               | BF 421-7                                                                                                                    |                    | ?   | Není stanoven, stanovení není požadováno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Metazachlor   |                                                                                                                             |                    | ANO |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|               | 479M04<br><i>N</i> -(2,6-dimethylphenyl)- <i>N</i> -(1 <i>H</i> -pyrazol-1-ylmethyl)oxalamide                               | Metazachlor<br>ESA | NE  | Metabolity 479M04, 479 M08 a 479M12 jsou vyhodnoceny ZRMS UK (Confirmatory data, září 2013) jako toxikologicky nerelevantní. Metabolity 479 M09 a 479 M11 jsou hodnoceny jako toxikologicky relevantní (Confirmatory data, září 2013).                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|               | 479M08<br><i>N</i> -(2,6-dimethylphenyl)- <i>N</i> -(1 <i>H</i> -pyrazol-1-ylmethyl)aminocarbonylmethylsulfonic acid        | Metazachlor<br>OA  | NE  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|               | 479M09<br><i>N</i> -(2,6-dimethylphenyl)- <i>N</i> -(1 <i>H</i> -pyrazol-1-ylmethyl)aminocarbonylmethylsulfinyl acetic acid |                    | ANO |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|               | 479M11<br>methyl <i>N</i> -(2,6-dimethylphenyl)- <i>N</i> -(1 <i>H</i> -pyrazol-1-ylmethyl)aminocarbonylmethylsulfoxide     |                    | ANO |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|               | 479M12<br><i>N</i> -[(2-hydroxycarbonyl-6-methyl)phenyl]- <i>N</i> -(1 <i>H</i> -pyrazol-1-ylmethyl)oxalamide               |                    | NE  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Tebuconazol   |                                                                                                                             |                    | ANO |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|               | 1,2,4-triazol                                                                                                               |                    | ANO |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

# Rekonstrukce vodohospodářských objektů – syndrom nadměrného očekávání

**Ing. Richard Schejbal**

Specialista a.s SWECO Hydroprojekt pro statiku a sanace betonových konstrukcí

SWECO Hydroprojekt a.s., Tábořská 31, 140 00 Praha 4

tel. 00420 606 485 800; 00420 261 102 458; e-mail: [richard.schejbal@sweco.cz](mailto:richard.schejbal@sweco.cz)

---

(Syndrom – charakteristické seskupení několika typických příznaků; komplex symptomů (příznaků), např. pro depresi, mánie apod.; (ABZ Slovník cizích slov))

Na základě zkušeností z více než 30 let projektování vodohospodářských i jiných staveb, výkonu autorských dozorů, jednání s investory, zhotoviteli, provozovateli i s nezbytnými orgány jsem dospěl k přesvědčení, že jedním z (mála) vždy přítomných principů při každé rekonstrukci je nerealistické očekávání jednoho každého z účastníků výstavby ve vztahu od některého z těch ostatních, někdy ode všech, případně od díla samotného. Jde o očekávání zcela odlišná v závislosti na subjektu, který něco čeká, i na subjektu a/nebo objektu, od něhož se to čeká. Bez jakékoliv konzultace s jinými odborníky (tedy např. s jazykovědcem nebo s psychiatrem) jsem se rozhodl nazvat všechny tyto jevy souhrnným označením „Syndrom nadměrného očekávání“. Tento příspěvek se pak snaží (možná trochu odlehčenou formou) nejen o jakýsi systémový přehled, klasifikaci a popis jevu, ale i o snahu vysvětlit, v čem je ono konkrétní nadměrné očekávání chybné a zda a jak by bylo možné ho eliminovat.

Jaká jsou obvyklá nadměrná očekávání na našich stavbách, kdo syndromem trpí (je jeho „obětí“), proč to tak je a zda a případně co se s tím dá dělat?

Běžné jsou zejména následující varianty nerealistického / nadměrného očekávání:

1. Dokonale definovaného zadání
2. Dokonalé znalosti původní stavby a/nebo možnost 100% poznání při stavebně technickém průzkumu
3. Úplných a bezchybných podkladů pro projekt
4. Bezvadného projektu / zadávací dokumentace
5. Podrobného prostudování zadání uchazeči v soutěži
6. Realizace beze změn a dodatků
7. Průběh bez zjišťování nových nebo neznámých skutečností
8. Dokonalého dodržování harmonogramu
9. Bezvadného konečného provedení
10. Bezvýhradného splnění všech zadávacích parametrů
11. Bezchybné funkce zařízení
12. Dokonalé pružnosti výkonu
13. Úplné bezúdržbovosti
14. Neomezené životnosti stavby a zařízení

Speciálně je třeba zmínit tato nejobvyklejší nadměrná očekávání při rekonstrukcích ve vodním hospodářství:

- A. Dokonalé vodotěsnosti nádrží a betonů bez trhlin
- B. Bezproblémovosti nových materiálů, výrobků a technologií
- C. Profesionálního přístupu zhotovitelů bez nutnosti odborné kontroly
- D. Snadného a spolehlivého provádění sanací bez úprav proti předpokladům zadání a bez trvalého odborného dohledu

Všechny výše uvedené variace nadměrných očekávání vycházejí evidentně z optimistického pohledu na svět. Existují ovšem i nadměrně pesimistická (katastrofická) očekávání, jejichž řadu variant lze shrnout do věty: „To nemůže dopadnout dobře.“ se Ukazuje se, že se (naštěstí) katastrofická ani (bohužel) běžná nadměrná očekávání prakticky nikdy nevyplní. Důvodů je vždy celá řada, je ale možné vyjádřit princip, který je přítomen vždy a bez výjimky:

***P1: Všechna rozhodnutí a všechny skutky v reálném životě a tedy i na vodohospodářských stavbách jsou dílem lidí, tedy tvorů nedokonalých a chybujiících. Výsledek jejich činností je tedy rovněž nedokonalý!***

V materiálové rovině VH staveb platí obdobný princip, tím více, čím je systém sofistikovanější a/nebo závislejší na lidském faktoru:

***P2: Žádný výrobek ani materiál, ať sebekvalitněji provedený, není dokonalý, trvale bezchybně funkční, nepodléhající stárnutí a opotřebení.***

Troufám si napsat, že nejčastější obětí syndromu nadměrných očekávání je u našich staveb investor, tedy zadavatel akce. Snad s výjimkou variant 1. a 3. z výše uvedených očekává nerealistickou dokonalost a trpí tedy příznaky onoho syndromu ve všech ostatních případech. Různými relevantními variacemi syndromu nadměrného očekávání jsou více či méně postiženi všichni účastníci výstavby. Platnost principů **P1** a **P2** ovšem běžně chápou a při nesplnění toho či onoho nadměrného očekávání se obvykle nehrouť a nepodléhají tendencím vyvozovat dramatické závěry. Zástupci běžných účastníků výstavby jsou obvykle lidé zkušení, v předchozí praxi prošli několika nebo i mnoha stavebními akcemi na různých pozicích a jsou připraveni vzniklé problémy pragmaticky řešit.

V současném systému přípravy a realizace staveb je ovšem přítomen dříve neznámý člen, člen, který sice není přímým účastníkem výstavby, ale je přitom významný z hlediska financování – orgán státu zprostředkující dotaci. Na VH stavbách tedy nejčastěji SFŽP, obdobně na dopravních stavbách SFDI. Vzhledem k omezeným vlastním zdrojům investorů a k vysokému procentu přiznané dotace na celkových investičních nákladech jde o klíčovou roli v celém procesu. Při troše zjednodušení lze ovšem tvrdit, že syndrom nadměrného očekávání je řídicím principem činnosti celého systému dotování z veřejných rozpočtů. Praktický přístup „fondů“ a často dogmatické uplatňování vyhlášených pravidel (která se přitom průběžně mění) nutně vedou k domněnce, že příslušní „ministerští“ úředníci popírají platnost principu **P1**. Jakoby zákony, vyhlášky a další pravidla nebyly rovněž dílem – myšlenkovým konstruktem - lidí, a tedy dílem nedokonalým. Očekává se tedy dokonalost a bezchybnost na každém stupni přípravy a realizace akcí, v případě rekonstrukcí vodohospodářských staveb technicky a technologicky složitých komplexů, prakticky vždy za provozu, na podfi-

nancovaných, desítky let provozovaných dílech, kde neexistuje úplná a platná dokumentace, kde do řady prostorů je možný přístup jen krátkodobě při odstávce a kde o překvapení ze skutečného provedení opravdu není nouze. A při každé změně, někdy vysloveně banální a bagatelní, visí nad skutečnými účastníky stavby hrozba krácení dotace, případně další sankce ve formě vysoké pokuty, a vždy přinejmenším administrativní průtahy a nejasnosti ve vyřizování změn z hlediska jejich „spolufinancovatelnosti“. Pravidla pro uplatnění změn a tvorbu tzv. „Změnových listů“ si v ničem nezadají s literárně pověstnou Hlavou 22. A v současném paradigmatu s medializací „kauz“ je možné nedokonalost nebo chybu považovat za zločin a snahu o napravení ve spolupráci účastníků stavby za zločinné spiknutí směřující k nelegálnímu zbohatnutí.

Než přejdeme ke konkrétním příkladům současných nadměrných očekávání, dovolím si ještě krátkou historickou odbočku. Během více než 30 let mé praxe v projektování ve vodním hospodářství jsem se podílel na řadě staveb, kdy byly použity nové, dosud nevyzkoušené technologie nebo materiály. Zasadím-li stavby např. nádrží rychlého míchání na vznášené vrstvě na ÚV Želivka nebo kaskády provzdušnění na ÚV Nebanice do současných poměrů, představím si mediální hon na autory a realizátory myšlenek a jejich kriminalizaci. Omyl se neodpouští, cesta poznání má být přímá a bez překážek a Cimrmanovu metodu slepých uliček („Tudy ne, přátelé, tudy cesta nevede“) je společnost ochotna chápat jen v literární nadsázce.

Následující popsané příklady uplatnění syndromu nadměrného očekávání vychází z vlastní praxe autora a byly vybrány z realizovaných staveb jen v několika posledních letech. Ilustrativní fotografie z těchto i dalších staveb budou účastníkům konference promítnuty v rámci prezentace příspěvku.

### **Poruchy retenční nádrže**

Investorem byl v tomto případě magistrát velkého města, zhotovitelem akce sdružení, jehož dva členové právně zanikli krátce po dokončení, zůstal shodou okolností ten, který s předmětnou dílčí stavbou neměl v době realizace nic do činění. V důsledku primární banální chyby v projektu (chybné označení kvality betonu bez zohlednění vlivu prostředí) a následného nekvalitního provedení a poté i neodborných oprav dochází k narušování povrchu spádových vrstev na dně nádrží. Současně je na stěnách patrné značné množství trhlin, vesměs svislých a na celou tloušťku.

Investor přizval k řešení znalce, a to z oboru pozemního stavitelství. Ten zpracoval znalecký posudek, který byl základem reklamace ze strany města vůči projektantovi. Vadu projektu vyčíslil znalec procentním podílem z ceny jím navrženého systému opravy. Při původní ceně projektu cca 1.8 mil. Kč byl vyčíslen požadavek na slevu z ceny ve výši cca 1.7 mil. Kč a současně byl investorem na projektanta uplatněn požadavek na náhradu škody ve výši ceny znalcem navržené opravy cca 15 mil. Kč.

Syndrom nadměrného očekávání se projevil u investora ve dvou rovinách – jednak očekával nezpochybnitelnou odbornost znaleckého posudku, jednak i na jeho základě podlehl představě o možném provedení betonových nádrží bez trhlin (subvarianta A dle výše uvedeného přehledu). Jenže ani jedno z toho není pravdou. „Znalec“ navrhl nesmyslný a předražený způsob odstranění vad spočívající ve zbourání a novém provedení, v posudku přitom zcela ignoroval nezpochybnitelný fakt zákonitého vzniku trhlin v důsledku omezení vynucených přetvoření při působení objemových změn v raných fázích tvrdnutí betonu.

## **Odstředivky na ČOV**

Pro rekonstruovaný objekt odvodnění kalu na velké ČOV byly navrženy nové odstředivky německého výrobce. Vzhledem k letitému mýtu o německé dokonalosti, přesnosti a spolehlivosti podleli někteří účastníci – postupně investor, projektant a nakonec vyšší zhotovitel stavby - syndromu nadměrného očekávání dokonalých podkladů (var. 3). Uvedené nové odstředivky se umísťují do budovy ze 60. let, na monolitický železobetonový strop s jasně definovanou a omezenou nosností. Již před cca 20 lety byly na tomtéž stropu postaveny obdobné tehdy nové odstředivky, zdálo se, že úloha je jasná, zejména když ve fázi zadání byly od potenciálního výrobce potvrzeny parametry obdobné těm před 20 lety. V průběhu realizace byly podklady – a to především geometrické a zatěžovací údaje – výrobcem upřesňovány, bohužel vesměs tak, že účinky překračovaly původně uvažované a mohla být zpochybněna spolehlivost stavby. Měnily se jak velikosti statických i dynamických vyvozovaných sil ale i geometrie uložení. Vrcholem bylo zjištění ve fázi finální instalace, že tlumící prvky uložení jsou ukládány zcela jinak, než uváděla příslušná schémata v podkladech. Poslední upravené podklady dostal od výrobce zhotovitel stavby už po instalaci strojů, jen pár dní před uvedením do provozu. Tedy v době, kdy už bylo prakticky neproveditelné jakékoliv opatření, které by bylo nutné pro dodržení požadavků spolehlivosti.

## **Rekonstrukce filtrů na úpravně vody**

Část kapacity vodárny -  $\frac{1}{4}$  plochy všech filtrů – byla rekonstruována. V původních vanách ze 60. let byla vybourána mezidna, navýšily se stěny vnitřních žlabů a jako sanační metoda na původních stěnách bylo provedeno celoplošné přibetonování tl. cca 100 mm, s mechanicky kotvenou výztužnou sítí. Prostupy nových nerezových potrubí stěnami byly v původních polohách zabetonovány a v nových byly vyvrtány a těsnění bylo provedeno vesměs ze systémových tzv. řetězových dotahovaných prvků mezi trubkou a ostěním, typu Taylor-Seal, u nejnižše položených prostupů z uzavřených kanálů pak atypickými výrobky z nerez.

Autorský dozor na stavbě byl vykonáván podle přání investora jen na vyzvání, velmi nepravidelně. Vyším zhotovitelem díla pak byla společnost specializovaná na výrobu a montáž strojně technologických zařízení, která jako podzhotovitele stavební části najala firmu bez zkušeností z vodního hospodářství. Po dokončení stavby se prakticky ihned projeví problémy s těsností filtračních van a docházelo k průsakům, a to jak plochou stěn, tak jednotlivými imperfekcemi a především prostupy potrubí stěnami. Netěsnost se ovšem projevovala jen u některých prvků a prostupů, nikoliv systematicky. Z řady následných jednání vyplynulo, že zástupci investora, ač zkušení pracovníci v oboru vodárenství, podleli syndromu hned v několika směrech. Nadměrné očekávání se týkalo jak dokonalosti provedení (var. 9 – u na místě betonovaných subtilních konstrukcí s mnoha složitými detaily iluzorní), naprosté vodotěsnosti betonové konstrukce (A), bezchybnosti těsnících systémových prvků (B) i víry v dokonale profesionální postup zhotovitele i jeho podzhotovitelů, bez potřeby odborného dozoru (C).

Stálo to nemalé úsilí přesvědčit investora a provozovatele o tom, že:

- beton jako takový nemůže sám o sobě splnit požadavek na dokonalou vodotěsnost;
- vždy podléhá objemovým změnám a jejich projevem jsou kromě jiného i trhliny;
- některé postupy zhotovitele při stavbě a při následném řešení netěsností byly chybné jak provedením, tak volbou materiálu (např. injektážní PU kompozice);
- použití systémových těsnících prvků není samo o sobě příčinou netěsností;
- odchylky od projektu provedené bez vědomí AD významně zhoršily vodotěsnost díla; ale zejména že:
- většina průsaků má dočasný charakter a v důsledku přirozeného procesu kolmatace dojde k jejich vymizení nebo minimalizaci.

### **Problémy s novými materiály a technologiemi**

Varianty nadměrných očekávání B, C a D vedou obvykle při rekonstrukcích vodohospodářských staveb k vadám, kterým by bylo možné předejít lepší přípravou, a ušetřit tak nejen značné finanční prostředky ale i čas a úsilí řady subjektů, které se na stavbě podílejí.

- a. Při použití uhlíkové tkaniny při rekonstrukci vyhnívacích nádrží na vnitřním líci kuželových vrchlíků byla zjištěna značná náročnost na druh a aplikaci epoxidové pryskyřice zejména ve vztahu k tzv. bodu skelného přechodu, tedy citlivost aplikace na působící teploty. Tento jev byl do té doby prakticky neznámý, praktická aplikace ovšem potvrdila chybnost nadměrného očekávání od nové technologie jen na některých stavbách.
- b. Nereálná nadměrná očekávání jsou spojena i s použitím nerezových ocelí na potrubí i na jiné konstrukce ve vodárenství. V důsledku souběhu řady příčin se i na nových prvcích projevují příznaky korozních procesů, které měly být zcela vyloučeny. Problematické je už určení správného druhu nerezi s ohledem na podmínky použití, skutečné složení (množství legujících přísad) je prakticky nezjistitelné, nejsou jasné technologické postupy předcházející korozi nebo naopak ji způsobující atd.
- c. Užití vnitřních plastových vystýlek betonových nádrží sebou nese nadměrné očekávání automatické dokonalé vodotěsnosti, bez uvážení podstatně vyšší technologické náročnosti a nutnosti zkoušení a oprav dílčích poruch. Nereálné je rovněž očekávání, že provedení takového druhu konstrukce může být svěřeno firmě bez zkušeností a patřičného zázemí.

## **Závěr**

Zbavit se úplně problémů a nedorozumění, které jsou projevem syndromu nadměrného očekávání, není možné. Lze jim jen do jisté míry předcházet. Dlouhodobou mravenčí prací - kvalitní a trvalou komunikací mezi jednotlivými účastníky výstavby. Některá nadměrná očekávání jsou v našem oboru tak častá a silně zakořeněná, že je třeba opakovaně je vysvětlovat. Za všechny opakovaně uvádím zásadní teze proti těm nereálným očekáváním, která osobně považuji za nejproblematictější v oboru betonových konstrukcí vodohospodářských staveb:

- Žádná betonová nádrž z principu nemůže být dokonale vodotěsná. Ideálem řešení je omezit skutečný průsak tak, aby neohrožoval funkci, nesnižoval životnost a nekazil vzhled stavby.
- Vznik a vývoj trhlin je naprosto přirozenou vlastností betonových konstrukcí. Úkolem správného projektu a provedení není jim zabránit, ale omezit je pod přípustné hodnoty
- Žádná stavební konstrukce není intaktní vůči prostředí ve vodohospodářských stavbách. Principem rekonstrukce musí být spolehlivé dosažení další požadované celkové životnosti nebo životnosti do následující rekonstrukce, vždy srovnatelné přinejmenším s životností strojně technologických zařízení.

# **Technické a ekonomické zkušenosti z 5leté aplikace inovovaného vodovodního potrubí z tvárné litiny malých profilů DN/OD 75 – 160 mm: systém BLUTOP®**

**Ing. Juraj Barborik** (technický manažer, autorizovaný inženýr v oboru vodohospodářské stavby)

SAINT-GOBAIN PAM CZ s.r.o.

e-mail: [juraj.barborik@saint-gobain.com](mailto:juraj.barborik@saint-gobain.com), mobil: +420 606 938 254

---

## **Inovace v oboru trubního materiálu z tvárné litiny malých profilů**

Vodovodní potrubní systém hraje klíčovou roli v zajištění distribuce pitné vody. Rok 2014 byl již pátým rokem od zahájení zavádění nového inovovaného potrubního systému z tvárné litiny pod jménem BLUTOP® pro zásobování pitnou vodou na český trh.

Zadáním a hlavním cílem vývoje společnosti SAINT-GOBAIN PAM byla konstrukce nového systému trubek a tvarovek z tvárné litiny pro malé profily, který je flexibilní, odolný, snadno smontovatelný a s dlouhou provozní životností.

Podle ČSN EN 805 je jmenovitá světlost specifikovaná venkovním průměrem potrubí DN/OD 75, 90, 110, 125, 140 až 160 mm a odpovídá rozměrům plastových potrubí vyráběných podle norem ČSN EN 12201-2 a ČSN EN 1452.

Oproti plastovým systémům přináší mnoho výhod, které jsou podloženy pětiletými praktickými zkušenostmi z přípravy, realizace a provozování systémů z tvárné litiny BLUTOP®.

Kvalita a zkoušení materiálu trubek a tvarovek systému BLUTOP® z tvárné litiny, spojů, povrchové ochrany odpovídají ČSN EN 545 vyjma specifikace jmenovitého průměru a vnitřní ochrany trubek z termoplastu. Evropské normalizační orgány průběžně reagují na inovační procesy v oboru výroby litinových trub.

## **Praktické zkušenosti z přípravy, realizace, provozování**

První stavby byly realizovány ve Středních Čechách již koncem roku 2009. Za období 2010 až 2014 byly dodány desítky km a tun potrubí ve jmenovitých světlostech DN/OD 90, 110, 125, 160 mm. Nejvíce dodávané profily jsou ve jmenovitých světlostech do DN/OD 110 včetně.

Zkušenosti z realizovaných projektů potvrdili kvalitativní předpoklady a základní technické charakteristiky, se kterými systém trubek a tvarovek BLUTOP® byl vyvinut a uveden na trh malých profilů.

Výstavba vodovodů z potrubního systému z tvárné litiny BLUTOP® ve sledovaných ročních obdobích se dynamicky vyvíjí a oproti prvním rokům je v současné době více než trojnásobná. Kvalita potrubního systému se v praxi prosazuje při výstavbě a obnově rozvodných potrubních sítí jak v intravilánu, tak i v extravilánu.

Realizované projekty jsou plošně rozloženy ve všech regionech České republiky. Za hodnocené období se největší projekty realizovaly v délkách potrubí i přes 5 km. Větší projekty přesahující délku 10 km potrubí jsou v přípravě na rok 2015 a 2016.

Potrubní systém z tvárné litiny BLUTOP® se aplikuje při obnově poruchových, zarůstajících a kapacitně nevyhovujících stávajících plastových, ocelových i litinových

(ze šedé litiny) potrubních sítí malých profilů a při pokládce nových potrubí. Jedná se zejména o:

- rozvodné potrubní sítě v intravilánu
- zásobní a propojovací řady v extravilánu
- přivaděče k derivačním malým vodním elektrárnám
- speciální aplikace, např. potrubí v kolektorech a další.

Různorodé realizace potvrdily, že potrubní systém BLUTOP® je vhodný nejenom pro klasickou pokládku do země, ale díky svým vlastnostem a přednostem i pro speciální aplikace uložení potrubí v kolektorech.

Vysoká hydraulická kapacita a odolnost vůči hydrodynamickému tlaku se využívá při výstavbě zásobních a propojovacích řadů, potrubních přivaděčů k derivačním malým vodním elektrárnám s hydrostatickým tlakem až do 25 barů.

#### **Vybrané technické charakteristiky ovlivňující snižování nákladů při realizaci, provozu a zvyšování provozní životnosti vodovodních sítí**

Trubka BLUTOP® je vyráběna v tlakové řadě C25 a má konstantní rovný hydraulický průtočný profil a stejnou kapacitu až do provozního hydrostatického tlaku 25 barů. Investiční příprava při zpracování projektové dokumentace potvrdila, že systém BLUTOP® má u hydraulických výpočtů množství dodané vody (ve srovnání např. s plastovým PVC a PE potrubím) průtočný profil až o 35% větší a tlaková ztráta třením je u plastového potrubí ve srovnání s potrubím BLUTOP® téměř dvojnásobná.

Zvýšený hydraulický průtočný profil nabízí provozní výhody nejen ve zvýšení kapacity vodovodní sítě, ale také v zásadním snížení ztrát třením (snížení nákladů na čerpání u výtlačných řadů). Systém BLUTOP® umožňuje maximální využití hydroenergetického potenciálu vodovodních sítí.

Stavební praxe potvrdila „revoluci“ v montáži vodovodního potrubí z tvárné litiny. Pokládka potrubí BLUTOP® s novým těsnicím a zámkovým kroužkem BLUTOP® je rychlá, neboť trubky jsou přenášeny ručně, montáž se provádí ručně, jednoduše pomocí páky. Není již potřeba jeřábu nebo bagru či jiného manipulačního stroje.

Nízká hmotnost trubek BLUTOP® byla docílena hlavně záměnou klasické vnitřní cementové vystýlky novým termoplastickým povrchem DUCTAN®.

Celková hmotnost trubky se snížila, například trubka stavební délky 6 metrů:

- DN/OD 110 mm váží celkem 45 kg,
- DN/OD 90 mm váží celkem 37 kg.

Vysoké hodnoty mechanických vlastností trubek z tvárné litiny BLUTOP® dané zejména kruhovou tuhostí trubky např.:

- DN/OD 110 SN 201 kN/m<sup>2</sup>
- DN/OD 90 SN 373 kN/m<sup>2</sup>,

umožňují prosté uložení na urovnané dno výkopu a zásyp vytěženou zemínou obsahující jednotlivé zrno velikosti cca 50 mm. Maximální výšky krytí trubek při zatížení dopravou se podle DN může pohybovat od 9 až do 32 m a minimální od 0,8 až do 0,6 m.

Potrubní systém BLUTOP® v praxi potvrdil vysoké mechanické parametry trubky z tvárné litiny. Systém BLUTOP® je odolný vůči deformacím, je těsný a flexibilní díky svým hrdlovým spojům a zajišťuje vysokou provozní spolehlivost danou systémem stěny trubky z tvárné litiny s venkovní a vnitřní protikorozní ochranou.

Podíl potrubí malých jmenovitých světlostí na celé délce potrubních sítí je značný, a pro snížení úniků vody z potrubí je nutné pro tato potrubí používat těsný a tlakově odolný potrubní systém. Mechanické vlastnosti potrubní sítě z tvárné litiny se v čase nemění, a proto provozovatelé a investoři často volí trubní materiál z tvárné litiny i pro potrubí malých profilů. Touto volbou mají zajištěnou nejdelší životnost, provozuschopnost a současně šetří finanční prostředky.

Sortiment hrdlových trubek a tvarovek BLUTOP® je kompatibilní s plastovým potrubím a v praxi šetří tvarovky přímým napojením těchto materiálů do hrdlových spojů BLUTOP®.

S vývojem nového typu těsnícího spoje se zvětšilo úhlové vychýlení až na 6° a zvýšilo se i dovolené axiální povytažení až do 60 mm při zachování těsnosti spoje. Toto úhlové vychýlení zvyšuje flexibilitu potrubí využívanou při jeho pokládce a změně trasy v průběhu realizace.

Venkovní povrchová ochranná vrstva Zinalium® ze slitiny zinku a hliníku v poměru 85/15 s minimální hmotností 400 g/m<sup>2</sup> umožnila podle ČSN EN 545 pokládku potrubí i v agresivních půdách a zvyšuje životnost potrubí přes 100 let. Vnitřní ochrana hladkým termoplastickým povlakem DUCTAN® v tloušťce vrstvy 300 µm zajišťuje protikorozi ochranu a stále hydraulické parametry potrubí po celou dobu životnosti, což bylo využito pro dopravu pitných, surových a dalších technologických vod.

Na všech stavbách byly použity tvarovky s povrchovou vnější a vnitřní ochranu vrstvou práškového epoxidu v tloušťce minimálně 250 µm podle ČSN EN 14901.

### **Zemní práce přinášející úsporu stavebních nákladů**

Mechanické a technické parametry umožňují vzorové typy uložení, které ušetří velkou část stavebních nákladů na zemní práce. Stavební praxe potvrdila, že potrubí BLUTOP® lze pokládat:

- bez nutnosti podsypu,
- s obsypem a zásypem vytěženou zeminou,
- bez hutnění.

### **Závěr**

- zkušenosti ze staveb v České republice a v celé Evropě potvrdily předpoklady konstruktérů, že se jedná o vysoce technicky vyspělý potrubní systém z tvárné litiny,
- stavby s potrubním systémem BLUTOP® probíhaly rychle, ruční manipulace a snadná montáž pomocí páky zjednodušuje a zkracuje dobu výstavby i v těžkých svažitých, horských i zimních podmínkách,
- při předem provedené stavební rýze bylo v průběhu pracovní směny položeno několik stovek metrů potrubí,
- při současném provádění zemních prací a pokládce potrubí, výkopové práce vlastně „brzdily“ montéry, kteří stačili během doby nutné k připravení výkopu rýhy trubky přinést, připravit k montáži, vložit do výkopu a smontovat,
- systém BLUTOP® zrychluje pokládku a snižuje investiční náklady za zemní práce uložení potrubí na dno výkopu a zásypem vytěženou zeminou,

- systém je těsný nejen v prvních letech pokládky, ale svými konstantními mechanickými parametry zajistí bezporuchový provoz i v budoucích, v současné době nepředvídatelných podmínkách,
- v roce 2015 je potrubní systém BLUTOP® dodáván se zesílenou základní povrchovou ochranou Zinalium® v inovované verzi s mědí BioZinalium® podle ČSN EN 545, která spolehlivě chrání potrubí v agresivním půdním prostředí i proti případné biokorozi a prodlužuje životnost potrubí vysoko přes 100 let,
- provozní ekonomičnost a bezporuchová životnost systému BLUTOP® je garantovaná:
  - o vysokou mechanickou odolností trubky z tvárné litiny,
  - o kruhovým průřezem potrubí v průběhu celé provozní životnosti,
  - o flexibilitou hrdlových spojů umožňujících eliminovat pohyby půdy, bez přenášení zátěže na stěnu trubky, dané dovoleným úhlovým vychýlením a axiálním vysunutím bez nebezpečí rozpojení a netěsnosti,
  - o těsností pružných násuvných hrdlových spojů při vnitřním hydrostatickém tlaku až do 25 barů a zámkových do 16 barů s koeficientem bezpečnosti 3,
  - o zvýšenou hydraulickou kapacitou a snížením ztrát v potrubí,
- pokládka potrubí je ekonomická a ekologická s minimalizací zemních prací, přesunů hmot a jejich nákupu,
- rekonstrukce a výstavba vodovodních sítí potrubním systémem z tvárné litiny BLUTOP® zaručuje realizaci potrubních sítí s maximálně možnými užitnými, technickými a provozními parametry s efektivně a ekonomicky vynaloženými finančními prostředky,
- potrubní systém BLUTOP® využívající nejnovější zkušenosti z výroby a pokládky v oboru potrubí z tvárné litiny, umožňuje kvalitativně na vyšší úrovni nahradit staré úseky potrubí z plastů, oceli popřípadě šedé litiny, kapacitně a hydraulicky navýšit charakteristiky stávajících sítí,
- projektová příprava a realizace konkrétních projektů potvrdila ekonomickou výhodnost, technické přednosti a vyšší kvalitu potrubních systémů z tvárné litiny BLUTOP® vůči trubním materiálům malých profilů používaných pro zásobování vodou.

## Literatura

1. ČSN EN 545: Trubky, tvarovky a příslušenství z tvárné litiny a jejich spojování pro vodovodní potrubí – Požadavky a metody zkoušení
2. Katalog SAINT-GOBAIN PAM CZ s.r.o.: BLUTOP® Systém potrubních rozvodů z tvárné litiny DN/OD 75, 90, 110, 125, 140 a 160 mm pro malé profily vodovodního potrubí
3. ČSN EN 805: Vodárenství - Požadavky na vnější sítě a jejich součásti
4. ČSN EN 12201-2: Plastové potrubní systémy pro rozvod vody a pro tlakové kanalizační přípojky a stokové sítě - Polyethylen (PE) - Část 2: Trubky
5. ČSN EN 1452: Plastové potrubní systémy pro rozvod vody - Neměkčený polyvinylchlorid (PVC-U) - Část 2: Trubky
6. ČSN EN 14901: Potrubí z tvárné litiny, tvarovky a příslušenství - Epoxidový povlak tvarovek a příslušenství z tvárné litiny (pro těžký provoz) - Požadavky a zkušební metody

*Extravilán: zásobní a propojovací řady, pokládka v zimním období a v těžkých horských podmínkách, využití odklonění v hrdle,*

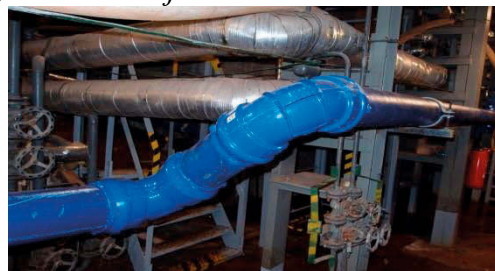


*Intravilán: ruční manipulace, pokládka a jednoduchá montáž tvarovek a trubek i ve složitých městských podmínkách*





*Speciální aplikace: rozvodní řady v kolektorech, uložení v objímce na konzole*



# Sanace vodovodů PE potrubím – Compact Pipe v novém provedení

Ing. Daniel Šnajdr  
Wavin Ekoplastik s.r.o.

---

Sanace inženýrských sítí klasickou výkopovou metodou významně zatěžuje prostředí, prodlužuje termíny a prodražuje realizaci. Vhodnou moderní alternativou je metoda vložkování, při níž se do stávajícího sanovaného potrubí zatahuje bezvýkopově nové PE potrubí. Výhodou je minimalizace zásahů do prostoru nutného ke stavebním pracím a především pak kvalita a cena provedení.

## Projekční aspekty sanace vodovodů

Dochází-li na vodovodním potrubí k častým poruchám, zjevně nastal čas podniknout kroky k jeho obnově. Volba odpovídajícího systému obnovy bude záležet na tom, které výkonové parametry potrubí nesplňuje a proč dochází k poruchám. Posouzení podstaty a častosti poruch v kombinaci s moderními záznamy vede k jasnějšímu obrazu o stavu konkrétního potrubí.

V současné době patří mezi nejpopulárnější způsoby sanace bezvýkopové řešení, které nabízí mnohem více výhod než výměna potrubí pomocí výkopu:

- méně společenského nepohodlí (doprava, obchod)
- minimální narušení přírody a životního prostředí
- minimální riziko vedlejších škod na ostatních inženýrských sítích
- menší náklady, úspora peněz a času

V případě rozhodnutí, že je sanace potrubí potřebná a proveditelná, je nyní možno provést předběžný výběr vhodných technologií. Mělo by se tudíž uvažovat a rozhodnout o těchto hlavních parametrech:

- stav stávajícího potrubí
- technické aspekty
- hydraulické aspekty
- konstrukční aspekty

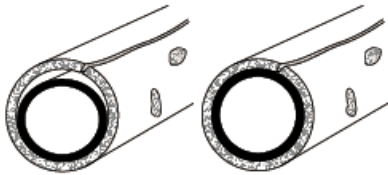
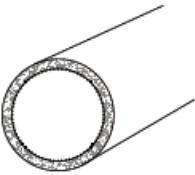
Při výběru vhodného řešení je klíčové studium **konstrukční schopnosti** případné technologie, především to, jak si dokáže poradit se špatným stavem stávajícího potrubí.



## Konstrukční aspekty sanace vodovodů

Při volbě vhodné technologie sanace je nutné také rozlišovat, zda jde o kanalizační (gravitační) potrubí nebo potrubí vodovodní (tlakové).

Při použití tlakového potrubí je nutné se nejprve rozhodnout, jaký typ vložek je potřeba. V normě ISO 11295 (odkaz č. 7), vydané v nedávné době, se rozlišují 4 typy vložek pro tlaková potrubí, od nezávislých plně samonosných vložek (třída A) po interaktivní nekonstrukční vložky (třída D). Zde je nejdůležitější konstrukční stav starého potrubí, a zda je potřeba, aby vložka převzala jeho odolnost vůči vnitřnímu tlaku.

| Třída A                                                                           |       | Třída B                                                                           | Třída C                                                                            | Třída D                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |       |  |  |  |
| Volná                                                                             | Těsná | Vlastní kruhová tuhost                                                            | Závislá na adhezi                                                                  | Závislá na adhezi                                                                   |
| Samonosná                                                                         |       | Částečně nosná                                                                    |                                                                                    | Nenosná                                                                             |
| Nezávislá                                                                         |       | Interaktivní                                                                      |                                                                                    |                                                                                     |

Tab. 1 Konstrukční třídy vložek tlakových trubek dle ISO 11295

V posledních deseti letech v některých zemích vedla tvrdá konkurence mezi sanačními firmami k výraznému poklesu tloušťky stěny používaných vložek. Existují však technologie, které neumožňují realizačním firmám ovlivňovat kvalitu vložky, jako je například technologie Compact Pipe

### Bezvýkopová technologie Close-fit v kvalitě PE 100 RC

Technologie Compact Pipe<sup>®</sup> se v posledních dvou desetiletích osvědčila po celém světě jako kvalitní bezvýkopová metoda Close-fit instalace plynovodního, vodovodního a kanalizačního PE potrubí. Společnost Wavin v současné době inovuje program dodávek potrubí Compact Pipe<sup>®</sup> použitím materiálu PE 100 RC (Resistant to Crack), jehož premiéra na mezinárodním veletrhu IFAT 2014 vzbudila velký zájem. Potrubí Compact Pipe<sup>®</sup> z materiálu PE 100 RC splňuje podmínky zkoušek na pomalé šíření trhliny popsané technickým předpisem PAS 1075, dle kterého jsou řádně certifikovány u certifikačního orgánu DIN Certco podle zkušebního protokolu ZP 14.23.39.

### Nové možnosti pro návrh

Tlakové potrubí Compact Pipe<sup>®</sup> se dosud vyráběly z materiálů PE 100. Stále více se však nabízí myšlenka, zda by na jejich výrobu nemohly být použity ještě kvalitnější materiály PE 100 RC, protože ty se v porovnání s hodnotami zkoušek u materiálu PE 100 vyznačují až desítkrát vyšší odolností vůči pomalému šíření trhlin (SCG – Slow crack growth) a jsou proto vhodné i pro dlouhodobě obtížné podmínky ukládání s bodovým zatížením [1].

Tlakové roury Compact Pipe<sup>®</sup> se ve výrobě předem tvarují (M-Stage), dodávají se navinuté na bubnech a ve tvaru C se vtahují do stávajících ocelových, litinových, azbestocementových či železobetonových potrubí. Působením teploty se průřez C přetvaruje zpět do kruhového tvaru potrubí (I-Stage). Poškozené staré potrubí přitom dál plní úlohu chráničky a díky spolupůsobení výrazně zvyšuje tlakovou odolnost a kruhovou tuhost nového PE potrubí.



Close-fit Compact Pipe® se ve starém potrubí pevně usadí a nabízí tak kvalitu a provozní bezpečnost jako standardní potrubí PE 100 položené v zemi nebo dokonce vyšší. Pokud je staré potrubí zkorodované nebo porušené, mohou se podmínky jeho uložení v důsledku sedání, působení podzemní vody a zatížení dopravou měnit. Beztlakové PE potrubí reaguje na tato zatížení jako termoplasty poddajné v ohybu způsobeném deformací, aniž by se přitom poškodily. Efekt deformace se podle dlouhodobého pozorování projevuje tím, že napětí, resp. protažení stěn potrubí se při konstantním zatížení uvolní (relaxace napětí). Tlakové roury nejsou vzhledem k permanentnímu vnitřnímu tlaku schopny tak dobře relaxovat, a proto jsou citlivější vůči trhlinám vyvolaným pnutím.

### **Provozní bezpečnost 100 let**

Pro tato zvýšená zatížení zkoušky 2NCT provedené u firmy Hessel Ingenieurtechnik prokázaly, že nové roury Compact Pipe® PE 100 RC představené na veletrhu IFAT splňují požadavky zkoušky na trhliny vyvolané pnutím podle PAS 1075. Certifikované materiály PE 100 RC mají návrhovou dobu životnosti minimálně 100 let při 20 °C.

Potrubí RC jsou schopny zachytit vnější poškození a dlouhodobě působící bodová zatížení. Compact Pipe® PE 100 RC mohou být proto pokládány bez ohledu na stav starého potrubí a bez ohledu na zásyp montážní jámy výkopkem bez písku. Proces tvarování u výrobce (M-stage), dodávka na bubnech a proces vtahování a formování na stavbě (I-Stage) nemají žádný relevantní vliv na odolnost zkoumaných vodovodních a plynovodních potrubí Compact Pipe® vůči trhlinám z pnutí.

Přetvarování prováděné horkou párou způsobí nové rozsáhlé temperování potrubí z PE, která se nachází těsně u vnější strany „chráničky“. Následné ochlazení za působení vnitřního tlaku instalaci ukončí. Výsledkem je nový, stabilní průřez PE 100 RC s velmi nízkým zbytkovým pnutím, které je zásadním parametrem pro vznik a šíření trhlin. Vzorky z Compact Pipe®, SDR 17 dosahují výrazně vyšší doby odolnosti u provedených testů a splňují požadavky PAS 1075 pro potrubí z PE 100 RC více než dvojnásobně.

### **Referenční stavby technologie Compact Pipe**

**FRANKFURT** – Na sever od Frankfurtu, působí regionální vodárenské sdružení ZMW. Jako na mnoha jiných místech se ZMW často setkává s poruchami a netěsnostmi potrubí. Od roku 1996 je pro obnovu pravidelně vybírán Compact Pipe. Každý rok je opraveno 60-100 kanalizačních úseků. Celkově bylo k dnešnímu dni dokončeno více jak 90 km.



**HONGKONG** – Podobně jako řada velkých měst po celém světě i Hongkong trpí problémy s vodovody. Co se týká netěsností vodovodních potrubí, oficiální odhadovaná hodnota ztrát vody v roce 2008 byla 21,8%. Finančně vyjádřeno 70 mil. € za jeden rok. V posledních letech byl s úspěchem použit Compact Pipe pro obnovu 40 km sítě.



**ŠANGHAI** – Plynárenské firmy v Šanghaji čelí častým problémům s netěsnostmi v jejich sítích. Po pokusu s technologií Compact Pipe v roce 2006, kdy byly obnoveny 2 km potrubí DN300 ve stanovené lhůtě 40 dnů, získaly úřady plnou důvěru v tuto technologii. Od té doby bylo instalováno přes 25km, z toho polovina DN500mm.



**TOYODA** – První instalace Compact Pipe v Japonsku proběhly v roce 2010 ve městě Toyoda na kanalizaci průměru DN200. Technologie Compact Pipe pro sanace potrubí je v Japonsku žádoucí díky vlastnostem PE potrubí, které vydrží i přísná kritéria při zemětřesení. To je hlavní důvod, proč hledají města Kobe a Osaka řešení využitím této technologie.



**MELBOURNE** – Vlastník South East Water předvídal časté poruchy 30 let starého kanalizačního výtlaku DN450 mm ve Frankstone, jižně od Melbourne. Řad slouží pro 140 000 obyvatel a přitékají do něj odpadní vody z dalších 8 čerpacích stanic, v celkovém objemu 6 mil. litrů odpadních vod denně. Navíc ho křížuje několik rušných dálnic a porucha = katastrofa.



**DURBAN** – Obec Ethikwini (Durban) v provincii KwaZulu Natal na východním pobřeží Jižní Afriky zahájila sanaci AZC azbestocementového vodovodu v centru města Durban. Použití Compact Pipe umožnilo sanaci bez narušení městské dopravy a infrastruktury. V roce 2010 bylo během 2½ týdne dokončeno prvních 1200m v 7 úsecích DN225mm.



**BYDHOŠŤ** – MWiK vodárenská společnost Bydhošť na severu Polska se rozhodla pro program zásadní obnovy dodávky vody a kanalizace. Jedná se o 66 km vodovodního i kanalizačního potrubí. Realizační firma se rozhodlo pro Compact Pipe jakožto nejehospodárnější a nejvhodnější technologii v rozsahu 4,5 km DN 400 + 15,4 km DN500.



**PRAHA – CHUCHLE** – Vlastník vodovodní sítě v Praze společnost PVS a provozovatel PVK se rozhodly opravit přivaděč pitné vody v Praze Chuchli technologií Compact Pipe. Stávající ocelové potrubí DN400 vykazovalo časté poruchy a zhoršený stav ocelové potrubí měl vliv i na kvalitu pitné vody. Celkem bylo sanováno 7 km tohoto potrubí tlakové řady PN16.



**PRAHA - PRAŠNÝ MOST** – V rámci výstavby tunelu Blanka bylo nutné provést v Praze u Prašného mostu sanaci stávajícího ocelového potrubí DN400 a DN500. Jako ideální řešení byla zvolena technologie Compact Pipe, kterou se sanovala dvě souběžná potrubí s osovou vzdáleností cca 0,95m a o délce 115m. Po úspěšné sanaci byla obě potrubí zprovozněna za celkovou dobu 6 týdnů. Nové potrubí tak může být úspěšně používáno dalších 100 i více let.



**BRUNTÁL – MALÁ MORÁVKA** – Dotčený úsek přivaděče byl vystavěn v roce 1961 a to z ocelových hrdlovaných trub o profilu DN300 spojené temváním. Potrubí je bez vnitřní výstelky, z vnějšku opatřeno asfaltovou izolací. Sanace celé délky 1200m byla provedena v 6 úsecích během 4 týdnů. Statické spolupůsobení obou potrubí zajišťí očekávanou bezpečnost a životnost.



**BŘECLAV – KANČÍ OBORA** – Trasa ocelového vodovodu DN400 je vedena komplexem lužního lesa nazývaného Kančí Obora. Sanace potrubí v délce 2900m byla nejprve řešena tlakovým rukávem. Protože se nedařilo rukáv správně usadit, přešlo se na Compact Pipe. Během 2 měsíců bylo vyrobeno, dodáno a v celé délce instalováno PE 100 RC potrubí technologií close-fit.



**UHERSKÝ BROD** – Ocelový vodovodní řad DN200 v Uherském Brodě lemuje břeh řeky. Trasa sanovaného úseku v délce 800 m byla přímo pod vedením vysokého napětí, které bylo budováno později, přesto omezovalo přístup a manipulaci. Trasa byla rozdělena na tři úseky v délce 312, 211 a 263 m, realizace proběhla během měsíce 11/12 roku 2014.



### Použitá literatura

- [1] Hessel, J., Minimální životnost polyetylenových trub uložených v zemi bez pískového lože; část 1: 3R international, sešit 4/2001, str. 178 – 184, část 2: 3R international, sešit 602001, str. 360 – 366
- [2] PAS 1075 2009-04, Roury z polyetylénu pro alternativní techniky pokládání – rozměry, technické požadavky a zkoušky
- [3] DIN EN 12814-3 2005-10, Zkoušky svařovaných spojů z termoplastických umělých hmot – část 3: Zkouška tečení v tahu – příloha A. 2.(informativní); Zkouška tečení v tahu na vzorcích se dvěma zářezy (2NCT)
- [4] PAACT 2.1-9 2005-09 Accelerated Creep Test (ACT) – Zrychlená zkušební metoda s průkazem o ověření pro stanovení časové odolnosti polyolefinů
- [5] Grieser, J., Zkoušky roury Wavin Compact Pipe DN 150 SDR 17 z Total Petrochemicals HDPE XSC 50 Blue, zpráva R14022580-A společnosti HESSEL Ingenieurtechnik GmbH, Roetgen z 16. 4. 2014
- [6] Grieser, J.: Zkoušky roury Wavin Compact Pipe DN 150 SDR 17 z Total Petrochemicals HDPE XSC 50 Orange, zpráva R1402580-C společnosti HESSEL Ingenieurtechnik GmbH, Roetgen z 17. 4. 2014
- [7] ISO 11295, (2010), Směrnice pro klasifikaci a konstrukci plastových potrubních systémů používaných pro renovaci, Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Standards Organisation), Ženeva, Švýcarsko
- [8] Elzink, W., (2010), Compact Pipe – sborník z mezinárodní konference o bezvýkopových technologiích NO-DIG 2010, Singapore

# Filtralite v úprave vody (odstraňovanie Fe a Mn v ÚV Kúty)

Ing. Danko Barloková, PhD.; doc. Ing. Ján Ilavský, PhD.

Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, Stavebná fakulta STU,  
Radlinského 11, 813 68 Bratislava, [danka.barloкова@stuba.sk](mailto:danka.barloкова@stuba.sk), [jan.ilavsky@stuba.sk](mailto:jan.ilavsky@stuba.sk)

## Abstrakt:

V príspevku sú porovnané účinnosti odstraňovania železa a mangánu z podzemnej vody v ÚV Kúty použitím filtračných materiálov Klinopur Mn a Filtralite (Nórsko) pre rôznu kvalitu surovej vody (2 odberné miesta). Výsledky preukázali, že Klinopur-Mn je vhodný pre odstraňovanie železa a mangánu z vody, Filtralite po jeho zapracovaní s  $\text{KMnO}_4$  môže byť tiež použitý pri odstraňovaní železa a mangánu z vody.

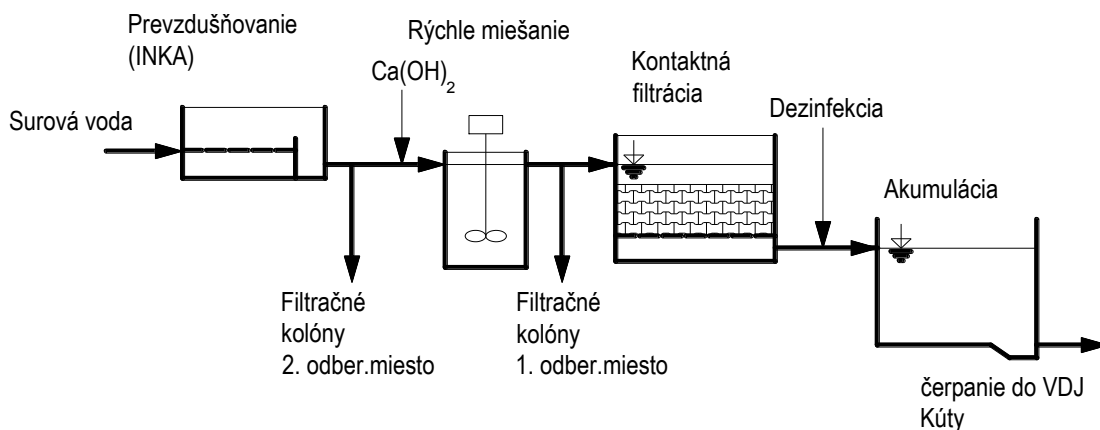
## ÚVOD

Na základe doterajších skúseností a prác [1-6], ktoré sa zaoberajú odstraňovaním rozpusteného mangánu z vody prostredníctvom oxidačných povlakov vytvorených na rôznych filtračných materiáloch bolo cieľom poloprevádzkových skúšok v ÚV Kúty porovnanie účinnosti odstraňovania mangánu a železa filtračným médiom na báze chemicky modifikovaného prírodného zeolitu (Klinopur-Mn) s dovážaným materiálom Filtralite (Nórsko), ktorý sa v zahraničí často využíva pri viacvrstvovej filtrácii na odstraňovanie zákalu, farby, mikrobiologického znečistenia, ale aj Fe a Mn z vody.

## EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Úpravňa podzemnej vody v Kútoch je súčasťou Senickej vodárenskej sústavy. Upravuje vodu z dvoch vŕtaných studní s výdatnosťou  $80 \text{ l.s}^{-1}$ . Voda nevyhovuje požiadavkám Nariadenia vlády č.496/2010 v obsahu železa, mangánu, amónnych iónov a agresívneho oxidu uhličitého. Technologický proces úpravy vody pozostáva z aerácie, dávkovania hydrátu vápenatého, pomalého miešania, filtrácie na otvorených filtroch a zdravotného zabezpečenia vody.

Schéma úpravne vody v Kútoch je zobrazená na **obr. 1**, kde je zároveň naznačené aj miesto našich experimentálnych meraní (umiestnenie filtračných kolón).



Obr. 1 Schéma technologickej linky ÚV Kúty a umiestnenie filtračných kolón

Technologický postup úpravy vody vychádzal zo schémy :

**Surová voda → filtrácia a adsorpcia + pranie a regenerácia**

Surová voda prechádzala filtračným zariadením, odstraňovanie  $\text{Fe}^{2+}$  a  $\text{Mn}^{2+}$  iónov prebiehalo priamo v náplni filtračných kolón. Ako filtračný materiál boli použité:

- prírodný aktivovaný zeolit – klinoptilolit s  $\text{MnO}_2$  (Klinopur-Mn)
- Filtralite Mono-Multi

Počas experimentov bola sledovaná kvalita surovej vody (koncentrácia Fe a Mn, pH,  $\text{O}_2$ ) a upravenej vody na odtoku z filtračných kolón. Zároveň bolo vodomermom sledované množstvo vody na vstupe do filtračných kolón a prietok na odtoku z kolón.

Na overenie účinnosti eliminácie železa a mangánu z podzemnej vody v lokalite Kúty boli použité dve filtračné kolóny zo skla naplnené materiálom Klinopur-Mn a dvojvrstvovým Filtralitom Monomulti (HC+NC v pomere 2:1), priemer kolóny bol 5,0 cm a výška kolóny 2 m, plocha kolóny  $19,635 \text{ cm}^2$ , výška filtračného média 110 cm (Klinopur Mn) a 130 cm (Filtralite). Pomocou jednoduchého zariadenia s ventilmi sa voda privádzala buď na filtráciu (v smere zhora nadol) alebo na pranie filtrov (v smere zdola nahor). Pri praní sa používala upravená voda bez obsahu Fe a Mn.

**Klinopur-Mn** - aktivovaný zeolit – klinoptilolit je vyrábaný na Slovensku (Zeocem Bystré). Na zrnách klinoptilolitu je priemyselne vytvorená vrstvička z oxidov mangánu, ktorá umožňuje tento materiál používať pri kontaktnej filtrácii.

**Filtralite** - bol vyvinutý v Nórsku, vyrába sa patentovaným postupom z ílu vypálením pri teplote  $1200^\circ\text{C}$ . Materiál má voliteľnú hustotu v rozmedzí od  $500\text{--}1600 \text{ kg.m}^{-3}$  (v suchom stave), voliteľnú zrornosť v rozmedzí  $0,8\text{--}20 \text{ mm}$ , čo umožňuje využiť tento materiál pre jednovrstvovú a viacvrstvovú filtráciu. Vďaka čiastočnej pórovitosti sa využíva nielen v klasickej filtrácii, ale i v biologickej filtrácii, môže byť tiež použitý na odstraňovanie železa a mangánu z vody [7-12]. V technológii úpravy pitnej vody sa využíva od roku 1997. Prvou vodárenskou aplikáciou bola filtrácia na úpravni vody Ivry sur Seine pri Paríži. Ako filtračná náplň bol použitý v mnohých úpravniach vody v Európe, Ázii, Severnej Amerike a Afrike.

Unikátny filter pozostávajúci z dvoch materiálov Filtralite, kde spodnú vrstvu tvorí materiál HC  $0,8\text{--}1,6 \text{ mm}$  a hornú vrstvu materiál NC  $1,5\text{--}2,5 \text{ mm}$ , sa nazýva Mono-Multi filter. Výhodou tohto filtra sú extrémne nízke tlakové straty a dobrá kvalita vody. Vzhľadom k nízkej hustote oboch vrstiev je rýchlosť vody potrebnej pre pranie oveľa nižšia ako u filtrov s pieskom v spodnej vrstve. Základné fyzikálne vlastnosti niektorých materiálov Filtralite a možnosti ich uplatnenia v úprave vody sú uvedené v **tab. 1**.

**Tab. 1** Rozdielne zrnitosti filtračných materiálov a ich fyzikálne vlastnosti

| Vlastnosť                             | MC 1.5-2.5   | HC 1.5-2.5 | HC 0.8-1.6 | NC 1.5-2.5 |
|---------------------------------------|--------------|------------|------------|------------|
| zrornosť [mm]                         | 1.5 – 2.5    | 1.5 – 2.5  | 0.8 – 1.6  | 1.5 – 2.5  |
| hustota [ $\text{kg.m}^{-3}$ ]        | 1300         | 1600       | 1650       | 720        |
| sypná hmotnosť [ $\text{kg.m}^{-3}$ ] | 550          | 750        | 700        | 235        |
| plávajúce častice [%]                 | 2            | 2          | 2          | 2          |
| pórovitosť častíc [%]                 | 52           | 41         | 41         | 73         |
| póry [%]                              | 58           | 53         | 62         | 67         |
| Využitie                              | 1 alebo 2, B | 1, B       | 1 alebo 2  | 2, B       |

Poznámka : 1 – jednovrstvová filtrácia, 2 dvojvrstvová filtrácia, B – biologická filtrácia

Porovnanie chemického zloženia materiálov pre dvojvrstvový filter Mono-Multi je uvedené v **tab. 2**.

**Tab. 2** Chemické zloženie materiálov Filtralite stanovené Rtg. mikroanalýzou

| Filtralite | Obsah [%]        |                                |                  |      |                                |                               |      |                   |                  |
|------------|------------------|--------------------------------|------------------|------|--------------------------------|-------------------------------|------|-------------------|------------------|
|            | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO  | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MgO  | Na <sub>2</sub> O | TiO <sub>2</sub> |
| NC 1,5-2,5 | 51,98            | 18,62                          | 6,17             | 2,48 | 14,02                          | 0,52                          | 2,76 | 1,95              | 1,22             |
| HC 0,8-1,6 | 55,82            | 15,36                          | 5,59             | 3,78 | 13,57                          | 0,56                          | 2,35 | 1,35              | 1,12             |

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Modelové skúšky a výsledky experimentov je potrebné rozdeliť na dve časti:

1. pre surovú vodu po prevzdušnení a pridaní vápna (1. odberné miesto)
2. pre surovú vodu po prevzdušnení (2. odberné miesto).

V experimente č.1 (1. odberné miesto) bola do filtračného zariadenia privedená podzemná **voda po prevzdušnení a prídavku vápna**, t.j. za zariadením na rýchle miešanie, čím boli dodržané optimálne podmienky pre kontaktnú filtráciu – zvýšený obsah kyslíka a pH nad 8, v experimente č.2 (2. odberné miesto) **voda za prevzdušňovacím** zariadením INKA, t.j. bez úpravy pH (obr. 1). V **tab. 3** sú uvedené hodnoty sledovaných parametrov v priebehu experimentálnych meraní.

**Tab. 3** Hodnoty sledovaných parametrov počas experimentov

| Parameter                | odberné miesto č.1 | odberné miesto č.2 |
|--------------------------|--------------------|--------------------|
| Fe [mg.l <sup>-1</sup> ] | 1,96 – 5,92        | 1,14 – 5,96        |
| Mn [mg.l <sup>-1</sup> ] | 0,210 – 1,154      | 0,969 – 1,412      |
| pH                       | 8,26 – 8,68        | 6,81 – 7,14        |
| O <sub>2</sub> [%]       | 56 – 58            | 59 – 60            |

### Experiment č. 1 (1. odberné miesto)

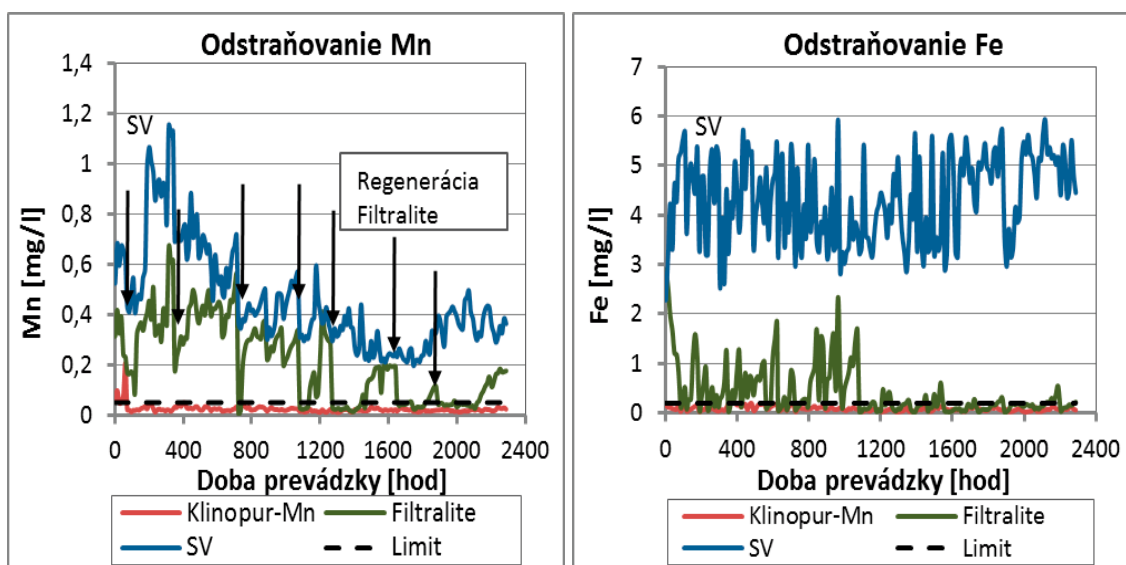
Počas trvania modelových skúšok boli priemerné koncentrácie mangánu a železa vo vode 0,461 mg.l<sup>-1</sup> a 4,34 mg.l<sup>-1</sup>. Filtračná rýchlosť bola 5,09 m.h<sup>-1</sup> v prípade Klinopuru-Mn a 5,61 m.h<sup>-1</sup> v prípade Filtralite Mono-Multi. Podmienky filtrácie sú v **tab. 4**.

**Tab. 4** Podmienky filtrácie pre vodu po prevzdušnení a alkalizácii vápnom

| Parameter                                        | Klinopur-Mn | Filtralite Mono-Multi |
|--------------------------------------------------|-------------|-----------------------|
| Zrinitosť                                        | 0,6-1,6     | 0,8-1,6 + 1,5-2,5     |
| Výška filtračnej náplne [cm]                     | 110         | 130                   |
| Priem. prietok kolónou [ml.min <sup>-1</sup> ]   | 166,6       | 183,7                 |
| Priem. filtračná rýchlosť [m.hod <sup>-1</sup> ] | 5,09        | 5,61                  |
| Celkový čas filtrácie [hod]                      | 2290        | 2290                  |

Výsledky odstraňovania Fe a Mn pre **surovú vodu po prevzdušnení a alkalizácii** najlepšie dokumentuje **obr. 2**, na ktorom sú porovnané priebehy koncentrácie Fe a Mn v surovej vode a hodnoty namerané po prechode cez sledované filtračné materiály, na obrázkoch je zároveň ukázaná limitná hodnota Fe a Mn v pitnej vode daná Nariadením vlády č.496/2010 Zb.z. Šípka predstavuje čas regenerácie filtračných médií.

Pri dodržaní optimálnych podmienok pre kontaktnú filtráciu (pH 8,26 až 8,68; obsah O<sub>2</sub> 56 až 58%) Klinopur-Mn dosahoval vysokú účinnosť odstraňovania mangánu z vody (**obr. 2 vľavo**), po regenerácii na začiatku experimentu (po 60,5 hodinách prevádzky modelového zariadenia) neprekročili hodnoty mangánu v upravenej vode limitnú hodnotu 0,05 mg.l<sup>-1</sup>, ani po viac ako 2230 hodinách prevádzky filtračného zariadenia.



**Obr. 2** Priebeh odstraňovania Fe a Mn z vody v závislosti od doby prevádzky

Filtračná náplň bola priebežne praná (zhruba raz za 3-4 dni) spätným prúdom vody. Klinopur-Mn nebolo potrebné regenerovať. V prípade materiálu Filtralite Mono-Multi bola urobená viackrát regenerácia s 2,5% roztokom KMnO<sub>4</sub> (po 342, 719, 1073, 1267, 1644, 1855 hodinách prevádzky), nakoľko bola snaha zvýšiť jeho účinnosť napreparovaním povrchu vrstvou MnO<sub>2</sub>. Postupnými regeneráciami účinnosť odstraňovania mangánu z vody a dĺžka filtračných cyklov stúpala.

Z **obr. 2 vpravo** vidieť, že Klinopur-Mn účinne odstraňoval železo z vody, pričom počas celej doby prevádzky filtračných kolón (2297 hodín) nebola prekročená limitná hodnota 0,20 mg.l<sup>-1</sup> daná NV č. 496/2010. V prípade materiálu Filtralite Mono-Multi sa účinnosť odstraňovania Fe z vody po 1073 hodinách prevádzky a zmene regenerácie (materiál bol týždeň ponorený v KMnO<sub>4</sub>) výrazne zvýšila a koncentrácie železa v upravenej vode boli nižšie ako limitná hodnota 0,2 mg.l<sup>-1</sup>.

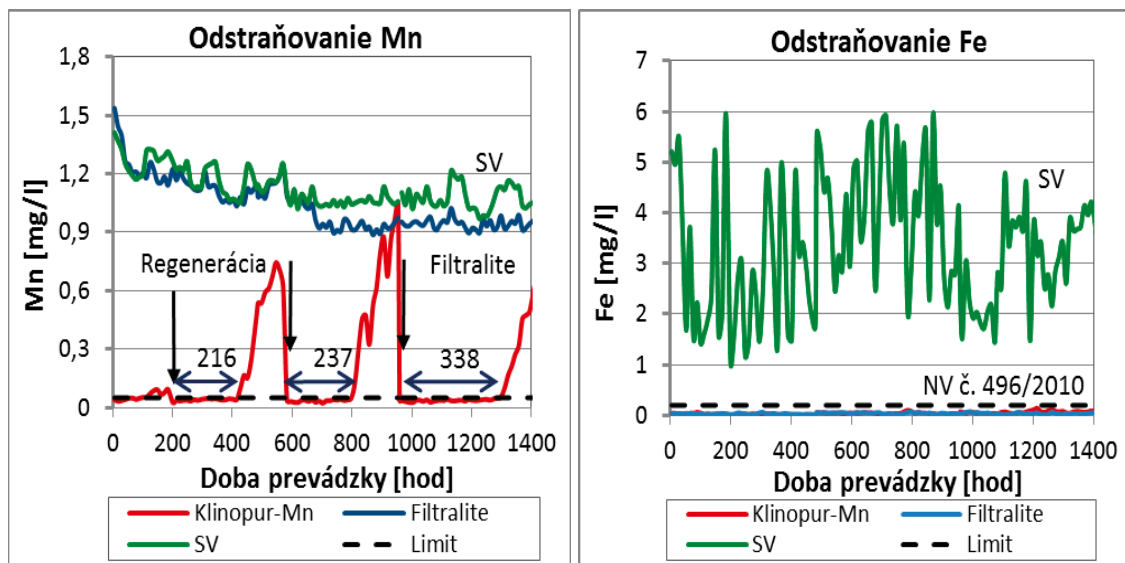
## Experiment č. 2 (2. odberné miesto)

Počas trvania modelových skúšok boli priemerné koncentrácie mangánu a železa vo vode 1,124 mg.l<sup>-1</sup> a 4,38 mg.l<sup>-1</sup>. Podmienky filtrácie sú uvedené v **tab. 5**.

**Tab. 5** Podmienky filtrácie pre surovú vodu po prevzdušení

| Parameter                                        | Klinopur Mn | Filtralite Mono-Multi |
|--------------------------------------------------|-------------|-----------------------|
| Zrnitosť                                         | 0,6-1,6     | 0,8-1,6 + 1,5-2,5     |
| Výška filtračnej náplne [cm]                     | 110         | 130                   |
| Priem. prietok kolónou [ml.min <sup>-1</sup> ]   | 152,6       | 175,7                 |
| Priem. filtračná rýchlosť [m.hod <sup>-1</sup> ] | 4,66        | 5,37                  |
| Celkový čas filtrácie [hod]                      | 1411        | 1411                  |

Výsledky odstraňovania Fe a Mn z vody v 2. odbernom mieste, t.j. pre **surovú vodu po prevzdušení** najlepšie dokumentuje **obr. 3** na ktorom sú porovnané priebehy koncentrácie Fe a Mn v surovej vode a hodnoty namerané po prechode cez sledované filtračné materiály, na obrázkoch je zároveň ukázaná limitná hodnota Fe a Mn v pitnej vode. Šípka predstavuje čas regenerácie filtračných médií.



**Obr. 3** Priebeh odstraňovania Mn a Fe z vody v závislosti od doby prevádzky

Vplyvom zmeny kvality surovej vody (hodnota pH 6,81 až 7,28; obsah kyslíka 62 až 65%, koncentrácia Mn a Fe na vstupe do kolón) účinnosť odstraňovania mangánu z vody pre sledovaný filtračný materiál Klinopur-Mn sa znížila, hlavne v prvom filtračnom cykle, z tohto dôvodu bola urobená regenerácia s  $\text{KMnO}_4$  po 194, 576 a 959 hodinách prevádzky filtračných kolón. Po regenerácii v 2. filtračnom cykle Klinopur-Mn vyhovoval norme pre pitnú vodu ( $0,05 \text{ mg.l}^{-1}$ ) počas 237 hodín prevádzky, v 3. filtračnom cykle 338 hodín (**obr. 3 vľavo**). Dá sa preto očakávať, že po „zapracovaní“ filtrov sa dĺžka filtračných cyklov bude predlžovať. To znamená, že aj priemyselne aktivovaný klinoptilolit (Klinopur-Mn) je potrebné „zapracovať“ priamo na mieste úpravy. Filtralite MonoMulti pre tento typ vody nie je účinný, aj napriek tomu, že tento experiment prebiehal až po zapracovávaní materiálu v prvom experimente. Hodnoty mangánu na výstupe z kolóny sú na úrovni surovej vody, resp. v niekoľkých prípadoch aj vyššie (dochádzalo k uvoľňovaniu mangánu z náplne filtra).

Na **obr. 3 vpravo** je ukázaný priebeh odstraňovania železa z vody pre 2. odberné miesto. Hodnota železa v surovej vode sa menila podľa toho, ktorá studňa bola použitá na čerpanie, prípadne tvorbou vyzrážaného  $\text{Fe(OH)}_3$ , ktorý postupne zanášal celý systém. Na koncentráciu Fe v surovej vode mal vplyv aj samotný odber vzorky.

Z obrázku vidieť, že použitím sledovaných materiálov boli v upravenej vode stanovené výrazne nižšie koncentrácie železa ako je limit  $0,20 \text{ mg.l}^{-1}$  a počas celej doby prevádzky filtračných kolón nebola prekročená limitná hodnota. Treba zdôrazniť, že aj Filtralite MonoMulti odstraňoval železo z vody pod normovanú hodnotu.

## ZÁVER

Dosiahnuté výsledky poskytujú *podklad* na využitie použitých filtračných materiálov (Klinopur-Mn, Filtralite) pri odstraňovaní mangánu a železa z vody.

Sledované materiály vykazovali rôznu účinnosť odstraňovania mangánu z vody, nakoľko veľkú úlohu zohráva kvalita surovej vody (obsah kyslíka a hodnota pH). Je všeobecne známe, že pri kontaktnej filtrácii je pre odstraňovanie mangánu z vody potrebná hodnota pH vyššia ako 8,4. Toto sa potvrdilo aj pri našich experimentoch, zvlášť v prípade materiálov Klinopur-Mn a Filtralite Mono-Multi v 2. odbernom mieste. Filtralite je potrebné zapracovať s vrstvou MnO<sub>2</sub> na povrchu. Po zapracovaní za optimálnych podmienok pre kontaktnú filtráciu je možné ho použiť aj pri odstraňovaní mangánu a železa z vody. V prípade odstraňovania železa z vody kvalita surovej vody nie je limitujúcim faktorom, použité materiály odstraňovali Fe z vody na hodnotu nižšiu ako je limitná hodnota (0,20 mg.l<sup>-1</sup>).

## Pod'akovanie

Experimentálne merania boli uskutočnené za finančnej podpory projektu VEGA 01/1243/12.

## LITERATÚRA

- [1] DOULA, M.K. Removal of Mn<sup>2+</sup> Ions from Drinking Water by Using Clinoptilolite and a Clinoptilolite-Fe Oxide System. *Water Research*. 2006. 40(17), pp. 3167-3176. ISSN 0043-1354.
- [2] KNOCKE, W.R., HUNGATE, R., OCCIANO, S. Removal of Soluble Manganese by Oxide-Coated Filter Media: Sorption Rate and Removal Mechanism Issues. *Journal of AWWA*. 1991, 83(6), pp. 64-69. ISSN 0003-150X.
- [3] BARLOKOVÁ, D., ILAVSKÝ, J. Přírodní zeolity v úprave vody. *Vodní hospodářství*, 2007, 57(6), pp. 213-215. ISSN 1211-0760.
- [4] BARLOKOVÁ, D., ILAVSKÝ, J. Odstraňovanie železa a mangánu z malých vodných zdrojov. *SOVAK*. 2009, 18(4), pp. 13-16. ISSN 1210-3039.
- [5] BARLOKOVÁ, D., ILAVSKÝ, J. Removal of Iron and Manganese from Water Using Filtration by Natural Materials. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2010, 19(6), 1117-1122 ISSN 1230-1485.
- [6] BARLOKOVÁ, Danka - ILAVSKÝ, Ján. Přírodní zeolity s vrstvou MnO<sub>2</sub> na povrchu v úprave vody. In *Chemické listy*, Vol. 108, iss. 12 (2014), s. 1153-1157.
- [7] SALTNES, T., EIKEBROKK, B. & ØDEGAARD, H. Contact filtration of humic waters: performance of an expanded clay aggregate filter (Filtralite) compared to a dual anthracite/sand filter. *Water Science and Technology - Water Supply*. 2002. 2(5-6), pp. 17-23 ISSN 1606-9749.
- [8] TYAGI N., REDDY A.S. Pilot Scale Study on Pressure Filter for the Evaluation of Filtralite Filter Media, Master Thesis, Thapar University, Partiala, Punjab, India. 2010, p. 70.
- [9] DOBIÁŠ P., DOLEJŠ P. Odstranění amoniaku, manganu a železa při úpravě pitné vody ve filtru s náplní Filtralite MonoMulti – výsledky z poloprovozních experimentov. Sborník konference Pitná voda 2012, s. 157-165. W&ET Team, Č. Budějovice 2012. ISBN 978-80-905238-0-7.
- [10] DOLEJŠ P., ŠTRAUSOVÁ K., DOBIÁŠ P.: Modelové ověření nového filtračního materiálu Filtralite ve dvouvrstevných filtrech. Sborník konference „Pitná voda 2010“, s. 83-88. W&ET Team, Č. Budějovice 2010.
- [11] [www.filtralite.com](http://www.filtralite.com)
- [12] <http://www.envi-pur.cz/cz/filtralite/>

# Malá vodní elektrárna na přivaděči surové vody do ÚV Podhradí

Ing. Miroslav Tomek<sup>1)</sup>; Ing. Jiří Komínek<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> VODING HRANICE spol. s r.o.

<sup>2)</sup> SmVaK Ostrava a.s.

---

## ÚVOD

Výstavba úpravní vody Podhradí u Vítkova začala v září roku 1954. Povrchová voda z nádrže Kružberk je přiváděna štolou do úpravní. Technologie úpravy říční vody z kružberské nádrže na vodu pitnou zde je řešena jako jednostupňová koagulační filtrace v otevřeném, gravitačně protékaném systému mísících, flokulačních a filtračních jednotek. Výkon úpravní vody je až 2 200 litrů za sekundu. Regulace přítoku vody je prováděna v přítokovém objektu surové vody cca 400m od komplexu budov úpravní vody až do roku 2014 škrcením regulační armaturou. Nyní je hlavní regulace prováděna průtokovou turbínou, která pohání generátor se špičkovým výkonem až 348kW.

Od 1. 7. 2014 do 13. 2. 2015 je MVE v provozu 5100 hodin, za tuto dobu vyrobila 1083 MWh elektrické energie z toho 80% energie pro vlastní spotřebu. Jedná se o výraznou úsporu provozu při nákupu elektrické energie.

## VYHODNOCENÍ MOŽNOSTI INSTALACE MALÉ VODNÍ ELEKTRÁRNY

Maximální teoretický spád – rozdíl statických hladin mezi VD Kružberk  $H = 428,50$  m n.m. a úpravnou vody  $H = 391,40$  m n.m. je 37,10 m. Tento spád je pro využití nedosažitelný z provozních důvodů (kolísání hladiny na VD Kružberk, ztráty v přivaděči a zejména provoz energetického zdroje HC1 na konci štolového přivaděče).

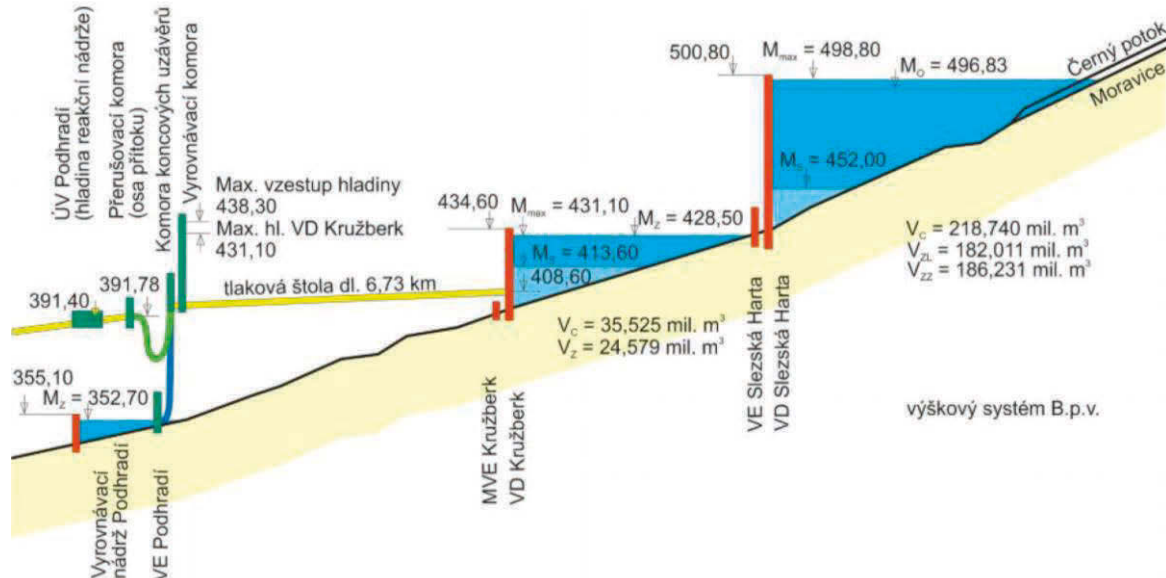
Teoretický směrný výkon je 363,95 kW. Tento výkon je nedosažitelný z důvodu existence ztrát spádu a ztrát na jednotlivých součástech zařízení až po vyvedení výkonu.

Pro ekonomické úvahy byla uvažována směrná cena 3,23 Kč/KWh, což je garantovaná minimální výkupní cena pro energii vyrobenou MVE v nových lokalitách (s realizací v roce 2013). Realizace MVE proběhla bez státní podpory.

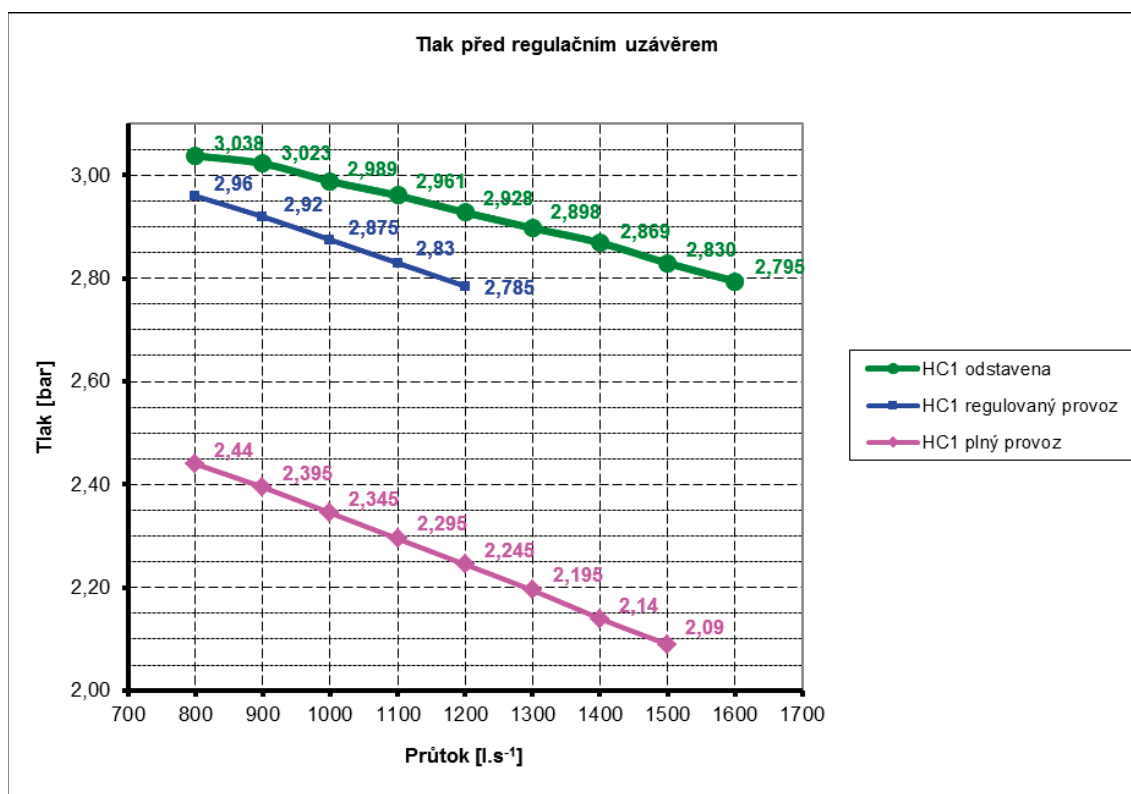
## VLIV HC1 PODHRADÍ NA NÁVRH MVE

Na konci štolového přivaděče vody z nádrže Kružberk je instalována vodní elektrárna HC1, která výrazně ovlivňuje návrh i provoz MVE. Podle příslušného vodoprávního rozhodnutí lze z nádrže Kružberk pro provoz HC1- Podhradí (ENERGO-PRO) odebírat vodu v množství od 0,5 do 7,6 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> a má výkon generátoru od 0,25 do 4,08 MW. Priorita odběru vody na HC1 je nižší než odběru vody na ÚV. Provoz HC1 neovlivňuje podmínky MVE na ÚV Podhradí bilančně, ale v případě provozu HC1 se zvyšují ztráty v přivaděči (konkrétně v jeho společné části po komoru uzávěrů).

Běžně dosažitelný rozdíl statických hladin je 36,70 m. Reálné kolísání statických hladin a zejména provoz HC1 neumožňuje plně využití tohoto spádu.



Obr. 1: Výškové schéma kaskády Slezská Harta – Kružberk – Podhradí



Graf 1: Vliv provozu HC1 na tlakové poměry před regulačním uzávěrem

Podle provozních požadavků výroby pitné vody není nutné vykrývat celé provozní pásmo ÚV až do výkonu  $2200 \text{ l.s}^{-1}$ . Takový požadavek by vedl k neefektivnímu návrhu. Provoz úpravy v okrajových pásmech průtoků je zajištěn obtokem, aniž by došlo k podstatnému snížení výroby elektrické energie.

MVE je navrhována do průtoků  $1600 \text{ l.s}^{-1}$ . Výkon na turbíně je pro čistý spád 28,2 m 367kW.

Koncepce s Bánkiho turbínou je na změny v přiváděči méně citlivá, než koncepce MVE s turbínou Francis, jejíž charakteristika má výraznější optimum účinnosti.

Na základě změřených hodnot při odstavené HC1 byl dopočten čistý spád pro provoz MVE:

- |                               |                                                             |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| - pro $800 \text{ l.s}^{-1}$  | 30,6m pro max. hl. přehrady cca 30m pro průměr hl. přehrady |
| - pro $1100 \text{ l.s}^{-1}$ | 29,7m pro max. hl. přehrady cca 29m pro průměr hl. přehrady |
| - pro $1600 \text{ l.s}^{-1}$ | 27,8m pro max. hl. přehrady cca 27m pro průměr hl. přehrady |

## TURBINA

Garantovaná účinnost turbíny Bánki dosahuje 83% v pásmu průtoků 1000 až  $1600 \text{ l.s}^{-1}$ . Plochá charakteristika průtok/účinnost turbíny Bánki je velmi příznivá pro případy, kdy často dochází ke změnám průtoků.

Manipulace s průtokem na ÚV se provádí pozvolna a není problém s tlakovými rázy, což je dáno dobou uzavírání a přestavování armatur. Instalace MVE do přítokového objektu surové vody nezhoršila tento stav. Automatika řeší situace s výpadkem sítě, přechodem do průběžného režimu a synchronizaci s obtokem MVE.

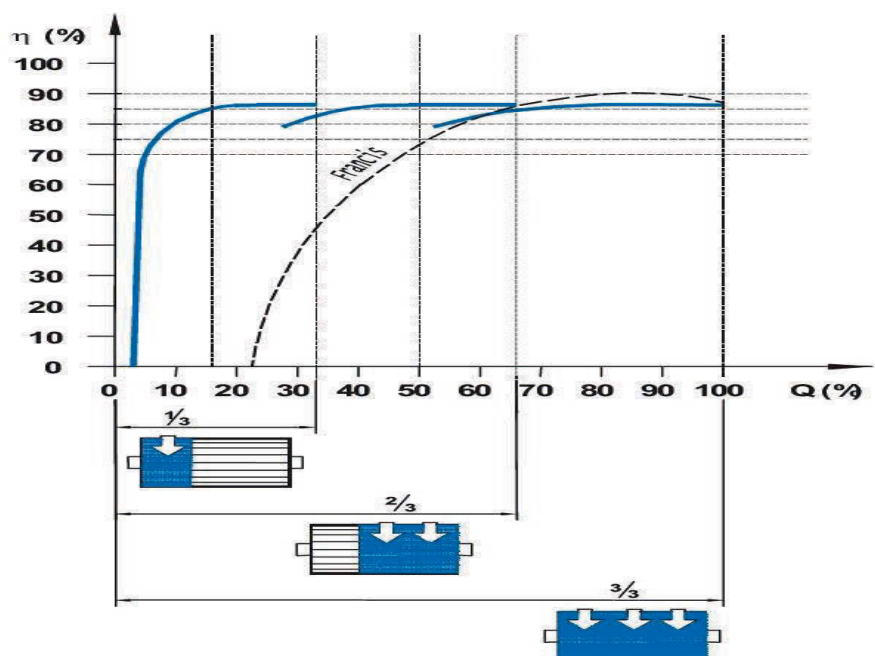
Výhodnost realizované turbíny je, že při výpadku sítě a přechodu do volnoběhu, se zvýší otáčky zároveň na turbíně vzniká vyšší taková ztráta (turbína klade průtoku větší odpor) a průtok výrazně neroste. Tímto je omezen nežádoucí průtokový skok, který by zvyšoval tlakový ráz a nepříznivě ovlivňoval technologii úpravy pitné vody.

Počet korekcí ve výkonu ÚV během dne (změn průtoků) je v průměru až 8. Tyto změny jsou nutné z důvodu malé akumulace upravené vody vzhledem k okamžitému průtoku (výkonu ÚV). Výkon ÚV v podstatě s krátkou prodlevou a dílčím "vyhlazením" reaguje na odběr a jeho špičky.

Koncepce s turbínou Bánki lze hodnotit jako funkční, s minimálními pořizovací náklady.

Průtokové turbíny vynikají dlouholetou, bezúdržbovou životností. V průběhu provozu nepotřebují žádné drahé a složité náhradní díly, jejich případná oprava je většinou možná přímo v místě instalace. Specifickou výhodou průtokových turbín je možnost jejich využití v gravitačních systémech pitné vody, a to i na velice dlouhých trubních přiváděcích, kde při provozu nezpůsobují nežádoucí hydraulické rázy a neohrožují tak kvalitu pitné vody.

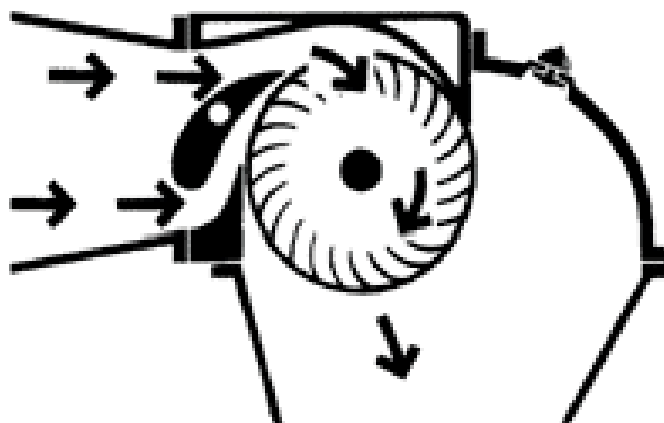
Graf níže ukazuje výhody průtokové turbíny v oblasti částečného zatížení. Možnost v tomto širokém rozsahu vyrábět elektrickou energii pak záleží na charakteristice průběhu účinnosti příslušné turbíny. Turbíny s vysokým špičkovým stupněm účinnosti, ale nevýhodnou účinností při nižších průtocích vody (Francis), dosahují při požadavku na proměnný průtok vody nižší roční výroby, než turbíny s plochou křivkou účinnosti.



**Graf 2:** Účinnost 2komorové průtokové turbíny Ossberger (Bánki).

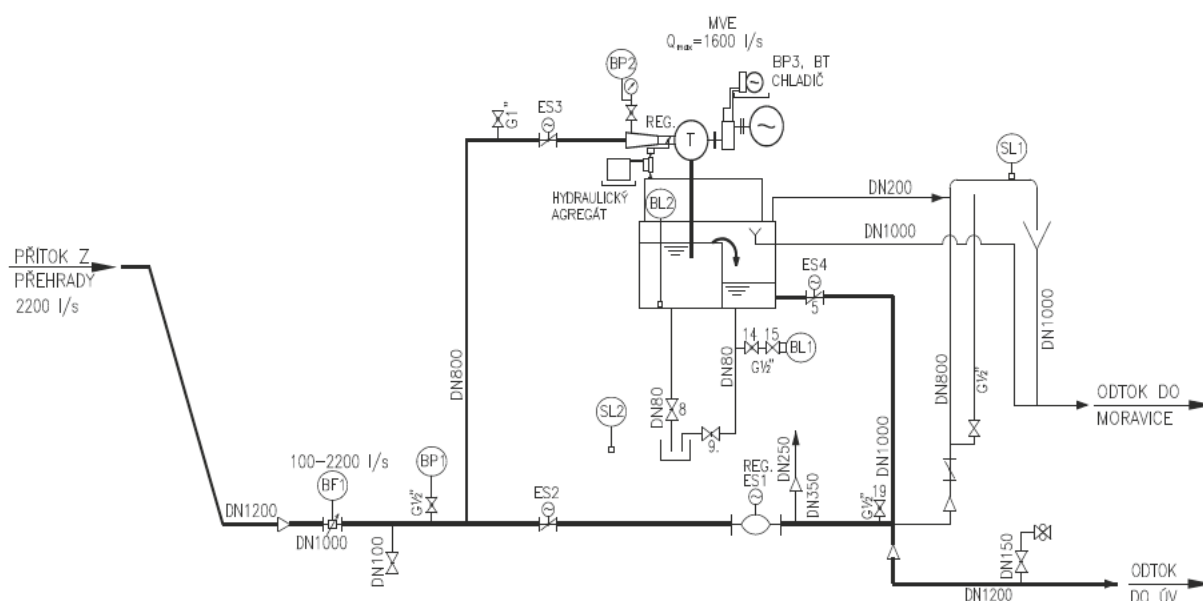
### Princip průtokové vodní turbíny Ossberger:

Průtoková turbína je radiální, mírně přetlaková turbína, s tangenciálním ostřikem lopatek oběžného kola, s horizontální hřídelí. Podle specifických otáček patří k pomaloběžným turbinám. Proud vody usměrňuje rozváděcí ústrojí tak že vstupuje lopatkovým věncem do vnitřního prostoru oběžného kola, pokračuje dále druhým průtokem lopatkovým věncem z vnitřku kola ven, do prostoru skříně turbíny. Ze skříně turbíny voda odtéká savkou do vývaru pod turbinou. V praxi zajišťuje toto proudění vody v oběžném kole samočisticí efekt. Pro tuto realizaci je množství vody proměnlivé, průtoková turbína je dvoukomorová. Rozdělení nátokových komor je v poměru 1:2. Užší komora zpracovává malý a širší komora střední průtok vody. Obě komory dohromady zpracují plný průtok. Tímto rozdělením je množství vody využito v rozmezí plného průtoku až do jeho 1/6 s optimální účinností. Průtokové turbíny tímto způsobem velmi efektivně, s účinností přes 80%, využívají i velmi kolísavé průtoky. Celková účinnost průtokových turbin u malých spádů a výkonů v celé oblasti průtoku dosahuje 84%.



**Obr. 2:** Princip průtokové turbíny

## PROVOZ PŘÍTOKOVÉHO OBJEKTU SUROVÉ VODY



Obr. 3: Technologické schéma přítokového objektu surové vody

Při regulaci výkonu úpravny vody plunžrovým ventilem DN1000 s regulačním elektropohonem je přítokové potrubí k turbíně uzavřeno uzavírací klapkou DN800, uzavírací klapka DN1000 na odtoku z vývarové vany je otevřena, uzavírací klapka DN1000 před plunžrovým ventilem je otevřena. Průtok na úpravnu vody lze regulovat v rozsahu až  $2200 \text{ l.s}^{-1}$ .

### Uvedení MVE do provozu

Před uvedením MVE do provozu musí být splněny podmínky:

- zařízení MVE musí být připraveno k provozu
- přívodní potrubí k MVE je naplněno vodou a odvzdušněno
- uzavírací klapka DN800 před turbínou je uzavřena,
- uzavírací klapka DN1000 na odtoku z vývarové vany je otevřena
- uzavírací klapka s DN1000 před plunžrovým ventilem je otevřena
- plunžrový ventil je nastaven na průtok  $1000 \text{ l.s}^{-1}$

Po zadání povelu START se otevře uzavírací klapka před turbínou DN800, dojde k roztočení turbíny na minimální průtok odpovídající 8% průtoku a jejímu následnému automatickému přifázování generátoru k síti. Následuje přivírání uzavírací klapky před plunžrovým ventilem DN1000. Postupným najetím turbíny na požadovaný výkon (zadaný z velínu ÚV) dochází zároveň k uzavření uzavírací klapky DN1000 před plunžrovým ventilem. Dále turbína reguluje průtok vody do úpravny podle zadání z velínu ÚV. Tento provoz je hlavní pro regulaci průtoku surové vody až do výkonu  $1600 \text{ l.s}^{-1}$ .

## **Řízené odstavení MVE z provozu**

Nejprve dojde k nastavení požadovaného průtoku turbínou na  $1000 \text{ l.s}^{-1}$ . Plunžrový ventil bude zároveň nastaven rovněž na průtok vody  $1000 \text{ l.s}^{-1}$ .

Po povelu stop MVE dojde k otevírání uzavírací klapky DN1000 před plunžrovým ventilem a snižování výkonu turbíny až po práh přifázování, (cca 8% průtoku) kdy dojde k odpojení turbíny od sítě a plnému otevření uzavírací klapky DN 1000. Po odstavení MVE dojde k uzavření uzavírací klapky DN800 před turbínou.

MVE je možno uvést do provozu ručně i automaticky včetně přifázování k síti, její další provoz je pak automatizován a trvalou přítomnost obsluhy již nevyžaduje. Výroba elektrické energie je závislá na průtoku vody do Úpravny vody. Generátorový provoz po přifázování je pak zajišťován místní automatikou.

## **Odstavení MVE při poruše**

Při poruše MVE je automaticky vystaven signál MVE odstavuje a začíná se omezovat průtok turbínou, gravitačně s hydraulickým brzděním. Zároveň se začíná otevírat uzavírací klapka DN1000 před plunžrovým ventilem. Plunžrový ventil kopíroval nastavení podle výkonu MVE a zůstane ve stejné poloze jako před poruchou. Po odstavení MVE bude uzavřena uzavírací klapka DN800 před turbínou.

## **SERVOPOHONY PRO OVLÁDÁNÍ ARMATUR**

Pro ovládání regulačního plunžrového ventilu DN1000 je použit elektrický servopohon s napájecím napětím  $3 \times 400/230 \text{ V}$ , 50Hz. Tento servopohon musí zabezpečit regulaci i při výpadku v dodávce elektrické energie. Toto je zabezpečeno frekvenčním měničem s napájením na vstupní straně 230V, 50Hz ze záložního zdroje (UPS). Výhoda této sestavy je v tom, že je použito standardního pohonu a při regulaci se uplatňuje možnost frekvenčního měniče plynule spojitě měnit rychlost přestavení regulační armatury. Takto lze dosáhnout velice přesné nastavení a udržování požadovaného průtoku s přesností do 1%.

Obdobně je použit servopohon na uzavírací armatuře DN1000 před plunžrovým ventilem s frekvenčním měničem a záložním zdrojem. U tohoto pohonu je využito možnosti změny rychlosti přestavení v krajní poloze zavřeno do (10%), kdy je dle průtokové charakteristiky klapky výrazný nárůst průtoku, klapka se otevírá pomaleji (18Hz). Dvojí rychlost přestavení klapky zaručuje plynulý přechod průtoku. Výhodou této sestavy je, že i při ručním ovládání klapky, je zachován tento režim 2-rychlostního přestavení.

## **Literatura**

Archiv Voding Hranice spol. s r. o.

Pöyry Environment a.s. Ing. Jiří Švancara „ÚV Podhradí – MVE, Posouzení“

### **Zdroje z internetu**

<http://cink-hydro-energy.com/>

[http://www.schiebel-global.com/e/prod\\_c.asp?ID=6](http://www.schiebel-global.com/e/prod_c.asp?ID=6)

<http://opavsky.denik.cz/podnikani/upravnu-v-podhradi-vylepsi-stat-to-bude-dve-ste-mi.html>

[http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka\\_2010/zpv.html](http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka_2010/zpv.html)

# ÚV Bedřichov – příprava a realizace rekonstrukce

Ing. Pavel Středa<sup>1)</sup>, Ing. Soňa Beyblova<sup>2)</sup>, Ladislav Rainiš<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Sweco Hydroprojekt a.s., e-mail: [pavel.streda@sweco.cz](mailto:pavel.streda@sweco.cz)

<sup>2)</sup> Severočeské vodovody a kanalizace a.s.

## Úvod

V roce 2014 byla dokončena významná rekonstrukce v Severočeské vodárenské soustavě – jedná se o úpravnu vody Bedřichov. Rekonstrukce probíhala v průběhu roku 2014 a v současné době je úprava vody provozována ve zkušebním provozu.

## ÚV Bedřichov

Úprava vody Bedřichov je významným zdrojem skupinového vodovodu Liberec – Jablonec nad Nisou. Vodní dílo Josefův Důl, z kterého je odebírána surová voda, je umístěno na říčce Kamenici. Úprava vody je umístěna v Jizerských horách severně od města Liberec.



*Obr. 1 Pohled na vodní dílo Josefův důl*



*Obr. 2 Pohled na budovu úpravní vody*

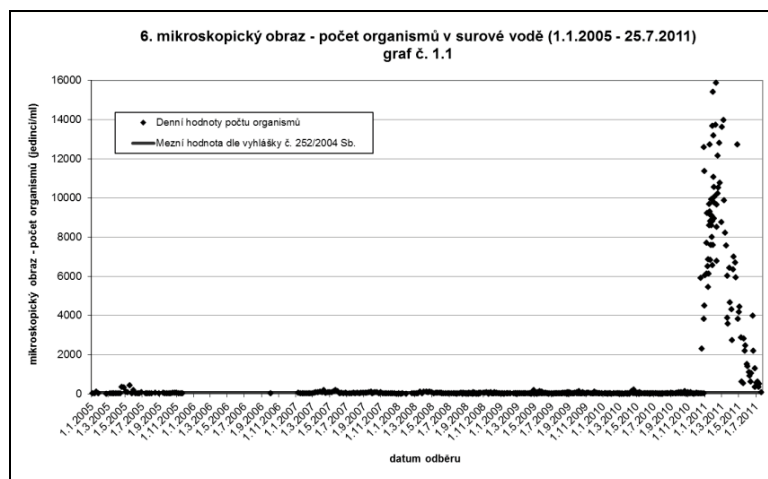
Úprava vody Bedřichov byla uvedena do provozu v roce 1987 a jednalo se o jedno-stupňovou úpravu vody – separační stupeň osm otevřených pískových filtrů.

Úprava vody se potýká (od roku 2010) s problémem zhoršené kvality surové vody v podobě nárazového výskytu mikroorganismů *Merismopedia Punctata*, které stávající technologická linka nedokáže dostatečně separovat.

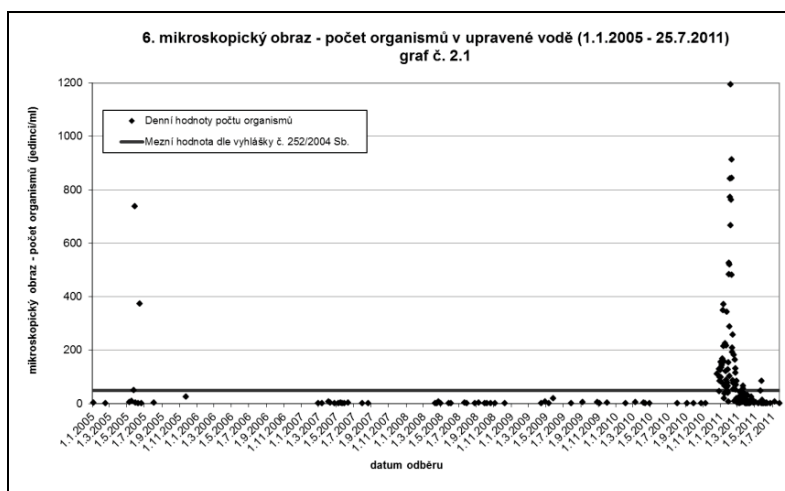
V roce 2011 byla zpracována srovnávací studie [6] rekonstrukce technologické linky úpravní vody. Studie „ÚV Bedřichov – variantní studie rekonstrukce“ byla zaměřena na posouzení dílčí části technologické linky úpravní vody. Jednalo se o posouzení variantního řešení prvního a případně i druhého separačního stupně **s důrazem na odstranění problematických mikroorganismů** ze zdrojové surové vody.

Podkladem pro návrh flotace, filtrace a ultrafiltrace byly poznatky a závěry z pilotních úloh [1, 2, 3, 4, 5], které byly v roce 2011 na úpravě vody prováděny.

Na základě provedeného variantního posouzení bylo doporučeno realizovat variantu č. II (tj. kombinace flotace, dvouvrstvá filtrace). Tato varianta byla vybrána a dále rozpracována v rámci DUR [7], DSP [8], DVZ [9], DPS [10]. Projektová příprava byla završena v dubnu 2014 a následovala realizace stavby, kterou provádělo „Sdružení ÚV Bedřichov“ (vedoucím sdružení firma Syner s.r.o.), stavba byla dokončena v prosinci 2014.



**Graf. 1** Počet organismů v surové vodě (2005 - 2011)



**Graf. 2** Počet organismů v upravené vodě (2005 - 2011)

## Výkon ÚV

*výkon technologické linky úpravy vody - potřeba surové vody*

|           |         |
|-----------|---------|
| maximální | 400 l/s |
| průměr    | 200 l/s |
| minimum   | 100 l/s |

*výkon úpravy vody - upravená voda*

|           |         |
|-----------|---------|
| maximální | 370 l/s |
| průměr    | 190 l/s |
| minimum   | 97 l/s  |

*V rámci zpracování srovnávací studie [6], bylo rozhodnuto o snížení původního projektovaného výkonu úpravy vody. Původní výkon úpravy vody byl max. 860 l/s. Při provozu úpravy vody na jednu flotační jednotku bude výkon limitován (z důvodu hydraulických možností systému) – max. výkon jedné jednotky flotace je dle návrhu 200 l/s.*

### Návrhové parametry pro rekonstrukci

Pro návrh rekonstrukce technologické linky úpravy vody byly v rámci projektové přípravy specifikovány hodnoty jedněch z nejdůležitějších ukazatelů kvality surové vody (NL, barva), které byly v hydrotechnických výpočtech pro návrh technologické linky uvažovány a dále byla specifikována dávka koagulantu (síranu hlinitého):

|                 |           |            |                    |
|-----------------|-----------|------------|--------------------|
| • NL            | min. 1,13 | prům. 2,0  | max. 8,0 mg/l,     |
| • barva         | min. 9,0  | prům. 22,0 | max. 38,0 mg/l Pt, |
| • síran hlinitý | min. 20,0 | prům. 30,0 | max. 50,0 mg/l.    |

Na výše uvedené parametry byl proveden návrh rekonstrukce technologické linky.



**Obr. 3** Pohled na rychlé míchání - kaskáda



**Obr. 4** Pohled na původní vany filtrů

### Uspořádání technologické linky po rekonstrukci

- přítok surové vody do ÚV
- dávkování chemikálií:
  - vápenný hydrát,
  - manganistan draselný (pouze v případě odmanganování),
  - síran hlinitý,
- rychlé míchání – kaskáda
- dávkování chemikálií:
  - síran hlinitý (alternativně),
- **první separační stupeň - „DAF“ (flokulace, flotace),**
- dávkování chemikálií:
  - dávkování polymerního flokulantu (do flokulace nebo alternativně do potrubí za flotací a do potrubí obtoku flotace),
- **druhý separační stupeň - dvouvrstvá filtrace („filtralite“)**
- UV záření
- dávkování chemikálií za filtrace:
  - oxid uhličitý,
  - vápenný hydrát,
  - síran amonný,
  - chlor,
- akumulace upravené vody

### Nová technologická linka (pouze klíčové části linky)

- první separační stupeň „**flotace rozpuštěným vzduchem**“ (DAF – „dissolved air flotation“) – v polovině prostoru bývalé reakční nádrže byly vybudovány dvě zcela nové flotační jednotky. Každá jednotka se středním návrhovým výkonem 133 l/s. Stahování pěny z jednotek flotace je řešeno mechanickým shrabovákem. Pěna je odváděna do kanalizace,
  - počet jednotek – 2 ks,
  - střední návrhový výkon jednotek –  $2 \times 133$  l/s (max.  $2 \times 200$  l/s),
  - povrchové zatížení – 15 m/h (při max. výkonu až 22 m/h),
- druhý separační stupeň „**filtrace**“ – rekonstrukce čtyř stávajících filtrů. Byla zachována půdorysná plocha původních filtrů. Rekonstrukce spočívala ve vybourání stávajících meziden a montáži drenážního systému Leopold.
  - počet otevřených rychlofiltrů – 4 ks,
  - filtrační plocha – 332,8 m<sup>2</sup>,
  - filtrační rychlost – 4,33 m/h (při max. výkonu úpravny vody).



***Obr. 5** Pohled na jednotku flotace*



***Obr. 6** Pohled na vanu filtru – nový stav*

### Dílčí výstupy ze zkušebního provozu (provozní výsledky)

Úpravna vody je v současné době provozována ve zkušebním provozu (od 12.2014). Během zkušebního provozu dochází k odlaďování jednotlivých technologických celků, což je s ohledem na rozsah rekonstrukce očekávaný stav. V tabulce č. 1 uvádíme dílčí výstupy ze zkušebního provozu.

Tabulka č. 1 Kvalita surové/upravené vody – zkušební provoz

| Datum odběru | surová voda        |                    |                    |                   |                  | flotace            |                    |                    |                   |                  | upravená voda      |                    |                    |                   |                  |
|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------------|
|              | ŽO<br>[jedinci/ml] | MO<br>[jedinci/ml] | PO<br>[jedinci/ml] | CHSK-Mn<br>[mg/l] | hlínek<br>[mg/l] | ŽO<br>[jedinci/ml] | MO<br>[jedinci/ml] | PO<br>[jedinci/ml] | CHSK-Mn<br>[mg/l] | hlínek<br>[mg/l] | ŽO<br>[jedinci/ml] | MO<br>[jedinci/ml] | PO<br>[jedinci/ml] | CHSK-Mn<br>[mg/l] | hlínek<br>[mg/l] |
| 01.12.14     |                    |                    |                    | 5,0               | 0,13             |                    |                    |                    | 3,2               | 1,60             |                    |                    |                    | 1,10              | 0,05             |
| 02.12.14     |                    |                    |                    | 4,7               | 0,13             |                    |                    |                    | 1,3               | 0,29             |                    |                    |                    | 0,99              | 0,05             |
| 03.12.14     | 1288               | 0                  | 1288               | 4,9               | 0,16             | 8                  | 0                  | 8                  | 1,7               | 0,33             | 0                  | 0                  | 0                  | 1,00              | 0,05             |
| 04.12.14     |                    |                    |                    | 4,8               | 0,12             |                    |                    |                    | 1,4               | 0,30             |                    |                    |                    | 0,96              | 0,05             |
| 05.12.14     |                    |                    |                    | 5,0               | 0,11             |                    |                    |                    | 1,9               | 0,26             |                    |                    |                    | 1,40              | 0,05             |
| 08.12.14     |                    |                    |                    | 5,1               | 0,13             |                    |                    |                    | 2,1               | 0,30             |                    |                    |                    | 0,96              | 0,05             |
| 09.12.14     |                    |                    |                    | 5,0               | 0,13             |                    |                    |                    | 2,2               | 0,38             |                    |                    |                    | 1,10              | 0,05             |
| 10.12.14     | 8004               | 2                  | 8006               | 4,7               | 0,16             | 38                 | 0                  | 38                 | 2,5               | 0,33             | 0                  | 0                  | 0                  | 1,00              | 0,05             |
| 11.12.14     |                    |                    |                    | 4,9               | 0,13             |                    |                    |                    | 1,7               | 0,33             |                    |                    |                    | 0,93              | 0,05             |
| 12.12.14     |                    |                    |                    | 4,8               | 0,13             |                    |                    |                    | 1,7               | 0,32             |                    |                    |                    | 1,10              | 0,05             |
| 15.12.14     |                    |                    |                    | 4,9               | 0,12             |                    |                    |                    | 1,7               | 0,33             |                    |                    |                    | 1,10              | 0,05             |
| 16.12.14     |                    |                    |                    | 5,0               | 0,12             |                    |                    |                    | 1,8               | 0,34             |                    |                    |                    | 1,40              | 0,05             |
| 17.12.14     | 5602               | 0                  | 5602               | 5,0               | 0,16             |                    |                    |                    | 1,8               | 0,35             | 0                  | 0                  | 0                  | 1,10              | 0,06             |
| 18.12.14     |                    |                    |                    | 4,8               | 0,13             |                    |                    |                    | 1,7               | 0,36             |                    |                    |                    | 1,10              | 0,06             |
| 19.12.14     |                    |                    |                    | 5,0               | 0,12             |                    |                    |                    | 1,7               | 0,35             |                    |                    |                    | 1,10              | 0,05             |
| 20.12.14     |                    |                    |                    | 4,9               | 0,11             |                    |                    |                    | 1,7               | 0,38             |                    |                    |                    | 1,10              | 0,05             |
| 22.12.14     | 8006               | 0                  | 8006               | 4,8               | 0,15             | 8                  | 0                  | 8                  | 1,9               | 0,35             | 0                  | 0                  | 0                  | 1,10              | 0,08             |
| 23.12.14     |                    |                    |                    | 5,0               | 0,12             |                    |                    |                    | 1,8               | 0,30             |                    |                    |                    | 1,10              | 0,05             |
| 26.12.14     |                    |                    |                    | 4,9               | 0,11             |                    |                    |                    | 1,8               | 0,45             |                    |                    |                    | 1,10              | 0,05             |
| 29.12.14     | 4006               | 0                  | 4006               | 5,3               | 0,15             | 148                | 0                  | 148                | 2,1               | 0,56             | 0                  | 0                  | 0                  | 1,60              | 0,05             |
| 30.12.14     |                    |                    |                    | 4,8               | 0,12             |                    |                    |                    | 2,1               | 0,55             |                    |                    |                    | 1,20              | 0,05             |
| 31.12.14     |                    |                    |                    | 5,0               | 0,12             |                    |                    |                    | 2,0               | 0,47             |                    |                    |                    | 1,40              | 0,05             |

## Literatura

- [1] W&ET Team, Doc. Ing. Petr Dolejš, CSc. a kol., ÚV Bedřichov – modelové ověření možnosti rozšíření technologické linky úpravny o první separační stupeň – flotaci, poloprovozní zkoušky, 05.2011.
- [2] W&ET Team, Doc. Ing. Petr Dolejš, CSc. a kol., ÚV Bedřichov – porovnání vybraných filtračních materiálů, poloprovozní zkoušky, 05.2011.
- [3] W&ET Team, Doc. Ing. Petr Dolejš, CSc. a kol., ÚV Bedřichov – modelové ověření technologické linky složené z prvního a druhého separačního stupně (flotace a filtrace), poloprovozní zkoušky, 07.2011.
- [4] VWS MEMSEP, ÚV Bedřichov – zpráva z testování ultrafiltrační jednotky, poloprovozní zkoušky, 06.2011.
- [5] W&ET Team, Doc. Ing. Petr Dolejš, CSc. a kol., ÚV Bedřichov – poloprovozní ověření funkce flotace při vysokém povrchovém zatížení, poloprovozní zkoušky, 09.2011.
- [6] HYDROPROJEKT CZ a.s., Ing. Pavel Středa a kol., Rekonstrukce ÚV Bedřichov, studie, 09.2011.
- [7] HYDROPROJEKT CZ a.s., Ing. Pavel Středa a kol., Rekonstrukce ÚV Bedřichov, dokumentace pro územní řízení, 01.2012.
- [8] HYDROPROJEKT CZ a.s., Ing. Pavel Středa a kol., Rekonstrukce ÚV Bedřichov, dokumentace pro stavební povolení, 04.2012.
- [9] HYDROPROJEKT CZ a.s., Ing. Pavel Středa a kol., Rekonstrukce ÚV Bedřichov, dokumentace pro výběr zhotovitele, 06.2012.
- [10] SWECO HYDROPROJEKT a.s., Ing. Pavel Středa a kol., Rekonstrukce ÚV Bedřichov, dokumentace pro provádění stavby, 02.2014.

# ÚV Plzeň: Doplnění dezinfekce vody UV zářením

Ing. Jiří Beneš

DISA s.r.o., Barvy 784/1, Brno, 638 00, [benes@disa.cz](mailto:benes@disa.cz)

## Abstrakt

V rámci probíhající rekonstrukce a modernizace úpravní vody Plzeň došlo k doplnění stávajícího způsobu dezinfekce o technologii UV záření. UV systémy jsou v souladu s aktualizovaným zněním USEPA UV Disinfection Guidance Manual 2006. Během realizace byl provozovatelem vznesen pochopitelný požadavek na možné způsoby ověření výkonu zařízení, resp. dodržení zadávací dokumentace. Následná diskuze skončila u základního parametru UV dezinfekce - dávky UV záření a možnostech jejího stanovení.

**Klíčová slova:** dezinfekce vody UV zářením, validace UV systémů, dávka UV záření

## Úvod

Nová technologická linka ÚV Plzeň s jmenovitým průtokem vody 1000 l/s je vybavena dvoustupňovou separací s chemickým srážením síranem hlinitým, skládající se ze sedimentačních nádrží a pískových filtrů. Následuje modernizovaný ozonizační stupeň, filtrace na granulovaném aktivním uhlí, UV dezinfekce coby doplnění hygienického zabezpečení upravené vody (primární dezinfekce), ztvrdování a sekundární dezinfekce plynným chlorem.

Nedávno zprovozněná UV dezinfekce, která doplnila dosavadní dezinfekční procesy, tj. ozonizaci a chloraci vody, naplňuje smysl tzv. multibarierové strategie, jenž zvyšuje kvalitu vyráběné vody a robustnost úpravní.

## UV dezinfekce

Technické požadavky na zařízení pro UV dezinfekci, které jsou uvedeny v tabulce č. 1., specifikuje Dokumentace pro výběr zhotovitele vypracovaná společností Sweco Hydroprojekt a.s.

**Tab. č. 1:** Část specifikace UV dezinfekce vč. garantovaných parametrů

### 1.1.9 UV ZÁŘENÍ

Specifikace popisuje požadavky na kvalitu a montáž zařízení na UV jednotky. Zařízení bude osazeno do potrubí odtoku filtrované vody z GAU filtrů, před dávkováním chemikálií.

Výkonové parametry:

- počet jednotek (UV reaktorů) 2,
- maximální průtok vody jednotkou 650 l/s,
- minimální průtok vody jednotkou 135 l/s,
- požadovaná min. dávka 400 J/m<sup>2</sup> při průtoku 650 l/s a UVT 95%,

### 1.1.9.1 GARANTOVANÉ PARAMETRY

V Tab. 2 jsou uvedeny garantované parametry pro UV jednotky.

Tab. 2 Garantované parametry UV záření

|   |                     |                                                              |
|---|---------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1 | dávka záření        | 400 J/m <sup>2</sup>                                         |
| 2 | životnost UV zářičů | 14 000 provozních hodin                                      |
| 3 | validace UV systému | USEPA UVDGM (2006), nebo<br>ÖVGW (2001), nebo<br>DVGW (2006) |

### **Popis UV systémů**

Průtokově se jedná o největší UV systémy instalované v České republice, které využívají geometrii ozařování, kdy jsou UV zářiče v UV reaktoru instalovány kolmo k průtoku vody v několika řadách za sebou. Jedná se o nízkotlaké amalgámové UV zářiče s prodlouženou životností (14 000 provozních hodin) a se sníženou spotřebou el. energie (platí pro provoz 60-80 % nominálního výkonu) při zachování stejného množství emitovaného UV-C záření (9,2 kW@650 l/s). Každá ze tří řad UV zářičů má svůj vlastní UV senzor monitorující aktuální intenzitu UV záření. UV reaktory jsou vybaveny bezpečnostními prvky, které hlídají dostatečnou hladinu vody v UV reaktoru, čímž je eliminováno příp. zavzdušnění a následkem toho přehřátí UV zářičů. Jedná se o automatický odvzdušňovací ventil, vodivostní sondu a měření teploty v nejvyšším místě UV reaktoru. Další bezpečnostní prvek představuje softwarová ochrana - např. odstavení UV systému při nulovém průtoku.



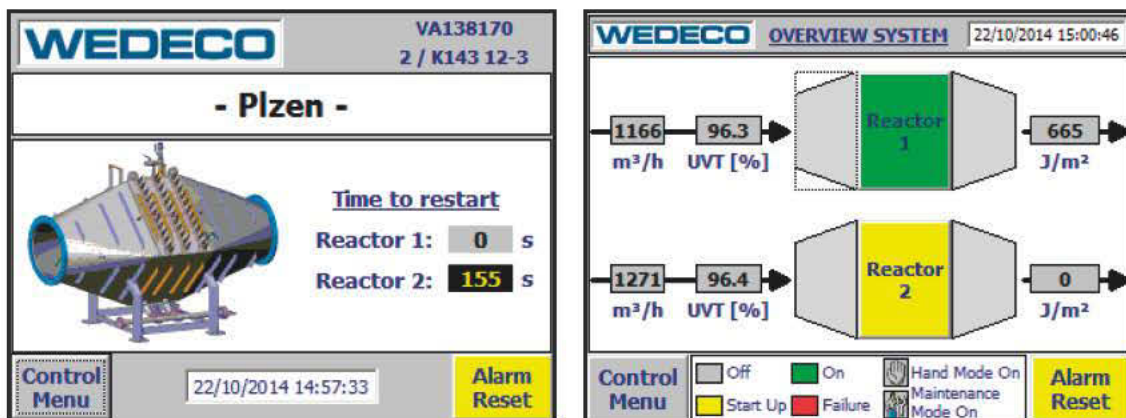
*Obr. 1: UV reaktory před expedicí z výrobního závodu*

### **Ovládání a regulace výkonu UV systémů**

Jelikož byla požadována koncepce 1 x provoz + 1 x záloha, byly jednotlivé UV systémy dodány se společným ovládacím rozváděčem, který zajišťuje veškerou komunikaci s obsluhou a ovládá jednotlivé UV systémy. Do průtoku 650 l/s se předpokládá chod jednoho UV systému, při průtocích vyšších nebo v případě potřeby lze provozovat obě zařízení současně.

Automatickou výkonovou regulaci UV dezinfekce odrážející aktuální provozní stav úpravný lze zajistit dvěma způsoby. Jednak zapínáním/vypínáním jednotlivých řad UV zářičů a jednak tlumením každého jednotlivého UV zářiče v rozmezí 50-100 %. Uživatel tak má možnost i při podstatných výkyvech provozních parametrů (UV absorbance, průtok vody) zajistit vždy maximálně ekonomický provoz při dodržení stejné úrovně dezinfekce, resp. dávky UV záření.

Jako první UV systém v ČR využívá pro stanovení aktuální dávky UV záření a požadovaného výkonu UV jednotky tři online měřené parametry - jak signál o aktuálním průtoku vody UV reaktorem, tak signál o aktuální hodnotě UV absorbance, tak signál o aktuální intenzitě UV záření. V praxi to znamená, že při vyšší UV absorbanci a nebo vyšším průtoku budou UV zářiče zvyšovat svůj výkon až na případných 100 % a budou v provozu všechny řady UV zářičů a naopak. Při lepší UV absorbanci a nebo nižším průtoku poklesne výstup každého UV zářiče až na případných 50 % nominální hodnoty a může dojít k vypnutí některé řady UV zářičů (vždy té, která má nejvíce provozních hodin).



Obr. 2: Základní obrazovky dotykového displeje na ovládacím rozváděči

#### V čem je UV dezinfekce na ÚV Plzeň jedinečná:

- 1) Průtokově největší UV dezinfekce pitné vody v ČR
- 2) Jako první v ČR se využívají ke kalkulaci dávky UV záření 3 on-line měřené veličiny
- 3) První zprovozněné UV systémy v ČR navržené podle USEPA UVDGM 2006
- 4) Neobvyklé zapínání/vypínání jednotlivých řad UV zářičů (u jiných konstrukcí UV reaktorů není možné)

#### Ověření požadovaných parametrů

Ještě před zprovozněním UV dezinfekce měl budoucí uživatel (VODÁRNA PLZEŇ a.s.) správný dotaz: Jak ověříme výkon dodaného zařízení? Tato otázka má svůj obchodní aspekt - jak ověříme, že dodané zařízení splňuje slíbené či garantované parametry dané zadávací dokumentací?

Nejdříve je třeba vyjasnit, jaké parametry je třeba prokázat. Když se bavíme o UV dezinfekci, je třeba prokázat jeden jediný základní parametr - dávku UV záření pro daný průtok a absorbanci vody. To potvrzuje i příslušná legislativa ČR - Vyhláška MZ č. 409/2005 Sb., která hovoří o hodnotě 400 J/m<sup>2</sup>. Jak pozorný návštěvník těchto konferencí ví z přednášky prof. Sommerové z r. 2001, dávku UV záření ale nelze přímo změřit, tzn. ani ověřit.

Obečně mohou nastat dva scénáře:

- a) Výrobce UV systémů vždy označí zařízení výkonovými parametry vč. dávky UV záření, které jsou výsledkem jeho nejpřesnějších výpočtů.
- b) Výrobce dodá UV systém, který prošel nezávislou výkonovou validací podle některého ze tří dostupných protokolů (ÖVGW, DVGW, UVDGM 2006).

Odlišnosti a vypovídací hodnota obou uvedených scénářů jsou zřejmé. Autor dokumentace pro výběr zhotovitele by měl včas vědět a v dokumentaci specifikovat, který ze scénářů požaduje.

Nelze ale ověřit výkon UV dezinfekce nějak jinak a vyhnout se problematice spojené s dávkou UV záření? Mohlo by jít např. o prokázání dostatečně účinné dezinfekce vody daným zařízením - tj. např. redukce o min. 4 řády (99,99 %) u vodárensky významných mikrobiologických ukazatelů uvedených v příslušné legislativě (Vyhláška MZ, 252/2004 Sb.). Jak ale tuto zkoušku u konkrétního zařízení - v případě ÚV Plzeň na průtok vody 650 l/s - technicky a organizačně provést? Základní předpoklady takové zkoušky jsou:

- a) dlouhodobé zajištění projektovaných parametrů (průtok vody, UV absorbance)
- b) pokud UV absorbanci nelze zajistit přirozeně - třeba dávkování UV barviva
- c) dávkování sledovaných MB ukazatelů před UV jednotku (konc.  $1 \times 10^6$  KTJ/100ml)
- d) likvidace vody použité pro zkoušku (dezinfekce a distribuce vody do sítě?)

Pokud se zamyslíme nad popsáním principem testování a akceptujeme jistou dávku nepřesnosti, někoho může napadnout, že něco velmi podobného se už se zařízením podstoupilo. Jedná se o ta zařízení, která získala výkonovou validaci podle některého z dříve uvedených protokolů. Nenabízí nám tímto validované příp. certifikované UV systémy důležitou informaci, kterou je třeba ohodnotit, ne-li požadovat?

## **Závěr**

Doplněním dezinfekčního procesu na ÚV Plzeň o UV záření dojde ke zvýšení kvality pitné vody a to zejména v situacích, ve kterých je chemická dezinfekce nedostatečně účinná. Díky současné technické úrovni dodaných UV systémů a možnostem jejich regulace bude tento dezinfekční krok provozován vždy s minimálními provozními náklady.

# Příprava a realizace rekonstrukce ÚV Příkrý

**Ing. Monika Stehnová<sup>1)</sup>; Milan Drda<sup>2)</sup>; Ing. Jiří Červenka<sup>2)</sup>;**

<sup>1)</sup> Severočeské vodovody a kanalizace, a.s., Oblastní závod Turnov, Vodárenská 1320, 514 01 Jilemnice,  
[monika.stehnova@scvk.cz](mailto:monika.stehnova@scvk.cz)

<sup>2)</sup> ENVI-PUR, s.r.o., Na Vlčovce 13/4, 160 00 Praha 6 - Dejvice  
[drda@envi-pur.cz](mailto:drda@envi-pur.cz), [cervenka@envi-pur.cz](mailto:cervenka@envi-pur.cz)

---

## **Anotace**

Příspěvek prezentuje průběh projektové přípravy komplexní intenzifikace úpravní vody Příkrý a zkušenosti z provádění intenzifikace za plného provozu úpravní a také první zkušenosti ze zahájení zkušebního provozu.

## **1. ZADÁNÍ**

Koncem května roku 2010 se investor – Vodohospodářské sdružení Turnov dozvěděl, že jím předložená dokumentace Intenzifikace úpravní vody Příkrý z 09/2009 nesplňuje požadavky SFŽP pro zařazení tohoto projektu k spolufinancování. Hlavním důvodem bylo, že navrhované řešení by fixovalo nevhodnou technologii původní úpravní a není řádně doloženo předprojektovým ověřením.

Následně se investor spojil s firmou ENVI-PUR a 23. 7. 2010 byla podepsaná smlouva mezi Vodohospodářským sdružením Turnov a firmou ENVI-PUR, s.r.o. na doplnění dokumentace pro intenzifikaci ÚV Příkrý s tím, že dokončení tohoto projektu musí být do 12 týdnů od podpisu SoD.

Vzhledem k velmi krátkému času pro zpracování doplnění PD nebylo možné provést poloprovozní zkoušky navrhovaného řešení. Proto byl návrh a sestava technologické linky velmi pečlivě zvažován.

Požadavkem byl návrh revitalizace stávající technologie úpravy vody z povrchového vodního zdroje tak, aby při požadovaném kapacitním výkonu  $Q_{\max} = 50$  l/s a rozmezí obvyklých provozních výkonů  $Q_{\text{prov}} = 16 - 23$  l/s technologická linka garantovala dosažení kvality pitné vody vyhovující Vyhl. č. 252/2004 Sb. v platném znění při maximálním možném zefektivnění úpravárenského procesu.

Intenzifikace musela být prováděna za provozu úpravní vody, pouze s velmi krátkými odstávkami, protože ÚV Příkrý je z cca 90% nenahraditelný zdroj pitné vody pro město Semily a okolí.

V návaznosti na revitalizaci technologie byla provedena i stavební rekonstrukce a rekonstrukce technologické elektroinstalace.

Dokumentace byla projednána na SFŽP a tento projekt následně získal koncem roku 2012 příslib k spolufinancování z tohoto fondu.

Následně byla tato dokumentace ještě jednou firmou ENVI-PUR, s.r.o. na jaře roku 2013 doplněna do rozsahu požadovaného novelizovaným zákonem 137/2006 Sb., doplněním o organizaci výstavby a uplatnění připomínek ze strany investora a provozovatele.

## **2. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU PŘED ZAHÁJENÍM INTENZIFIKACE**

Z odběrného objektu osazeného pouze hrubými česlemi byla surová voda z vodoteče Vošmenda přiváděna do jímky čerpací stanice surové vody a odtud čerpána do hlavní budovy úpravní vody, kde byla osazena technologická linka.

Původně byla technologická linka úpravní vody Příkrý o nominálním výkonu 50 l/s založena na vodárenské koagulaci síranem hlinitým. V souběhu s koagulantem byl do vertikálního mísiče dávkován chlornan sodný. Suspenze ošetřená vysokou dávkou chloru (až 0,8 mg/l) byla vedena na první filtrační stupeň tvořený pískovými otevřenými filtry 4 x 13 m<sup>2</sup> s filtračním pískem FP2 a odtud gravitačně na druhý filtrační stupeň obdobné konstrukce 2 x 13 m<sup>2</sup> se stejnou filtrační náplní a dále přes dochlorování chlornanem sodným do akumulace vyrobené vody 650 m<sup>3</sup>. Z akumulace vyrobené vody byla voda čerpána čerpací stanicí na VDJ Cimbál 2 x 650 m<sup>3</sup> k rozvodu do distribuční sítě.

Jakost surové vody s vysokým mikrobiologickým znečištěním neumožňovala snížit efektivní dávku aktivního Cl<sub>2</sub> bez nebezpečí průniku patogenů do vodárenského systému. Jakost vyrobené vody zejména v důsledku potřeby dvoustupňové chlorace někdy neodpovídala hygienickým požadavkům z hlediska obsahu trihalometanů v pitné vodě. Mikrobiologické znečištění se dařilo díky vysokým dávkám chloru udržet v přijatelných mezích.

Průměrná denní výroba vody činila cca 1 250 m<sup>3</sup>, spotřeba prací vody se v průběhu let 2008 – 2010 zvedla z 3,7 % až na cca 10%.

Měrná spotřeba chloru byla v roce 2010 dle kvality surové vody 1,5–2,0 g/m<sup>3</sup> surové vody.

Měrná spotřeba síranu hlinitého byla za běžné kvality vody na hodnotě 7,5 g/m<sup>3</sup>. Za zhoršené kvality vody dosahovala až 4 násobku. Dávka 28 - 30 g/m<sup>3</sup> byla v té době dávkou technicky maximální. Pokud nestačila, byla voda neupravitelná, úpravna se musela odstavovat.

Z hlediska kapacity úpravní musel zůstat po revitalizaci zachován výkon úpravní 45-50 l/s jako normální, tedy nepřetížený výkon. Tento požadavek odpovídá původní kapacitě a je nutný z důvodů náhlých změn v kvalitě surové vody, které v posledních letech nastávají se stále vyšší četností. Maximální kapacita umožňuje obsluhu reagovat a v předstihu vyrobit množství vody, kterým se pak pokryje výpadek. Kapacita vodojemů v síti Semily byla pouze na cca 1 denní spotřebu.

## **3. NOVĚ REALIZOVANÉ TECHNICKÉ A TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ**

### **3.1 Předčištění surové vody a nátok na ÚV**

Surová voda z vodního zdroje (potok Vošmenda) gravitačně natéká do objektu mechanického předčištění, kde jsou v pořadí po směru toku vody nově instalovány hrubé česle s ručním stíráním, které bude možno v zimním období vyjmout, norná stěna pro omezení zamrzání vody v kanálu objektu mechanického předčištění a na konci jemné česle s průlinami 4 mm se strojním stíráním. Po mechanickém předčištění voda gravitačně natéká do akumulační jímky čerpací stanice surové vody. Část přitékající surové vody odtéká obtokem přes seřiditelnou uzavíratelnou armaturu zpět do toku a to

za přehrazenou část. Toto opatření bude sloužit k zajištění minimálního průtoku při odstávce úpravy.

Čerpací stanice surové vody je nově vystrojena 3 ks čerpadel v provedení do suché jímky. Každé čerpadlo disponuje hydraulickým výkonem  $Q = 25 \text{ l/s}$  při výtlačné výšce  $H = 19 \text{ m}$ , sací výška je negativní  $-4,0 \text{ m}$ . Všechna čerpadla jsou vybavena frekvenčním měničem otáček pro plynulou regulaci výkonu, zapojení je 3+0.

### 3.2 První separační stupeň

Surová voda z čerpací stanice je čerpána na první separační stupeň, který začíná homogenizačními elementy rychlomísení před nátokem do flokulační nádrže 1. Flokulační nádrž 1 je nově vybudovaná nerezová nádrž na místě původního mísiče, ve které je soustava přepážek zajišťující meandrovité proudění. Odtud voda natéká do společného objektu flokulační nádrže 2 se sedimentační nádrží s vloženou lamelovou vestavbou. Ta je vybudována přestavbou jednoho z původních filtrů (Filtr I). Flokulační nádrž 2 je vystrojena pádlovými míchadly s elektropohony řízenými FMO a také lamelovou vestavbou. Kazety s lamelovými bloky v usazovacím prostoru flokulace 2 umožňují výrazně zvýšit povrchové zatížení sedimentační nádrže při zlepšení účinnosti separace částic tuhé fáze.

Doba zdržení ve flokulaci je celkem 23 minut.

Parametry lamelové vestavby:

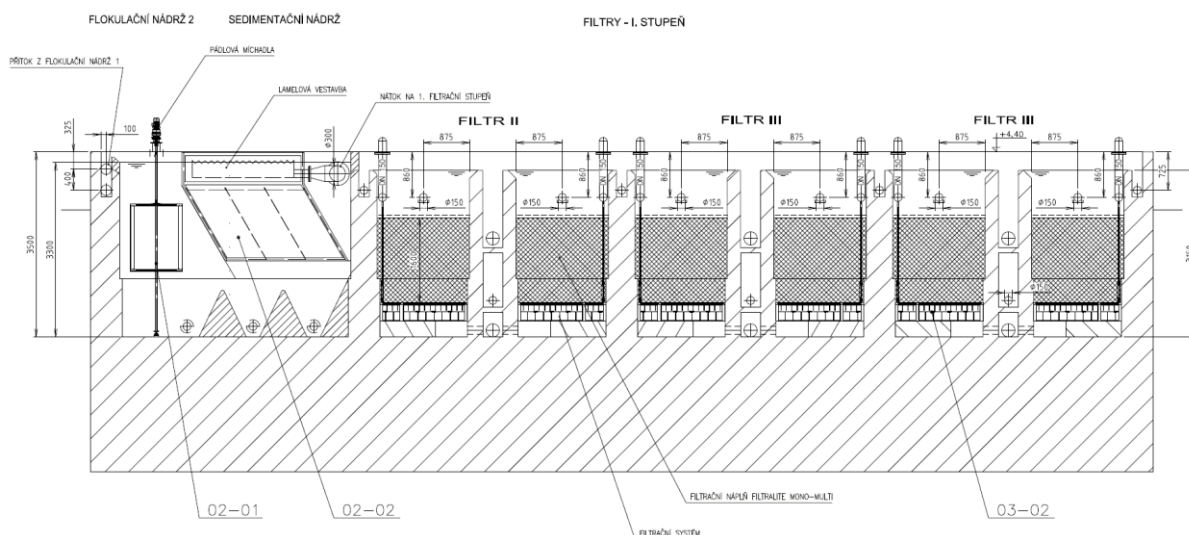
Celková plocha vestavby:  $6,63 \text{ m}^2$

Průmětná plocha:  $115,36 \text{ m}^2$

Jsou separovány částice se sedimentační rychlostí vyšší než  $0,64 \text{ mm/s}$ .

Předpokládá se účinnost odstranění počtů  $2 \text{ um}$  částic/ml vyšší než 75%. V rámci zkušebního provozu bude toto ověřeno pomocí počítaců částic na vstupu a výstupu ze separačního stupně. Předpokládaný interval měření je 2 měsíce.

Na obr. 1 je znázorněno využití Filtru č. I pro flokulaci 2 a sedimentační nádrž s lamelovou vestavbou.



Obr. 1.

### 3.3 Druhý separační stupeň

Druhý separační stupeň tvoří otevřená filtrace. Jedná se o 3 ks otevřených pískových filtrů, které byly stavebně opraveny. Následně byl instalován nový systém náhrady mezidna vodárenských filtrů Leopold s dvousměrným průtokem pracích médií.

Pro novou filtrační náplň byl zvolen filtrační materiál Filtralite Mono-Multi. Výška náplně po zapracování filtrů je 1,60 m. Složena je z horní vrstvy zrnitosti 1,5-2,5 mm, měrná hmotnost zrn cca 1,1 kg/litr a spodní vrstvy zrnitosti 0,8-1,6 mm, měrná hmotnost zrn cca 1,6 kg/litr. Expanze při praní rychlostí 35 m/h je cca 10% při teplotě vody 10°C.

Rekonstruované Filtry II – IV jsou provozovány systémem „declining rate“ - filtrace se snižující se filtrační rychlostí, jenž zajišťuje autoregulaci nátoků na jednotlivé filtry. Voda pro praní filtrů je odebírána z akumulace pitné vody.

### 3.4 Filtrace přes GAU

Z prvního stupně filtrace je možný přes rozdělovací objekt gravitační nátok na druhý stupeň filtrace s granulovaným aktivním uhlím. Je tvořen dvojicí otevřených filtrů, které byly stavebně rekonstruovány shodně s prvním filtračním stupněm a stejně tak nově vybaveny novým systémem náhrady mezidna vodárenských filtrů Leopold s dvousměrným průtokem pracích médií. Filtrační náplň tvoří granulované aktivní uhlí (GAU) s výškou vrstvy 1,20 m. Tento stupeň bude využíván pro zlepšení organoleptických vlastností upravované vody (chuť, pach) a sorpci rozpuštěných organických látek (pesticidy, trihalometany).

### 3.5 Distribuce pitné vody

Upravená voda odtéká z filtrů prvního nebo i druhého stupně do akumulačních nádrží, odkud je dvojicí nových distribučních čerpadel každé s výkonem  $Q = 25 \text{ l/s}$ ,  $H = 146 \text{ m}$  a regulací pomocí FMO čerpána do spotřebišť.

### 3.6 Chemické hospodářství a zdravotní zabezpečení

V rámci revitalizace a intenzifikace bylo rekonstruováno chemické hospodářství včetně rozpouštěcích nádrží i dávkovacích zařízení.

Pro případnou úpravu pH surové nebo upravené vody je možné do výtlačného potrubí surové vody před flokulační nádrž 1 nebo za UV lampu dávkovat roztok 5% uhličitanu sodného -  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Dávkování je automatické od okamžitého průtoku úpravnou.

Jako koagulant je dávkován roztok 2% síranu hlinitého v předpokládané dávce 7 - 9 mg/l. Dávkovací místo je do výtlačného řadu surové vody do homogenizačního elementu před flokulační nádrž 1. Předpokládaná spotřeba koagulantu je 30 - 40 kg/den.

Zdravotní zabezpečení přefiltrované vody je pomocí jednotky UV záření před nátokem do akumulace pitné vody.

Pro zdravotní zabezpečení pitné vody je dále možné dávkovat plynný chlór před nátokem do akumulace pitné vody.

Posledním způsobem možnosti zdravotního zabezpečení pitné vody je chloraminace. Může být prováděna dávkováním roztoku síranu amonného dvěma dávkovacími komplety za dávkování plynného chlóru před nátok do akumulace pitné vody. Předpokládá se dávkování 1% roztoku v dávce 1 mg/l, předpokládaná denní spotřeba je 4,5 kg.

### 3.7 Potrubní rozvody

Veškeré nové trubní vystrojení úpravní vody je provedeno v materiálovém provedení z nerezové oceli třídy 1.4301. Armatury jsou v provedení těleso – tvárná litina, disk – nerez, těsnění – pryž EPDM. Ovládání klapky je servopohony, v případě klapky s ručním ovládáním do DN 200 včetně pákou, od DN 250 výše šnekovou převodovkou.

### 3.8 Kalové hospodářství

Kalové hospodářství akumuluje a likviduje odpadní vody z celého technologického procesu (odkalkování separačních reaktorů, prací voda z filtrů, zafiltrování). Kalové hospodářství tvoří kalové pole, které bylo kompletně zrekonstruováno, a byla provedena výměna drenážní šterkové vrstvy na dně kalových polí.

### 3.9 Elektroinstalace a MaR

Technologická instalace a měření a regulace byly kompletně provedeny nově.

V rámci stavebních prací byly zrekonstruovány stavební části všech stávajících objektů včetně kalových polí, vybudován nový objekt hrubého předčištění a druhá akumulační nádrž o objemu 100 m<sup>3</sup>. Vyměněny také byly veškeré podzemní inženýrské sítě v areálu.

## 4. POSTUP REALIZACE INTENZIFIKACE

Podle projektové dokumentace byly postupně realizovány jednotlivé stavební práce a technologické části úpravní. Práce postupovaly podle jednotlivých, předem naplánovaných etap:

- 1) V první etapě byly provedeny přípravné práce a provizorní propojení na jímání a čerpání surové vody na ÚV. Součástí těchto provizorních propojů byla také úprava zaústění dávkování chemikálií do obtoku rychlomísení a flokulace. Po těchto přípravách byla zahájena vlastní rekonstrukce ÚV. Současně se zahájením budování výše uvedených provizorních propojů byla zahájena stavba nové akumulace upravené vody, která je nutná k tomu, aby bylo možné provést celou rekonstrukci včetně hlavní akumulace za provozu. Také bylo dodáno nové strojně stírané mechanické předčištění.
- 2) Ve druhé etapě byla provedena rekonstrukce rychlomísení a prvního separačního stupně – flokulace 1, pak flokulační nádrže 2 se sedimentační nádrží a jejich kompletní zprovoznění. Po zprovoznění tohoto stupně byla zahájena rekonstrukce Filtru č. II. Současně proběhla sanace jímky surové vody a nové vystrojení čerpací stanice.
- 3) Na zprovoznění nového rychlomísení a sedimentace navázala rekonstrukce rychlofiltrů prvního stupně. Rekonstrukce byla prováděna vždy pouze na jednom filtru, nejdříve na Filtru č. II, pak na Filtru č. III a nakonec na Filtru č. IV. Vždy byl zachován plný provoz dvou filtrů. Po uvedení prvního rekonstruovaného filtru do provozu byly také zahájeny práce na filtrech s GAU.
- 4) S ohledem na rozdílné parametry původních pracích čerpadel a dmychadel bylo nutné upravit režim chodu původních pracích čerpadel při praní rekonstruovaných filtrů.

- 5) Po ukončení a zprovoznění prvního stupně filtrace a zprovoznění zrekonstruované technologie včetně chemického hospodářství bylo možné přistoupit k výměně čerpadel výtlačku, pracích čerpadel a dmychadel.
- 6) Souběžně byla provedena přestavba druhého stupně filtrace na filtry s náplní granulovaného aktivního uhlí.

## 5. ZÁVĚR

Realizace projektu byla financována Evropskou unií – Fondem soudržnosti a Státním fondem životního prostředí ČR v rámci Operačního programu Životní prostředí, vlastními zdroji investora a z příspěvku Města Semily a Obcí Benešov u Semil a Chuchelna.

Podle projektové dokumentace byla úpravna postupně rekonstruována a intenzifikována. Po celou dobu provádění intenzifikace úpravny vody se díky dodržování stanovených postupů i zvýšené péči provozovatele a obětavosti obsluhy podařilo vyrábět pitnou vodu v požadovaném množství i jakosti.

Komplexní zkoušky byly úspěšně ukončeny 12. 12. 2014.

V současné době probíhá zkušební provoz, ve kterém se ověřuje dosahování návrhových parametrů technologické linky.

V únoru byl nainstalován zapůjčený čítač částic WPC-22 a laserový zákaloměr FilterTrak 660sc od firmy Hach-Lange. Lze alternativně měřit účinnost sedimentační nádrže s lamelovou vestavbou a kvalitu filtrátu na jednotlivých filtrech.

Výsledky sledování budou prezentovány na konferenci.

Prozatímní výsledky z provozu během intenzifikace potvrzují správnou volbu technického i technologického řešení intenzifikace úpravny vody, které zajišťuje ekonomickou a bezpečnou výrobu pitné vody z povrchového zdroje s kolísající kvalitou surové vody.

# Využití UV záření pro snížení hodnot TOC a počtu mikroorganismů v užitkových vodách

Jana Říhová Ambrožová<sup>1)</sup>, Pavel Kůs<sup>2)</sup>, Harry Šveda<sup>1)</sup>, Vladimíra Škopová<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> VŠCHT FTOP ÚTVP Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6,  
[jana.ambrozova@vscht.cz](mailto:jana.ambrozova@vscht.cz), [svedah@vscht.cz](mailto:svedah@vscht.cz), [skopovav@vscht.cz](mailto:skopovav@vscht.cz)

<sup>2)</sup> Centrum výzkumu Řež s.r.o., Technological Circuits Innovation Department,  
Husinec-Řež 130, 250 68 Řež, tel.:+420 266 172 337, [pavel.kus@cvrez.cz](mailto:pavel.kus@cvrez.cz)

---

## Souhrn

Chladicí systém musí být chráněn proti korozi, vzniku úsad a proti biologickým nečistotám (biofilmům), proto je nutná úprava chladicí vody, která zajistí bezproblémový chod zařízení. Práce se zabývá redukcí TOC (celkový organický uhlík) a biologického oživení v chladicích vodách energetického průmyslu pomocí UV záření. UV záření se zde využívá díky jeho četným výhodám, kterými je snadná instalace, údržba a bezobslužný provoz. UV záření je navíc šetrné k životnímu prostředí, nevytváří nebezpečné vedlejší produkty a v neposlední řadě eliminuje rizika při zacházení s chemikáliemi a podobně. Vzorke chladicích vod byly odebírány z uhelné elektrárny v Ledvicích a teplárny Kladno.

**Klíčová slova:** chladicí vody; TOC; mikroorganismy; UV záření; UV lampy

## Summary

Cooling systems must be avoided against corrosion, deposit formation and biological impurities (biofilms); therefore is necessary treatment of cooling waters that ensure safety operation. Problem of reduction the TOC (total organic carbon) content and elimination of microorganisms by means of UV irradiation there are solved. The UV irradiation is water treatment technology used mainly thanks to numerous benefits like is easy installation, maintaining and unmanned operation. UV-irradiation is environmentally friendly, no creates dangerous by-products and eliminates hazard at treatment with chemical compounds. Samples of cooling waters there were sampled out of power station Ledvice and Kladno.

**Key words:** cooling waters; TOC; microorganisms; UV irradiation; UV lamps

## 1. Problematika technologických vod

Kvalita technologické vody má výrazný vliv na provozní náklady a spolehlivost všech typů chladicích zařízení. Úprava chladicí vody je dnes nezbytnou součástí mnoha průmyslových i ostatních zařízení. Zejména pak přítomnost celkového organického uhlíku (TOC) v průmyslových vodách je velmi nežádoucí, protože může způsobit vážné problémy v technologiích. Organické látky se mohou uchytit na systémových stěnách, teplosměnných plochách, a tím snižovat tepelnou výměnu, popřípadě mohou reagovat s materiálem systému a způsobovat nebo podporovat korozi. Efektivním způsobem, a ve své podstatě i ekologicky šetrným způsobem, je fyzikální způsob odstranění organických látek z průmyslových vod pomocí UV záření. Po vystavení vody UV záření se vytváří vysoce reaktivní hydroxylové radikály (dále jen OH $\cdot$ ), které neselektivně oxidují jakékoliv organické sloučeniny přítomné ve vodě a rozkládají je v ideálním případě na CO $_2$  a H $_2$ O. Pro zvýšení účinnosti celého procesu degradace je

možné do vody přidávat oxidační činidla, např.  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ , s cílem maximalizovat výnos  $\text{OH}\cdot$  a tím pádem snížit množství organických sloučenin. Navíc lze do vody přidávat kovové katalyzátory, které proces rovněž urychlují, například  $\text{Fe}^{3+}$  (ten může být přítomen v důsledku koroze zařízení již z chladicího systému).

## 2. Působení UV záření na mikroorganismy

UV záření je důležitým abiotickým činitelem, který má letální účinky na jemu vystavené organismy. Je součástí elektromagnetického spektra, nachází se mezi rentgenovým zářením a viditelnou částí spektra (vlnová délka 200 až 400 nm). Germicidní účinky má oblast UV záření 200 až 320 nm. Nejúčinnější je v oblasti 260 až 265 nm (asi 2600 až 2700 Å); zde jsou paprsky absorbovány nukleovými kyselinami (fotochemická reakce) a dochází k jejich chemické změně, což se navenek projevuje inaktivací reprodukce mikroorganismů a jejich usmrcením. Maximum absorpce DNA (deoxyribonukleové kyseliny) je nejvyšší uvnitř pásma UV-C (200 až 280 nm) při vlnové délce 254 nm. Většími dávkami UV záření se ztrácejí i antigenní vlastnosti. Působí-li UV záření určité intenzity a vlnové délky po vhodnou dobu na vegetativní buňky či spory, nejsou všechny buňky usmrceny ihned, některé buňky se po ozáření rozdělí a vzniklé buňky již samy o sobě nejsou schopny dělení (tzv. letální mutanty). Může dojít i k dočasnému zpomalenému dělení. Ozáření může vést ke zvýšení metabolické aktivity, která se projeví produkcí antibiotik, pigmentů a vitamínů. Schopnosti, které jsou tímto způsobem vyvolané, jsou dědičné, čímž vznikají zcela nové rasy a kmeny.

Záření je zdrojem ohrožení, které živé soustavy provází po jejich celý život, DNA absorbuje nejen v oblasti UV-C, ale i při vlnových délkách větších než 280 nm, to znamená, že by biologické soustavy v prostředí s dostupným slunečním zářením (360 až 790 nm) nemohly existovat. Proto se musely vyvinout takové procesy, které by snižovaly škody tímto zářením způsobené v genetickém kódu. U bakterií jsou známy poplachové reakce, označované názvem SOS funkce. Jedná se o řadu opravných mechanismů, které takto vznikající chybné úseky opraví vyštípnutím a nahrazením úsekem zcela novým. Chybný úsek je odhalen endodeoxyribonukleázou, který vlákno naštípne, DNA-nukleotidyltransferázou I. se nukleotid odstraní, opět dosyntetizuje a je spojen DNA-ligázou. Typickým příkladem je odstranění chybného úseku DNA s dimerem T=T (thymín=thymín), který vzniká po expozici organismu UV záření. Po ozáření kultur UV zářením a po jejich vystavení na viditelném světle, dochází k tzv. fotoreaktivaci.

## 3. UV lampy

Na základě těchto znalostí se UV záření využívá v technologiích při sterilizaci, protože spolehlivě dezinfikuje vodu a zároveň se netvoří vedlejší produkty, ovlivňující organoleptické vlastnosti vody. V technologiích pitné vody je dávka UV záření požadována obvykle minimálně  $400 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$ . Ozáření dávkou  $400 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$  způsobuje redukci mikroorganismů o více než čtyři řády (tj. 99,9 %). Pro dezinfekci užitkových vod, průmyslových vod a dokonce i odpadních vod není hodnota legislativně předepsána.

K dezinfekci UV zářením se používají různé typy UV lamp, které mohou být nízkotlaké nebo středotlaké, a liší se vlnovou délkou vyzařovaného záření. Nízkotlaké UV lampy vyzařují UV záření o vlnové délce 254 nm, při kterém se poškozuje pouze DNA, ale již ne enzymy, proto lze tyto lampy použít k tzv. reaktivaci mikroorganismů (poškozené místo DNA lze speciálně opravit a umožnit tak mikroorganismu další množení).

Středotlaké UV lampy vyzařují tzv. polychromatické UV záření o intenzitě 200 až 400 nm, poškozující nejen DNA, ale i enzymy (280 nm) a biomembrány (220 nm). Účinnost UV záření závisí významně na kvalitě upravované vody, teplotě vody, průtoku vody reaktorem, typu lampy, dávce, distribuce intenzity UV záření, hydraulickými poměry, atd. To, do jaké míry bude docházet k redukci počtu mikroorganismů, je dáno dávkou UV záření absorbovanou určitým typem mikroorganismu. Například dávka  $12 \text{ mJ} \cdot \text{cm}^{-2}$  inaktivuje 99,99 % *Escherichia coli* za použití středotlakých UV lamp, naproti tomu při použití nízkotlakých UV lamp dochází pouze k inaktivaci 90 % *Escherichia coli*. Dávka UV záření v  $[\text{J} \cdot \text{m}^{-2}]$  vychází z jednoduchého vztahu mezi intenzitou  $[\text{W} \cdot \text{m}^{-2}]$  a expozicí (dobou ozáření) [s], což je analogické, jako v případě dezinfekce chemickým způsobem, kde je doba kontaktu (CT) určena na základě koncentrace a času.

#### 4. Využití UV záření na redukci TOC a počtu mikroorganismů

Na redukci počtu mikroorganismů a TOC v modelových a technologických vodách byla použita UV lampa Sterilight (při 184 nm), speciálně pak typu S1Q-PA/2. Tento typ lampy byl vybrán speciálně z důvodu schopnosti redukce počtu mikroorganismů a hodnot TOC a dále pak proto, že je cenově dostupnější a nejlépe pracující pro redukci TOC a biologického oživení. UV lampa emituje přes ochrannou křemennou trubici, která je součástí zařízení, minimálně 85 % záření o vlnové délce 254 nm. Při této dávce se podle současného stavu vědomostí dosahuje redukce relevantních bakterií, virů a prvoků, které jsou významné z hlediska hygieny vody.

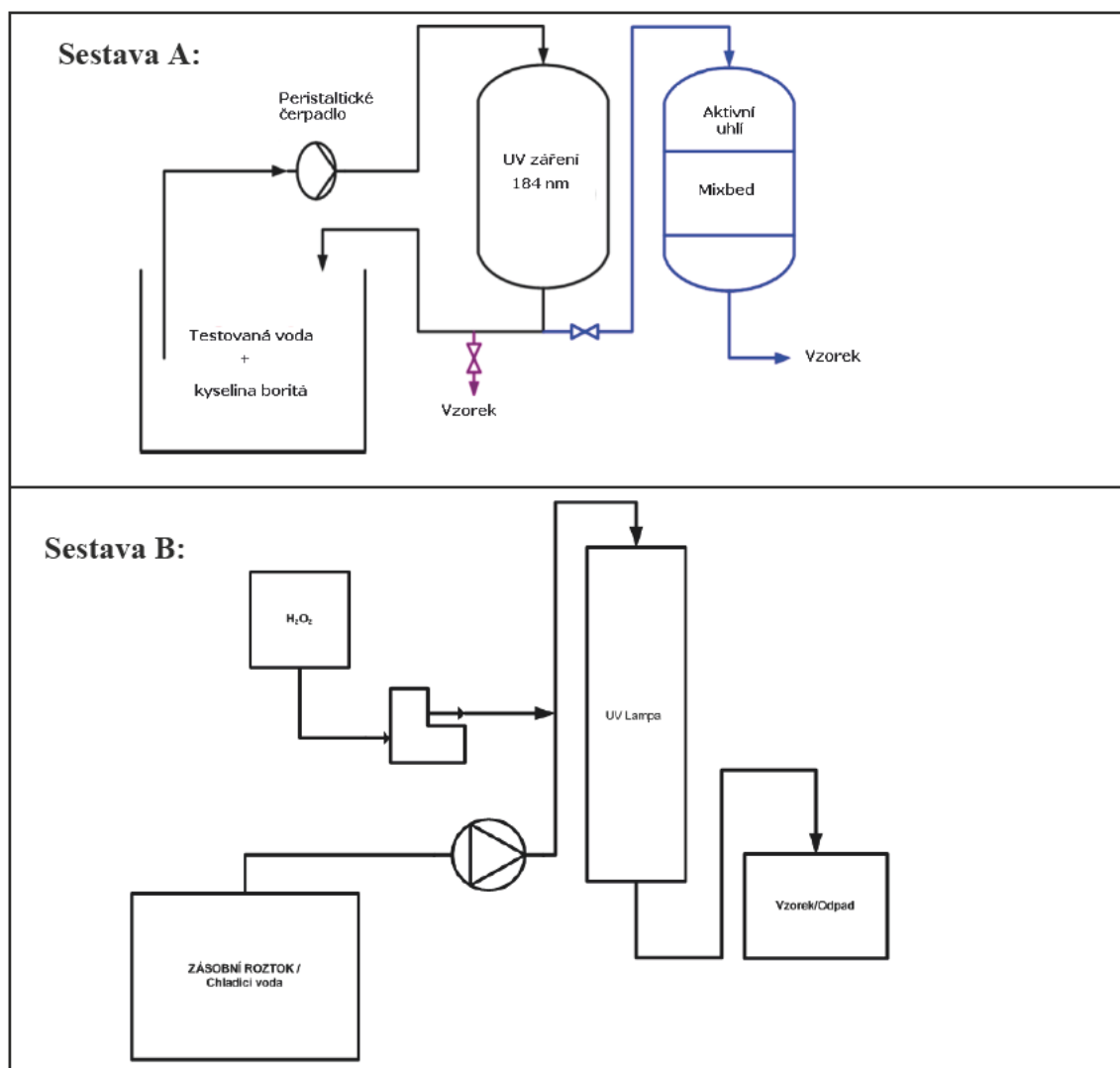
Nejprve byly uskutečněny testy, jejichž cílem bylo zjištění účinnosti odstranění látek UV zářením z modelově připravené vody a následně se pro testování vytipovaly vhodné reálné chladicí vody. V tomto případě se jednalo prozatím o vzorky chladicích vod z tepelné elektrárny v Ledvicích a teplárny Kladno.

Pro potřeby zjištění účinku UV záření byly sestaveny dvě průtočné aparatury, jedna pro testování modelové (uměle vytvořené) vody a druhá pro reálné vzorky z chladicích okruhů (viz obr. 1). U aparatury určené pro úpravu modelové vody byly nastaveny dva různé průtoky ( $Q$ )  $2,5 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$  nebo  $5,0 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$ . Alternativou pro upravení vody byla v tomto případě kolona s aktivním uhlím a náplní mixbed, tj. směs silně kyselého katexu a silně bazického anexu. U aparatury pro reálné vzorky byly průtoky nastavovány experimentálně, zpravidla od  $30 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$  až do  $200 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ . V některých experimentech se pro zvýšení účinnosti reakce dávkoval peroxid vodíku (nebo persíran). Peroxid vodíku se dávkoval do prostoru před vstupem UV lampy. Při experimentech se kontroloval průtok vody (průtok vody souvisí s dobou ozáření, nesmí překročit přípustnou maximální hodnotu), propustnost ozařované vrstvy (charakteristická veličina pro kvalitu vody, je vztažena na 100 nm silnou vrstvu vody a může se měřit několika způsoby, např. spektrálním fotometrem v optické křemenné kyvetě o minimální tloušťce vrstvy 40 mm nebo *on line* v průtokovém analyzátoru) a referenční intenzita ozáření (je ovlivněna výkonem a stářím zářiče, popřípadě tvorbou usazenin na křemenné trubici, a měří se v ozařovací komoře standardizovaným UV senzorem na standardizovaném měřicím okně).

##### 4.1 Testy na redukci TOC

Složení modelové vody bylo zvoleno tak, aby co nejvěrněji odpovídalo složení chladicí vody z jaderné elektrárny. Zde se jednalo o nadávkování ftalátů a EDTA (kys. ethylendiamintetraoctová) do 10 až 15 litrů vody, dále pak přídavek oxidačních činidel,

jako je  $\text{H}_2\text{O}_2$  (3,33 ml) a  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  ( $0,25 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ), kovový katalyzátor -  $\text{Fe}^{3+}$  ( $1 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) a kyselina boritá ( $10 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ ). EDTA se používá jako komplexní sloučenina pro dekontaminaci veškerých kapalných odpadů v jaderných elektrárnách. Také je velmi odolná proti UV záření kvůli chemickým strukturám molekul. Ftaláty jsou estery kyseliny ftalové a představují poměrně širokou skupinu. Pro účely testů byly použity proto, že se jedná nejen o zástupce TOC, ale jejich využití v průmyslu je velmi časté. Kyselina boritá simuluje složení primárního chladiva v jaderných elektrárnách.



**Obr. 1.** Schéma linky používané pro modelové (A) a reálné (B) vzorky.

Byly provedeny pokusy pro zjištění působení EDTA a fenolů na redukci TOC před a po UV záření. K těmto sloučeninám byla dávkována oxidační činidla,  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  pro EDTA a  $\text{H}_2\text{O}_2$  pro ftaláty. K ftalátům byl při dalších testech přidáván i kovový katalyzátor. Tato oxidační činidla a kovový katalyzátor byly přidávány z důvodu zrychlení reakce.

Pokud jsou ftaláty přítomné ve vodách ve vyšších koncentracích a průtok UV lampou je udržován na  $2,5 \text{ l}\cdot\text{h}^{-1}$ , pak je rozklad TOC velmi pomalý. Limitní koncentrace bylo dosaženo za téměř až 7,5 h. Rozklad ftalátů lze urychlit přidáním oxidačních činidel a kovového katalyzátoru, v tomto případě  $\text{H}_2\text{O}_2$  a  $\text{Fe}^{3+}$ . Tímto způsobem byl limit dosažen již za 30 min od první cirkulace. Obdobně je tomu i v případě EDTA obsažené

v modelové vodě. Rychlejší a účinnější degradaci v tomto případě umožňuje peroxosloučenina  $K_2S_2O_8$ , zde bylo za 4 h dosaženo požadovaného limitu. Při současném použití UV záření byl limit dosažen za 1 h.

#### 4.2 Testy na redukci počtu mikroorganismů

Reálné vzorky chladicích vod, které byly odebrány v areálu elektrárny Ledvice a teplárny Kladno byly použity pro testy, jejichž cílem bylo zjištění redukce počtu mikroorganismů. Sledovanými biologickými ukazateli byl celkový počet mikroorganismů (zde mikroskopický obraz, zjištění počtu živých a mrtvých organismů), abundance abiosestonu (částice rozptýlené ve vodě, sraženiny a partikulovatelný materiál) a přítomnost bakterií a kultivovatelných mikroorganismů, např. koliformních bakterií, *Escherichia coli*, enterokoků, *Clostridium perfringens*, *Pseudomonas aeruginosa*, počtu kultivovatelných mikroorganismů při 22 °C a 36 °C. Dále pak probíhalo měření TOC, KNK, Ca a Mg, pH a konduktivity.

Byly provedeny testy s cílem zjištění působení samotného UV záření a UV záření s přídavkem  $H_2O_2$  na redukci počtu mikroorganismů. V těchto testech byla průběžně kontrolována dávka  $H_2O_2$  a rychlost průtoku vody lampou, rovněž byly použity i různé typy reálných chladicích vod. Uskutečněny byly variabilní testy, např. test (1) s UV lampou (Q 30 ml·min<sup>-1</sup>), test (2) s UV lampou (Q 100 ml·min<sup>-1</sup>), test (3) s UV lampou (Q 200 ml·min<sup>-1</sup>), test (4) s UV lampou a s dávkováním  $H_2O_2$  (před UV lampu dávka 3%  $H_2O_2$ ; rychlost dávkování 2 ml za minutu; Q 30 ml·min<sup>-1</sup>), test (5) s UV lampou s dávkováním  $H_2O_2$  (před UV lampu dávka 1%  $H_2O_2$ ; Q 200 ml·min<sup>-1</sup>), apod., dále viz tabulka 1.

**Tabulka 1.** Výsledky testů s reálnou chladicí vodou

| Ukazatel                                     | Vstupní voda | Test (1)<br>Q30  | Test (2)<br>Q100    | Test (4)<br>Q30+ox |
|----------------------------------------------|--------------|------------------|---------------------|--------------------|
| Koliformní bakterie [KTJ/100 ml]             | 4 000        | 0                | 1                   | 0                  |
| <i>Escherichia coli</i> [KTJ/100 ml]         | 600          | 0                | 0                   | 0                  |
| Enterokoky [KTJ/100 ml]                      | 48           | 0                | 0                   | 0                  |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> [KTJ/100 ml]   | 1 480        | 0                | 0                   | 0                  |
| <i>Clostridium perfringens</i> [KTJ/100 ml]  | 40           | 0                | 0                   | 0                  |
| Kultivovatelné při 22 °C [KTJ/ml]            | 1 830        | 0                | 14                  | 0                  |
| Kultivovatelné při 36 °C [KTJ/ml]            | 420          | 0                | 2                   | 1                  |
| Mikroskopický obraz – počet organismů v 1 ml | 42           | 0                | 7                   | 0                  |
| Mikroskopický obraz – abioseston [%]         | 40           | 3                | 40                  | 3                  |
| Ukazatel                                     | Vstupní voda | Test (3)<br>Q200 | Test (5)<br>Q100+ox |                    |
| Koliformní bakterie [KTJ/100 ml]             | 900          | 0                | 0                   |                    |
| <i>Escherichia coli</i> [KTJ/100 ml]         | 300          | 0                | 0                   |                    |
| Enterokoky [KTJ/100 ml]                      | 200          | 0                | 0                   |                    |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> [KTJ/100 ml]   | 140          | 0                | 0                   |                    |
| <i>Clostridium perfringens</i> [KTJ/100 ml]  | 400          | 5                | 0                   |                    |
| Kultivovatelné při 22 °C [KTJ/ml]            | 9 280        | 250              | 0                   |                    |
| Kultivovatelné při 36 °C [KTJ/ml]            | 2 880        | 272              | 1                   |                    |
| Mikroskopický obraz – počet organismů v 1 ml | 480          | 16               | 8                   |                    |
| Mikroskopický obraz – abioseston [%]         | 20           | 10               | 12                  |                    |

## 5. Závěry

Testy bylo potvrzeno, že UV záření je velmi efektivní a spolehlivý nástroj pro snížení TOC i v průmyslových chladicích vodách. Použití oxidačních činidel (peroxo-sloučenin  $\text{H}_2\text{O}_2$  a  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ) urychluje proces rozkladu a použití kovových katalyzátorů ( $\text{Fe}^{3+}$ ) urychluje proces degradace. Vzniklé  $\text{OH}\cdot$  reagují s organickými sloučeninami a snižují jejich koncentraci. Účinnost snížení hodnot TOC závisí mimo jiné na tom, jak dlouho je voda vystavena UV záření. Současně bylo potvrzeno, že použití UV záření v reálném prostředí chladicích vod s vysokým obsahem mikroorganismů a volně rozptýlených částic je velmi účinné i bez přidání  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

Testování redukce počtu mikroorganismů a hodnot TOC v chladicích vodách bude pokračovat ve spolupráci s provozovateli elektráren a tepláren. Sledovány budou různé parametry a uspořádání technologické linky. Zjišťován bude i vliv na inhibici růstu a následného pomnožování sinic a řas v chladicích systémech. Další otázkou je i ovlivnění tvorby biofilmů na systémových smáčených stěnách po průchodu chladicí vody linkou s UV lampou. Předpokladem je rozšíření sledovaných matric, tj. reálných vzorků chladicích vod z dalších reálných elektrárenských a teplárenských provozů, například Temelín, Dukovany, Mochovce, apod.

*Poděkování: Publikace byla vytvořena v rámci projektu MŠM 6046137308.*

## Použitá literatura

- Hong, H., Shi, P. 2010. Research of Drinking Water Desinfection Technology. Environment and Municipal Engineering Department, Henan University of Urban Construction Pingdingshan, China, 44(10): 236-242.
- <http://www.smv.cz/res/data/013/001611.pdf>? [on-line, 3.2.2015].
- <http://www.aquaproduct.cz/uv-lampy-sterilight--desinfekce-vody-pitne> [on-line, 5.2.2015].
- [http://www.irz.cz/repository/latky/celkovy\\_organicky\\_uhlik.pdf](http://www.irz.cz/repository/latky/celkovy_organicky_uhlik.pdf) [on-line, 4.2.2015].
- <http://www.jako.cz/UV-dezinfekce.htm> [on-line, 3.2.2015].
- Lifetech, 2014: [online], dostupné na internetu: [www.lifetech.cz/cz/uv/zareni/text.html?Id=89&menu=6](http://www.lifetech.cz/cz/uv/zareni/text.html?Id=89&menu=6).
- Munka, K, Olejko, Š, Brtko, J, Karácsonyová, M., 2005. Použitie ozonizácie a UV žiarenia pri úprave vody v SR. Zborník konferencie Perspektívne technológie úpravy a dezinfekcie vody, Trenčianske Teplice, 12-13.
- Owens, J.H., Miltner, R.J., Rice, E.W., Jonnson, C.H., Dahling, D.R., Schaefer, F.W., Shukairy, H.M., 2000. Pilot-scale ozone inactivation of Cryptosporidium and other microorganisms in natural water. Ozone Sci. Eng., 22(5): 501-517.
- Pitter, P., 1999. Hydrochemie, 3.rd ed.; Vydavatelství VŠCHT Praha, ISBN 80-7080-340-1.
- Tech Brief. Ultraviolet Desinfection. A National drinking water clearinghouse, USA, 2000, 15, s. 1-4.
- Ultraviolet Disinfection, Guidelines for Drinking water and Water Reuse, Third Edition, NWRI, 2012.
- von Sonntag, C. et al., 2004. The photochemical basis of UV disinfection, European Conference on UV radiation, Karlsruhe.
- Vošta, J., Matějka, Z., Macák, J., 1999. Energetika, Vydavatelství VŠCHT Praha, ISBN 80-7080-358-4.
- Whitby, G.E., Scheible, O.K., 2004. The History of UV and Wastewater, IUVA News, Volume 6, No.3.

# Membránové procesy v úprave pitnej vody

doc. Ing. Ján Ilavský, PhD.<sup>1)</sup>; doc. Ing. Danka Barloková, PhD.<sup>1)</sup>;  
Ing. Jana Buchlovičová<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, Stavebná fakulta STU,  
Radlinského 11, 813 68 Bratislava, [danka.barloкова@stuba.sk](mailto:danka.barloкова@stuba.sk), [jan.ilavsky@stuba.sk](mailto:jan.ilavsky@stuba.sk)

<sup>2)</sup> VodaTím s.r.o., Zvolenská 27, 821 09 Bratislava, [buchlovicova@vodatim.sk](mailto:buchlovicova@vodatim.sk)

---

## Abstrakt

*V článku sú prezentované membránové separačné postupy – mikrofiltrácia, ultrafiltrácia a nanofiltrácia v úprave vody. Teoretická časť je doplnená o výsledky poloprevádzkových skúšok v úpravni vody Klenovec, kde bola použitá mikrofiltrácia s keramickou membránou.*

## ÚVOD

Membránové separačné procesy sú v posledných rokoch čoraz viac využívané pri úprave nielen morských vôd, ale i podzemných, povrchových a odpadových vôd. Dôvodom rastúceho používania membránových procesov pri úprave pitnej vody je najmä to, že v porovnaní s klasickou úpravou (koagulácia a klasická filtrácia) dosahujú špičkovú kvalitu upravovanej vody, znižujú spotrebu chemikálií (koagulantov a dezinfekčných látok), znižujú produkciu kalu, redukujú spotrebu energie, modulárnym systémom umožňujú ľahkú rozšíriteľnosť a sú nenáročné na zastavanú plochu.

Membránové procesy riešia mnohé požiadavky súvisiace so sprísnenými normami pre rôzne nežiaduce látky, ktoré sa vo vode nachádzajú, čo im zabezpečuje opodstatnené miesto pri získavaní kvalitnej pitnej vody. Najväčšou výhodou týchto procesov je prakticky stopercentné odstránenie patogénnych organizmov rezistentných voči dezinfekcii chlóróm. Membránové technológie sú taktiež veľmi účinné v kombinácii s vhodnou predúpravou vody pri odstraňovaní prirodzených organických látok (NOM), ktoré spôsobujú nežiaduce zafarbenie vody, zápach, chuť a sú najmä prekursorom i vedľajších látok vznikajúcich pri dezinfekcii.

## MEMBRÁNOVÉ PROCESY

Membránové procesy používajú tenké, polopriepustné membrány k separácii vody na dva toky pôsobením tlaku.

Membránové procesy založené na oddeľovaní častíc určitej veľkosti z vody vplyvom rozdielu tlakov sú mikrofiltrácia (MF), ultrafiltrácia (UF), nanofiltrácia (NF) a reverzná osmóza (RO). Spoločnou charakteristickou črtou týchto metód je polopriepustná membrána (0,05 – 2,0 mm), ktorá zadržiava, alebo prepúšťa požadované zložky. Od klasickej mechanickej filtrácie sa líšia predovšetkým schopnosťou separovať častice veľkosti mikrónov, respektíve môžeme oddeľovať makromolekuly až ióny.

## MEMBRÁNY

Membrána má byť čo najtenšia, aby jej odpor proti prenikaniu zložiek bol čo najmenší, musí odolávať i veľkému rozdielu tlakov. Preto sa obvykle vyrába ako tenká vrstva na poréznej pevnej podložke, kladúca minimálny odpor prenikajúcej látke - tzv. asymetrická

membrána alebo môže mať viac vrstiev – kompozitná membrána vytvorená kombináciou viacerých vrstiev anorganických a organických materiálov za účelom zlepšenia mechanických vlastností.

Na membránu sú kladené tieto požiadavky:

1. veľká selektivita,
2. veľká permeabilita,
3. veľká životnosť.

*Selektivita* ovplyvňuje účinnosť delenia, regeneráciu a čistotu produktu a je nepriamo úmerná potrebnej veľkosti plochy membrány. Kladie sa v hodnotení membrány na prvé miesto, pretože nedostatočná selektivita vyžaduje viacstupňové zariadenie a to je obvykle menej ekonomické ako konvenčné separačné procesy.

*Permeabilita* má vplyv na rýchlosť procesu a tiež ovplyvňuje potrebnú veľkosť plochy membrány a tým aj investičné náklady.

*Životnosť* membrány závisí na jej odolnosti voči mechanickým, tepelným a chemickým vplyvom a ovplyvňuje náklady na údržbu a prípadnú výmenu membrány..

Membrány sa vyrábajú z modifikovaných prírodných polymérov (acetát, acetylbutyrát a nitrát celulózy), zo syntetických polymérov (polyamidy, polyetylén, polypropylén) a z rozličných ďalších materiálov (keramické, kovové membrány). Ich nevýhodou je:

- prirodzená afinita voči organickým látkam
- citlivosť voči silným oxidačným činidlám
- citlivosť voči tvorbe mikrobiálnych biofilmov

Tieto faktory znižujú životnosť polymérnych membrán a po určitej dobe je nevyhnutné membrány vymeniť.

Perspektívne sú keramické membrány, ktorých póry sú rovnomerné, s dobrými tepelnými a mechanickými vlastnosťami. Vyrábajú sa nanosením keramickej vrstvy s pórmí priemeru 0,05  $\mu\text{m}$  na nosnú vrstvu z SiC alebo  $\text{Al}_2\text{O}_3$  s pórmí veľkosti 8-10  $\mu\text{m}$ .

Výhodou týchto membrán oproti polymérnym je:

- takmer žiadna (minimálna) afinita voči organickým látkam
- odolnosť voči agresívnym chemickým činidlám (silným oxidačným činidlám, silným kyslým roztokom....)
- krátka doba prania (tlakovým vzduchom a tlakovou vodou)

Z hore uvedených faktorov vyplýva, že životnosť keramických membrán je mnohonásobne dlhšia, ako polymérnych, čím sa znižujú prevádzkové náklady v procese úpravy vody.

## MEMBRÁNOVÉ MODULY

V membránovej technológii sa membrány používajú vo forme membránových modulov, tzv. stavebných elementov obsahujúcich vhodné usporiadanie membrán pre daný proces. Požiadavky kladené na modul sú: veľký povrch membrány na jednotkový objem modulu, lacná výroba, ľahký prístup pri čistení, ľahká výmena membrány.

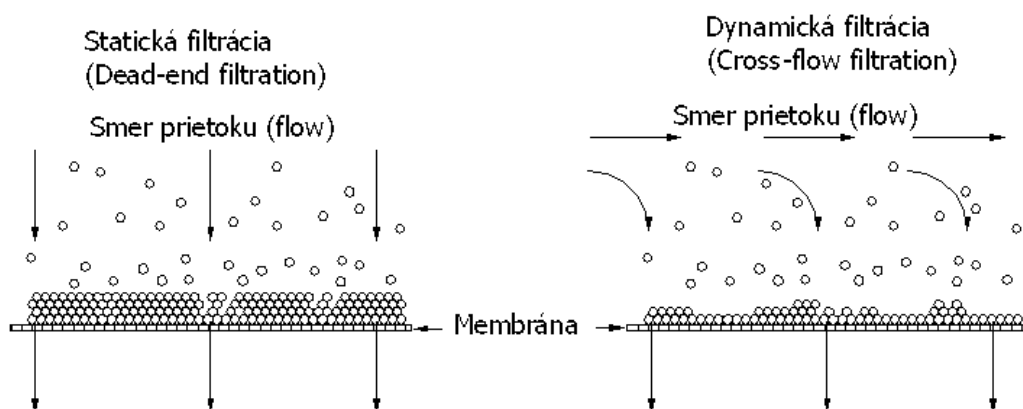
Podľa tvaru a usporiadania sú moduly:

- |                       |            |
|-----------------------|------------|
| a) rúrkové,           | d) doskové |
| b) kapilárne,         | e) vinuté  |
| c) s dutými vláknami, |            |

## POROVNANIE MEMBRÁNOVÝCH PROCESOV

### Mikrofiltrácia

Na rozdiel od klasickej filtrácie, pri ktorej majú najmenšie odstraňované častice z vody priemer rádovo v jednotkách mikrometrov, sa pri mikrofiltrácii zachytávajú častice, ktoré majú rozmer rádovo  $10^4$  až  $10^2$  nm a potrebný tlak dosahuje hodnotu do 2 barov. Tento proces sa používa k odstraňovaniu zvlášť suspendovaných látok, baktérií, rias a protozoa ako sú Giardia a Cryptosporidium z vody. Najväčšími aplikáciami je úprava vody pre pitné účely. Mikrofiltračné membránové moduly sú obvykle ploché alebo s dutými vláknami vyrobené z polymérov a rúrkové alebo kapilárne, pokiaľ je výrobným materiálom keramika. Uskutočňuje sa dvomi spôsobmi označovanými skratkou DEF (dead-end filtration) a CFF (cross-flow filtration). Metóda DEF je obdoba obvyčajnej filtrácie, zmes prúdi kolmo k ploche membrány a filtrát prechádza membránou. V súčasnosti sa však presadzuje oveľa účinnejšia metóda filtrácie s krížovým usporiadaním toku permeátu a retentátu (*cross flow filtration*.) **obr. 1.**



**Obr.1** Spôsob nátoku na membránu

### Ultrafiltrácia

Ultrafiltráciou môžu byť separované makromolekuly (molárne hmotnosti 2-200 kDa) alebo častice o rozmeroch  $0,002\ \mu\text{m}$  a väčšie častice priemeru rádovo  $10^2$  až  $10^0$  nm, čo zodpovedá napríklad vírusom, bielkovinám, polysacharidom či koloidným časticiam. Potrebný rozdiel tlakov pred a za membránou je len mierne vyšší ako pri MF, no stále sú to jednotky barov. Ultrafiltračné moduly sú podobné mikrofiltračným, navyše sa používajú špirálovo vinuté membránové moduly.

### Nanofiltrácia

Týmto membránovým procesom sa separujú nízkomolekulárne organické látky, veľkosť separovaných látok sa udáva skôr v jednotkách molekulárnej hmotnosti než vo veľkostiach. Nanofiltrácia separuje látky približne do 20 kDa, čo zodpovedá napríklad molekulám pesticídov, herbicídov. Tlaky sú vyššie ako pre ultrafiltráciu, pohybujú sa v desiatkach barov. Najväčšími aplikáciami sú zmäkčovanie vody, odstraňovanie pesticídov. Moduly sa používajú výhradne špirálovo vinuté, výnimočne duté vlákna, vždy však vyrobené z polymérneho materiálu.

## EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

V úpravni vody Klenovec boli poloprevádzkové skúšky na overenie membránovej filtrácie vykonané na mikrofiltračnej jednotke AMAYA 5 s výkonom 5 m<sup>3</sup>/hod. Zariadenie pracuje na princípe priamej filtrácie, skladá sa z dvoch častí: koagulačnej/flokulačnej časti a membránového modulu s možnosťou pre spätný preplach.

Koagulácia a flokulácia prebieha v 2 stupňoch. V prvom stupni je koagulant dávkovaný do statického miešača a odtiaľ je vedený do druhého stupňa, trubkového flokulátora.

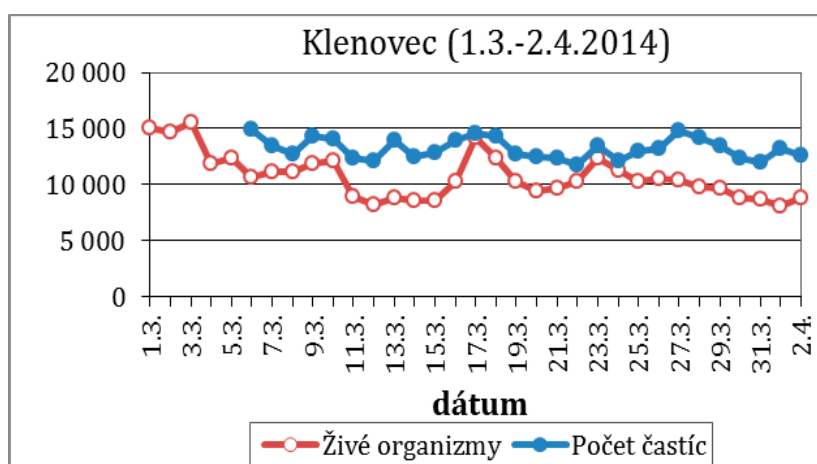
V membránovom module bol umiestnený jeden keramický element s povrchom membrány 25 m<sup>2</sup>, veľkosti pórov 0,1 μm, priemer kanálikov 2,5 mm a počtom 2000.

Spätný preplach (fyzikálne pranie) sa vykonáva najskôr filtrovanou vodou z nádrže spätného preplachu pri tlaku 5 bar, potom nasleduje preplach vzduchom pri tlaku 2 bar. Doba potrebná na preplach je veľmi krátka (20 s). Kal je odvádzaný do nádrže odpadnej vody. Počas skúšok sme pranie membrány robili najskôr každé dve hodiny, neskôr každé 4 hodiny.

Samotné zariadenie vykonáva automaticky v daných časových intervaloch chemické pranie (CEB): kyslé alebo oxidačné, kyslé pranie (ACID CEB) koncentrovanou kyselinou sírovou 1x za deň, oxidačné pranie (OXID CEB) koncentrovaným chlórnanom sodným najskôr 1 krát za deň, neskôr 3 krát za týždeň. Tento interval sme predĺžili, lebo nedochádzalo k zvyšovaniu transmembránového tlaku – TMP a nebolo potrebné robiť oxidačný preplach tak často.

## VÝSLEDKY

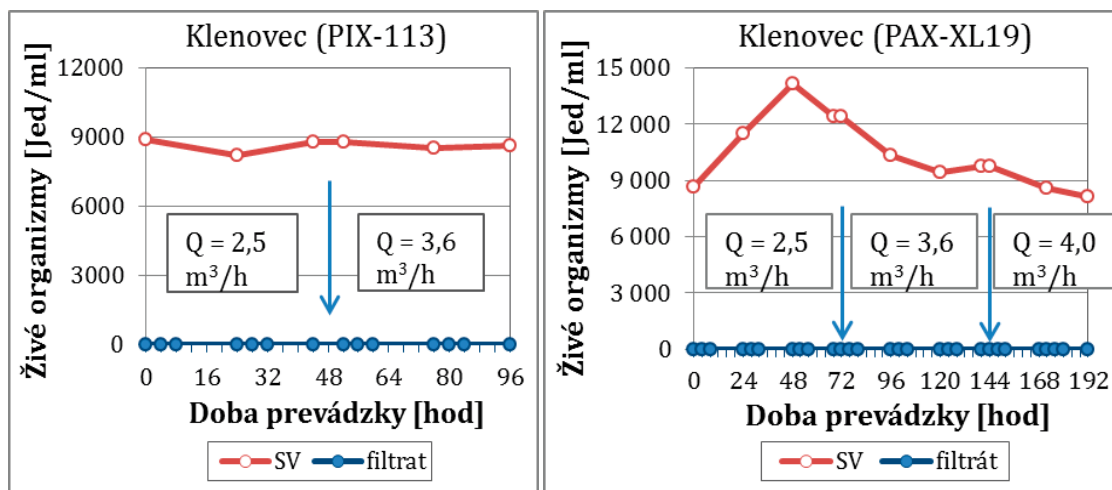
Cieľom vykonaných skúšok bolo posúdenie možnosti použitia technológie mikrofiltrácie na keramických membránach s predradenou koaguláciou, ako jednostupňovú úpravu vody z vodárenskej nádrže Klenovec, v období, keď je voda z fyzikálno-chemického hľadiska pomerne čistá, ale je v nej pomerne vysoké oživenie. Na obr. 2 je zobrazený priebeh oživenia a nerozpustných látok (vyjadrený počtom častíc) v surovej vode na vstupe do ÚV Klenovec počas celého obdobia skúšok (obdobie od 1.3 do 2.4.2014).



**Obr. 2** Počet živých organizmov a častíc nerozpustných látok v surovej vode na vstupe do UV Klenovec v danom časovom období skúšok

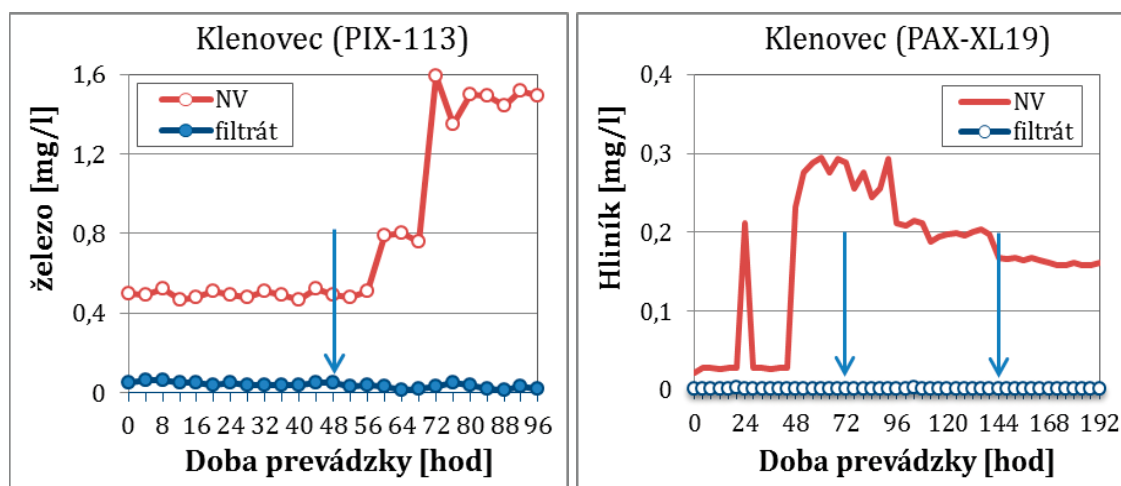
Po mikrofiltrácii s koagulantom síran železitý PIX113 alebo polyaluminiumchlorid PAX-XL19 bolo oživenie nulové, ako môžeme vidieť na **obr. 3** pre rôzne výkony zariadenia.

Výsledky upravenej vody vyhovovali limitom Nariadeniu vlády SR č. 496/2010 Z. z. (**obr. 4 a 5**), či už pri použití koagulantu (na báze železa alebo hliníka), alebo aj bez použitia koagulantu. V prípade, keď sme nepoužívali koagulant dochádzalo k rýchlejšiemu zanášaniu pórov a tým k zvyšovaniu transmembránového tlaku – TMP. To malo za následok skracovanie filtračného procesu a teda aj potrebu častejšie preplachovať membránu. V prevádzke by to znamenalo mierne zvýšenie prevádzkových nákladov.



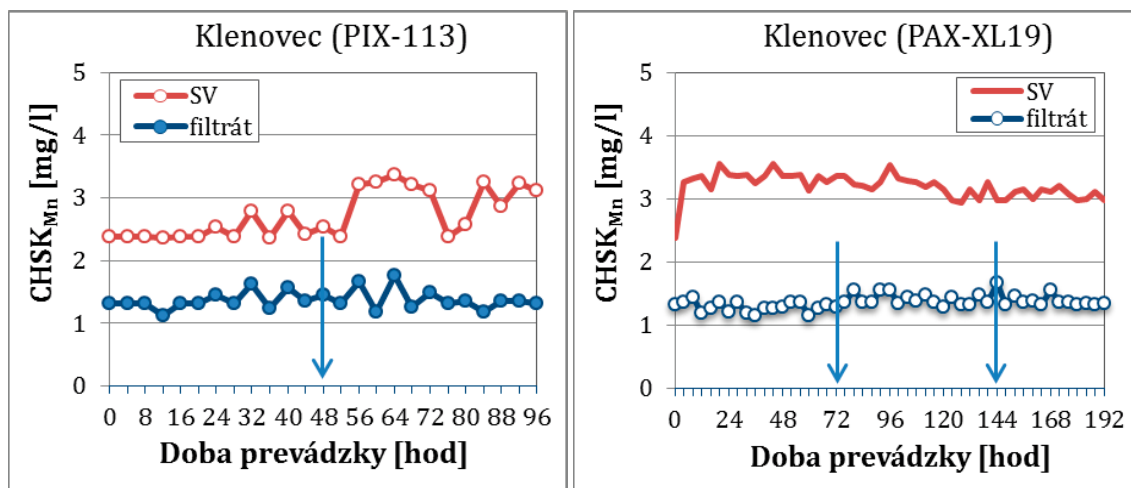
**Obr. 3** Počet živých organizmov pred a po mikrofiltrácii s predradenou koaguláciou

Na **obr. 4** je graf zvyškového koagulantu Fe PIX 113, ktorý bol dávkovaný prvé štyri dni a Al PAX-XL19 dávkovaný ďalších 8 dní skúšok. Po nadávkovaní koagulantu Fe PIX boli hodnoty Fe v rozmedzí 0,47–1,59 mg/l, v prípade koagulantu Al PAX-XL19 boli hodnoty Al v rozmedzí 0,02–0,294 mg/l, po filtrácii boli hodnoty takmer nulové.



**Obr. 4** Obsah železa (vľavo) a hliníka (vpravo) v surovej vode a vo filtráte

Pre vodu upravovanú z povrchových zdrojov platí pre CHSK manganistanom medzná hodnota 3,0 mg/l pri výstupe z úpravne vody. Počas merania v ÚV Klenovec sa  $CHSK_{Mn}$  (obr. 5) surovej vody pohybovala medzi 2,3 až 3,6 mg/l. Po úprave mala  $CHSK_{Mn}$  hodnotu okolo 1,5 mg/l.



Obr. 5 Priebeh hodnoty  $CHSK_{Mn}$  v surovej vode a vo filtráte počas skúšok mikrofiltrácie

## ZÁVER

Výsledky získané z poloprevádzkových skúšok v úpravni vody Klenovec s mobilnou jednotkou AMAYA5, ktorá využíva pre separačný proces keramickú mikrofiltračnú membránu potvrdili, že týmto procesom je možné excelentne upraviť povrchovú vodu na vodu pre pitné účely. Dôležitú úlohu zohráva viacero ďalších faktov, ktoré ich zaraďujú k veľmi perspektívnym upravným technológiám na získanie kvalitnej pitnej vody, patria k nízkotlakovým membránovým procesom, vyznačujú sa vysokou chemickou odolnosťou a vo všetkých úpravniach, kde tieto membrány boli nainštalované, pracujú s pôvodne dodanými keramickými mikrofiltračnými elementami, najstaršia z nich je v prevádzke od roku 1998 v Kyoto.

Výsledky poloprevádzkových skúšok v tomto článku sú publikované so súhlasom Stredoslovenskej vodárenskej spoločnosti, a.s. v Banskej Bystrici.

## Literatúra

- [1] Drda, M., Červenka J.: Použití keramických mikrofiltračních membrán pro úpravu pitné vody. In: Sborník XIII Mezinárodní konference Voda Zlín 2009, s. 143-148.
- [2] Dolejš, P., Kalousková, N., Nogová, Z.: Využití membránových procesů při úpravě pitné vody, In: Sborník VI. Mezinárodní konference Voda Zlín 2002, VaK Zlín, s. 109-114.
- [3] Duranceau Steven J. : The future of membranes, pp. 70-71, JAWWA 2/2000
- [4] Tarič, J.: Membránové procesy v úprave vody, Stavebná fakulta STU v Bratislave, Diplomová práca, 2004.
- [5] Dolejš P., Dobiáš P., Kalousková N. (2003): Poloprovozní experimenty s membránovou mikrofiltrací v reálných podmínkách provozu úpravní vody. Sborník VII. mezinárodní konference „Voda Zlín 2003“, VaK Zlín, str. 91-96.
- [6] Vondrysová J., Červenka J., Drda M., Beyblova S., Líbal A.: Provozní zkušenosti úpravy vody pomocí membránové mikrofiltrace na keramických membránách s předřazenou koagulací/flokulací. In: Sborník XV. mezinárodní konference Voda Zlín 2011, Zlín, ČR, 10.-11.3.2011, s. 91-98.
- [7] Dobiáš P., Dolejš P., Drda M., Svoboda M.: Poloprovozní ověřování membránové mikrofiltrace pro úpravu huminových vod. In: Sborník konference PITNÁ VODA Tábor 2004, s. 95-100.

# ÚV Mostiště po rekonstrukci

**doc. Ing. Milan Látal, CSc.; Ing. Zdeňka Jedličková; Ing. Karel Fuchs;  
Ing. Luboš Mazel**

VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s.,  
Soběšická 820/156, PSČ 638 01, Brno, Česká republika  
[latal@vasgr.cz](mailto:latal@vasgr.cz), [jedlickova@vasgr.cz](mailto:jedlickova@vasgr.cz), [fuchs@vasgr.cz](mailto:fuchs@vasgr.cz), [mazel@vasgr.cz](mailto:mazel@vasgr.cz)

---

V dubnu 2012 byly zahájeny vlastní realizační práce na akci „Zajištění kvality pitné vody ve vodárenské soustavě jihozápadní Moravy, region Žďársko“. Mezi hlavní cíle se řadila vlastní rekonstrukce ÚV Mostiště, která je zásobována surovou vodou z vodárenské nádrže Mostiště, nacházející se na řece Oslavě. Jakost vody v nádrži je dle vyhlášky č. 428/2001 Sb., přílohy č. 13 kategorie A3 a horší.

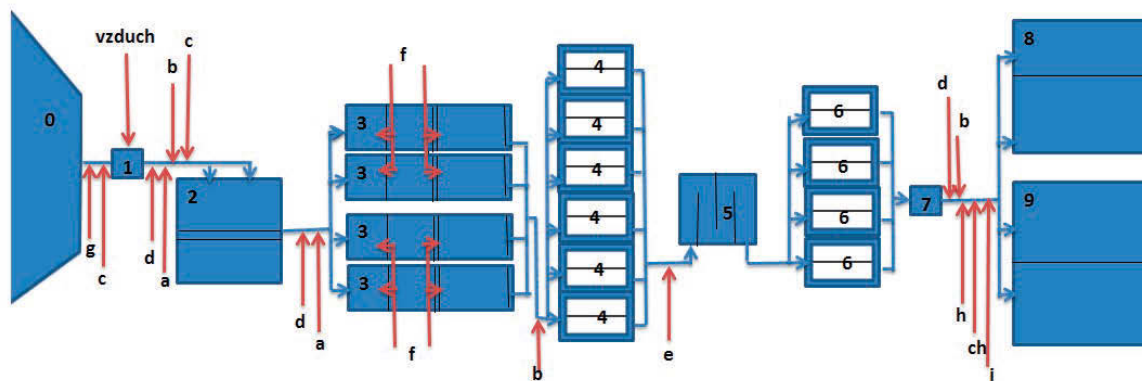
Jakost surové vody je převážně ovlivňována lidskou činností, kterou lidé vykonávají v jednotlivých povodích. U nádrže Mostiště jde především o lidská sídla nacházející se v povodí, ze kterých jsou vypouštěny odpadní vody čištěné i nečištěné na ČOV, zemědělství a chov ryb (cca 170 rybníků v povodí). V povrchové vodě nádrže se nachází vyšší obsah organických látek a živin, které způsobují eutrofizaci vody. V surové vodě byly analyzovány i toxické látky produkované cyanobakteriemi (microcystin aeruginosa), látky antropogenního původu (pesticidní látky, organicky vázané halogeny, NEL, zbytky léčiv). Z tohoto důvodu byla technologie úpravy doplněna o třetí separační stupeň (ozonaci, GAU filtry) a hygienické zabezpečení vody (UV zářič).

Rekonstrukce ÚV byla prováděna za stálého provozu úpravy vody. Upravovanou vodou je totiž zásobeno na území okr. Žďár nad Sázavou přes 55 000 obyvatel, na okr. Třebíč cca 25 000 obyvatel a zastupitelnost jinými zdroji není ve většině případů možná. Provozování úpravy po dobu její celkové rekonstrukce bylo velmi náročné. Během stavby docházelo k odstavování jednotlivých částí technologické linky, k jejich demontování a k uvádění do provozu mnoha provizorií, které zajišťovaly trvalou výrobu pitné vody. Od 1. 5. 2014 probíhá roční zkušební provoz ÚV.

Původní ÚV byla uvedena do provozu v roce 1964 a obsahovala dva separační stupně. Během let nebyla ÚV kromě prvního separačního stupně významně obnovována. Na přelomu 80 a 90. let byly k původním galériovým čířičům (výkon 90-100 l/s) instalovány lamelové flokulační usazovací nádrže (reálný výkon 2x35 l/s), které však nezajistily uváděný výkon úpravy – 200 l/s upravené vody. V roce 2005 nahradily lamelové flokulační nádrže dvě flotační jednotky (střední výkon 86 l/s, max. 129 l/s).

Rekonstrukce ÚV byla provedena za dva roky. V prvním separačním stupni úpravy vody byly využívány dvě výše uvedené flotační jednotky, které výrazně přispěly ke zdárnému zvládnutí situace při výrobě pitné vody po dobu rekonstrukce ÚV. Maximální výkon ÚV byl po dobu rekonstrukce omezen na cca 125 l/s. Ze začátku veškeré odstávky ÚV probíhaly v režimu do 12 h, jelikož delší odstávky nebyly možné z důvodu malého objemu akumulčních nádrží a požadovaných spotřeb vody. Situace se do určité míry zlepšila po dokončení propoje výtlačných řadů z ÚV Mostiště do vodojemů Cyrilov (5600 m<sup>3</sup>) - Vídeň (2000 m<sup>3</sup>) a navýšením celkové kapacity akumulčních nádrží z původních 950 m<sup>3</sup> na nově realizovaných 1750 m<sup>3</sup>.

## Technologické schéma ÚV Mostiště



Technologie ÚV:

0 – vodárenská nádrž Mostiště; 1 – provzdušnění; 2 – reakční nádrž

3 – první separační stupeň: čtyři flotační jednotky

4 – druhý separační stupeň: 6x pískový filtr

5 – ozonizace; třetí separační stupeň: 6 – 4x GAU filtr, 7 – UV zářič

8 – akumulační nádrž Cyrilov 250 + 500 m<sup>3</sup>, 9 – akumulační nádrž Vídeň 2x 500 m<sup>3</sup>

Dávkování:

a – síran železitý; b – vápenná voda; c – manganista draselný; d – oxid uhličitý; e – ozon;

f – polymerní flokulant; g – hydroxid sodný; h – síran amonný; ch – chlor; i – oxid chloričitý

## Skladba ÚV Mostiště po rekonstrukci

Jímání surové vody je možné provádět v odběrném objektu vodárenské nádrže ze tří horizontů. Havarijní odběr vody je možný i ze dna nádrže. V objektu pod hrází se může v případě potřeby provádět předúprava surové vody, a to dávkováním manganistanu draselného a hydroxidu sodného. Surová voda je na ÚV provzdušňována, dále je možné dávkovat do surové vody oxid uhličitý, vápenný hydrát ve formě vápenné vody a manganistan draselný. Nadávkovaná voda proudí do reakční nádrže, ve které dochází k oxidaci manganu do nerozpustné formy.

Odtud je voda vedena na první separační stupeň tvořený dvěma provozně samostatnými linkami, tj. čtyřmi flotačními jednotkami, jejichž první technologickou část tvoří flokulační komory (prováděno pomalé míchání). Koagulantem je síran železitý. V druhé části jednotky probíhá separace vločkovité suspenze. Do společného potrubí za flotací je dávkována vápenná voda.

Druhý separační stupeň tvoří písková filtrace o počtu 6-ti filtrů s výškou náplně 1,4 m filtračního písku PR 1,0-2,0 a ploše jednoho filtru 21 m<sup>2</sup>.

Následně je do vody dávkován ozon, který oxiduje zbytkové organické a anorganické znečištění vody. Upravovaná voda protéká reakční nádrží ozonizace, ze které je čerpána na čtyři kusy otevřených filtrů se sorpčním materiálem - granulovaným aktivním uhlím (GAU). Každý filtr je výšky 1,4 m s plochou 24,7 m<sup>2</sup>. GAU je schopno adsorbovat především rozpuštěné organické znečištění, rovněž zlepšuje chuť a pach vody.

Pískové filtry i filtry s GAU jsou ve dně vybaveny drenážním systémem Leopold.

Za GAU filtry je instalována nízkotlaká jednotka UV záření, která zajišťuje dezinfekci upravené vody.

Stabilizace vody a omezení agresivních vlastností vody vůči materiálům rozvodných řádů je docíleno dávkováním oxidu uhličitého a vápenné vody.

Hygienické zabezpečení vody je prováděno dávkováním oxidu chloričitého, chloru a síranu amonného.

Upravená voda je přivedena do dvou samostatných objektů akumulace upravené vody, a to do AN Vídeň, která obsahuje dvě komory po 500 m<sup>3</sup> a AN Cyrilov o objemu komor 500 m<sup>3</sup> a 250 m<sup>3</sup>.

V současné době probíhá roční zkušební provoz, během kterého se má ověřit spolehlivost a výkonová kritéria celého díla.

### **Separační účinnost flotace**

V grafech č. 1 až 3 jsou znázorněny průběhy analyzovaných hodnot surové vody natékající na úpravnu vody, vody odtékající z flotace a vyrobené vody pro vybrané ukazatele CHSK<sub>Mn</sub>, zákal, mikrobiologický obraz – počet jedinců během probíhajícího zkušebního provozu (květen 2014 až leden 2015). Z grafů je patrná vysoká separační účinnost již po prvním separačním stupni – flotaci.

Pro optimální průběh technologického procesu, prvního separačního stupně, je třeba ve dvou samostatně provozních flotačních linkách nastavit optimální podmínky pro úpravárenské procesy, které v nich probíhají. Každá flotační jednotka se skládá ze dvou sekcí.

Z flokulační komory, ve které probíhá chemické srážení s cílem vytvoření co nejlépe separovatelné suspenze. Dále z flotační komory. Zde probíhá separace vločkovité suspenze tzv. bílou vodou, která obsahuje mikrobublinky vzduchu. Ty mají hlavní podíl na účinnosti flotace, neboť vynášejí (separují) vločkovitou suspenzi na hladinu.

Celý proces prvního separačního stupně začíná dávkováním koagulantu do homogenizačního zařízení. V rychlomísči dochází k rychlému smíchání koagulantu s upravovanou vodou při středním gradientu rychlosti s účinnou hodnotou 1000 až 1500 s<sup>-1</sup>.

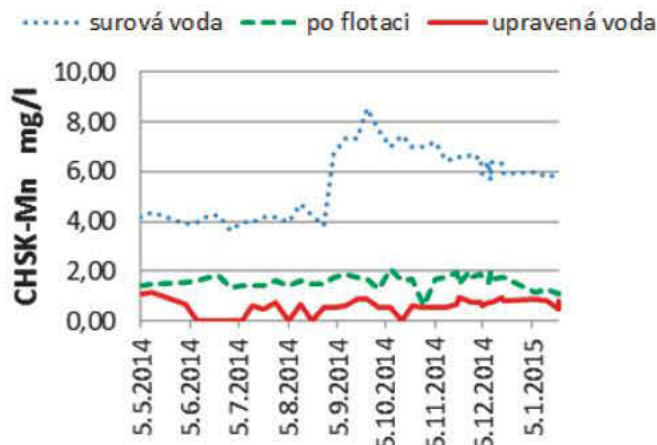
Nadávkováná voda následně natéká do flokulační komory, která má z důvodu optimální tvorby vločkovité suspenze navrženy čtyři míchadla (pro jednu samostatnou linku). První dvojice pádlových míchadel je uzpůsobena tak, aby ve svém reakčním objemu vytvářela míchání s intenzitou středního gradientu rychlosti v rozmezí 70 až 100 s<sup>-1</sup>. Druhá dvojice pádlových míchadel má ve svém reakčním objemu zajišťovat míchání s hodnotou středního gradientu rychlosti v rozmezí 50 až 60 s<sup>-1</sup>.

Takto připravená vločkovitá suspenze přetéká do dolní části flotačního prostoru, ve kterém působením vhněné tzv. bílé vody se vyskytuje střední gradient rychlosti v rozmezí 20 až 30 s<sup>-1</sup>. Vločkovitá suspenze je bílou vodou vynášena na hladinu. Vzniklá vyflotovaná vrstva kalu je kontinuálně nebo periodicky stíracím mechanismem shrnována do kalového prostoru, který je součástí flotační jednotky.

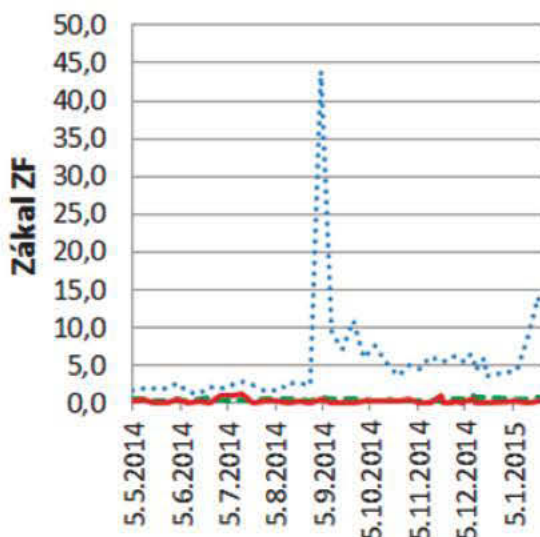
Dobrá separační účinnost v prvním separačním stupni se pozitivně projevuje na provozu následujícího separačního stupně. V případě filtrace je dosahováno delších filtračních cyklů a je možné pracovat při vyšších filtračních rychlostech.

Z grafu č. 1 lze vyčíst, že zprovozněním filtrace přes granulované aktivní uhlí (červen 2014) obsah organických látek v upravené vodě vyjádřený jako CHSK<sub>Mn</sub> byl po dobu cca měsíce a půl pod mezí stanovitelnosti, tj. <0,5 mg/l. Po této době se hodnota ustálila a pohybuje se do hodnoty 1,06 mg/l.

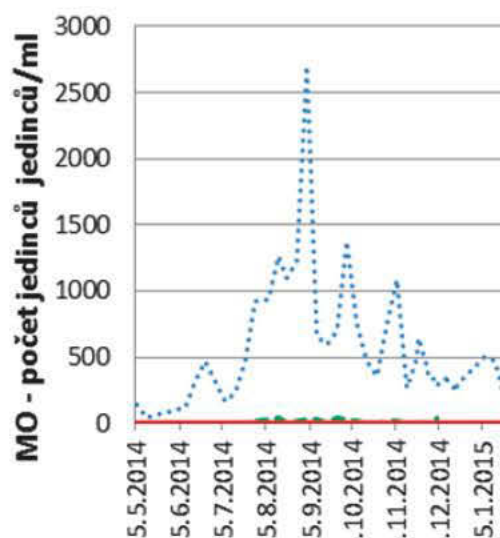
graf č. 1 Průběh hodnot  $CHSK_{Mn}$



graf č. 2 Průběh hodnot zákalu



graf č. 3 Průběh hodnot MO – počet jedinců



## Závěr

Při realizaci ÚV byly využity návrhy těch nejmodernějších typů zařízení tak, aby je bylo možno optimalizovat ve značném rozpětí výkonu a kvality surové vody. Celá realizace stavby (výstavba části vodovodní sítě, rekonstrukce vodovodní sítě, intenzifikace ÚV včetně vybudování nového kalového hospodářství) stála cca 0,5 miliardy korun. ÚV Mostiště je po komplexní rekonstrukci plně automatizovaná. Jakost surové, upravené vody a vody za jednotlivými technologickými stupni je sledována kontinuálními analyzátory včetně nově osazeného počítače částic za flotačními linkami. Ke zlepšení jakosti vyrobené vody na ÚV Mostiště by mělo dojít v mnoha ukazatelích, což by se nejvíce mělo projevit při zhoršené jakosti surové vody. Konečné shrnutí výsledků zkušebního provozu bude provedeno na konci první poloviny 2015, ale již současné výsledky prokazují zlepšení jakosti vyrobené vody.

## Literatura

Drda M., Látal M., Dolejš P.: Rekonstrukce úpraven vody Milence, Hradiště, Mostiště, Lednice, Mariánské Lázně, Štítary, Souš, Špindlerův Mlýn, Hajska, Borovany, Janov a Horka. Sborník konference Optimalizácia a modernizácia zásobovania pitnou vodou, Nový Smokovec 2012.

# Stanovenie adsorpčnej izotermy a Šilovovej rovnice pre odstraňovanie antimónu na GEH-u

**Ing. Karol Munka, Ph.D.<sup>1)</sup>; doc. Ing. Ján Ilavský, Ph.D.<sup>2)</sup>;  
Ing. Monika Karácsonyová, Ph.D.<sup>1)</sup>; doc. Ing. Danka Barloková, Ph.D.<sup>2)</sup>;  
Dpt. Stanislav Varga<sup>1)</sup>; Ing. Margita Slovinská<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Výskumný ústav vodného hospodárstva, Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, SR

<sup>2)</sup> Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, Stavebná fakulta STU Bratislava, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, SR

## ÚVOD

V technológii vody a hydrochémii má najväčší význam adsorpcia na hydratovaných oxidoch kovov. Adsorpcia z vodného prostredia môže byť buď molekulová alebo iónová. Pri iónovej adsorpcii sa sorbujú prevažne buď kationy alebo anióny, v závislosti od náboja povrchu adsorbentu. Pri nízkych hodnotách pH vodného prostredia prevláda kladný náboj povrchu hydratovaného oxidu, a preto sa na povrchu prednostne vymieňajú anióny, pričom anióny sa vymieňajú za  $\text{OH}^-$ . Pri vyšších hodnotách pH vodného prostredia prevláda záporný náboj povrchu hydratovaného oxidu a prednostne dochádza k výmene kationov, pričom kationy sa vymieňajú za  $\text{H}^+$ . Špecifická adsorpcia iónov  $\text{H}^+$  a kationov zväčšuje náboj na povrchu častice, zatiaľčo pri adsorpcii  $\text{OH}^-$  a aniónov je to opačne. Nemožno tvrdiť, že v určitom rozmedzí hodnôt pH by prebiehala iba adsorpcia kationov alebo aniónov, pretože ide o protolytickú rovnováhu a nie všetky hydroxidové skupiny hydratovaných oxidov sú rovnocenné. Preto môže v určitom rozmedzí hodnôt pH prebiehať ako adsorpcia kationov, tak aj adsorpcia aniónov [1, 2, 3].

Najčastejším spôsobom kontinuálneho prevádzkovania procesu adsorpcie je prietok vody nehybnou vrstvou adsorbentu. Parametre potrebné pre navrhovanie takéhoto usporiadania procesu sa zisťujú experimentálne stanovením konštánt Šilovovej rovnice, a to buď určením dôb prieniku kontaminujúcej látky pre rôzne výšky náplne adsorbentu alebo stanovením konštánt z jednej prienikovej krivky pre zvolenú výšku náplne adsorbentu.

## METODIKA PRÁCE

### Stanovenie konštánt Šilovovej rovnice z výsledkov meraní na troch kolónach s rôznou výškou náplne GEH-u

V období od 23.5.2011 do 9.6.2011 boli na VZ Dúbrava vykonané modelové skúšky odstraňovania antimónu na GEH-u zamerané na stanovenie konštánt Šilovovej rovnice na základe výsledkov získaných z adsorpcie antimónu v troch kolónach (C, D, E) s rôznou výškou náplní. Na modelové skúšky boli použité tri sklenené kolóny s vnútorným priemerom 50 mm s výškami náplne GEH-u 50 (C), 70 (D) a 90 (E) cm. GEH je granulovaný hydroxid železitý, vyvinutý na Berlínskej univerzite na odbore Kontroly kvality vody, za účelom odstraňovania arzénu a antimónu z vody [7]. Technológia úpravy vody spočívala na adsorpcii antimónu na granulovanom hydroxide železitom uloženom v kolóne, ktorou pretekala upravovaná voda. Počas modelových skúšok sa filtračná rýchlosť v kolóne C pohybovala v rozmedzí 5,3-5,6 m/h, v kolóne D 5,1-5,5 m/h a v kolóne E 5,0-5,5 m/h. Koncentrácie antimónu v surovej vode boli v intervale 90-108  $\mu\text{g/l}$ . VZ Dúbrava sa nachádza v západnej časti masívu Vysokých Tatier. Za hlavnú príčinu zvýšených koncentrácií antimónu v prameňoch Močidlo

a Brdáre sa považuje existencia ložiska Dúbrava a zvýšený obsah antimónu v granitoidoch tejto časti Nízkych Tatier.

Konštanty Šilovovej rovnice boli stanovené z dôb prienikov antimónu v upravenej vode o koncentrácií 1 µg/l pre výšky náplne adsorbentu GEH 50, 70 a 90 cm pri filtračných rýchlostiach 5,0-5,6 m/h. Tvar prienikovej krivky pre daný systém adsorbent-adsorbát závisí predovšetkým od povrchového zaťaženia adsorbentu upravovanou vodou, udávajúceho objem pritekajúcej vody na jednotku plochy kolóny za jednotku času t.j. od filtračnej rýchlosti. Medzi výškou náplne adsorbenta  $L > L_0$  a dobou prieniku  $\mathcal{G}$  platí lineárna závislosť (1) [4, 5, 6]:

$$\mathcal{G} = \mathcal{G}_0 + k (L - L_0) \quad (1)$$

kde  $\mathcal{G}_0$  je doba prieniku výškou náplne  $L_0$ , čo odpovedá výške náplne potrebnej na rozvinutie celej adsorpčnej vlny. Vzťah (1) formuloval Šilov [6] a možno ho upraviť aj do tvaru (2) [4, 5, 6]:

$$= k L - \tau \quad (2)$$

kde  $\tau$  je tzv. strata ochranného času.

Používa sa aj vzťah (3) [4, 5, 6]:

$$= k (L - h) \quad (3)$$

$$\text{kde } h = \tau/k \quad (4)$$

je efektívna výška náplne, ktorá je pre adsorpciu nevyužitá (tzv. mŕtva výška náplne). Konštanty Šilovovej rovnice sa určujú zo závislosti dôb prieniku od výšky náplne pre danú filtračnú rýchlosť t.j.  $\mathcal{G} = f(L)$ , ktorá je lineárnou závislosťou. Smernica priamky udáva hodnotu konštanty  $k$  a jej priesečník s osou  $L$  udáva hodnotu efektívnej výšky náplne  $h$  a priesečník s osou  $\mathcal{G}$  odpovedá strate ochranného času  $\tau$ .

### Stanovenie konštant Šilovovej rovnice z prienikovej krivky

Stanovenie konštant Šilovovej rovnice z prienikovej krivky je založené na sledovaní koncentrácie látky na odtoku z kolóny v rôznych časových intervaloch až do hodnoty koncentrácie odpovedajúcej koncentrácii látky v surovej vode. Na základe takto získaných výsledkov je možné zostrojiť tzv. prienikovú krivku ako  $c/c_0 = f(t)$ , kde  $c$  je koncentrácia látky v čase  $t$  na odtoku z kolóny a  $c_0$  koncentrácia v surovej vode. Cez prienikovú krivku sa vedie bodom  $t = t_D$  deliaca čiara kolmo na časovú os tak, aby plocha vymedzená prienikovou krivkou, priamkou  $t = t_d$  a osou  $t$  bola rovnaká ako plocha vymedzená prienikovou priamkou, priamkou  $t = t_d$  a priamkou  $c/c_0 = 1$ .

Ak je  $v$  rýchlosť paralelného prenosu koncentračnej vlny, tak pre kolónu o výške  $L$  platia rovnice (5) až (8) [4, 5]:

$$v = L/t_D = 1/k \quad (5)$$

$$L_0 = (t_0 - t_D) v \quad (6)$$

$$h = (t_D - t_0) v \quad (7)$$

Strata ochranného času  $\tau$  sa vypočíta zo vzťahu (8):

$$g_0 = k L_0 - \tau \quad (8)$$

Ďalší postup výpočtov je podľa rovníc (1) až (3).

### **Stanovenie adsorpčnej izotermy pre adsorpciu antimónu na GEH-u**

Do 5-ich sklenených vzorkovníc o objeme 500 ml sa postupne navážilo po 1,0 g adsorbentu GEH (séria K1), do ďalších 5-ich vzorkovníc po 2,5 g (séria K2), do ďalších 5-ich vzorkovníc po 5,0 g (séria K3), do ďalších 5-ich vzorkovníc po 10,0 g (séria K4) a napokon do posledných 5-ich vzorkovníc po 20,0 g GEH-u (séria K5). Vzorkovnice s naváženým adsorbentom boli v každej sérii postupne zalievané surovou vodou s koncentráciou antimónu 90,2  $\mu\text{g/l}$ . Doba kontaktu surovej vody s adsorbentom bola 10, 20, 40, 120 a 240 minút. Počas doby kontaktu bol obsah vzorkovníc pravidelne premiešavaný ich postupným obracaním. Po uplynutí uvedených dôb kontaktov boli odobraté vzorky vôd na stanovenie zvyškovej koncentrácie antimónu vo vode. Teplota vody počas stanovenia adsorpčnej izotermy sa pohybovala v rozmedzí 5-6°C.

Na základe získaných výsledkov boli stanovené pre jednotlivé série K1-K5 rovnovážne koncentrácie antimónu  $c_R$  a boli vypočítané množstvá adsorbovaného antimónu **a** vyjadrené ako hmotnosť adsorbovaného antimónu na hmotnostnú jednotku adsorbentu. Zo závislosti **a** =  $f(c_R)$  bola zostrojená adsorpčná izoterma pre adsorpciu antimónu na GEH-u. Následne bol porovnávaný priebeh experimentálne stanovenej adsorpčnej izotermy s priebehom Langmuirovej a Freundlichovej izotermy.

## **VÝSLEDKY**

### **Stanovenie konštánt Šilovovej rovnice z výsledkov meraní na troch kolónach s rôznou výškou náplne GEH-u**

Na obr.1 je znázornený priebeh koncentrácií antimónu na odtokoch z jednotlivých kolón. Pri výške náplne GEH-u 50 cm, filtračnej rýchlosti 5,3-5,6 m/h a priemernej koncentrácií antimónu v surovej vode 99  $\mu\text{g/l}$  bol zistený prienik antimónu v upravenej vode na úrovni 1,0  $\mu\text{g/l}$  po 95,5 hodinách, pre výšku náplne 70 cm, filtračnú rýchlosť 5,1-5,5 m/h a rovnakú koncentráciu antimónu v surovej vode bol zaznamenaný prienik antimónu v upravenej vode na úrovni 1,0  $\mu\text{g/l}$  po 309 hodinách. Pre výšku náplne GEH-u 90 cm, filtračnú rýchlosť 5,0-5,5 m/h a priemernú koncentráciu antimónu v surovej vode 99  $\mu\text{g/l}$ , prienik antimónu na úrovni 1,0  $\mu\text{g/l}$  bol zistený po 522,5 hodinách. Vzhľadom na skutočnosť, že počas trvania modelových skúšok nebol prienik antimónu v upravenej vode pre výšku náplne 90 cm detegovaný, bol vypočítaný extrapoláciou zo získaných výsledkov z predchádzajúcich modelových skúšok.

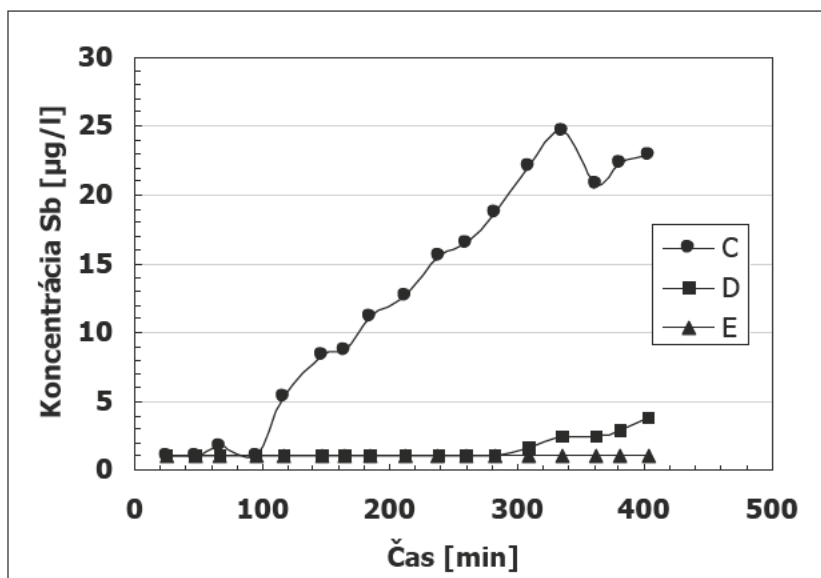
Na obr.2 je znázornená Šilovova rovnica v tvare (9):

$$g = 1067,4 L - 438,08 \quad (9)$$

Rovnicu (9) možno upraviť na tvar (10):

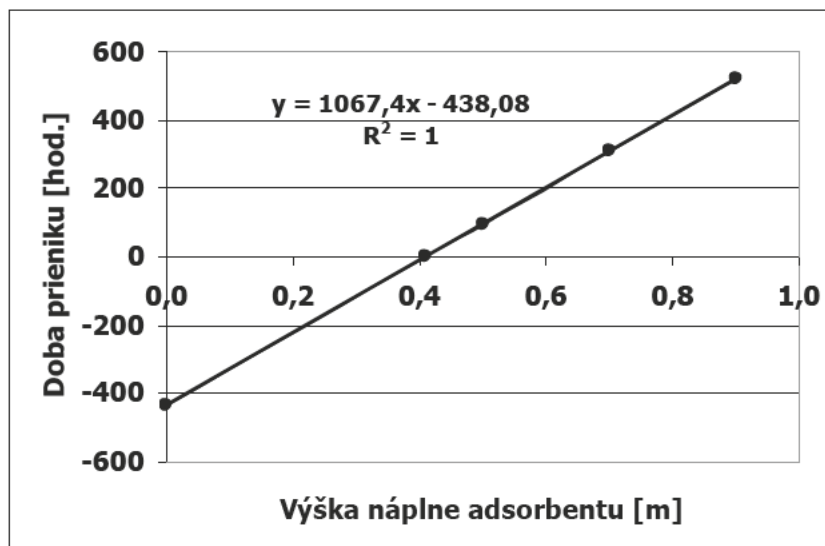
$$= 1067,4 (L - 0,41) \quad (10)$$

Obr. 1. Priebeh koncentrácií Sb na odtokoch z kolón C, D, E



Smernica tejto priamky udáva hodnotu konštanty  $k = 1067,4$  hod./m a priesečník s osou L zase udáva hodnotu efektívnej výšky náplne GEH-u, ktorá je pre adsorpciu antimónu nevyužitá. Z rovnice (10) vyplýva, že pre dané experimentálne podmienky bola táto výška náplne GEH-u  $h = 41$  cm. Priesečník s osou  $\vartheta$  udáva stratu ochranného času, ktorá bola  $\tau = 438$  hodín.

Obr. 2. Závislosť doby prieniku antimónu od výšky náplne GEH



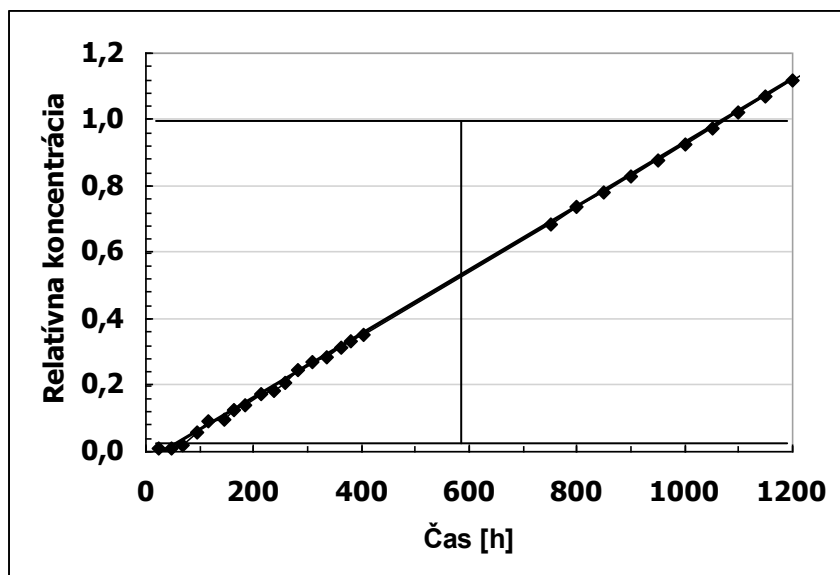
Z experimentálne stanovenej Šilovovej rovnice vyplýva, že pri výške náplne GEH-u  $h = 1,0$  m by k prieniku antimónu do upravenej vody pri filtračnej rýchlosti  $5,0$  m/h a koncentrácii antimónu v surovej vode  $100$  µg/l prišlo za  $630$  hodín a pre výšku náplne  $h = 1,5$  m za  $1164$  hodín. Zvýšením náplne GEH-u o  $50$  cm sa predĺži doba prieniku antimónu do upravenej vody za rovnakých podmienok takmer na dvojnásobok.

### Stanovenie konštánt Šilovovej rovnice z prienikovej krivky

Na obr.3 je znázornená závislosť relatívnej koncentrácie antimónu  $c/c_0$  od času, z ktorej bola pre podmienky v kolóne C vypočítaná Šilovova rovnica. Pretože počas trvania modelových skúšok dosiahla koncentrácia antimónu v upravenej vode pre výšku náplne GEH-u 50 cm iba  $23 \mu\text{g/l}$ , bola prieniková krivka antimónu dopyčovaná na koncentráciu v surovej vode extrapoláciou. Vypočítaná Šilovova rovnica má tvar (11):

$$g = 1200 (L - 0,42) \quad (11)$$

Obr. 3. Prieniková krivka adsorpcie antimónu pre 50 cm výšku náplne GEH



Z porovnania konštánt Šilovovej rovnice stanovenej z dôb prieniku antimónu na troch kolónach s rôznou výškou GEH-u a z prienikovej krivky vyplynulo, že obidvomi postupmi bola stanovená takmer rovnaká efektívna výška náplne, ktorá je pre adsorpciu nevyužitá t.j. 41 cm resp. 42 cm. Rozdiel bol zaznamenaný pre konštantu  $k$ , keď boli stanovené hodnoty 1067,4 resp. 1200. Pre hodnotu  $k = 1200$  hod./m by doba prieniku antimónu výškou náplne GEH-u 1,0 m dosahovala 696 hodín, zatiaľčo pre hodnotu  $k = 1067,4$  hod./m bola 630 hodín.

### Stanovenie adsorpčnej izotermy pre adsorpciu antimónu na GEH-u

Na obr.4 je znázornené porovnanie experimentálne stanovenej adsorpčnej izotermy antimónu na GEH-u s Freundlichovou a Langmuirovou adsorpčnou izotermou, ktoré boli vypočítané z experimentálnych údajov.

Adsorpciu antimónu na GEH-u lepšie vystihuje Freundlichova izoterma, ktorej rovnica má tvar (12):

$$a = 3,927 c_r^{0,451} \quad (12)$$

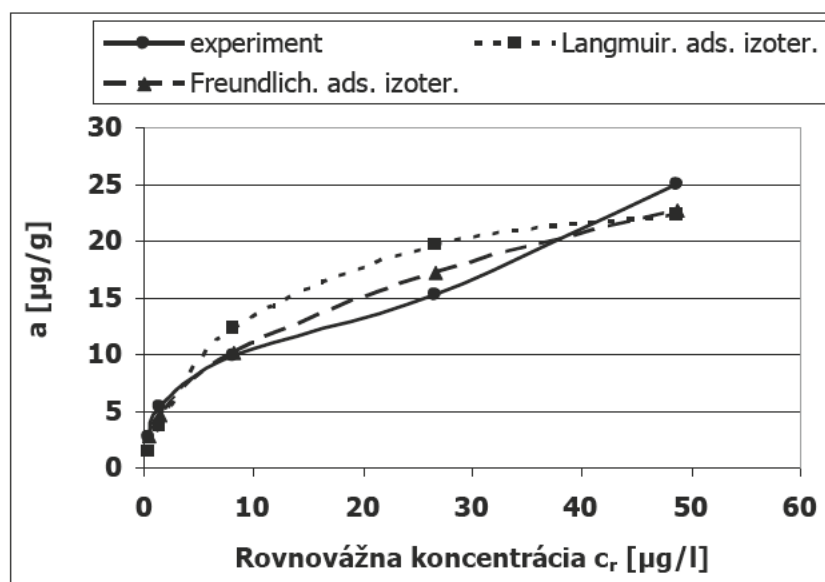
čo znamená, že  $K = 3,927$  a  $n = 2,217$ .

Langmuirovu izotermu vyjadruje rovnica (13):

$$a = 26,596 \cdot 0,1058 \cdot c_r / (1 + 0,1058 \cdot c_r) \quad (13)$$

čo znamená, že  $a_m = 26,596$  a  $b = 0,1058$ .

Obr. 4. Porovnanie adsorpčných izoterm pre adsorpciu Sb na GEH-u



## ZÁVER

Na VZ Dúbrava boli počas modelových skúšok stanovené konštanty Šilovovej rovnice pre adsorpciu antimónu na GEH-u na základe výsledkov meraní pre tri kolóny s výškou náplní 50, 70 a 90 cm, pre filtračnú rýchlosť 5,0-5,6 m/h, koncentráciu antimónu v surovej vode 90-108  $\mu\text{g/l}$  a teplotu vody 5-6°C. Súčasne bola stanovená aj adsorpčná izoterma antimónu na GEH-u. Na základe získaných výsledkov možno konštatovať, že pri výške náplne 1,0 m a pri vyššie uvedených podmienkach by k prieniku antimónu do upravenej vody došlo pri  $V/V_0 = 3150$  a pri zvýšení výšky náplne na 1,5 m pri  $V/V_0 = 3880$ , čo poukazuje na technologické obmedzenia pri využití tohto postupu úpravy vody pri odstraňovaní takto kontaminovanej podzemnej vody. Priebeh adsorpcie antimónu na GEH-u lepšie popisuje Freundlichova izoterma.

## PodĎakovanie

Experimenty boli uskutočnené za finančnej podpory projektu APVV-0379-07.

## LITERATÚRA

1. Pitter, P.: Hydrochemie, Vydavatelství VŠCHT, Praha 1999. ISBN 80-7080-340-1
2. Stumm, W., Morgan, J.J.: Aquatic Chemistry. 3.vyd., Wiley, New York 1996
3. Kepák, F.: Chem. Listy 71, 1121, 1978
4. Pitter, P., Tuček, F., Chudoba, J., Žáček, L.: Laboratorní metody v technologii vody. SNTL Praha 1983
5. Tuček, F., Chudoba, J., Koníček, Z.: Základní procesy a výpočty v technologii vody, SNTL/ALFA Praha 1988
6. Šilov N. A. v knihe: Adsorpce na tuhých látkách (Ponec V., Knor Z., Černý S.), SNTL Praha 1968
7. Ilavský, J., Barloková D., Munka, K., Karácsonyová, M., Brtko, J., Varga, S. (2011): Vlastnosti adsorpčních materiálů používaných na odstraňování těžkých kovů z vody. In: Zborník odborných prác z konferencie Modernizácia a optimalizácia úpravni vôd - 2.ročník, Stará Lesná

# Přechod přivaděče OOV Baška – Nové Dvory přes řeku Morávku v Dobré

Ing. Marek Coufal <sup>1)</sup>, Ing. Jiří Komínek <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> VODING HRANICE, spol. s r.o., [marek.coufal@voding.cz](mailto:marek.coufal@voding.cz)

<sup>2)</sup> Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava, a.s., [jiri.kominek@smvak.cz](mailto:jiri.kominek@smvak.cz)

---

## ABSTRAKT

Přivaděč Ostravského oblastního vodovodu Baška – Nové Dvory DN 1000 je jedním z páteřních prvků systému zásobování pitnou vodou na severní Moravě. Přivaděč byl realizován v 50. letech 20. století a je svou funkcí v systému OOV nezastupitelný. Příspěvek se zabývá přechodem přivaděče OOV Baška – Nové Dvory přes řeku Morávku a zejména důvodům návrhu a výstavby nového křížení pomocí přemostění.

## POPIS STAVU PŘED NÁVRHEM NOVÉHO PŘEMOSTĚNÍ

Přivaděč Ostravského oblastního vodovodu DN 1000 Baška – Nové Dvory je součástí hlavního přivaděčího řadu z úpravny vody Nová Ves do přerušovací komory Bruzovice. Tento přivaděč má významná odbočení z uzlu Baška ve směru Chlebovice a v uzlu Nové Dvory ve směru Frýdek-Místek a Dobrá. Předmětným přivaděčím řadem jsou zásobovány pitnou vodou spotřebiště Frýdek-Místek, Vratimov, Paskov, Havířov, Karviná, příhraniční spotřebiště v Polsku, a dále pak řada větších i menších obcí Moravskoslezského kraje. Přivaděč je jedním z páteřních prvků v systému Ostravského oblastního vodovodu s provozně velmi komplikovaným nahrazením v případě poruchy. V případě výpadku jednoho z dalších zdrojů Ostravského oblastního vodovodu, zdroje Morávka, je rovněž možno tímto přivaděčem alternativně zásobovat z ÚV Nová Ves spotřebiště Český Těšín, Trinec, průmyslovou zónu Nošovice a pivovar Nošovice.

Přivaděč Baška – Nové Dvory byl vybudován v 50. letech minulého století. Na katastrálním území Staré Město kříží přivaděč Baška – Nové Dvory řeku Morávku. Původní křížení přivaděče s řekou Morávkou bylo řešeno dvouramennou shybkou DN 800 s odkalením nejnižšího místa shybky do řeky. Ramena shybky byla uložena souběžně ve vzdálenosti 12 m. Opevnění dna i břehů bylo řešeno kamennou rovnaninou.

Řeka Morávka procházela a stále prochází intenzivním přírodním vývojem, který začal zejména vlivem lidské činnosti. Původní koryto řeky bylo mělké, široké a šterkonosné. Koryto řeky Morávky bylo ještě v polovině 19. století neupravené a tvořilo proměnlivou širokou soustavu větvících se jednotlivých koryt. Šířka tohoto pásu činila až cca 380 m; v místě dnešního křížení s přivaděčem OOV Baška – Nové Dvory až cca 240 m. Řeka Morávka tvořila meandry mezi šterkovými lavicemi a její tok byl plněn splaveninami z pramenné oblasti a z vymílání břehů. Zaplavování pozemků při povodních vedlo k nutnosti provádění úprav s cílem stabilizace koryta. Pomocí vegetačních a drátokamenných staveb a zalesněním šterkovišť se podařilo soustředit koryto do dnešní trasy, nedošlo však ke zmírnění podélného sklonu řeky. Tok se proto začal intenzivně prohlubovat. K prohlubování toku výrazně přispělo také zhroucení dvou jezů po povodních v roce 1949 a 1960. Dále k tomuto procesu přispělo provedení výstavby nádrže Morávka a stabilizace hlavních horských toků a tím omezení přísunu šterků.

Ve sledovaném období mezi lety 1970-1988 byl zaznamenán pokles dna v ose koryta v oblasti křížení vodovodního přivaděče Baška – Nové Dvory o cca 2,0 m oproti stavu v roce 1970. Do roku 1992 byl zaznamenán postup dnové eroze o další 1,0 m pod hodnotu naměřenou v roce 1988. Mezi lety 1992-1993 došlo k vyrovnání dna na stav přibližně shodný s rokem 1988; do roku 2006 však došlo k dalšímu zahloubení dna koryta řeky v místě křížení s vodovodním přivaděčem o cca 2,1 m. To znamená, že ve sledovaném období mezi lety 1970-2006 došlo k zahloubení koryta řeky Morávky o cca 4,1 m. Při předpokladu, že v době výstavby přivaděče činilo krytí potrubí shybky v korytě obvyklých 1,0-1,3 m lze odvodit, že od 50. let dvacátého století do současnosti došlo k zahloubení koryta řeky Morávky v místě křížení s přivaděčem o více než 5 m.

Postupně, vlivem prohlubování dna, bylo potrubí shybky obnaženo. Na přelomu 60.

a 70. let minulého století byla shybka zajištěna fixačním balvanitým stupněm, v polovině 70. let však byl balvanitý fixační stupeň poškozen a v polovině 80. let minulého století stupeň zmizel úplně. V důsledku toho byla ohrožena funkce a stabilita shybky. Korytotvorná činnost řeky dále pokračovala včetně devastace přirozeného skalního výchozu.

V roce 1989 zajistil provozovatel přivaděče, SmVaK Ostrava a.s., výstavbu ocelového trubního mostu v prostoru mezi rameny původní shybky. Trubní most byl navržen jako ocelová příhradová konstrukce o rozpětí 37,8 m.

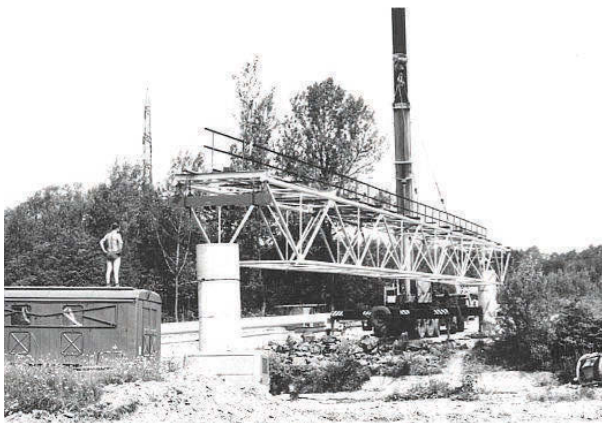


**Obr. 1:** Původní přemostění řeky Morávky (pohled po toku řeky). Vpravo jsou viditelné obnažené části zaslepeného potrubí původní dvouramenné shybky DN 800 (stav v roce 2011)



**Obr. 2:** Detail opevnění levobřežní opěry původního přemostění (pohled proti toku řeky). V opevnění je jasně vidět zaslepené potrubí původní dvouramenné shybky DN 800 (stav v roce 2011)

Ocelová konstrukce přemostění byla uložena na železobetonových březních opěrách, tvořených železobetonovými skružemi vyplněných betonem. Šířka konstrukce trubního mostu byla 3,2 m s obslužnou lávkou umístěnou od potrubí DN 800 směrem po toku. Dodatečně souběžně s lávkou bylo na přemostění umístěno potrubí vysokotlakého plynu DN 150. Na obou březích je řešeno odkalení přivaděče odkalovacím potrubím vyústěným do břehů řeky. Potrubí původní shybky bylo v úrovni břehů upáleno a odstraněno z toku a postupně zmizely i zbytky fixace dna řeky.

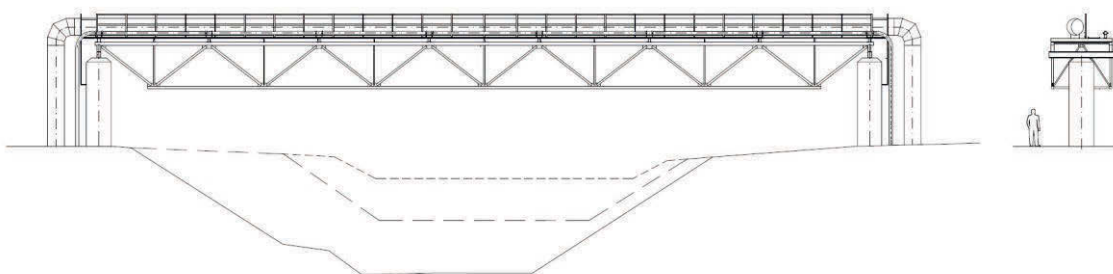


**Obr. 3:** Usazování ocelové konstrukce původního přemostění v roce 1989



**Obr. 4:** Instalace ocelového potrubí DN 800 na původní přemostění v roce 1989

Eroze dna a zejména levého břehu řeky však pokračovala. Problémem vybudovaného přemostění se tak stalo postupné přibližování břehové čáry k levobřežní opěře trubního mostu. V místě křížení toku je řeka v mírném oblouku s tím, že levý břeh je břehem konkávním. Od doby realizace trubního mostu zůstala vzdálenost pravobřežní opěry přemostění v podstatě zachována; vlivem zahloubení koryta a eroze však došlo k výraznému přiblížení břehové čáry k levobřežní opěře. Správce toku (Povodí Odry, s.p.), s vědomím nutnosti stabilizace toku v prostoru křížení přivaděče OOV, připravoval v roce 1990 výstavbu zdvojeného spádového stupně v říčním km 2,305, který by řešil i ochranu trubního mostu. Záměr nebyl realizován z důvodu nesouhlasného stanoviska orgánů ochrany přírody. V důsledku postupující eroze bylo nutno již na jaře roku 1993 sanovat levobřežní opěru trubního mostu lomovým kamenem.



**Obr. 5:** Původní trubní most přes řeku Morávku

Plnou čarou je vynesena stav koryta v r. 2011, čárkovanou čarou je přibližně vyznačen stav koryta v r. 1989 (v době realizace trubního mostu). Pro představu o průběhu eroze je tečkovanou čarou naznačen i přibližný stav koryta po stabilizaci shybký balvanitým stupněm na přelomu 60. a 70. let 20. století

Po povodni v květnu 2010 byla levobřežní opěra znovu přímo ohrožena břehovou zátrží. Ohrožení opěry trubního mostu přímo ohrozilo provozuschopnost celého přivaděče OOV. Případná havárie trubního mostu by měla nedozírné následky pro dodávky pitné vody do dvou sídelních aglomerací Moravskoslezského kraje, proto bylo nutno provést okamžitá opatření k ochraně levobřežní opěry trubního mostu. Na základě rozhodnutí Krajského úřadu Moravskoslezského kraje, odboru životního prostředí a zemědělství byla povolena výjimka pro práce řešící sanaci levého břehu řeky Morávky v prostoru levobřežní opěry trubního mostu. Jako řešení havarijního stavu bylo

urychleně provedeno opevnění břehu v prostoru levobřežní opěry. Levostranný břeh byl v délce cca 30 m opevněn lomovým kamenem na patce s prolitím betonem. Po stabilizaci levého břehu po povodni v roce 2010 byla břehová čára opraveného koryta cca 2 m od levobřežního pilíře. Koryto řeky bylo v místě mostu zahloubeno cca 6,5 m se šířkou dna cca 10 m se svahy břehů cca 1:1. Novým problematickým místem se stalo zavázání opevnění do erodovaného břehu, kde hrozil vznik nových zátrží. Nad opevněním stále pokračovala břehová eroze a bylo zřejmé, že provedené řešení je dočasné s rizikem, že při další povodni dojde k obnažení zavázání a opevnění do břehu, vytvoření nové zátrže za opevněním a obnažení mostního pilíře. Tím by došlo k ohrožení stability celého přemostění. S ohledem na probíhající korytotvornou činnost řeky Morávky a požadavky orgánů ochrany přírody na zachování charakteru koryta bylo jasné, že nelze zabránit erozi břehů a zachování stávajícího trubního mostu pro další dlouhodobý provoz není možné.

Korytotvorná činnost řeky Morávky není v místě křížení s přivaděčem OOV dosud ukončena. Skládá se z intenzivního odnášení štěrkových materiálů a průběžného vymílání dna a břehů v rozbřídavých jílovcích. V prostoru mezi Dobrou a Starým Městem řeka Morávka vytvořila specifické koryto. Území získalo statut evropsky významné lokality (EVL) Niva Morávka CZ 0810004, která je určena k ochraně přírodních stanovišť 3230 Alpinské řeky a jejich dřevinná vegetace s Židovníkem německým, 9170 Dubohabřiny asociace Galio-carpinetum, 91EO Smíšené jasanovo-olšové lužní lesy temperátní a boreální Evropy. Dále se v území v oblasti křížení přivaděče s řekou Morávkou nachází přírodní památka (PP) Profil Morávky, která byla vyhlášena za účelem ochrany kaňonovitého profilu přirozeného štěrkonosného toku Morávky se skalními prahy a peřejemi, a pro zachování přilehlých lužních porostů a štěrkových teras s výskytem chráněných a ohrožených druhů rostlin a živočichů. Zájmovým územím stavby také prochází podél toku řeky Morávky nadregionální biokoridor územního systému ekologické stability (ÚSES) K 101.

## NÁVRH NOVÉHO PŘEMOSTĚNÍ

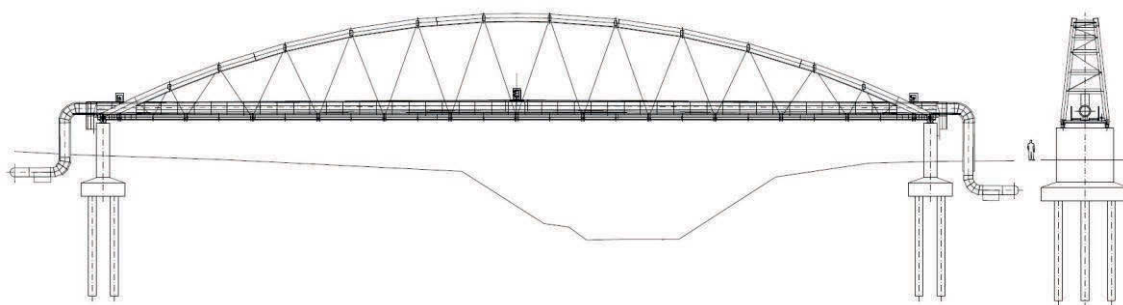
V rozhodnutí Krajského úřadu Moravskoslezského kraje udělujícím výjimku pro práce řešící provizorní sanaci levého břehu řeky Morávky v prostoru levobřežní opěry trubního mostu po povodni roku 2010 byla stanovena podmínka, aby provozovatel přivaděče SmVaK Ostrava, a.s. do dvou let od vydání tohoto rozhodnutí předložil Krajskému úřadu návrhy nejméně dvou různých alternativních řešení převedení přivaděče přes řeku Morávku tak, aby do budoucna již nemuselo být do říčního koryta ve zvlášť chráněném území zasahováno a mohl probíhat jeho nerušený přirozený vývoj. V roce 2011 byla společností VODING HRANICE, spol. s r.o. zpracována studie, ve které byly prověřovány 3 možné způsoby řešení bezpečného přechodu přivaděče OOV Baška – Nové Dvory přes řeku Morávku se stanovením reálnosti stavby a odhadem investičních nákladů:

- Varianta 1 - zabezpečení stávajícího přemostění stabilizací koryta řeky Morávky v místě křížení – výstavba dvou spádových stupňů v km 2,305. Tato varianta vycházela z dřívějších záměrů správce toku Morávka; ukázala se však jako neprosaditelná z hlediska požadavků na ochranu přírody v dotčeném území.
- Varianta 2 - výstavba nového přemostění v prostoru stávajícího křížení řeky o rozpětí respektujícím vývoj koryta řeky. Návrh varianty 2 vycházel mimo jiné z řešení silničního obchvatu komunikace R48 (obchvat města Frýdek-Místek),

který je připravován k výstavbě cca 100 m po toku Morávky. Připravovaná komunikace R48 bude křížit řeku Morávku estakádou. Nové přemostění by dle této varianty bylo je navrženo o srovnatelném rozpětí se zalícováním s křížením komunikace.

- Varianta 3 - vymístění křížení řeky Morávky do prostoru stabilizovaného koryta řeky mimo Území Evropsky významné lokality. Ve studii byly prověřeny možnosti teoretické realizace přeložky přivaděče směrem proti proudu řeky Morávky s křížením řeky Morávky cca 1350 m nad stávajícím křížením.

Na jednotlivé varianty byl zpracován posudek z hlediska říční morfologie, vypracovaný specialistou na problematiku vývoje neupravených šterkonosných toků. Po zvážení všech faktorů byla jako nejvhodnější řešení vybrána varianta návrhu nového trubního mostu v prostoru stávajícího křížení řeky Morávky s rozpětím respektujícím vývoj koryta řeky. Tato varianta byla vybrána k dalšímu rozpracování jako nejvhodnější kompromisní řešení ve vztahu k požadavkům na ochranu přírody, technickým možnostem, investičním nákladům a provozním potřebám provozovatele systému zásobování pitnou vodou.



**Obr. 6:** Nově navržený trubní most přes řeku Morávku

Technické rozpracování vybrané varianty opět vycházelo z kompromisu technických možností provedení přechodu řeky a podmínek orgánů ochrany přírody pro umístění nového přemostění ve zvláště chráněném území. Trasa nového potrubního mostu byla navržena rovnoběžně se stávajícím příhradovým trubním mostem v osově vzdálenosti 12 m proti směru toku řeky Morávky. Optimální rozpětí nového přemostění 75 m umožnilo umístění opěr mimo území předpokládaného ohrožení vyvíjejícím se říčním korytem. Protože dle zpracovaného posudku z hlediska říční morfologie se předpokládá vymílání zejména levého břehu, levobřežní opěra nového mostu byla navržena 32 m od břehové čáry. Líc pravobřežní opěry nového potrubního mostu leží cca 13,5 m od břehové čáry, což je o cca 4,5 m dál než líc opěry stávajícího příhradového trubního mostu. Trubní most tvoří ocelová oblouková konstrukce se spodní zavěšenou mostovkou, jejíž podélné hlavní nosníky zároveň vytváří táhla oblouků. Rozpětí nově navrženého obloukového potrubního mostu se spodní mostovkou dosahuje 75 m, maximální vzepětí nosných oblouků dosahuje 9 m, přičemž jejich rovina svírá se svislicí úhel  $6,34^\circ$ . Trubní most je uložen na masivních železobetonových opěrách. Reakce opěr mostu přenáší železobetonové vrtané piloty. Délky pilot byly stanoveny tak, aby zasahovaly pod úroveň dna řeky do navětralého skalního podloží tvořeného jílovcí, které se místy střídají s polohami pískovců, a nehrozilo tak jejich případné podemletí. Železobetonové opěry mostu jsou na horních okrajích pod osami hlavních nosníků mostovky opatřeny atypickými hrcovými ložisky opatřenými zarážkami proti nadzvednutí konstrukce. Na mostě je uloženo ocelové potrubí DN 800 opatřené

tepelnou izolací. Kromě potrubí vodovodního přivaděče Baška – Nové Dvory bylo na mostní konstrukci přeloženo také potrubí vysokotlakého plynovodu DN 150.



**Obr. 7:** Výstavba nového přemostění – pohled z pravého břehu řeky Morávky. V popředí je původní trubní most



**Obr. 8:** Výstavba nového přemostění – pohled z levého břehu řeky Morávky. Původní trubní most je vidět vlevo od nového mostu.

Mostní konstrukce není veřejně přístupná. Vstup na mostní konstrukci je umožněn pouze zaměstnancům provozovatele provádějícím údržbu mostu nebo na něm uložených potrubí. Původní přemostění z roku 1989 bude odstraněno včetně dodatečné ochrany jeho levobřežního pilíře. V souladu s požadavky orgánů ochrany přírody musely být výstavba nového přemostění a demontáže všech prvků přemostění původního realizovány bez sjíždění techniky do koryta řeky Morávky.

## ZÁVĚR

Nový trubní most přivaděče Ostravského oblastního vodovodu Baška – Nové Dvory řeší náhradu původního přemostění, které bylo ohroženo korytotvornou činností řeky Morávky. Návrh i vlastní realizace díla je výsledkem celé řady kompromisních řešení ve vztahu k požadavkům na ochranu přírody, technickým možnostem, investičním nákladům a provozním potřebám provozovatele přivaděče. Nové přemostění umožní další intenzivní vývoj koryta řeky Morávky bez ohrožení opěr trubního mostu.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] VODING HRANICE, spol. s r.o. *Přivaděč Baška – Nové Dvory, rekonstrukce křížení Morávky v Dobré - studie*, srpen 2011
- [2] VODING HRANICE, spol. s r.o. *Přivaděč Baška – Nové Dvory, rekonstrukce křížení Morávky v Dobré - dokumentace pro stavební povolení a provádění stavby*, únor 2014
- [3] ŘEDINA, Dalibor. *Přivaděč DN 800 Baška – Nové Dvory, rekonstrukce křížení Morávky v Dobré – statické posouzení*, leden 2014
- [4] EKOGRUP CZECH, s.r.o. *Biologické posouzení lokality navrženého záměru „Přivaděč DN 800 Baška – Nové Dvory, rekonstrukce křížení Morávky v Dobré“ v k.ú. Staré Město u Frýdku-Místku a k.ú. Dobrá u Frýdku-Místku*, prosinec 2012
- [5] ATELIER FONTES, s.r.o. *Přivaděč DN 800 Baška – Nové Dvory, rekonstrukce křížení Morávky v Dobré – posudek variant řešení*, září 2011

# Príprava, vlastnosti a aplikácie nanopórových uhlíkových vlákien pripravených karbonizáciou celulózy pri úprave vody

**doc. Ing. Dušan Berek, DrSc.<sup>1)</sup>; Ing. Ivan Novák, Ph.D.<sup>1)</sup>;  
Ing. Karol Munka, Ph.D.<sup>2)</sup>; Ing. Monika Karácsonyová, Ph.D.<sup>2)</sup>;  
Dpt. Stanislav Varga<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Ústav polymérov SAV, Dúbravská cesta 9, 845 41 Bratislava, SR

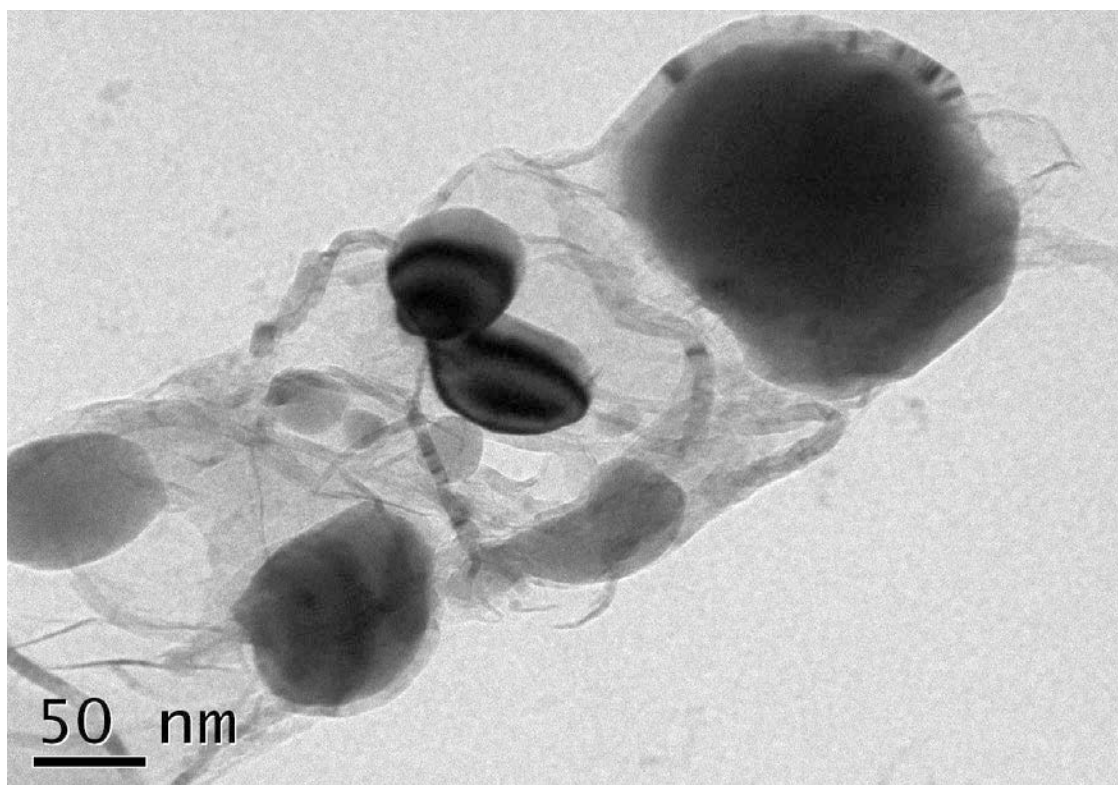
<sup>2)</sup> Výskumný ústav vodného hospodárstva, Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, SR

Odstraňovanie škodlivín z vody a osobitne úprava pitnej vody predstavuje dôležitú výskumnú, technologickú, ekologickú, ale aj ekonomickú výzvu. Nedostatok kvalitnej pitnej vody v mnohých krajinách už nadobúda katastrofálne rozmery. Ťažké kovy patria medzi obzvlášť rozšírené kontaminanty pitnej vody. Nebezpečné látky sa z vody často odstraňujú pomocou sorbentov, látok, ktoré sú schopné na svojom povrchu adsorbovať alebo vo fáze s konečným objemom, ktorá je na vhodnom povrchu ukotvená, škodliviny absorbovať, zachytiť a tým ich z vody odstrániť. Sorbent môže byť jednotná alebo viaczložková látka. V druhom prípade sa kontaminant prednostne alebo výhradne zachytí na jednej zo zložiek sorbenta. Na sorpčnom procese sa môžu zúčastniť jednotlivé chemické skupiny nadviazané na povrchu sorbenta alebo celé časti jeho plochy. Často je aktívna zložka sorbenta nanesená na povrchu vhodného nosiča, ktorý sa môže, ale nemusí zúčastňovať na sorpčnom procese. Väčšina sorbentov je tvorená pórovitými materiálmi, ktoré majú veľký merný povrch. Ten zabezpečuje vysokú kapacitu sorbenta, avšak spomaľuje sorpčné procesy. Sorbenty sa využívajú aj na analytické účely: škodlivina ako analyt sa na sorbente zakoncentruje a po jej uvoľnení ju možno stanoviť vhodnou analytickou metódou.

Na úpravu vody pomocou sorbentov sa používajú rôzne postupy. Na odstraňovanie ťažkých kovov z vodného prostredia sa najčastejšie používajú oxidy a hydratované oxidy železa, tak prírodné, ako aj synteticky pripravené, ďalej prírodné zeolity, ale aj zeolity s povrchovou úpravou a rôzne materiály s vrstvou  $\text{TiO}_2$  alebo  $\text{MnO}_2$  na povrchu, aktívne uhlie, aktivovaná alumina a aktivovaný kalcit. Okrem uvedených sorbentov možno na odstraňovanie ťažkých kovov z vodného prostredia použiť aj koagulanty na báze solí železa alebo hliníka. Koagulácia (čírenie) je založená na dávkovaní koagulantov do vody, ktorých hydrolýzou vznikajú vločky hydratovaných oxidov železa alebo hliníka. Na týchto vločkách sa sorbujú ióny kontaminantov tým intenzívnejšie, čím je väčšia ich koncentrácia a oxidačné číslo.

V našej práci sme sa sústredili na odstraňovanie ťažkých kovov z vody pomocou adsorpcie. Ako nosič účinnej látky, nanočastíc hydratovaného oxidu železa, sme využili pórovité uhlíkové vlákna pripravené kontrolovanou karbonizáciou celulózových prekurzorov. Vychádzali sme z predstavy, že nanočastice hydratovaného oxidu železa nanesené na nosiči budú mať v dôsledku ich veľkého účinného a ľahko dostupného povrchu vyššiu účinnosť ako aglomerovaný hydratovaný oxid železa. Uhlíkový nosič vo forme vlákien sme zvolili z viacerých dôvodov. Východiskový materiál, celulóza je typická „zelená“, obnoviteľná a lacná surovina. Zväčša sa vyskytuje vo forme vlákien, ktoré majú oproti časticovým materiálom viaceré prednosti: ľahšie sa s nimi manipuluje, dobre tvoria „koláčovité“ sorpčné lôžka a vykazujú nižší hydrodynamický odpor, čo je dôležité pri mnohých praktických aplikáciách.

Pripravili sme sériu nanopórovitých uhlíkových vlákien s veľkým rozsahom merných povrchov - od 2 do 2 000 m<sup>2</sup>/g. Gélová permeačná chromatografia naznačila a pozitronová anihilačná spektrometria potvrdila prekvapujúci výsledok, že bez ohľadu na svoj merný povrch majú vlákna podobný efektívny priemer pórov, približne 0,6 nm. Podľa všetkého sa karbonizáciou celulózy pripravené vlákna líšia len počtom pórov na jednotku hmotnosti a ich hĺbkou. Predpokladáme, že póry majú pomerne široké lievikovité vstupy, na ktorých sa zachytáva hydratovaný oxid železa a tvorí oddelené nanočastice. Prítomnosť nanočastíc hydratovaného oxidu železa na vonkajšom povrchu uhlíkových vlákien potvrdila elektrónová mikroskopia (Obr.1). Vznikajúci materiál nazývame „kompozitný sorbent“, pretože v skutočnosti má dva chemicky rôzne povrchy: Vonkajší povrch nanočastíc hydratovaného oxidu železa a vonkajší i vnútorný povrch vlákien tvorený uhlíkom, ktorý môže niesť ďalšie chemicky aktívne skupiny.



**Obr.1.** Štruktúra kompozitného sorbenta tvoreného nanočasticami hydratovaného oxidu železa deponovanými na povrchu pórovitého uhlíkového vlákna.

Na vybraté uhlíkové vlákna sme naniesli rôzne množstvá hydratovaného oxidu železa a študovali odstraňovanie ťažkých kovov – Sb, As, Cd, Cr, Ni a Pb.

Výsledky sme porovnávali so špičkovým sorbentom GEH (Wasserchemie GmbH) a sú uvedené v tab.1. Ukázalo sa, že náš kompozitný sorbent vykazuje pre všetky doteraz odstraňované ťažké kovy výrazne vyššiu adsorpčnú kapacitu a účinnosť ako sorbent GEH. Vysvetľujeme to ľahkou dostupnosťou povrchu nanočastíc hydratovaného oxidu železa oproti aglomerátu hydratovaných oxidov železa v GEH, ktorého vnútorný povrch je zrejme pre kontaminanty ťažšie dostupný.

**Tab.1.** Porovnanie výsledkov laboratórnych skúšok z odstraňovania vybraných ťažkých kovov kompozitným sorbentom a GEH-om

| Odstraňovaný kontaminant      | Adsorbent          | Účinnosť [%] | Adsorpčná kapacita [μg/g] |
|-------------------------------|--------------------|--------------|---------------------------|
| Antimón<br>c(SV) = 65,2 μg/l  | Kompozitný sorbent | 97,6         | 84,9                      |
|                               | GEH                | 68,9         | 59,9                      |
| Arzén<br>c(SV) = 914 μg/l     | Kompozitný sorbent | 97,8         | 1 192                     |
|                               | GEH                | 37,1         | 452                       |
| Kadmium<br>c(SV) = 110,6 μg/l | Kompozitný sorbent | 88,9         | 131,1                     |
|                               | GEH                | 44,7         | 65,9                      |
| Chróom<br>c(SV) = 100,0 μg/l  | Kompozitný sorbent | 96,4         | 128,5                     |
|                               | GEH                | 51,5         | 68,7                      |
| Nikel<br>c(SV) = 101,9 μg/l   | Kompozitný sorbent | 59,5         | 80,8                      |
|                               | GEH                | 45,0         | 61,2                      |
| Olovo<br>c(SV) = 95,3 μg/l    | Kompozitný sorbent | 99,0         | 125,7                     |
|                               | GEH                | 91,8         | 116,7                     |

V súčasnosti hľadáme výrobcu nášho kompozitného sorbenta, na ktorého spôsob prípravy sme podali prihlášku patentu. Kompozitný sorbent má tiež výhodu, že na sorpčných procesoch sa môže zúčastniť aj (aktivovaný) uhlík, ktorý môže podporiť nielen sorpciu ťažkých kovov, ale aj iných kontaminantov. Zodpovedajúci výskum sa pripravuje.



# Regulační armatury ve vodárenství – volby, návrhy, výpočty

**Ing. Josef Chrástek**

Jihomoravská armaturka, spol. s r.o. Hodonín

Při výstavbách, rekonstrukcích či modernizacích vodárenských provozů se velmi často uplatňují požadavky na volbu správného typu regulačních armatur.

Pod pojmem regulace je možné si v této souvislosti představit vliv řídicího prvku v potrubním systému na změny tlaku nebo průtokových množství.

## Základní požadavky na regulaci:

- regulace tlaku
- regulace průtoku
- regulace úrovně hladiny

Na níže uvedeném geografickém vyobrazení jsou znázorněny jednotlivé aplikace použití regulačních armatur



## Příklad

Každá ze dvou osad leží v různé nadmořské výšce vzhledem k poloze čerpací stanice. Proto je nutné nastavit různá tlaková pásma na jednotlivých přivaděcích, použitím regulačních ventilů.

Hodnoty tlakových úrovní mohou být nastaveny následujícím způsobem:

- fixní nastavení konstantního tlaku v průběhu 24 hod
- dvoustupňové nastavení tlaku - denní režim, - noční režim
- pružná modulační regulace tlaku v závislosti na hodině denního odběru (PID)



### Příklad

Základní regulace průtokových množství při vyšších diferenčních spádech na základě principu lineárního škrcení.

Eliminace náběhových tlakových špiček, aniž by vznikaly vibrace, nepříjemné hranice hluku nebo škody na potrubním systému vlivem kavitačních erozí.



### Příklad

Při plnění vodojemů tlakovým potrubím z čerpacích stanic nebo prostřednictvím gravitačních přivaděčů, je nutné zajistit maření energie vody a regulovat průtok v přímé vazbě na požadovanou výšku hladiny dle aktuální spotřeby. Děje se to na základě snímání výšky či tlaku vodního sloupce s převodem signalizace na servopohon vhodné regulační armatury.

## Nevhodné armatury pro regulaci

- Špatná regulační charakteristika
- Vysoký kavitační koeficient
- „špatný design“ pro účely regulace

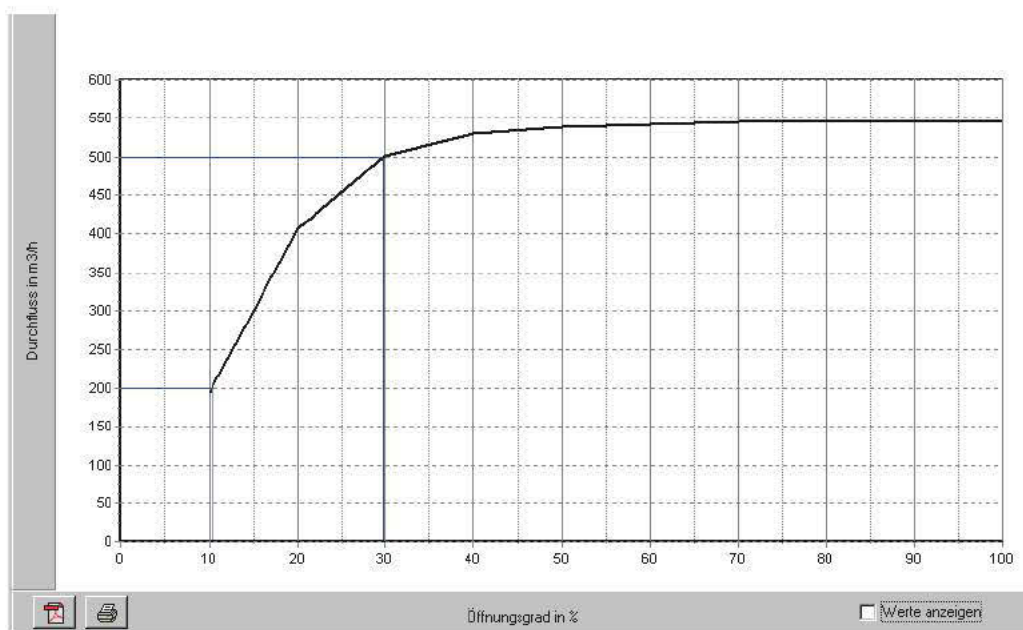
Soupátka



Uzavírací klapky



Tyto armatury by měly být používány jako ryze uzavírací členy se dvěma provozními polohami zavřeno – otevřeno. Změna průtokového množství ve vztahu k poloze uzavíracího členu je totiž velmi nelineární. Regulace množství nastává až v intervalu cca (35 – 0) % otevření, viz obr., přičemž tato provozní oblast je doprovázena intenzivní kavitací.



Nevhodný průběh regulace

## Kavitace nevhodně volených armatur



Důsledky kavitace armatur, jenž byly delší dobu provozovány v seškrčené poloze za účelem regulace průtoku. Snížením tlaku seškrčením, narůstá pak neúměrně průtoková rychlost při stěně tělesa armatury – vzniká vysoká vnitřní energie, jenž se vybíjí implozí molekul vody na stěně armatury mechanismem kavitační eroze.

### Regulační klapky

Regulace pomocí klapkových uzávěrů je částečně možná, avšak jen pro mělké provozní podmínky, tj. pro nižší diferenční spády, přičemž každý takový provozní stav musí být ověřen kontrolním přepočtem z hlediska hodnoty kavitačního indexu sigma -  $\sigma$ .

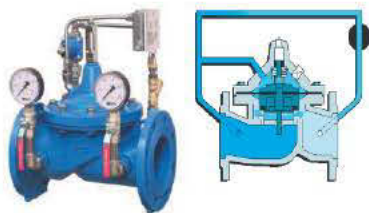
$$\sigma = \frac{H_2 + H_{AT} - H_d}{(H_1 - H_2) + \frac{v^2}{2g}}$$

**Pokud je  $\sigma \geq 1,75$  - klapkový uzávěr je možné pro regulaci použít!**  
- v opačném případě je nutné navrhnout regulační ventil

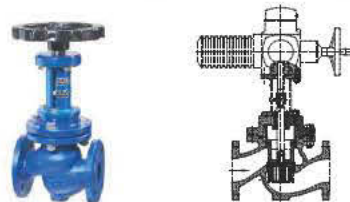
|          |   |                                           |
|----------|---|-------------------------------------------|
| $\sigma$ | = | kavitační factor                          |
| $H_1$    | = | vstupní tlak (mWC)                        |
| $H_2$    | = | výstupní tlak (mWC)                       |
| $H_{AT}$ | = | atmosferický tlak (~10 mWC)               |
| $v$      | = | rychlost proudění (m/s)                   |
| $g$      | = | tíhové zrychlení (9.81 m/s <sup>2</sup> ) |
| $H_d$    | = | tlak nasycených par (20° = 0.23 mWC)      |
| $Q$      | = | průtok (m <sup>3</sup> /h)                |
| $A$      | = | průřezová plocha (m <sup>2</sup> )        |

# Ventily určené pro regulaci tlaku

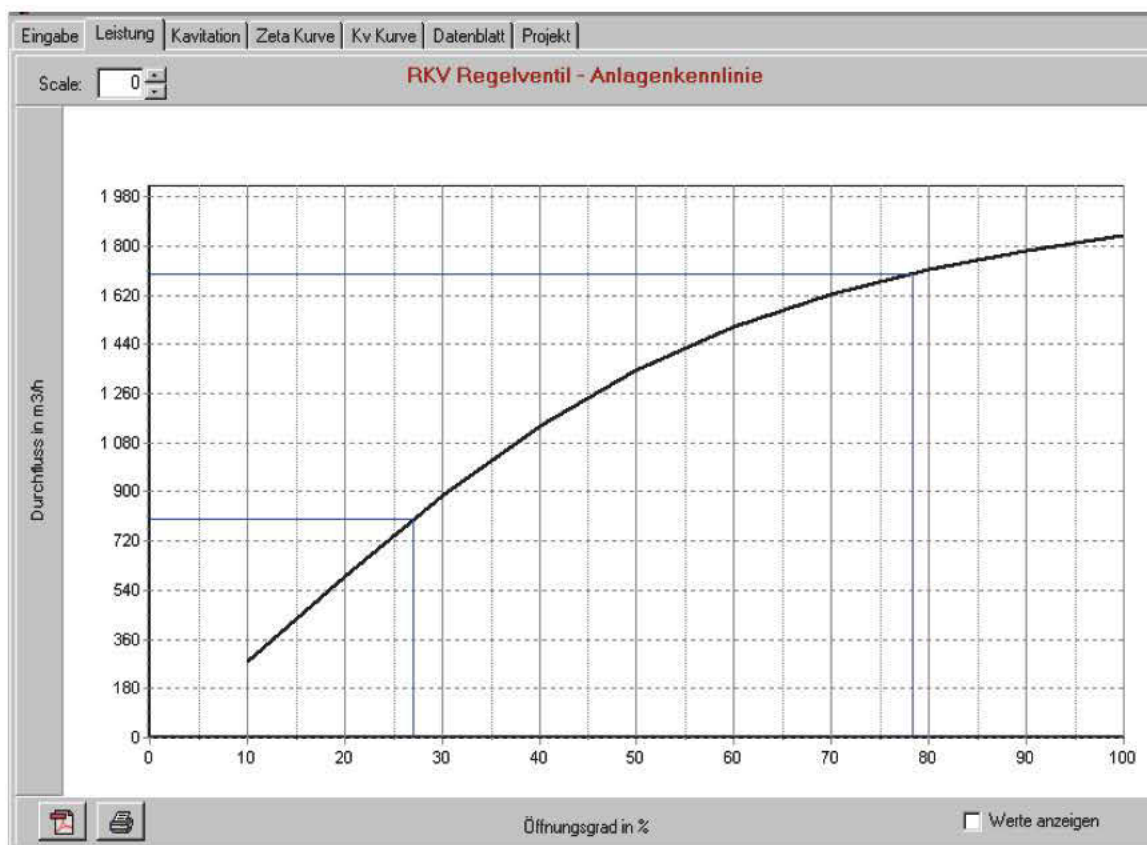
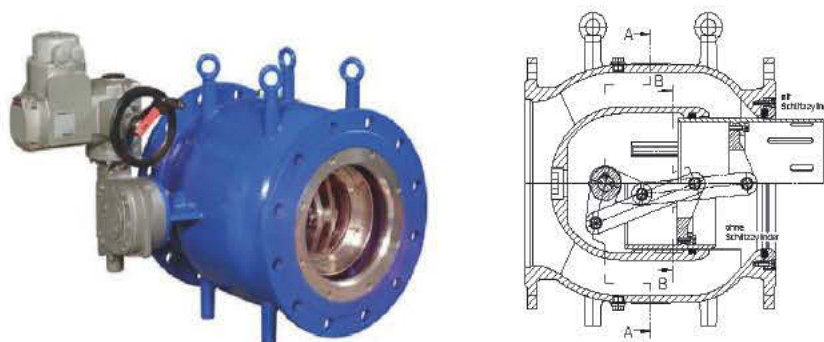
Automatické regulační ventily



Regulační ventil DURA



Plunžrový ventil RIKO



Lineární průběh regulace plunžrového ventilu

### **Plunžrové ventily**

Z hlediska stability průtokových charakteristik, linearity chování, univerzálnosti nasazení, životnosti a provozní spolehlivosti se jednoznačně jeví jako nejlepší regulační armatura právě plunžrový ventil.

Plunžrové ventily jsou řídicí zařízení, které na základě principu lineárního škrcení vyvolávají v potrubí tlakové ztráty tak, aby se změnil průtok podle požadované charakteristiky v závislosti na stupni otevření

Plunžrové ventily se používají především tam, kde se v provozu požaduje objemová regulace průtokových množství, nebo musí být odstraněny náběhové tlakové špičky, aniž by vznikaly vibrace, nepříjemné hranice hluku nebo škody na potrubním systému vlivem kavitační eroze.

Plunžrové ventily jsou co do výrobních a materiálových nákladů podstatně dražší než šoupátka nebo klapky, takže jsou přijatelné jako optimální řešení pouze tam, kde jsou uplatněny požadavky na:

- lineární škrcení vody při vyšších diferenčních tlacích
- regulování s vyloučením vzniku kavitace
- možnost změny regulační charakteristiky v závislosti na změně provozních podmínek

Označení plunžrový ventil je odvozen od konstrukčních znaků:

- axiální pohyb uzavíracího tělesa k sedlu ve směru proudění je hlavním znakem
- axiálně se pohybující uzavírací těleso má tvar pístu – plunžru
- průřez průtoku je v každé poloze kruhový

### POPIS

Těleso je jednodílné – vnitřní těleso je spojeno s vnějším tělesem žebrováním

Vnitřní těleso má na vtoku kulový tvar

Prstencový prostor je navržen tak, že je možné průběžné škrcení k sedlu

Pohyblivý plunžr se nastavuje přes klikový mechanismus

Při pohybu pístu proti jeho uzavírací poloze se prstencový průřez průtoku zmenšuje při zachování souosého proudění, až dojde v koncové uzavírací poloze ke zcela těsnému uzavření.

Výtoková část je proměnlivá a umožňuje jednoduchou stavebnicovou formou změnit charakteristiku ventilu.

Toto je velmi podstatná výhoda plunžrových ventilů, které tak mohou být přizpůsobeny změněným provozním podmínkám i později po zabudování, dojde-li v budoucnu ke změně provozních podmínek.

Z tohoto uspořádání vyplývají pro plunžrové ventily následující přednosti:

- univerzální nasazení s velkým rozsahem regulování
- nízký kavitační koeficient
- stabilní průběh proudění
- provoz bez vibrací a hluku
- měnitelná výtoková část – optimální průběh proudění pro každou provozní podmínku
- malé ovládací síly v důsledku optimálního navržení klik. mech. a šnek. převodovky

Konstrukční požadavky:

- řídicí člen musí být tak velký, aby při nejnižším  $\Delta P$  na ventilu propustil max. průtok
- průtok v závislosti na stupni otevření – charakteristika musí být taková, aby byla dodržena stabilita regulačního okruhu v oblasti řízení
- v celé řídicí oblasti nesmí nastat kavitace

### **Návrhy - Výpočty**

Pro správný návrh regulační armatury pro konkrétní požadované provozní aplikace je možné využívat řady dostupných, výpočtových programů, jež jsou dnes k dispozici.

Výrobce armatury pak může zákazníkovi doložit veškeré nutné technické výstupy, jako jsou technické a rozměrové data-sheety, průtokové charakteristiky, kavitační oblasti, křivky ztrátových součinitelů apod.

V závěru mého vystoupení bych rád předvedl jeden z takových programů na bázi aplikovaného CADu. na PC. Každý případný zájemce může na požádání získat tento program na CD romu.



# Zkušenosti z přípravy projektové dokumentace dle standardů FIDIC – Yellow Book a Red Book

Ing. MUDr. Jindřich Šesták

Sweco Hydroprojekt a.s.

---

V Prishtině se staví! Tato skutečnost vedla autora příspěvku k rozhodnutí volně navázat na přednášku o prishtinských zkušenostech s projektováním podle standardů FIDIC přednesenou na konferenci Pitná voda Tábor 2014. V poslední době se o standardech FIDIC také více diskutuje i mezi tou částí technické veřejnosti, která doposud svou pozornost soustřeďovala na technickou stránku projektování a kterou formální otázky soutěžení nechávaly chladnou. V neposlední řadě může tento příspěvek doplnit o pohled projektanta zajímavou sérii článků JUDr. Lukáše Klee, Ph.D., LL.M, MBA uveřejňovaných v posledních (podzim 2014) vydáních časopisu Stavebnictví [2, 3].

## Co se staví

Na začátek několik technických faktů: Prishtina, hlavní město Kosova, je doposud zásobována ze dvou úpraven vody upravujících povrchovou vodu z přehradních nádrží. Dříve provozované podzemní zdroje jsou odstaveny. Od sedmdesátých let dvacátého století se v Prishtině uvažuje o výstavbě úpravy vody nové. Zdrojem surové vody pro novou úpravnu Shkabaj (700 l/s v roce 2016, 1 250 l/s ve druhé etapě kolem roku 2030) je zavlažovací kanál vzdálený cca 15 km od Prishtiny, který přivádí vodu z asi 50 km vzdálené přehradní nádrže Gazivode (nadm. výška hladiny cca 700 m n. m.) skrz relativně hustě obydlenou a intenzívně zemědělsky využívanou oblast. Z navrhovaného **odběrného objektu na zavlažovacím kanálu** (nadmořská výška odběrného objektu 550 m n. m.) má být voda gravitačně potrubím DN 1200 (dl. cca 9 km) přiváděna do navrhované **čerpací stanice surové vody**, která ji má čerpat (H = 85 m) potrubím DN 1200 (dl. cca 4 km) do nové **úpravy vody Shkabaj** (cca 595 m n. m.). Z ní bude upravená voda dvěma výtlačnými řady (DN 900 a DN 1000) čerpána do dvou **stávajících vodojemů** na okraji Prishtiny (cca 600 a 660 m n. m.). Úprava vody je v návrhu koncipována jako jednostupňová s rychlofiltrací na dvouvrstvých filtrech.

## Metoda soutěže na výběr zhotovitele, obecně o knihách FIDIC

Po desítkách let příprav, na kterých se v dobách před rokem 1989 i po něm podílel pražský Hydroprojekt, vyhlásil investor (viz dále) v roce 2012 ve spolupráci s německou konzultační společností KOCKS soutěž pro výběr správce stavby (viz dále), v níž zvítězilo sdružení firem (Joint Venture) Dorsch (Mnichov) a Sweco Hydroprojekt (Praha). Už v průběhu přípravy soutěže pro výběr správce stavby (2010 – 2012) bylo rozhodnuto, že objekty související s dopravou vody (tedy odběrný objekt, čerpací stanice surové vody a potrubní řady) budou vystavěny s využitím tzv. „červeného FIDICu“ [1] a úprava vody podle tzv. „žlutého FIDICu“ [1].

Na tomto místě snad neuškodí srozumitelnou neprávnickou řečí připomenout, co FIDIC je a jaké jsou charakteristiky hlavních způsobů zadávání výstavby. FIDIC je zkratka Fédération Internationale des Ingénieurs-Conseils, Mezinárodní federace konzultačních inženýrů. Ta vydává obecné vzory smluvních podmínek, které mohou použít investoři po celém světě pro uzavření smluv se zhotoviteli. Ve smluvních podmínkách jsou detailně popsány práva a povinnosti všech zúčastněných stran (objednatel, správce

stavby a zhotovitele – viz dále), obecně je řešen postup výstavby (zahájení prací, lhůty), předání/převzetí, odpovědnost za vady, rizika a odpovědnosti, pojištění, vyšší moc, spory atd. Relativně často používanými a známými jsou vzorové smluvní podmínky Conditions of Contract for Construction (často zkracováno CONS), několikastránková publikace, podle červené obálky (asi prvního vydání) známá pod názvem „červený FIDIC“, a Conditions of Contract for Plant and Design-Build (častá zkratka P&DB), známá jako „žlutý FIDIC“ (asi také podle barvy původní obálky, autor příspěvku neví. Pro úplnost je vhodné dodat, že existují i další vzory, označované jako „stříbrný“ a „zlatý“, s těmi ovšem autor nemá žádnou osobní zkušenost). Nejde tedy o žádné abstraktní pojmy, ale o docela konkrétní, dobře promyšlené, detailní (a velmi tlusté ☺) vzorové smlouvy. Z praktických důvodů jsou děleny na obecné podmínky, které se nechávají bez úprav, a na podmínky specifické, kde se definuje např. jazyk projektu a k jednotlivým bodům podmínek obecných se může (ale nemusí) uvést upřesnění/změna (např. se zde mohou prodloužit nebo zkrátit některé lhůty...). Jednotlivé vzory se zásadně liší dělbou odpovědnosti mezi investorem a zhotovitelem.

„Červený FIDIC“ je vzor smluvních podmínek, který se využívá tehdy, když je investor schopen a ochoten vlastními silami nebo s využitím správce stavby [1] připravit projektovou dokumentaci blížíci se podrobností prováděcí dokumentaci (podle českého stavebního zákona a příslušných vyhlášek). Autor příspěvku má dále za to, že podle „červeného FIDICu“ je vhodné postupovat tam, kde převažují dobře definovatelné stavební práce, a kde se od zhotovitele (stavební firmy) neočekává zvláštní invence, ale kvalitní provedení převážně stavebních prací. V daném případě se tedy rozhodnutí zadat výstavbu potrubí podle „červeného FIDICu“ jeví jako velice rozumné, protože je pravděpodobné, že výsledek bude od všech stavebních dodavatelů přibližně stejný a nelze naopak očekávat, že by některý z dodavatelů přišel s nějakou revoluční myšlenkou či např. mohl využít svých zkušeností k výraznému vylepšení projektu. V tomto případě – a teď se vědomě zjednodušuje – jde ovšem zodpovědnost za technický návrh za investorem, resp. za správcem stavby (budou definováni dále), tedy za tím, kdo zpracovával podrobnou projektovou dokumentaci. To v praxi znamená, že kdyby např. voda ze zavlažovacího kanálu do úpravný nedotekla v požadovaném množství, pokrčil by zhotovitel stavebních prací s největší pravděpodobností rameny a řekl by: „Dámy a pánové, jak jste si to objednali, tak to máte. Že tam měla být místo dvanáctistovky čtrnáctistovka, to jste měli vědět dřív, to MĚ nezajímá, to je VAŠE věc, koukejte zaplatit.“ U odběrného objektu a čerpací stanice surové vody není jejich zařazení do části soutěžené podle „červeného FIDICu“ tak jednoznačně pochopitelné. Je docela pravděpodobné, že každý ze stavebních dodavatelů by tyto objekty pojednal poněkud rozdílně, kdyby je měl i projektovat, využil by svých znalostí a zkušeností, osadil by např. různé druhy uzávěrů, jinak by řešil lapání hrubých nečistot, navrhnul by jiné sestavy čerpadel apod. Zadání podle „červeného FIDICu“ v tomto případě tohoto potenciálu zhotovitelů nevyužilo, naopak poměrně striktně tyto parametry předepsalo, a je na vybraném zhotoviteli, aby podle investorova projektu zpracovaného správcem stavby objekty „pouze“ postavil.

V případě „žlutého FIDICu“, podle kterého byl hledán zhotovitel (stavební dodavatel) pro úpravnu vody, je situace odlišná. Jde o tzv. Design – Build metodu zadání projektu, tedy „vyprojektuj – postav“. V tomto případě investor zajišťuje pouze malou část technické dokumentace, uvádí se např. 10 % veškeré nutné projektové dokumentace pro realizaci [3], a to zejména proto, aby bylo jasné definováno zadání, a také proto, aby bylo možno s rozumnou přesností odhadnout náklady a předejít tak pozdějším

překvapením. Hlavní část dokumentace zajišťuje zhotovitel stavebních prací. Je zřejmé, že v tomto případě má zhotovitel podstatně větší volnost, může „náčrtky“ investora do značné míry upravit a také může přijít s vlastními technickými řešeními, která se osvědčila na jiných místech nebo která zhotovitel dlouhá léta rozvíjí. „Žlutý FIDIC“ se tedy nejčastěji používá tam, kde investor nechce/nemůže vlastními silami nebo skrze správce stavby zajišťovat projektovou dokumentaci, a to hlavně u infrastrukturních staveb s velkým podílem technologie. Odpovědnost za technický návrh je v tomto případě podstatně více na zhotoviteli, tedy pokud by linka úpravny nebyla schopná upravit požadované množství vody, dověděl by se zhotovitel od investora např. toto: „Koukejte ty malé trubky mezi flokulací a filtrací vykopat a dát tam větší, VY jste garantovali, že to vyrobí 1 250 l/s, MY vám to dřív nezaplatíme“.

Jestliže výše používané pojmy *objednatel* (investor) a *zhotovitel* asi nepotřebují dlouhá vysvětlování, u pojmu *správce stavby* (Inženýr, Engineer) je situace docela obtížná asi i proto, že v podmínkách ČR není tato strana výstavby tradiční. Definice z FIDIC, kde se mimo jiné praví, že „správce stavby znamená osobu určenou objednatelem k tomu, aby vystupovala jako správce stavby...“ mnoho světla do temnot nevnese. Autorovi příspěvku otevřel oči zejména JUDr. Klee [2], který uvádí „...Správce zakázky, jehož najímá objednatel ... se zabývá koordinací, monitorováním, dohlížením na soulad s normami, potvrzuje provedené práce...“ a dále „...Konzultační inženýr tradičně vykonává širokou škálu činností, počínaje vypracováním projektové dokumentace pro nabídkové řízení (včetně specifikací a výkazu výměr), dále vypracováním všech dokumentů potřebných k získání konkurenceschopné ceny od kompetentního zhotovitele a dále též poradenstvím ohledně výběru zhotovitele. Ihned po zahájení prací správce stavby dohlíží na jejich provádění a kontroluje je s cílem zajistit shodu s požadavky projektové dokumentace, vykonává správu zakázky, vypořádává se s problémy, potvrzuje (rozsah vykonaných prací? – poznámka Šesták) a vystupuje jako řešitel sporů. Právě neutralita správce stavby je klíčem k úspěchu výstavbového projektu“.

### **Podrobnost dokumentace, její obsah, zvláštnosti od běžné praxe**

Popis činnosti správce stavby uvedený v závěru předchozího odstavce velmi přesně odpovídá tomu, co v daném případě vykonává společný podnik – sdružení firem (Joint Venture) Dorsch a Sweco Hydroprojekt, byť je jeho pozice nazývána Consultant a nikoliv Engineer. Hlavní úlohou Sweco Hydroprojektu bylo a je výše uvedené „vypracování projektové dokumentace pro nabídkové řízení včetně specifikací a výkazu výměr“ a kontrola dokumentace, kterou postupně vypracovává zhotovitel. Dalšími představiteli hlavních rolí jsou investor – RWCP (Regional Water Company in Prishtina), společnost vlastníci a provozující vodovody a kanalizace v Prishtině, který má podporu německé banky pro obnovu – a zhotovitel, rakouský Strabag. Postup byl takový, že investor nejprve v mezinárodní soutěži (s pomocí konzultanta KOCKS – viz výše) vybral správce stavby a spolu s ním potom, také v soutěži, zhotovitele. Soutěže na výběr zhotovitele byly dvě, jedna podle „červeného“ a druhá podle „žlutého FIDICu“. V obou soutěžích v roce 2014 zvítězil rakouský Strabag, vždy ovšem jiná divize.

Nyní k činnosti, která byla doposud hlavním úkolem správce stavby – vypracování projektové dokumentace pro výběr zhotovitele. Vedoucí sdružení, společnost Dorsch, zajišťovala zejména globální náležitosti (stanovení celkového postupu soutěže – v tomto případě dvoukolového skládajícího se z předkvalifikace a vlastní soutěže, určení struktury dokumentace, včasné a správné uveřejňování oznámení o připravovaných

zakázkách, zajištění lokálních subdodavatelů apod.), druhý člen sdružení, Sweco Hydroprojekt, zpracovával zejména technickou část dokumentace, tedy výpočty, výkresy, technickou část zpráv, výkazy výměr / přehledy cen, orientační ocenění a některé terénní průzkumy.

První otázka při dohadování rozsahu technické části dokumentace byla na podrobnost výkresů. K dispozici pro diskusi byla sada výkresů zpracovaných v nedávné minulosti tureckou projektovou firmou pro obdobnou akci, zahrnující jak potrubní řady s menšími objekty, určené pro výběr zhotovitele podle „červeného FIDICu“, tak objekt s velkým podílem technologie (čistírna odpadních vod), pro nějž se zhotovitel vybral podle „žlutého FIDICu“.

Poměrně jasná byla situace v případě „červeného FIDICu“. Požadovaná podrobnost dokumentace docela přesně odpovídala české dokumentaci pro provedení stavby. Diskutovat je možno o výkresech výztuže, které jsou při jednáních se zahraničními zákazníky jakýmsi etalonem charakterizujícím podrobnost dokumentace, podobně jako kladečská schémata. V popisovaném konkrétním případě bylo dohodnuto, že výkresy výztuže budou pro „červenofidicovou“ část vytvořeny (kladečská schémata pak pro profily DN 400 a větší, u menších potrubí se schémata nepřikládala). Konkrétní zkušenost je taková, že po předání pečlivě a podrobně zpracovaných výkresů výztuže (šlo hlavně o stavební část čerpací stanice surové vody) včetně podrobných výpočtů byly rozsah a podrobnost pro vedoucího sdružení překvapivé a je možno učinit závěr, že pro podobnou potřebu v budoucnosti by měla postačit schémata výztuže. Na podporu této myšlenky je možno vzít komentář ke knihám FIDIC [1], kde se uvádí, že v případě „červeného FIDICu“ mají být objednatel sám nebo pro něj pracující správce stavby schopni vytvořit projektovou dokumentaci „snad s výjimkou konstrukčních detailů, výztuže atd.“. I podle tohoto komentáře se tedy zdá, že podrobné výkresy výztuže nutně nejsou a snad i schémata výztuže jsou „navíc“.

Naprosto jiné, a pro inženýra zvyklého na podrobnost výkresové dokumentace podle českého stavebního zákona obtížně pochopitelné, jsou požadavky na podrobnost nebo spíše nepodrobnost dokumentace pro „žlutý FIDIC“. Rozhodující jsou plochy a objemy, aby se zjistilo, že se požadovaná stavba na určený pozemek vejde a aby bylo možno s rozumnou přesností odhadnout investiční náklady. Naopak třeba výškové umístění budov, trubních propojů a komunikací je naprosto podružné. Podle JUDr. Klee [3] je přílišná podrobnost dokumentace dokonce na škodu, protože tím objednatelé „...omezují zhotovitele co do možnosti navrhnout alternativní řešení a někdy lepší postupy realizace, a to přesto, že metoda Design-Build nejlépe funguje při méně podrobných požadavcích objednatele.“ Se znalostí české projektové praxe si autor příspěvku dovoluje tvrdit, že taková podrobnost výkresové dokumentace, jaká je vhodná pro soutěž podle „žlutého FIDICu“, nemá v českých podmínkách obdoby a snad by ji bylo možno situovat mezi studii a dokumentaci pro územní rozhodnutí.

**Zrada** pro projektanta je u „žlutého FIDICu“ ukryta jinde než ve výkresech. Jde o technické podmínky (Employer's Requirements - Specifications) – přílohy, které jsou či spíše byly v českých podmínkách obvykle podceňovány. Dokumenty měly tyto názvy:

- Záruky technických parametrů (Technical Performance Guarantees)
- Tabulka pro vyhodnocení nabídek (Tender Evaluation)
- Technické specifikace (Technical Specifications)

**Záruky technických parametrů** jsou několikastránkový formulář, který musí být vyplněn a podepsán soutěžícím, je nedílnou součástí nabídky a je závazný. V tomto dokumentu se uchazeč zavazuje, že dílo bude mít takové výkonové a jiné parametry, jaké si investor přeje. Na první pohled jednoduché, v praxi ovšem projektantova noční můra, pro starší kolegy „nějaké pindy, s tím na mě nechod', kdybys radši spočítal hydrauliku“. Pro ilustraci: Je jasné, že cílem je výroba pitné vody podle evropské legislativy (směrnice 98/83/EC). Mělo by tedy být v garanci asi uvedeno, že zhotovitel ručí za to, že jím vyprojektovaná a postavená úpravná vody bude vyrábět pitnou vodu ve shodě se směrnicí 98/83/EC. Opravdu? Za všech okolností? I při zákalu 1 000 NTU? Když údaje o jakosti surové vody jsou jako noty na buben? Obecně: Při velmi přísných požadavcích na garance hrozí předimenzování díla a překročení daného finančního rámce, naopak při málo přísných požadavcích je reálné nebezpečí, že pochopitelná snaha zhotovitele nabídnout nejnížší cenu a i v průběhu stavby ušetřit povede k poddimenzování díla a potížím v pozáručním provozu.

**Tabulka pro vyhodnocení nabídek** měla překvapivě silný efekt, i když při vyhodnocení „žlutoFIDICové“ části mělo technické řešení váhu jen 20 % (80% váhu měla cena, samozřejmě s tím, že nevyhovující nabídky budou vyřazeny). V této tabulce jsou předem, tedy před soutěží, uvedeny parametry, podle kterých se bude nabídka hodnotit, s bodovým oceněním jednotlivých parametrů. Opět na první pohled snadná formalita, ale zkus se, čtenáři, zamyslet, co bys tam uvedl? Podle čeho hodnotit nabídku na projekt a stavbu úpravní vody? Čím nižší garantovaná CHSK upravené vody, tím více bodů? A jak to má zhotovitel uvádět, když úpravnu bude provozovat investor? A opravdu je žádoucí co nejnížší CHSK, není lepší s menšími dávkami dosáhnout hodnoty 2,99 mg/l (podle evropské legislativy 4,99 mg/l), splnit tak legislativní požadavky a ušetřit chemikálie? Nebo má menší garantovaná spotřeba energie dostat více bodů (na tomto parametru trvala německá banka, která projekt finančně podporuje)? A jaký to bude mít smysl, když bez ohledu na zhotovitele bude nutno přečerpávat výkon úpravní do výšky cca 50 m? Uvedení takového parametru povede jenom k tomu, že nejvíce bodů získá nejodvážnější gambler doufající (docela oprávněně) v to, že „papír snese všechno“ a po dokončení stavby se na nějaké body při hodnocení buď zapomene, nebo se z toho už nějak vykroutí. Další příklady budou uvedeny (a vzápětí zpochybněny) na konferenci.

**Technické specifikace** předepisují zejména kvalitu, v níž má být dílo provedeno. Autor příspěvku by se osobně klonil ke stručné, jasné a obecné charakteristice typu „mám málo peněz, takže chci všechno pokud možno z levného plastu, klidně pomalé, nepohodlné a třeba i náročnější na obsluhu“, nebo naopak „nevím co s penězi, tak chci všechno ze zlata a posázené diamanty, bezobslužné a pohodlně ovladatelné z hotelu v Dubaji...“. Praxe je taková, že každý projektant má několik verzí různě podrobných a různě kvalitních vzorů, které řeší vše od trhacích prací až po materiál držáku na toaletní papír. I v případě Prishtiny byly technické specifikace pracně kompilovány z několika zdrojů, jsou velmi rozsáhlé a je jen velmi obtížně možno zaručit jejich konzistentnost. To platí stejně pro „červený“ i „žlutý FIDIC“.

### **Ocenění, výkaz výměr / přehled cen**

Součástí projektových prací podle „červeného“ i „žlutého FIDICu“ je formulář pro ocenění díla uchazečem, jehož podrobnost a název se však u obou metod liší. U „červeného FIDICu“ je zpracován klasický výkaz výměr (Bill of Quantities),

u „žlutého FIDICu“ se přikládá tzv. Schedule of Prices (Přehled cen). Poněkud překvapivé může být, že pravděpodobně nejsou žádné mezinárodní standardy pro tvorbu těchto výkazů nebo je alespoň nikdo ze zúčastněných na popisovaném projektu neznal. V daném případě se tvůrci výkazu snažili použít zejména zdravý rozum a do výkazu zahrnuli především položky, které jsou snadno přeměřitelné (v případě „červeného FIDICu“), jako např. délky potrubí, výkopy pro zemní práce dělené do tří kategorií podle hloubky apod.

Autor příspěvku alespoň touto formou protestuje proti v ČR nově prosazovanému soupisu prací, ve kterém se nesmyslně kombinují hmatatelné položky výsledného díla (délky potrubí, objemy zdiva a betonu...) s těžko měřitelnými a zcela nepřehlednými činnostmi (všechny horizontální a vertikální přesuny hmot, čerpání vod apod.). Autor příspěvku by z pozice investora, kdyby v ní byl, nechtěl platit za vertikální ani za horizontální přesun hmot, ale za položenou trubku, ať si zhotovitel přesouvá co chce, odkud chce a kam chce. Současná praxe vede ke katastrofálnímu znepřehlednění výkazů výměr a v případě větších staveb k neúnosnému rozsahu a zbytečné pracnosti těchto příloh. Podle zkušeností sdělených právě během projektu velmi zkušenými inženýry s mnohaletou praxí v celém světě procházela i britská projektová praxe snad v devadesátých letech dvacátého století tímto extrémně podrobným přístupem, brzy jej však ke svému dobru opustila a přešla na méně podrobné, přehlednější a snadno měřitelné položky. Podle použitých technických specifikací je např. za způsob provedení a zajištění bezpečnosti výkopu zodpovědný zhotovitel a není na projektantovi, aby určoval, jaká část výkopu bude v pažené a jaká ve svahované rýze, ani typ pažení. Ve výkazu výměr jsou uvedeny délky výkopů a nikoliv objemy.

Schedule of Prices je dokument, který je součástí dokumentace podle „žlutého FIDICu“ a který byl v daném případě vytvořen tak, že jako jeho položky (řádky) byly uvedeny jednotlivé stavební objekty a provozní soubory jako komplet, tedy bylo na uchazeči, aby ocenil např. budovu filtrace jako celek a uvedl jednu částku. Žádné míry se nepřeměřují, zhotoviteli je během výstavby proplacena taková část z jím uvedené paušální sumy za objekt, jakou navrhne správce stavby ke dni platby (např. při rozestavěnosti 40 % z budovy filtrace je ke dni platby vyplaceno 40 % z paušální sumy, kterou uchazeč-zhotovitel pro tuto budovu uvedl).

### **Místo závěru**

Autor příspěvku se v nedávné minulosti několikrát setkal s názorem, který by bylo možno shrnout slovy: „Mně je to jedno, soutěžte si třeba podle FIDICu bledězeleného s růžovými puntíky, mně to zajímá po technické stránce.“ Nositelé těchto docela dobře pochopitelných názorů se ovšem v některých případech nemůžou divit, když místo jimi očekávaných a v zadávací dokumentaci třeba i pečlivě zakreslených kvalit bude výsledné dílo vykazovat kvality docela jiné...

### **Literatura**

1. The FIDIC Contracts Guide, FIDIC, 2000 (obsahuje Conditions of Contract for Construction – tzv. „červený FIDIC“, Conditions of Contract for Plant and Design-Build – tzv. „žlutý FIDIC“ a Conditions of Contract for EPC/Turnkey Project – tzv. „stříbrný FIDIC“)
2. Klee, L. Správa stavební zakázky. *Časopis stavebnictví*; listopad 2014, č. 11-12/2014, s. 57-59
3. Klee, L. Zadávání výstavbových projektů metodou Design-Build. *Časopis stavebnictví*; říjen 2014, č. 10/2014, s. 44-47

# Studium tvorby biofilmů na materiálech při úpravě vody

Vladimíra Škopová<sup>1)</sup>, Jana Říhová Ambrožová<sup>1)</sup>, Jaroslav Říha<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> VŠCHT FTOP ÚTVP Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6

[skopovav@vscht.cz](mailto:skopovav@vscht.cz), [jana.ambrozova@vscht.cz](mailto:jana.ambrozova@vscht.cz)

<sup>2)</sup> Severočeské vodovody a kanalizace, a.s., závod Teplice, Přítkovská 1696, 415 50 Teplice

[jaroslav.riha@scvk.cz](mailto:jaroslav.riha@scvk.cz)

---

## 1. Úvod

Biofilmy, se tvoří dříve nebo později na všech materiálech, které jsou ve styku s vodou a kde jsou přítomné mikroorganismy. Proto je studiu biofilmů věnována, čím dál větší pozornost. Biofilmy mohou způsobovat celou řadu problémů, podle místa, kde narůstají. Většinou se jedná o problémy fyzikální, chemické a biologické, popřípadě hygienické. Například narostlý biofilm může způsobovat turbulenci protékající kapaliny a zmenšovat průsvit. Svou souvislou vrstvou může biofilm působit jako izolant ve výměnících tepla a tím snižovat jejich účinnost, svou aktivitou a metabolickou činností může měnit složení a charakter vody a podporovat korozi, tyto problémy vadí hlavně v průmyslových systémech, ale například na úpravnách vody, kde biofilmy také narůstají, nám vadí především z hygienického hlediska. Biofilmy znečišťují povrchy, na nichž se tvoří, snižují kvalitu upravované vody, v případě velkého výskytu musí být zajištěna dostatečná dezinfekce upravené vody. Jelikož by se biofilmy mohli šířit celou distribuční sítí a způsobit patogenní infekci<sup>4</sup>. Vliv na tvorbu biofilmů mají některé environmentální faktory, např. teplota vody, přítomnost dezinfekčních činidel, případné zbytkové množství mikroorganismů apod. Míra nárůstu mikroorganismů mezi jednotlivými vodárenskými objekty a tudíž i případný negativní vliv na kvalitu a nezávadnost pitné vody je různá a odvíjí se od charakteru celé distribuční sítě včetně uspořádání, provozu a doby zdržení vody v systému. Z provozního hlediska je zcela zásadní otázkou, jaká je maximální doba zdržení pitné vody v potrubí a vodojemech, kdy lze říci, že je voda ještě bezpečná a zdravotně nezávadná. S tím souvisí podíl tvorby biofilmů na materiálech přicházejících do kontaktu s vodou a předpoklad preference materiálů přisedlými mikroorganismy.

## 2. Vlastnosti a vznik biofilmu

Mikroorganismy se ve vodě nevyskytují pouze ve formě planktonu nebo volně suspendovaných buněk. Mohou se přichycovat a růst na různých podkladech, poté se stávají biofilmem. Ten je složen z dobře organizovaných, spolupracujících společenstev mikrobiálních buněk a extracelulárních polymerních látek (EPS), které buňky vylučují a následně je pomáhají držet pohromadě. EPS se většinou liší z chemického a fyzikálního hlediska, ale nejčastěji jsou tvořeny polysacharidy. Po vytvoření je biofilm viskózní, elastický a kompaktní, je složen z agregátů a četných dutin, kterými jsou do biofilmu vnášeny potřebné látky (organické, anorganické a kyslík), a naopak z biofilmu se dostávají do okolního prostředí produkty metabolismu (ve své podstatě látky odpadní). Pro mikroorganismy, hlavně pro bakterie, je výhodnější a přirozenější tvořit biofilm, než se vyskytovat volně<sup>2,4</sup>.

Vývoj biofilmu je vysoce organizovaný a regulovaný proces. Různé druhy mikroorganismů začínají tvorbu biofilmu v jiných podmínkách. Na tvorbu biofilmů

mají vliv nejen nutriční vlastnosti média, ale také teplota, hodnota pH, koncentrace kyslíku, osmolarita a další faktory, jako např. přítomnost mikronutrientů. Vznik, vývoj a stabilizace biofilmů probíhá v několika návazných krocích. Nejprve se na povrch materiálu adsorbují molekuly substrátu. Poté začnou na povrch přisedat mikroorganismy, které se začnou „obalovat“ EPS, které jim slouží, jako ochrana, pojídlo a pomáhají i při komunikaci. Přizpůsobují se životu v biofilmu, např. regulují rychlost svého množení a ztrácí bičíky a fimbrie. Posledním krokem je uvolňování buněk z biofilmu, k tomu může vést několik důvodů, např. vysoká růstová rychlost nebo hladovění bakterií v biofilmu, které může být způsobeno vyčerpáním nutrientů z podkladového materiálu. Buňky se opět stávají pohyblivé, narůstají jim bičíky a jiné pohybové orgány. Pokud chtějí bakterie opustit biofilm, místo EPS začnou pravděpodobně vylučovat sacharázy (polysacharidlyázy), které degradují EPS a uvolňují tak buňky z biofilmu. Bakterie jsou poté tedy opět suspendovány ve vodě (médiu) a proces tvorby biofilmu může opět začít od začátku na jiném místě nebo v lepších podmínkách<sup>2,4</sup>.

### 3. Současná a připravovaná legislativa

Materiály, které jsou používány pro výrobu produktů určených pro styk s pitnou vodou, jsou vybírány na základě vyhlášky o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody č. 409/2005 Sb., v platném znění. V této vyhlášce je výběr řízen na základě technických požadavků a kritérií ovlivňujících kvalitu vody ve smyslu uvolnění látek a ovlivnění pachu a barvy vody. Kdy se nezávadnost výrobku zkouší ve třech po sobě následujících 72 hodinových intervalech pomocí výluhové zkoušky, kdy teplota pro studenou vodu je  $23 \pm 2$  °C a pro teplou vodu  $60 \pm 2$  °C, kdy jsou dány limity např. pro ftaláty, fenoly, baryum, cín, zinek, vanad, xyleny a toluen. Vůbec zde není hodnocena případná podpora mikrobiálního růstu a tvorby biofilmů na materiálech, které přicházejí s vodou do styku. Z tohoto důvodu také není zohledněna biologická nestabilita pitné vody ve styku s materiálem<sup>1</sup>. Hygienický (mikrobiologický) problém může totiž nastat i v případě, kdy materiál podporuje pomnožení mikroorganismů. Jedná se o materiály obsahující organické látky, které mohou být využívány mikroorganismy a mohou vést ke zhoršení organoleptické, fyzikální a mikrobiologické kvality vody. Proto jsou v současné době navrhovány nové technické normy a doporučení, kde je právě tato hygienická nestabilita vody v přítomnosti materiálů řešena<sup>3,10</sup>.

Mezi ty nejdůležitější patří návrh normy prEN 16421 *Influence of materials on water for human consumption – Enhancement of microbial growth* (EMG), který se zabývá otázkou schopnosti materiálů podporovat mikrobiální růst v pitné vodě. Norma zatím postoupila připomínkování všech členů normalizační komise v rámci EU. Návrh normy bude zcela zásadní pro případné hodnocení materiálů, které jsou ve styku s vodou a u kterých se po určité době může projevit negativní vliv např. na její hygienickou nezávadnost a následně i charakter materiálu (ve smyslu jeho bezpečného používání a provozování). Pozornost v normě prEN 16421 je zaměřena na nekovové materiály, které jsou v expozičních zkouškách hodnoceny 3 metodami. Jedná se o metodu využívající měření koncentrace ATP, metodu měření tvorby biofilmu a metodu hodnocení mikrobiální aktivity na základě snížení koncentrace rozpuštěného kyslíku. K odhadu mikrobiálního nárůstu na exponovaných materiálech se využívá přírodní směsi vodních organismů. Všechny tři metody mají svá omezení, neposkytují informace a doporučení, která se týkají fyzikální a chemické povahy vzorku, toxikologického působení nebo rezistence k detergentům nebo dezinfikantům. Není zde řešena případná

patogenita mikroorganismů, jejichž počty se mohou zvýšit při zkoušce uvolňování nutrientů ze zkoušeného materiálu. Dále je potřeba počítat s tím, že není k dispozici jednotná kultivační metoda, kterou by bylo možné stanovit všechny vodní organismy přítomné ve vzorku vody. I přes tato „negativa“ lze říci, že přístup hodnocení materiálů a úvaha o jejich negativním vlivu po delší době používání ve styku s vodou je mnohem sofistikovanější a erudovanější, než jak je tomu v případě metod hodnocení vyhl. č. 409/2005 Sb.<sup>5</sup>.

Připravovány jsou i další normy, které se zabývají testováním materiálů, hlavně organických, bohužel tyto normy se, stejně jako vyhláška č. 409/2005 Sb., nezabývají množением mikroorganismů a tvorbou biofilmů, ale hlavně uvolňováním látek do vody, popřípadě jejich vlivem na pach a chuť. Ovšem látky uvolňované do vody mohou fungovat jako potencionální nutrienty a tím mohou mít na mikroorganismy velký vliv. Mezi připravované evropské normy patří následující 3 normy.

DRAFT prEN 1420 rev-*Influence of organic materials on water intended for human consumption - Determination of odour and flavour assessment of water in piping systems*, která určuje postup pro získání migrace látek ve vodě pomocí stanovení chutě a pachu pro produkty vyrobené z organických materiálů, přicházejících do styku s vodou pro lidskou spotřebu (pitnou) a které jsou používány v potrubních systémech. Patří sem trubky, armatury, nátěry a další příslušenství<sup>6</sup>.

CEN/TR 16364 *Influence of materials on water intended for human consumption - Influence due to migration Prediction of migration from organic materials using mathematical modelling*, popisuje postup založený na difúzním modelu, který se používá pro hodnocení specifické migrace látek z organických materiálů do pitné vody, pokud spolu přicházejí do styku. Modelování difuze se používá pro organické materiály s (dobře) definovatelnou relativní molekulovou hmotností<sup>7</sup>.

FINAL DRAFT FprEN 12873-1 *Influence of materials on water intended for human consumption-Influencedue to migration-Part1: Test method for factory-made products made from or incorporating organic or glassy (porcelain/vitreous enamel) materials*, která má za cíl popsat zkušební metody pro stanovení migrace látek z materiálů, které jsou používány pro styk s pitnou vodou. Tyto materiály jsou vyrobené nebo obsahují organické nebo skleněné látky, například porcelán a smalt<sup>8</sup>.

#### 4. Testování materiálů

Návrh laboratorního testování vychází z návrhů zmíněných připravovaných norem. Bylo otestováno několik druhů různých materiálů v závislosti na různých typech vod. Materiály byly vystaveny účinkům těchto vod za určitých laboratorních podmínek. Po dané době působení byly stanoveny výsledky tohoto působení, jak ve volné vodě, tak ze stěrů z materiálů. Testovány byly **vody**, pocházející z úpravny vody, která denně dodává pitnou vodu do distribuční sítě, v tomto případě povrchová (surová) voda, voda po koagulaci, voda po filtraci, voda po hygienickém zabezpečení. Testovány byly různé **druhy materiálů**, které jsou běžně používány na úpravkách vod. Nejedná se pouze o materiály, které jsou součástí trubičného systému, ale také jednotlivých technologických linek, jako jsou filtrační a koagulační nádrže a další zařízení. Otestovány byly: mosaz, sklo, polyetylen, nerezová ocel s broušeným a mořeným povrchem. Aby byla zajištěna spolehlivost a rozmanitost testování, byly stanoveny různé podmínky pro jednotlivé testované vzorky. Podmínkami testu je míněna laboratorní teplota, světlo i tma, statický test bez obnovy zkoušené vody, statický test s obnovou testované vody (četnost výměny po 7 dnech), doba expozice 1, 2 a 3 měsíce. Během testování byly sledovány různé

parametry, které jsou běžně stanovovány v pitné vodě a také parametry stanovené připravovanou normou prEN 16421 *Influence of materials on water for human consumption – Enhancement of microbial growth* (EMG). U měněné testované vody po 7 dnech kontaktu s materiálem měření hodnoty pH, spotřeby kyslíku, mikroskopický obraz, mikrobiologických rozbor (kultivovatelné mikroorganismy při 22 °C a 36 °C, indikátory závadnosti vody – enterokoky, koliformní bakterie). Po 1., 2., a 3. měsíci expozice materiálu v testované vodě byl vždy vyjmut testovaný materiál a byl proveden stěr z jeho povrchu. Měřen byl korozní a redoxní potenciál. Současně s testovanými materiály byla vždy nasazena i negativní kontrola (mikroskopické podložní sklo)<sup>6,7</sup>.

## 5. Výsledky

Cílem našeho sledování bylo otestování různých typů materiálů ve styku s vodou z vodárenského provozu na případnou adhezenci a potenciální mikrobiální nárůst a následně vyhodnotit vhodnost či nevhodnost používaného materiálu.

Testované materiály byly vystaveny působení různých typů vod a hlavně mikroorganismům, přítomných ve zkoušených vodách. Na počátku testování byl počet kultivovatelných mikroorganismů při 22 °C v surové vodě  $112 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ , ve vodě s nadávkovaným koagulantem  $11 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ , ve vodě po filtraci  $1 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$  a ve vodě po hygienickém zabezpečení  $0 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ . Od toho se také odvíjela odlišnost podmínek testování. Byl hodnocen počet kultivovatelných mikroorganismů ve vodě i stěr z materiálu. Zjišťována byla přítomnost indikátorů závadnosti vody (**koliformní bakterie a enterokoky**), k jejich významnému výskytu nedocházelo. Pouze v surové vodě, byl zaznamenán výskyt enterokoků. Hodnocen byl **mikroskopický rozbor** vzorků vod. Vyskytovaly se zde především rozsivky (*Asterionella*, *Melosira*, *Aulacoseira*, *Diatoma*, *Tabellaria* a *Fragilaria*), ve druhém měsíci testování byl zaznamenán také výskyt zelených řas (*Klebsormidium*, *Ulothrix*). K pomnožení mikroorganismů docházelo postupně v průběhu testování. V prvním měsíci byl výskyt pouze v surové vodě, ve druhém byly organismy nalezeny i ve vzorcích s nadávkovaným koagulantem a v některých případech i ve vodě po filtraci. Po třetím měsíci testování byly organismy zaznamenány i v některých případech vody po hygienickém zabezpečení.

Nejnižší nárůst mikroorganismů ve volné **surové vodě** byl ve vzorku se sklem ( $7,6 \cdot 10^2 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ ) a nárůst mikroorganismů na materiálu byl nejnižší na mosazi ( $1,1 \cdot 10^3 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ ) a skle ( $1,2 \cdot 10^4 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ ). Naopak nejvyšší hodnoty počtu mikroorganismů ve vodě vykazoval vzorek s polyetylenem ( $5,6 \cdot 10^4 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ ) a při stěru z materiálu měla nejvyšší hodnoty nerezová ocel s mořeným povrchem ( $7,4 \cdot 10^5 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ ). Ve **vodě s nadávkovaným koagulantem** byly nejnižší počty kultivovatelných mikroorganismů ve vodě ve vzorku se sklem ( $1,6 \cdot 10^2 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ ) a v nárostu na mosazi ( $10^2 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ ) a skle ( $2,5 \cdot 10^3 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ ). Oproti tomu nejvyšší počty mikroorganismů byly ve vodě, která byla ve vzorku s mosazí ( $8,3 \cdot 10^4 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ ), ovšem počet mikroorganismů ze stěrů z materiálů byl nejvyšší u nerezové oceli s mořeným povrchem ( $8,4 \cdot 10^4 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ ) a broušeným povrchem ( $4,6 \cdot 10^4 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ ). Nejnižší počty kultivovatelných mikroorganismů ve **vodě po filtraci** byly ve vzorku vody se sklem na světle ( $5,2 \cdot 10^2 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ ) a mosazí ( $5,4 \cdot 10^2 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ ), ze stěrů z materiálů nejlépe odolávala nárostu mosaz ( $3 \cdot 10^1 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ ). Naopak nejvyšší počty mikroorganismů byly ve vzorku vody se sklem ve tmě ( $1,7 \cdot 10^4 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ ) a s polyetylenem ( $2,7 \cdot 10^4 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ ) a nejvyšší počet mikroorganismů byl v nárostu na nerezové oceli s broušeným povrchem ( $10^5 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ ). Materiál, který je vystaven působení **vody po hygienickém zabezpečení** musí odolávat nejen působení

mikroorganismů, ale také přidaných, chemických látek, které zabezpečují hygienickou nezávadnost. Ovšem tyto látky mohou na materiál působit stejně jako na mikroorganismy. Ve volné vodě byly nejnižší počty kultivovatelných mikroorganismů zaznamenány ve vzorku s mosazí ( $4,4 \cdot 10^3$  KTJ·ml<sup>-1</sup>) a mosaz také nejlépe odolávala nárůstu biofilmů, jelikož vykazovala nejnižší počet mikroorganismů v nárůstu ( $1,6 \cdot 10^2$  KTJ·ml<sup>-1</sup>). Naopak nejvyšších hodnot vykazovala voda, která byla v kontaktu s polyetylenem ( $7,2 \cdot 10^4$  KTJ·ml<sup>-1</sup>) a nejvyššího počtu mikroorganismů v nárůstu dosáhla nerezová ocel s broušeným povrchem ( $1,8 \cdot 10^5$  KTJ·ml<sup>-1</sup>), kdy tato hodnota je nejvyšší ze všech nárůstů v tomto testování.

Výsledky fyzikálně-chemických ukazatelů, které byly ve vzorcích měřeny společně s kultivací mikroorganismů, potvrzují výsledky dané kultivací. V průběhu testování docházelo k mírnému kolísání **hodnot pH** ve všech vzorcích vody, ale toto kolísání probíhalo mezi hodnotami 6 až 9. Tedy v hodnotách, které jsou optimální pro vývoj a růst mikroorganismů. Hodnoty, kterých dosahovala **koncentrace kyslíku**, v jednotlivých vzorcích byly, stejně jako hodnoty pH, téměř optimální. Koncentrace kyslíku se ve vzorcích všech vod pohybovaly v rozmezí 5,5 až 8,5 mg·l<sup>-1</sup>. To jsou podmínky, ve kterých se mikroorganismy mohou vyskytovat bez problémů. Toto potvrzuje i stanovení **redoxního potenciálu**. O činnosti mikroorganismů na materiálu poskytuje informace, rovněž měřený, **korozní potenciál**. Bohužel tento ukazatel může být měřen pouze na kovových materiálech. Ovšem i tak výsledky měření potvrzují výsledky stanovené kultivací mikroorganismů. Korozní potenciál stanovený ve vzorcích vody s mosazí se pohybuje okolo 40 mV a je poměrně stálý. Naopak měření na nerezové oceli potvrzuje činnost mikroorganismů. Výsledky hodnot korozního potenciálu se pohybují ve velkém rozmezí od 10 mV až do 150 mV, z čehož vyplývá, že nárůst biofilmu na nerezové oceli je mnohem vyšší než na mosazi. Jelikož materiály, na kterých je rozvinutý biofilm by měly vykazovat kladnější hodnoty korozního potenciálu, než materiály, na kterých biofilm nenarostl.

## 6. Závěr a diskuse

Jak je patrné z výsledků, nejnižší počty mikroorganismů ve vodě, byly ve vzorcích se sklem a mosazí. Pravděpodobně proto, že sklo má velice hladký povrch a usazení a následné množení mikroorganismů není snadné a mosaz se skládá z mědi a zinku, které oba patří mezi biocidní kovy. Proto jsou počty mikroorganismů ve vzorcích s tímto kovem, ale zejména pak ve stěrech z tohoto materiálu nejnižší z testovaných vzorků. Proto lze sklo i mosaz doporučit pro výrobu produktů, které mají přijít do přímého styku se surovou, upravovanou i hygienicky zabezpečenou vodou. Jedinou výjimkou je případ mosazi, která by měla být vystavena mikroorganismům ve vodě s nadávkovaným koagulantem, jelikož v tomto případě byly vysoké počty mikroorganismů ve vodě. Nejspíše, kvůli nadávkovanému koagulantu, který mohl ovlivnit povrch materiálu, proto by v tomto případě měl být zvolen jiný materiál. Naopak jako nevhodné se ukázaly polyetylen a nerezová ocel. Tyto materiály vykazovaly podporu nárůstu mikroorganismů jak ve volné vodě, tak v nárůstech na svém povrchu. To může být zapříčiněno zejména tím, že polyetylen je látka organického původu a při vystavení působení mikroorganismů může působit jako substrát pro rozvoj biofilmů a pro nárůst počtu mikroorganismů, nejen na povrchu, ale i ve volné vodě. Nerezová ocel s povrchem broušeným i mořeným je spíše druhým případem podpory růstu mikroorganismů, nepůsobí jako substrát (ve smyslu potravy), ale jako vhodný podkladový materiál. Je oproti například sklu mnohem drsnější a tak je vhodný k uchycení organických molekul jako substrátu i k následnému přichycení

mikroorganismů, které se následně stávají základem biofilmu, který je pro mikroorganismy, hlavně pro bakterie výhodnější a přirozenější tvořit, než se vyskytovat volně ve vodě.

Kvalita exponovaného povrchu, charakter zkoušené vody, teplota provedení zkoušky, další podmínky zkoušky (statické, vsádkové, jednorázové, s výměnou vody), doba expozice, to vše jsou klíčové faktory, které je potřeba při zkoušení zohlednit a vést v patrnosti. Stav povrchu materiálu má vliv na vznik biofilmu, přičemž vhodnější podmínky poskytuje drsnější povrch materiálu (nerezová ocel). Měření korozního potenciálu poskytuje informace o stavu činnosti mikroorganismů v biofilmu a je vhodnou metodou pro screeningové zjištění stavu povrchu daného materiálu. Materiály s rozvinutým biofilmem mají vyšší hodnoty korozního potenciálu než je tomu v případě nepřítomnosti biofilmu. Na nárůst biofilmu mají vliv hlavně vlastnosti materiálů, což se potvrdilo i testováním. Nejodolnější byla mosaz, která obsahuje zinek a měď, což jsou prokazatelně biocidní prvky a dále pak sklo, které má velmi hladký povrch a uchycení substrátu a organismů a následná tvorba biofilmu je obtížná. Jako nejméně odolné materiály (povrchy) k uchycení mikroorganismů byly vyhodnoceny polyetylen a nerezová ocel s broušeným a mořeným povrchem.

Testování a vývoj metody bude nadále probíhat, testovány budou další materiály (nátěry, hmoty, kompozity, cementované povrchy, pryže, PVC apod.) a vody.

**Poděkování:** Tento příspěvek vzniknul při řešení projektu č. 217 881402.

## Použitá literatura

1. Vyhláška č. 409/2005 Sb. o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody.
2. Lev, J. Biofilmy. Biologické listy 2003, 68 (1), 15–36. (2003)
3. Sládečková, A.; Šťastná, G. Biologické nálezy ve vodárenských objektech informují i varují. In *Sborník konference Pitná voda*, Pitná voda; Kalousková, N., Dolejš, P., Eds.; pp 45–50. (2006)
4. Rulík, M. Biofilmy ve vodárenství. In *Sborník konference Pitná voda*, Pitná voda; Kalousková, N., Dolejš, P., Eds.; pp 51–68. (2006)
5. prEN 16421 *Influence of materials on water for human consumption – Enhancement of microbial growth* (EMG)
6. DRAFT prEN 1420 rev-*Influence of organic materials on water intended for human consumption-Determination of odour and flavour assessment of water in piping systems*
7. CEN/TR 16364 *Influence of materials on water intended for human consumption - Influence due to migration-Prediction of migration from organic materials using mathematical modelling*
8. FINAL DRAFT prEN 12873-1 *Influence of materials on water intended for human consumption - Influencedue to migration - Part1: Test method for factory-made products made from or incorporating organic or glassy (porcelain/vitreous enamel) materials*
9. Vyhláška č. 252/2004 Sb. kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody.
10. Bystrianský J., Říhová Ambrožová, J., 2012. Kritéria volby materiálů do výměníků tepla, pracujících v chladicích vodách. Sbor. mez. konference CHEO 9, 200-231.
11. van der Kooij D., et al., 2003, Assessment of the microbial growth support potential of products in contact with drinking water. Development of a harmonised test to be used in the European Acceptance Scheme concerning CPDW, EC, CPDW project, EVK1-CT2000-00052, 115 p.
12. van der Kooij D.; Veenendaal H. R., Assessment of the microbial growth potential of materials in contact with treated water intended for human consumption. Department of Housing, Spatial Planning and Environment (VROM), Project number 306 683 100, Kiwa Water, The Netherlands, 69 p. (2007)

# Metabolity pesticídnych látok vo vodách, hodnotenie laboratórnych nálezov z hľadiska zdravotných rizík

Ing. Zuzana Bratská

RÚVZ so sídlom v Košiciach, Ipeľská 1, 040 11 Košice, e-mail: [bratska@ruvzke.sk](mailto:bratska@ruvzke.sk)

---

## Úvod:

Pesticídne látky tvoria širokú a chemicky veľmi rôznorodú skupinu látok, určených na ničenie škodcov, burín a pod. Pre účely sledovania kvality pitnej vody sa sledujú hlavne herbicídy a im podobné látky, ktorých prítomnosť vo vode možno predpokladať. Prijatím 6. akčného programu (6. EAP) Európsky parlament a Rada uznali, že vplyv pesticídov na ľudské zdravie a životné prostredie, hlavne prípravkov na ochranu rastlín sa musí ešte viac znížiť. Dôraz sa kladie na dosiahnutie udržateľného využívania pesticídov, ako aj na podstatné zníženie rizík a využívania pesticídov v súlade s nevyhnutnou ochranou plodín.

Európska komisia si na jeseň v roku 2014 vyžiadala stanoviská členských štátov v súvislosti s hodnotením metabolitov pesticídnych látok v pitnej vode a postupov v prípade prekročenia parametrickej hodnoty (0,1µ/l), ktorú udáva smernica Rady 98/83/ES o kvalite vody na ľudskú spotrebu. Ďalej sa zaujímala, aké metódy analýz sa používajú a aké zlúčeniny (všetky alebo iba časť z nich) sa sledujú v pitnej vode. V zmysle platnej legislatívy sa podľa NV SR č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu, v znení NV SR č. 496/2010 Z. z. za pesticídy pokladajú organické insekticídy, herbicídy, fungicídy, nematocídy, akaricídy, organické algicídy, rodenticídy, organické slimicídy a príbuzné produkty (regulátory rastu). V počiatoch ich využívania boli pesticídne látky veľmi perzistentné a aj dnes môžu napriek ich dlhodobému zákazu predstavovať problémy zo starých záťaží. Nová generácia pesticídnych látok je už pomerne ľahko odbúrateľná.

## Hlavné oblasti použitia:

poľnohospodárstvo, lesníctvo, sladovníctvo, zdravotníctvo, golfové ihriská, rozličné priemyselné odvetvia a pod. Ich používanie má za cieľ kvalitatívne a kvantitatívne vylepšiť kvalitu potravín, krmív atď. a ich ochranu pred škodcami a chorobami v čase ich uskladňovania.

Ide o rôzne druhy týchto látok, medzi ktorými sa vyskytujú látky vysoko toxické a tiež netoxické a podľa toho je ich účinok na zdravie veľmi rôznorodý (poškodenie pečene, obličiek, vplyv na krvotvorbu, karcinogénny účinok, narušenie hormonálneho a reprodukčného systému a pod.)

## Rozdelenie pesticídnych látok podľa ich účinnosti:

- 1.) **zoocídy** – prípravky proti živočíšnym škodcom, tu patria insekticídy, akaricídy, rodenticídy, nematocídy, moluskocídy, repelenty, atraktanty
- 2.) **fungicídy** – prípravky proti fytopatogénnym hubám – anorganické, organické, antibiotiká
- 3.) **herbicídy** – proti burine

Ďalej sa delia podľa účinku, napr. kontaktné, hĺbkové, systémové, atď., podľa pôvodu na prírodné, syntetické, biopreparáty, delenie podľa toxicity a pod.

### **Opatrenia na ochranu zdrojov pitnej vody:**

V súvislosti s aktuálnym využívaním registrovaných prípravkov na ochranu rastlín zverejňuje ÚKSUP každoročne Zoznam ospotrebe registrovaných prípravkov na ochranu rastlín a iných prípravkov, ktorého súčasťou sú aj opatrenia na ochranu zdrojov pitnej vody.

Nemôžu sa použiť ak sa do 24 hod. očakávajú dažďové zrážky, nesmú sa použiť, ak vo vnútornej časti OP povrchový zdroj slúži na priamy odber na pitné účely. Prípravky sa môžu použiť vo vnútornej časti OP 2.stupňa povrchových vôd za predpokladu, že bude dodržaný 50 m široký neošetrený pás smerom k vodnému toku, alebo 10 m smerom k najbližšiemu odvodňovaciemu kanálu a vylučuje sa ich použitie na svažitých pozemkoch nad 15°.

Prípravky sa nesmú aplikovať v blízkosti miest zásobovaných studničnou vodou.

Prípravky sú vylúčené z celého 2. a 3. ochranného pásma vodárenských nádrží.

Prípravky sa nesmú použiť na pozemkoch pre pestovanie surovín, ktoré budú použité na výrobu detskej výživy. Ich aplikáciu možno podľa daných podmienok povoliť v dávke na dolnej hranici. Ich aplikáciu nemožno povoliť na pozemkoch, ktoré sú vyspádované k vodným tokom.

### **Legislatíva:**

V poslednom období platia také legislatívne požiadavky na kvalitu pitnej vody, ktoré priniesli významné zmeny nielen v sledovaní ukazovateľov kvality pitnej vody, ale tiež v jej hodnotení z hľadiska ochrany zdravia obyvateľstva. V konkrétnom prípade objektivizácie výskytu pesticídnych látok vo vzorkách vôd by nemalo ísť o rutinné analýzy, ale o ciele stanovenia zamerané na tie pesticídne látky, ktoré sa môžu v konkrétnom vodárenskom zdroji vyskytovať. Pokiaľ sa podľa STN 75 7111 Pitná voda sledovalo povinne 7 pesticídnych látok (2,4-D, DDT, hexachlórbenzén, heptachlór, lindan, methoxychlór, pentachlórphenol), v NV SR 496/2010, ktorým sa mení a dopĺňa NV SR č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu sa zisťujú iba tie pesticídy, ktorých prítomnosť vo vode možno predpokladať. Limit 0,1 µg (NMH) sa vzťahuje na každý stanovený pesticíd. Pre aldrin, dieldrin, heptachlór a heptachlórepoxid platí limit 0,03 µg/l. Zohľadnené sú kritéria EÚ smernice 98/83/ES z roku 1998 pre vodu určenú na ľudskú spotrebu.

### **Aplikácia pesticídov:**

V SR evidujeme množstvo používaných pesticídnych látok, o ktorých je zložitá získať presnú informáciu o tom, ktorá látka sa v príslušnom území aplikovala. V posledných rokoch sa na základe odborných informácií v Európe najviac používali nasledovné pesticídne látky triazínové herbicídy, ako sú napr. atrazín a príbuzné produkty, simazín, mecoprop, benzaton, diuron, isoproturon a ďalšie. Ide o látky, ktoré boli zaradené do zoznamu podľa Rámcovej vodnej smernice.

**V nadväznosti na aktuálne výskumné úlohy Výskumného ústavu vodného hospodárstva (VÚVH) Bratislava a laboratórne analýzy Západoslovenskej vodárenskej spoločnosti, a. s. boli pri aktualizácii látok určených na ničenie hmyzu, burín a pod. vytypované nasledovné reziduá pesticídov, vyskytujúce sa v podzemných vodách na Žitnom ostrove: atrazín, simazín, terbutylazín, chlórťoluron, izoproturón.**

Ide o triazínové herbicídy, ktoré uvádza Ústredný skúšobný ústav poľnohospodársky v Bratislave v Zozname o spotrebe registrovaných prípravkov na ochranu rastlín a iných prípravkov.

Disponujeme údajmi obdržanými od Ústredného, kontrolného a skúšobného ústavu poľnohospodárskeho (ÚKSÚP) Bratislava o prehľade spotreby prípravkov na ochranu rastlín podľa krajov, na základe ktorého sme v roku 2014 vytipovali účinné reziduá pesticídnych látok, ktoré sa najviac vyskytujú na území v SR a zvažili laboratórne možnosti a vývoj laboratórnej metodiky pre ich objektivizáciu v zdrojoch pitnej vody. **Zároveň bude treba upozorniť prevádzkovateľov verejných vodovodov, aby laboratórnu kontrolu pesticídnych látok vo vodárenských lokalitách nezanedbávali.**

Vzhľadom na vyššie uvedené bolo potrebné vytvoriť medzirezortnú pracovnú skupinu, ktorá by bola zodpovedná za vypracovanie odborného usmernenie pre sledovanie pesticídnych látok v pitných vodách pre zvlášť pre vodárenské spoločnosti, ako aj orgány verejného zdravotníctva. VÚVH pod gestorstvom MŽP SR už spracoval spracoval Metodiku pre aktualizáciu programu znečisťovania podzemných vôd škodlivými a obzvlášť škodlivými látkami (2010). Jej súčasťou bol návrh pre aktualizáciu, výber a klasifikáciu pesticídnych látok v podzemných vodách, z hľadiska významu znečistenia pre podzemné vody. Návrh rieši najmä významné plošné znečistenie z poľnohospodárskej výroby – používaním prípravkov na ochranu rastlín. Do hodnotenia rizika pesticídov pre podzemné vody musí byť v prípade podzemných vôd zahrnutá aj degradácia týchto látok a ich mobilita v pôde. Na základe tejto metodiky boli vybraté relevantné pesticídy, ktoré predstavujú najvýznamnejšie riziko pre podzemné vody a sú monitorované v podzemných vodách v rámci základného a účelového monitoringu vôd v SR, v súlade s programom monitorovania vôd SR. Zoznam relevantných pesticídov pre podzemné vody je k dispozícii. Relevantné pesticídy majú byť pravidelne aktualizované v rámci Programu znižovania znečisťovania vôd raz za 4 roky.

Dôležité je pri tom zohľadňovať zdravotné riziko nielen príslušných látok, ale aj ich metabolitov (tento odborný názov zatiaľ slovenská legislatíva, zaoberajúca sa kvalitou pitnej vody nemá zavedený).

Po zvážení odbornej náročnosti celej problematiky tunajšie NRC pre hygienickú problematiku pitnej vody (ako gestor úlohy „Mapovanie pesticídnych látok v SR“) oslovilo v septembri 2014 vedúceho Národného referenčného laboratória pre pesticídy Univerzity veterinárneho lekárstva a farmácie v Košiciach, ktorý nám na základe zoznamu Ústredného kontrolného a skúšobného ústavu poľnohospodárskeho Bratislava poslal zoznam metabolitov pesticídnych látok a ich účinných látok, ktoré predstavujú riziko znečistenia najmä pre podzemné vody.

**Pre územie SR boli na základe údajov o ich spotrebe vytypované tieto účinné látky: acetochlór, glyphosat, propisochlor, s-metolachlor, mcpa, terbuthylazine, metazachlor.**

V súčasnosti sa prehodnocujú údaje o ekotoxícite, resp. toxicite týchto látok a laboratórne možnosti ich stanovovania vo vybraných regionálnych úradoch verejného zdravotníctva.

V plnení úlohy sa bude naďalej pokračovať aj v roku 2015.

Výsledkom tejto odborne náročnej úlohy bude vypracovanie už spomínaného metodického usmernenia pre výrobcov a dodávateľov pitnej vody a orgány verejného zdravotníctva. Usmernenie bude zamerané na sledovanie týchto látok v pitných vodách, ako aj na hodnotenie ich laboratórnych nálezov z hľadiska ochrany zdravia obyvateľstva.

V danej súvislosti na báze získaných poznatkov bolo v nadväznosti na hodnotenie metabolitov pesticídnych látok v pitnej vode a postupov v prípade prekročenia ich parametrickej hodnoty ( 0,1 µl/l), ktorú udáva Smernica Rady 98/83/ES o kvalite vody určenej na ľudskú spotrebu bolo vypracované za SR odborné stanovisko pre Európsku komisiu v nasledovnom znení:

V slovenskej legislatíve pre kvalitu pitnej vody doposiaľ nepoužívame termín relevantné a nerelevantné metabolity pesticídnych látok, pričom toto delenie je založené predovšetkým na toxicite týchto metabolitov.

Relevantné metabolity pesticídov majú prakticky rovnaké zloženie ako pôvodne aplikované pesticídne látky (tzv. materské látky). V súčasnosti sa však používajú aj také pesticídne látky, ktoré sa rozkladajú na netoxické látky, ako sú napr. oxid uhličitý, voda a pod.

#### **Návrh hodnotenia laboratórnych rozborov pitnej vody a ich nálezov z hľadiska ochrany zdravia v súvislosti s výskytom metabolitov v pitnej vode:**

- Ak sa v pitnej vode zistí metabolit pesticídnych látok, ktorý bol klasifikovaný ako relevantný, tak by mal preň platiť rovnaký limit, ako pre samotné pesticídy, a to 0,1 µl/l. Táto hodnota by mala byť v pitnej vode v každom prípade dodržaná.
- Pokiaľ sa zistí vo vzorke vody metabolit pesticídnych látok s obsahom nad hodnotu 0,1 µl/l, alebo suma s ostatnými pesticídnymi látkami, prípadne ich relevantnými metabolitmi predstavuje hodnotu nad 0,5 µl/l, postupujeme podľa zákona č. 355/2007 o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov, a to podľa § 17 ods. 3, pričom výrobca a dodávateľ pitnej vody musí požiadať orgán verejného zdravotníctva o udelenie výnimky na určenie dočasného miernejšieho limitu pre konkrétnu zásobovanú oblasť, a to na základe výsledkov hodnotenia zdravotných rizík.
- Pokiaľ je obsah uvedených látok nižší, nie je treba žiadať o udelenie výnimky, ktorú v zmysle platnej legislatívy udeľujeme najviac na 3 roky.
- Je treba poznamenať, že podľa názorov odborníkov z Výskumného ústavu vodného hospodárstva Bratislava (VÚVH) musíme vždy rozlišovať, či ide z hľadiska toxikologického a ekotoxikologického o relevantný metabolit, alebo o tzv. nerelevantný metabolit pesticídnej látky. Pre toxikologicky a ekotoxikologicky nerelevantné metabolity sa vychádza z hodnoty 0,75 µl/l, kedy už vodu s obsahom nad túto hodnotu treba považovať za rizikovú, avšak v zmysle Nariadenia Európskeho parlamentu Rady ES 1107/2009 z 21. 10. 2009 o uvádzaní prípravkov na ochranu rastlín na trh a o zrušení smerníc Rady 79/117/EHS a 91/414/EHS je toto riziko pri uvádzaní na trh citovaných látok akceptovateľné až do hodnoty 10 µl/l. Treba zdôrazniť, že tieto limity však nie sú nijako vedecky podložené (stanovisko VÚVH). Nakoľko však ide o látky syntetické, ktoré sa vo vode nenachádzajú, odporúčame vychádzať z limitnej hodnoty 0,75 µl/l, maximálne však 1,0 µl/l pre nerelevantné metabolity.

- V súčasnosti pripravujeme zoznam metabolitov pesticídnych látok, predovšetkým podľa zoznamu o spotrebe pesticídnych látok a ich účinných látok na území SR, ktorý spracoval Ústredný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky v Bratislave za posledných 10 rokov. Tiež vychádzame z podkladov odborných európskych dokumentov, zaoberajúcich sa príslušnou odbornou problematikou.

Pre ich laboratórne stanovovanie sa budú používať dostupné metódy, ako sú napr.: (GC), plynová a (HPLC) vysoko účinná kvapalinová chromatografia a hmotnostná spektrofotometria.

**Záver:**

V rámci zúčastnených orgánov zodpovedných za kvalitu pitnej vody, dodávanej systémom verejných vodovodov obyvateľstvu SR, sa v súčasnosti žiada prijať také opatrenia, ktoré by objektivizovali aktuálny stav výskytu predpokladaných reziduí pesticídnych látok vo vodárenských zdrojoch. Je treba vytypovať významné zdroje pitnej vody, ktoré sa nachádzajú najmä v poľnohospodársky intenzívne využívaných územiach.

Žiada sa realizovať tzv. screeningový monitoring, nakoľko Európska komisia tieto odborné údaje už od nás vyžaduje.



# Řízení vodárenské soustavy při mimořádných situacích

Ing. Bc. Milan Lindovský, MBA <sup>1)</sup>; doc. Ing. Šárka Kročová, Ph.D. <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> VAE CONTROLS Group, a.s.

nám. Jurie Gagarina 233/1, 710 00 Ostrava, tel.: 596 240 001, e-mail: [milan.lindovsky@vaecontrols.cz](mailto:milan.lindovsky@vaecontrols.cz)

<sup>2)</sup> Fakulta bezpečnostního inženýrství Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava,

Lumírova 13, 700 300 Ostrava–Výškovice, tel.: 597 322 892, [sarka.krocova@vsb.cz](mailto:sarka.krocova@vsb.cz)

---

## Anotace

Nedílnou součástí infrastruktury každé společnosti je problematika zásobování vodou obyvatelstva. Vodovody pro veřejnou potřebu v České republice dodávají pitnou vodu pro cca 93 % obyvatel státu, hodnota vodárenského infrastrukturního majetku dosáhla 1000 mld. Kč [1]. Výrobou pitné vody a její distribucí uživatelům - obyvatelstvu a technickým prvkům infrastruktury státu se zabývá téměř 2000 právních subjektů. Danému strategickému významu vodovodů musí odpovídat nejen legislativní ochrana, ale i ochrana vodárenských systémů v reálné praxi. Vzhledem k tomu, že riziku přerušení dodávek pitné vody z přírodních nebo antropogenních důvodů nelze zabránit, je nutné alespoň minimalizovat negativní dopady na její spotřebitele.

Jak tento složitý úkol v reálných podmínkách vodárenských systémů řešit a zajistit alespoň pro strategické spotřebitele minimální množství vody při vzniku mimořádných situací, je obsahem článku.

## 1. Zhodnocení rizik vodárenských systémů

Obecně lze definovat, že slabým místem vodárenských soustav je chybějící či nedostatek redundantních technických zařízení a provozních možností, nedostatečná úroveň automatizace a vybavení vodovodů telemetrickým zařízením. Tento faktor se projevuje zejména u malých vodárenských soustav na úrovni obce, sdružení obcí, kde vlivem faktoru sociálně solidární ceny vody uplatňované v ČR, došlo k omezení investic a podcenění technické úrovně vodárenských soustav. Svoji roli zde hraje i technická nekoncepčnost české legislativy, konkrétně četných novel zákona o veřejných zakázkách, do jehož režimu vodárenské společnosti přísluší.

Základní znalost výše uvedených rizik dle druhu výrobně-provozních zařízení a celé škály dalších technologických prvků vodárenského systému (viz např. analýza uvedena v[3],[8]), umožňuje každé vodárenské společnosti zvolit optimální postup vedoucí ke snížení rizika vzniku nepředvídané mimořádné události.

Tento postup by měl být zakotven v Plánu krizové připravenosti daného subjektu a měl by být současně provázán na krizový plán samosprávných celků kraje a obce.

V současné době lze, z dostupných informací[2], za nejrizikovější body, z hlediska ohrožení provozních vodárenských systémů, považovat následující prvky jednotlivých aktiv vodárenského systému:

- elektrické zdroje napájení,
- technická zařízení vodovodních potrubí (ventily a armaturní komory),
- hydranty požární vody,
- technologie areace (technologie úpravy vody),
- technologie chlorace (technologie úpravy vody),
- telemetrický a řídicí systém.

## 2. Snížení rizik

Vznik mimořádné situace s následkem nedostatku vody pro uživatele vodárenského systému nelze při výrobě a distribuci vody zcela vyloučit. Se vzrůstajícími civilizačními vlivy stoupá i jejich pravděpodobnost vzniku, jejich intenzita a pravděpodobnost vzniku vyvolává řada přírodních zákonů a zákonitostí a v některých případech i působení lidí a lidské činnosti. Vzhledem k tomu, že mimořádnou událost nelze vyloučit, je nutno snížit aspoň negativní následky na přijatelnou úroveň.

V souladu s výše uvedeným, lze definovat [3] základní okruhy opatření snižující nebezpečí rizik:

### a) ve standardních podmínkách provozu

- vytvoření matematického modelu vodovodní sítě pro projektování a analyzování provozních stavů,
- projektování vodárenské sítě se začleněním ochranných prvků již v samotném technologickém řešení,
- vybudování monitorovacího a řídicího systému celé vodovodní sítě nebo její strategické části,
- použití vhodného druhu trubních rozvodů a technologického zařízení,
- optimalizace bezpečnostních a měřicích prvků na jednotlivých částech vodárenské sítě,
- vytvoření základních scénářů řešení provozních havárií v rámci krizového plánu,
- logistické řešení způsobů náhradních dodávek pitné/ užitkové vody,
- zpracování metodiky provozování vodárenských objektů a vodovodních sítí.

### b) při mimořádných událostech a krizových situacích

- krizové plánování, zpracování plánů krizové připravenosti vodárenské společnosti,
- určení kritických prvků technické infrastruktury a jejich priority v zásobování vodou,
- materiálová a logistická příprava na mimořádnou událost, tj. zpracování analýzy potřeb materiálových zásob, nákup a vhodné umístění zásob dle významu a charakteru ohroženého objektu, uzavření smluv o zapůjčení technického zařízení nebo o formě krizové pomoci,
- využití telemetrického a řídicího systému pro variantní a havarijní řízení vodárenského systému.

## 3. Nouzové zásobování pitnou vodou

Zajišťování nouzových dodávek pitné vody pro statisíce obyvatel a subjektů kritické infrastruktury není dosud v ČR vyzkoušeno. Vychází se pouze z teoretických předpokladů, že obyvatelstvo bude zásobováno dodávkami balené vody v zákonem stanoveném množství a případnými dodávkami pitné vody z odběrných míst na provozované části vodovodní sítě. Pro nouzové služby a další technické subjekty infrastruktury státu se zřejmě vychází z předpokladu, že dodávky vody pro jejich činnost zajistí provozovatel vodovodů příslušné obce nebo města.

Daný teoretický předpoklad je, bez dalších analýz o reálných možnostech výrobně - distribučních systémů pitných vod, mimořádně riskantní a při skutečné krizové situaci již dodatečně jen obtížně řešitelný. Převážně se vychází z předpokladů o vydatnosti vodních zdrojů, počtu obyvatelstva v regionu, potřebě vody pro nouzové dodávky v různých časových úsecích a technických prostředcích různých subjektů, které se mohou podílet na řešení situace. Opomíjí se celá řada nebezpečí a rizik, které mohou předpoklady přímých nouzových dodávek pitné vody z vodovodní sítě výrazně změnit v neprospěch předpokládaných řešení.

K hlavním rizikům[4] patří následující:

- typ vodního zdroje, geografická členitost území ve vztahu k tlakovým pásmům a umístění akumulací vod,
- hydraulická účinnost distribučních sítí (ztráty vody ze skrytých úniků),
- podstatná změna hydrodynamických tlakových poměrů v síti při nedostatku vody z náhradních zdrojů v závislosti na hydraulické účinnosti sítě,
- potřeba přímých dodávek vody z vodovodní sítě o obvyklém hydrodynamickém tlaku nebo mírně sníženém pro subjekty kritické infrastruktury, které jsou na těchto dodávkách zcela technologicky a provozně závislé,
- zvýšené riziko sekundární kontaminace distribučního systému pitných vod a podtlaku v části zařízení při sníženém množství realizované vody,
- absence nebo nedostatečné řídicí a monitorovací systémy distribuce vody a její kvality umožňující krizové řízení vodárenských zařízení.

Většina vodárenských společností v ČR není dosud na tyto situace dostatečně připravena. Z výše uvedených rizik a celé řady dalších, bude v základních rysech v tomto článku nastíněna pouze problematika řešení těch, které zásadním způsobem mohou narušit nouzové dodávky pitné vody subjektům kritické infrastruktury.

### Hydraulická účinnost sítě ve vztahu k nouzovému zásobování pitnou vodou

Současným největším problémem rozsáhlých a často velmi starých vodovodních sítí ve většině měst v ČR je jejich skutečná hydraulická účinnost způsobená skrytými úniky vody z vodovodního systému. V průměru v České republice dosahuje pouze úrovně 19,5 %, což v celkovém objemu realizované vody představuje únik vody do geologického podloží a kanalizačního systému v celkovém objemu 129 mil. m<sup>3</sup>/rok [1]. Předpokladem snižující dané riziko je dokonalá znalost hydraulické účinnosti systému jako celku, ale i jeho jednotlivých sektorů a tlakových pásem. Pro řešení krizových situací nelze vycházet s průměrných hodnot účinnosti systému, vycházejících z rozdílů mezi množstvím realizované vody a vody fakturované spotřebitelům, které se v současném plánování používají, ale pouze z technických měření jednotlivých úseků sítě, zpravidla monitorovací zóny[5].

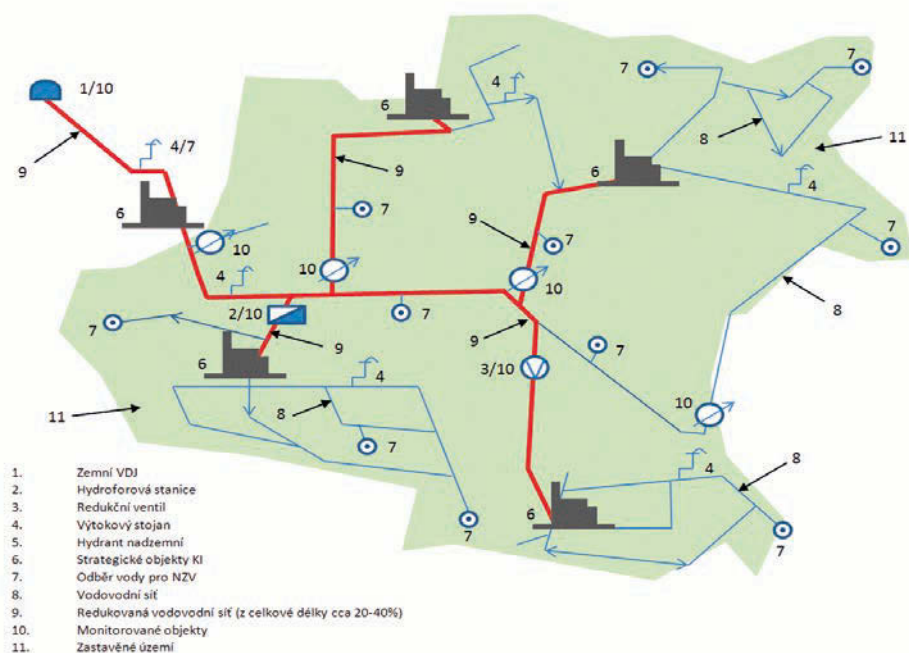
Ze spektrální analýzy průtoku vody v měřené sekci vodovodní sítě lze zjistit s dostatečnou přesností, zda lze i při snížení množství realizované vody při jejím nedostatku, zajistit nouzové dodávky pitné vody subjektům kritické infrastruktury. Pokud výsledky měření dokumentují rozpor mezi potřebou a skutečností, je nutné přistoupit k rozboru příčin způsobující daný stav. Lze toho docílit řadou způsobů s využitím detekční techniky pro vyhledávání skrytých úniků vody viz obrázek č. 1.



*Obr. 1. Analýza hydraulické účinnosti vodovodní sítě z hlediska zajištění NZV*

## Nouzové dodávky pitné vody pro subjekty infrastruktury

U vodárenských společností, které dosud nejsou vybaveny uvedenou monitorovací technikou, je vhodné použít alternativní způsob řešení. Jednou z reálných možností je redukce délky vodovodní sítě na nezbytné úseky, které zajistí dodávky pitné vody jen vybraným spotřebitelům a současně i základní množství požární vody pro taktéž redukovaná odběrná místa, viz obrázek č. 2.



**Obr. 2.** Vzorové řešení redukce sítě pro potřeby zajištění NZV a požární bezpečnosti

Aby redukce vodovodní sítě pro potřeby nouzového zásobování splnila účel, musí respektovat řadu poznatků a skutečností v posuzované lokalitě nejen z hlediska provozovatele vodovodu, ale i subjektů kritické infrastruktury (KI). K hlavním patří:

- kapacita náhradních zdrojů vody,
- standardní spotřeba vody v redukovaném úseku,
- reálné ztráty vody v  $\text{l.s}^{-1}$  v redukovaném úseku a na přívodních řadech od náhradního zdroje vody a jejich vztah ke kapacitě náhradního zdroje vody,
- u subjektů KI, součet spotřeby pitné vody ve standardních podmínkách a minimální požadavky pro nouzová provozní řešení,
- stanovisko a požadavky od HZS na množství požární vody a umístění minimálního počtu odběrných míst.

Pokud součty množství požadavků na nouzové dodávky pitné vody v redukované části vodovodní sítě přesahují kapacitu náhradního zdroje vody, musí být v redukci pokračováno v následujícím chronologickém pořadí:

- zastavit odbočky všech vodovodních přípojek běžných odběratelů vody a ponechat v provozu pouze přípojky subjektů KI. Pro nouzové dodávky vody občanům osadit na vhodných místech pouze výtokové stojany,
- provést další analýzu hydraulických poměrů na síti a dohledáním dalších skrytých úniků docílit stav blízký nule,

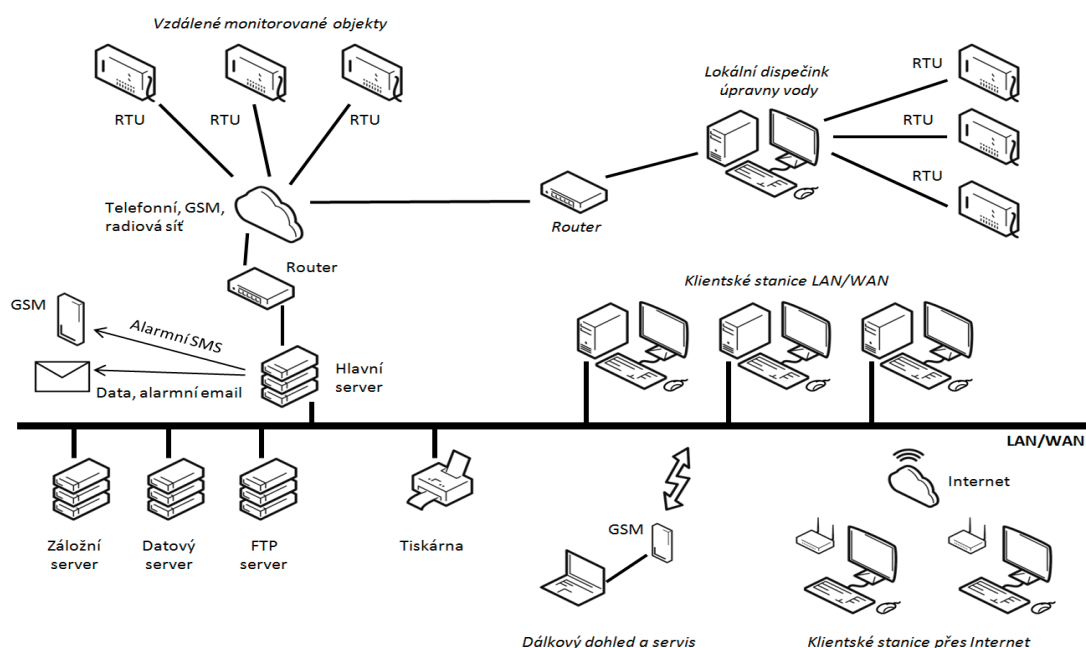
- v předstihu, pokud je standardní hydrodynamická tlaková hladina v zásobovacím systému vyšší než 0,3 MPa, osadit na síti redukční ventil. Po dobu mimořádné události redukovat tlak vody v systému na hladinu 0,25 – 0,30 MPa.

#### 4. Monitoring a řízení vodárenských procesů při mimořádných událostech

Mimořádně důležitou přípravou na řešení krizových situací a zabezpečení spotřebitelů pitnou vodou v každém vodárenském systému je schopnost operativně systém monitorovat a řídit. Tomuto požadavku nejlépe vyhovuje dálkové ovládání strategických armatur, on-line monitorování okamžitých průtoků vody v různých částech sítě a tlakových pásmech a sledování zdravotního zabezpečení vody před vstupem do rozvodného systému. Neopomenutelným, již standardním bezpečnostním opatřením, musí být dálkové sledování vstupních prvků (poklapy, dveře atd.) u objektů s volnou hladinou pitné vody, které minimalizuje nebezpečí úmyslné kontaminace vody v akumulacích, případně přenos fotografie z těchto objektů.

Vodárenský systém (představován jedním nebo více vzájemně propojených vodovodů) je, z hlediska operativního řízení, propojen do společného řídicího systému tvořeného centrálním řídicím stanovištěm – vodárenským dispečinkem a soustavou lokálních technologických objektů. Celý systém je vzájemně propojenou rádiovou sítí a veřejnou sítí GPRS.

Účinný monitoring a schopnost vzdáleně řídit jednotlivé vodárenské objekty je základní podmínkou řízení při vzniku mimořádné události, kdy hrozí nedostatek vody pro potřebu veřejné infrastruktury. Na výsledku technické úrovně monitoringu vždy závisí možnost předvídání vzniku mimořádné události a současně i technika rychlé reakce na vzniklý negativní provozní stav a tím snížení různých druhů primárních a sekundárních škod. V této části řízení vodárenských procesů je nutno využívat moderních telemetrických systémů [6].



Obr. 3. Schéma vodárenského dispečinku

V požadovaném rozsahu článku nelze definovat veškeré požadavky na sledování jednotlivých veličin ze zařízení vodárenského systému. Pro názornost tedy uvádíme pouze příklad monitoringu distribuční sítě a možnosti monitoringu úniku vody.

## **Sledování distribučních systémů pitných vod**

K nebezpečným částem výrobně distribučního systému patří zcela jednoznačně vodovodní sítě. Rizika sekundární kontaminace pitné vody zpravidla vznikají při haváriích a nedůsledném dodržování bezpečnostních zásad a provozních předpisů.

Riziko nekontrolovaného šíření kontaminace pitné vody se sníží především:

- on-line sledování a hodnocení množství realizované vody v distribuční síti, tlakových pásmech, jejích sekcích, nebo monitorovacích zónách,
- sledování, případné dálkové řízení funkce redukčních ventilů (noční, denní režimy), přečerpávacích nebo tlakových stanic a dalších technologických objektů,
- možnost dálkového ovládání strategických armatur na přivaděčích, páteřních řadech a vybraných místech rozvodné vodovodní sítě.

## **Vyhledávání úniků vody**

Ztráty vody ve vodovodních sítích jsou trvalou součástí jejich provozu, nelze je úplně odstranit, pouze snížit na ekonomicky úměrnou mez (ztráty vody ve veřejných vodovodech v ČR jsou v průměrné výši cca. 13 - 18% z celkového množství vody vyrobené[1]). Nejčastěji řešitelné poruchy vodovodní sítě jsou tzv. skryté poruchy. Proto provozovatelé vodovodní sítě by měli mít zpracován tzv. plán pátrání, kde je vodovodní síť rozdělena dle četnosti vzniklých poruch na jednotlivé části a jsou na nich prováděna kontrolní měření. Kromě uvedeného měření tlaku a průtoku se provádějí speciální měření vzniklých poruch pomocí speciálního měření nebo s využitím matematických metod.

K hlavním způsobům měření a metodám patří [7]:

- sledování nočních průtokových režimů,
- odposlech armatur sítě,
- bilanční pásma,
- korelace sítě.

## **5. Závěr**

Řídit vodárenská zařízení vodovodů a vodárenských systémů již zdaleka není jen záležitostí předpokladu provozní intuice a praxe, jak tomu bylo v minulých desetiletích. Úloha vodárenských dispečinků, při snižování provozních nákladů výroby a distribuci vody a při provozování vodárenské soustavy při mimořádných situacích, jako např. byly povodně v roce 1997 a 2002, je nezastupitelná.

Článek naznačuje, jak k dané problematice přistupovat a jakým způsobem se lze v každé vodárenské společnosti připravit na řešení mimořádných událostí mající dopad do jejího chodu a ekonomické účinnosti provozu.

## **Literatura**

- [1] Ročenka SOVAK 2014,
- [2] Indian & Northern Affairs Canada. *Design guidelines for first nations water works*. Indian & Northern Affairs Canada, Gatineau, Quebec, K1A 0H4, 2006. This document updated: March 15, 2006, pp.202. Dostupný z [www:http://www.aicn-inac.gc.ca/enr/wtrpubs/dgf-eng.pdf](http://www.aicn-inac.gc.ca/enr/wtrpubs/dgf-eng.pdf),
- [3] Kročová Šárka. *Strategie dodávek pitné vody*, edice Spektrum, 2009, ISBN 978-80-7385-072-2,
- [4] Kročová Šárka. *Contamination of Water with Noxious and Hazardous Substances*, Journal Inżynieria mineralna, 2013, PL ISSN 1640-4920,
- [5] Kročová Šárka. *Strategie územního plánování v technické infrastruktuře*, edice Spektrum, 2013, ISBN 978-80-7385-128-6,
- [6] Lindovský Milan. *Vodárenský dispečink jako nástroj na zvýšení provozní bezpečnosti*, Vodní hospodářství č. 10/2012, ISSN 1211-0760,
- [7] Lindovský Milan a Š.Kročová. *Řízení vodárenských systémů při nedostatku vody*, Vodní hospodářství č. 5, 2013, ISSN 1211-0760,
- [8] Tuhovčák L. a kol. autorů. *WaterRisk Analýza veřejných vodovodů*, CERM, Brno 2010, ISBN 978-80-7204-676-8

# Nové prvky v architektuře dispečerských systémů

Ing. Josef Fojtů

QLine a.s., tel.: 604 223 671, e-mail: [fojtu@qline.cz](mailto:fojtu@qline.cz), [www.telemetry.cz](http://www.telemetry.cz)

Příspěvek se zabývá aplikací nových postupů a využitím nových zařízení při řešení dispečerských systémů ve vodárenství, aktuálně především v souvislosti s požadavky na bezpečnost a prezentaci provozních dat.

Do řešení dispečerských systémů (DIS) se odráží jednak vnitřní požadavky ve vodárenských společnostech a jednak situace v okolním prostředí. Tyto faktory pak svými požadavky formují další život dispečinku. Aktuálně se jedná o tyto trendy

- **Těsnější propojení dispečinku s hlavními firemními IS**
- **Kybernetická bezpečnost**
- **Využití nových technologií pro dispečerská centra**

Základní mapa interních procesů v moderním vodárenství zůstává v platnosti i jejich pokrytí SW aplikacemi. Ve vodárenské praxi se používají dva modely, buď s integrovanými IS nebo častějšími komponentovými IS. V čase se ale mění důraz na jednotlivé činnosti. Hlavním hybatelem je obecně finanční efektivita, která vytváří trvalý tlak na výkon provozních činností a tím i na provádění jednotlivých agend.



## Místo DIS v architektuře firemního IS

Dispečink svým postavením ve vodárnách zprostředkovává přímou vazbu k provozním technologiím a jako takový je nenahraditelným prostředkem pro poskytování přímých, provozních a technologických dat – **datový hub základních provozních informací**.

V rámci této role aktivně vstupuje do přímých vazeb s významnými firemními agendami jako je zákaznický systém, řízení provozních činností ( poruchová služba, údržba, GIS ).

Moderní SCADA systémy třetí generace jsou na požadavky integrace se systémy ERP, ZIS i GIS dobře připraveny. Současné SCADA systémy v dispečinku mají síťovou architekturu, využívají řadu standardních rozhraní pro komunikaci a výměnu dat s dalšími aplikacemi. Pracují v dispečerských centrech s daty v SQL databázích a jsou plně způsobilé vybraná dat automaticky předávat ostatním firemním aplikacím k dalšímu zpracování. Typickými příklady informací vytvářených dispečinkem jsou: odečty měřidel, data pro údržbu, informace o vzniku provozní události – poruchy dodávky, výpadky zařízení, kvalita vody.

Trendem současné dispečerské praxe je snaha o maximální využití těchto informací jednak v operativním bilancování a dále v poruchové službě a při plánování údržby. Cílem je maximalizovat automatické přenášení informací a operativně vytvářet potřebné informace z dat získaných automatickým měřením.

### **Kybernetická bezpečnost – horké téma**

Postupující integrace dispečinků do firemních informačních systémů a narůstající konektivita přenosových sítí SCADA v rámci veřejného internetu současně znamená, že dispečerské systémy jsou rovněž náchylnější k počítačovým útokům. Tím se stále častěji setkáváme s potřebou nasazení prvků počítačové bezpečnosti do vodárenských dispečinků. Této problematice jsem se podrobněji věnoval ve svém příspěvku na Voda Zlín 2014 včetně návrhu možných opatření.

Mezitím vstoupil v platnost *Zákon č. 181/2014 Sb. o kybernetické bezpečnosti a o změně souvisejících zákonů (zákon o kybernetické bezpečnosti)* s účinností od 1. ledna 2015. V prosinci byly ve sbírce zákonů zveřejněny i prováděcí právní předpisy k tomuto zákonu. Jedná se o dva dokumenty:

*1) Vyhlášku o bezpečnostních opatřeních, kybernetických bezpečnostních incidentech, reaktivních opatřeních a o stanovení náležitostí podání v oblasti kybernetické bezpečnosti (vyhláška o kybernetické bezpečnosti) a*

*2) Vyhlášku o stanovení významných informačních systémů a jejich určujících kritériích*

Vyhláškami je stanoveno, že za **prvky kritické infrastruktury** jsou ve vodním hospodářství považovány tyto objekty:

- a) zásobování vodou z jednoho nenahraditelného zdroje při počtu zásobovaných obyvatel nejméně 125 000.**
- b) úprava vody o výkonu nejméně 3 000 l/s,**
- c) vodní dílo o objemu zachycené vody nejméně 100 mil. m<sup>3</sup>.**

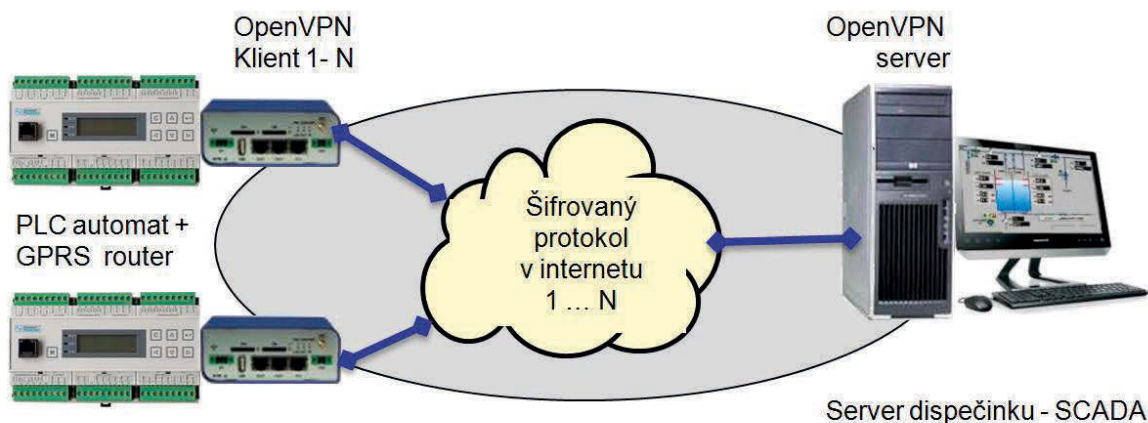
Z uvedeného je zřejmé, že se zákon o kybernetické bezpečnosti rozumně týká pouze větších vodárenských společností. Pro řešení těchto zcela nových požadavků a s tím související agendy je již k dispozici celá škála nástrojů z oblasti počítačové bezpečnosti. Nicméně pro každou vodárenskou společnost, kterých se tato opatření týkají, bude mít soubor pravidel individuální podobu. S ohledem na skutečnost, že se kybernetická bezpečnost týká informačních a komunikačních systémů jsou tato opatření připravována v úzké součinnosti útvarů IT a dispečinku.

#### 4. generace systémů SCADA – internet zařízení

Jestliže se aktuální 3. generace SCADA systémů vyznačuje síťovou architekturou, tak pro nastupující 4. generaci je jako charakteristické považováno využití sdílených služeb telemetrie na internetu (forma cloud computingu). Další novinkou je nástup šifrovaných (kryptografických) protokolů, které využívají běžný ethernet pro komunikaci mezi objekty a centrem místo tradičních telemetrických protokolů (Modbus RTU/TCP, RDS).

**Kryptografické protokoly.** Co se týká nových možností zabezpečené komunikace na datových sítích obecně, umožňují kryptografické protokoly díky šifrování informací bezpečným způsobem komunikovat po ethernetu bez potřeby tradičních telemetrických protokolů. Tím se velmi rozšiřuje výběr jednak koncových automatů tak i přenosových sítí. Praktické využití si předvedeme na příkladu volně dostupného software OpenVPN šířeného pod licencí GNU. Tento software lze poměrně snadno implementovat do koncových zařízení na objektech i do centrální SCADA a novým způsobem tak budovat bezpečné přenosové sítě.

„OpenVPN umožňuje ověřit navazované spojení pomocí sdíleného klíče (*preshared key*), digitálního certifikátu nebo uživatelského jména a hesla. V nastavení multiklient-server je vydán serverem pro klienty autentizační certifikát, který používá elektronický podpis a certifikační autoritu. K tomu využívá knihovny OpenSSL stejně jako pro podporu protokolů TLSv1“, jak praví zdroj Wikipedie.



Typickým příkladem využití kryptografického protokolu je přenosová síť vytvořená na platformě bezdrátové datové sítě GPRS/EDGE/3G/LTE ( viz obrázek ). Při přípravě je ale potřeba vzít do úvahy, že pro potřeby šifrovaných sítí nelze použít běžný GPRS modem ale musí být použit aktivní síťový prvek - router s podporou OpenVPN – např. Conel ER75i nebo Teltonika RUT950. Cena těchto zařízení je pouze nepatrně vyšší než u modemu a nasazení zvládne odborná firma.

OpenVPN používá běžné síťové protokoly TCP a UDP. Podporuje možnost komunikace skrz většinu proxy serverů (tj. pomocí protokolu HTTP), vést VPN tunel skrz NAT a firewally. OpenVPN server umožňuje předat požadovanou konfiguraci sítě svým klientům (IP adresa, maska sítě, směrování a podobně). Nabízí dva typy rozhraní pro síť (Universal TUN a TAP driver), které umožňují vytvořit IP tunel (TUN) na 3. vrstvě modelu ISO/OSI nebo na 2. vrstvě (layer-2 Ethernet TAP), který dokáže přenášet jakýkoli typ dat.

Hlavním přínosem použití otevřených síťových protokolů, jako je OpenVPN nebo TLS je vytváření bezpečných přenosových sítí i bez použití speciálních telemetrických protokolů.

**SCADA v cloudu.** Příkladem webového dispečinku je například projekt internetového centra [www.telemetrie.cz](http://www.telemetrie.cz), který úspěšně běží od roku 2006 a je využíván rostoucím počtem obcí provozujících malé skupinové vodovody. Tento koncept umožňuje malým provozovatelům vodovodů výrazně snížit náklady na pořízení infrastruktury dálkového měření a ovládání a současně zjednodušit údržbu. Podobně je i pro větší provozovatele zajímavé formou externí služby realizovat dálkový dohled objektů, jejichž napojení je nákladově náročné a nebo je jeho provozování časově omezené.

Příkladem využití externí služby telemetrie.cz může být např. obec provozující skupinový vodovod s vrtem a vzdáleným vodojemem. Na objektech je instalována automatika s GPRS přenosem na webový dispečink poskytovatele služeb telemetrie. Uživatel služby má kdykoliv prostřednictvím internetu, přístup k dispečerským funkcím - animovaná provozní schémata, trendy veličin, bilance, dálkové ovládání zařízení. Pokud dojde na dohlíženém systému k technologické poruše, je uživatel upozorněn SMS zprávou, případně e-mailem.

#### **Virtualizace – nástroj efektivního řešení dispečerských center.**

Současný návrhář dispečerských systémů se neobejde bez znalosti nástrojů pro virtualizaci. Použití virtuálních strojů jako serverů je v dispečerské praxi stále rozšířenější ze dvou důvodů. Prvním důvodem je, že šetří náklady díky možnosti spustit mnoho virtuálních serverů na jediném datovém centru a využít tak naplno jeho výkon. Virtualizace rovněž usnadňuje správu systémů, zvyšuje bezpečnost a dostupnost služeb jejich izolací v nezávislých virtuálních strojích, umožňuje rozšiřování hardwarové kapacity za běhu.

Druhým a častějším důvodem je možnost snadno uchovávat celou konfiguraci nainstalovaného dispečerského software formou speciálního souboru, který lze spustit na jiném hardware s virtuálním prostředím bez časově náročného postupu reinstalace jako je to v případě klasického fyzického serveru. Tím je minimalizována doba výpadku při potenciálních haváriích serveru.

O praktickém využití virtualizace na vodárenském dispečinku ŠPVS, pojednává například příspěvek na Voda Zlín 2013

Společnost QLine je dlouhodobým partnerem vodárenských společností skupin Aqualia, Veolia, Ondeo, Energie AG. Kterým pomáhá při realizaci řady aplikací provozních informačních systémů a uvádění nových řešení do praxe. V příspěvku jsou využity zkušenosti z této praxe.

# Možné dopady klimatických změn na zásobování Karlovarské aglomerace pitnou vodou – od studie proveditelnosti po realizaci

Ing. Ivo Brejcha<sup>1)</sup>; Ing. Rostislav Kasal, Ph.D.<sup>2)</sup>; Ing. Jan Cihlár<sup>3)</sup>

Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., Nábřeží 4, 150 56 Praha 5

<sup>1)</sup> tel.: 257 110 367, [brejcha@vr.v.cz](mailto:brejcha@vr.v.cz) <sup>2)</sup> tel.: 257 110 287, [kasal@vr.v.cz](mailto:kasal@vr.v.cz) <sup>3)</sup> tel.: 257 110 296, [cihlar@vr.v.cz](mailto:cihlar@vr.v.cz)

---

## Úvod

Zabezpečení vodárenských zdrojů pro výrobu pitné vody, jak upozorňují některé výzkumné studie, bude jedním z klíčových úkolů při budoucím rozvoji vodárenské infrastruktury v měnících se klimatických podmínkách. Důležitým aspektem při zásobení větších aglomerací pitnou vodou je v tomto ohledu množství dostupných zdrojů pitné vody, jež lze v případě výpadku některého z nich využít. U krátkodobého výpadku je situace zpravidla řešitelná rychlým přijetím opatření, která výpadek minimalizují a zajistí rychlou obnovu běžného provozu, zpravidla za použití rezervních zdrojů.

V případě dlouhodobějšího výpadku však tato krátkodobá opatření budou selhávat. Mezi možné příčiny vzniku popisované situace lze zejména uvést výskyt dlouhodobého sucha, při kterém budou plošně ovlivněny zdroje povrchové i podzemní vody.

S přihlédnutím ke klimatickým změnám a jejich očekávanému účinku na vodní zdroje bude příprava dlouhodobých strategií řešících tyto situace stále naléhavějším úkolem zejména pro aglomerace s takto ovlivnitelnými zdroji pitné vody.

V tomto příspěvku jsou shrnuty poznatky při přípravě a návrhu konkrétních opatření na Oblastním vodovodu Karlovarska, které přímo reagují na očekávané změny klimatu v tomto regionu.

## Historie zásobení Karlovarska vodou

Z hydrogeologického hlediska je území Karlových Varů a širšího okolí charakteristické výskytem mělkých podzemních vod. Tato skutečnost od začátku značně omezovala možnosti širšího využití zdrojů podzemní vody k zásobení obyvatel pitnou vodou. Z tohoto důvodu bylo již na konci 19. století přistoupeno v Karlových Varech k distribuci užitkové, později upravené pitné vody z Ohře k pokrytí vzrůstající potřeby obyvatel a průmyslu. Od roku 1882, kdy byla postavena první karlovarská vodárna v Tuhnicích, až do roku 1923, kdy bylo na vodárně zavedeno chlorování, byly v Karlových Varech provozovány dvě oddělené sítě - původní síť lesních vodovodů dodávajících do města pitnou vodu z lesních pramenů a druhá nově vybudovaná síť na užitkovou vodu z vodárny.

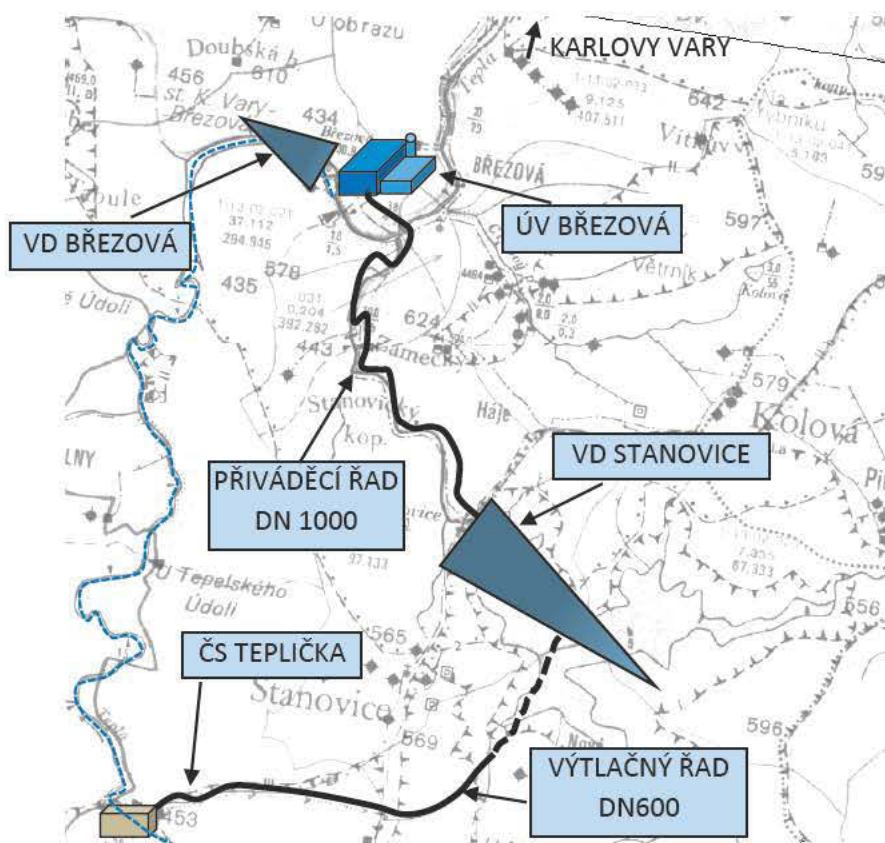
Zavedení chlorování při úpravě vody umožnilo následné propojování obou sítí, kdy lesní zdroje zůstaly využívány pouze pro zásobování veřejných kašen. Další modernizace úpravny vody v Tuhnicích a postupné rozšiřování vodovodu probíhalo až do roku 1984, kdy byla zprovozněna karlovarská vodárna v Březové. Od této doby dochází k rozrůstání celého vodovodního systému za hranice města Karlovy Vary.

## Současné zásobení Karlovarska pitnou vodou

Z hlediska zásobení pitnou vodou patří Oblastní vodovod Karlovarska mezi hlavní vodárenskou infrastrukturu regionu. Na oblastní vodovod je v současné době napojeno celkem 29 obcí včetně měst Karlovy Vary, Chodov, Ostrov a Horní Slavkov. Oblastním vodovodem je tak zásobeno přibližně 115 000 obyvatel.

Úpravná vody (ÚV) Březová představuje hlavní zdroj pitné vody pro oblastní vodovod. Dalším zdrojem pitné vody v oblastním vodovodu je ÚV Plavno na Plavenském potoce o projektované kapacitě 65 l/s pokrývající dnes cca 10 % celkové výroby.

ÚV Březová byla uvedena do provozu jako hlavní zdroj pitné vody pro Karlovy Vary a okolí v roce 1984, kdy byla původní úpravná vody v Tuhnicích trvale odstavena a následně zrušena. Kapacita nové úpravně byla dimenzována v souladu s trendy té doby na hodnoty, které dnes poskytují výrobní rezervu. Na soustavu bylo z tohoto důvodu možné později připojit další města a obce. Současná roční výroba pitné vody se pohybuje na úrovni cca 250 l/s.



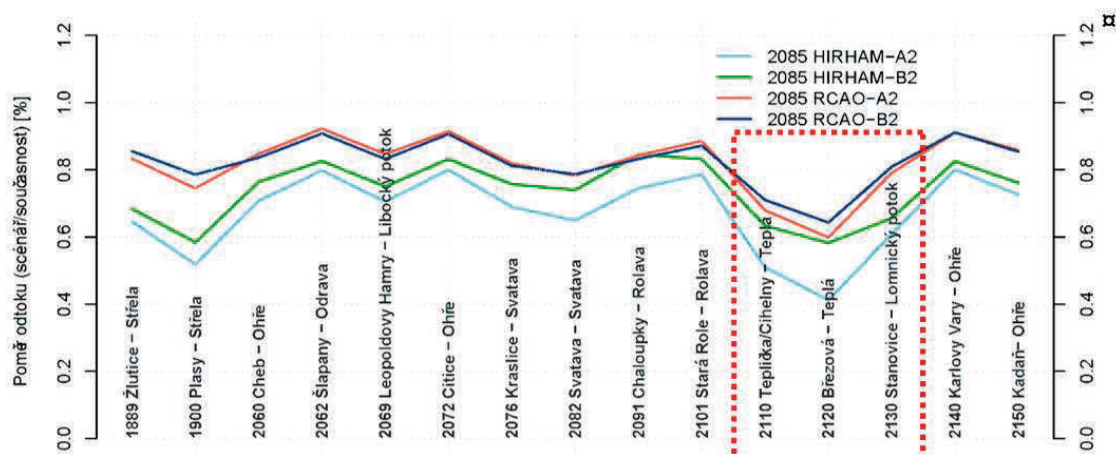
Obr. 1: Systém zásobení ÚV Březová surovou vodou

Vodní dílo (VD) Stanovice je vodárenskou nádrží sloužící zejména pro akumulaci vody k zásobení ÚV Březová. Vodní nádrž je s ohledem na rozlohu vlastního povodí a charakter území provozována v režimu víceletého řízení odtoku. Pro zvýšení zabezpečení zásobní funkce je zřízena na vodním toku Teplá čerpací stanice (ČS) Teplíčka. Ta v případě potřeby může zajistit převod vody z řeky Teplá do vodní nádrže Stanovice v množství až 150 l/s.

#### Vyhodnocení vlivu klimatických změn na Karlovarský region

V rámci dříve zpracované Výhledové studie potřeb a zdrojů vody v Karlovarském kraji (VÚV T.G.M. a Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., 04/2009) bylo provedeno vyhodnocení vlivu klimatických změn na hlavní zdroje vody v Karlovarském kraji včetně VD Stanovice a zájmového povodí Teplé pro několik možných scénářů vývoje klimatu.

Z výsledků studie vyplynulo, že již za současných podmínek je viditelný negativní trend na režim odtoku, kdy na většině sledovaných profilů odtok klesá.



**Graf 1:** změna poměrů odtoku pro povodí v Karlovarském kraji – dlouhodobý výhled

Z provedeného hodnocení dále vyplynulo, že povodí řeky Teplé reprezentující území zásobující ÚV Březová surovou vodou, bude reagovat v podmínkách uvažovaných změn klimatu velmi citlivě (pokles ročních průtoků o 9 – 20 % ve střednědobém výhledu). Pro dlouhodobý (období 2071–2100) a střednědobý výhled (referenční rok 2025) vyšla předpověď nedostatečného zabezpečení odběrů z vodní nádrže Stanovice a taktéž minimálních průtoků pod nádržemi VD Stanovice a VD Březová včetně dalších kontrolních profilů na řece Teplé. K řešení těchto negativních dopadů byla studií navržena variantní opatření.

### Návrh opatření ke zmírnění dopadu klimatických změn

Pro zabezpečení stávající zásobní funkce VD Stanovice na požadované úrovni bylo studií navrženo několik variantních opatření. Plného zabezpečení zdroje VD Stanovice pro nejméně příznivé scénáře klimatických změn bylo dosaženo u dvou hlavních opatření.

#### Opatření A – Posílení převodu vody z řeky Teplá do VD Stanovice

Návrh opatření počítá s využitím převodu vody z ČS Teplička (vodní tok Teplá) do nádrže Stanovice a s nadlepšením průtoků v řece Teplá z nové nádrže Mnichov.

Opatření bylo vyhodnoceno jako dostatečné, kdy požadavky na odběr vody a zajištění minimálních průtoků budou zajištěny i pro nejméně příznivý scénář klimatické změny. Pro tento návrh opatření bude nezbytné zajistit nový dostatečný zásobní prostor (předpoklad výstavby nádrže Mnichov 14,7 mil. m<sup>3</sup> na Pramenském potoce) k nadlepšování průtoků v řece Teplá.

S ohledem na umístění nádrže na jednom z přítoků řeky Teplá, budou nadále pro zásobení ÚV Březová využívány pouze zdroje z jediného povodí. To v důsledku znamená zvýšení závislosti na vývoji srážkových úhrnů v povodí řeky Teplá.

#### Opatření B - Využití nového zdroje – odběr povrchové vody z vodního toku Ohře

Odběry z Ohře umožňují pokrýt deficity odběrů z nádrže Stanovice (při zajištění minimálního průtoků pod nádrží) i pro nejméně příznivý scénář klimatických změn v dlouhodobém výhledu.

Toto opatření je navrženo výhradně pro zabezpečení stávajícího vodárenského zdroje pro Oblastní vodovod Karlovarska. Realizací opatření dojde k zajištění nového zdroje surové vody, který bude rovnocenným zdrojem ke stávajícímu z hlediska množství dodávané vody. Stávající technologie ÚV Březová není navržena na úpravu tohoto zdroje, a bude proto nezbytné v rámci opatření dále řešit novou technologii úpravy vody zahrnující např. rekonstrukci úpravní, která by takovouto úpravu plně zajišťovala.

### Návrh opatření v rámci studie proveditelnosti

V roce 2012 byla zpracována studie proveditelnosti „Zabezpečení náhradního zdroje vody pro ÚV Březová, SWECO a Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., 2012) řešící celkový koncept náhradního zásobení ÚV Březová při hodnocení technických i ekonomických aspektů.

Při porovnání variantních opatření dle jejich finanční náročnosti, míry poskytnutého zabezpečení a diverzifikace zdrojů byla přijata koncepce zásobení ÚV Březová za využití náhradního zdroje – povrchové vody z vodního toku Ohře.

Ve studii byl tento koncept blíže rozpracován z hlediska možnosti úpravy technologie ÚV Březová na nový, méně kvalitní zdroj surové vody. A dále dle zajištění odběru z nového zdroje a navazující dopravy surové vody na ÚV Březová v požadovaném množství až 320 l/s.

Řešení úpravy technologie na ÚV Březová bylo studií posuzováno v několika variantách při hodnocení očekávané efektivity úpravy, provozní a stavební náročnosti.

Tato část projektu byla následně řešena provozovatelem (VODAKVA a.s.), který navrhl konkrétní technologické úpravy a úspěšně dovedl projekt do fáze zkušebního provozu. Vzhledem k typu zvolené technologie (ultrafiltrace) a rozsahu jejího použití se jedná o první projekt svého druhu na území ČR.

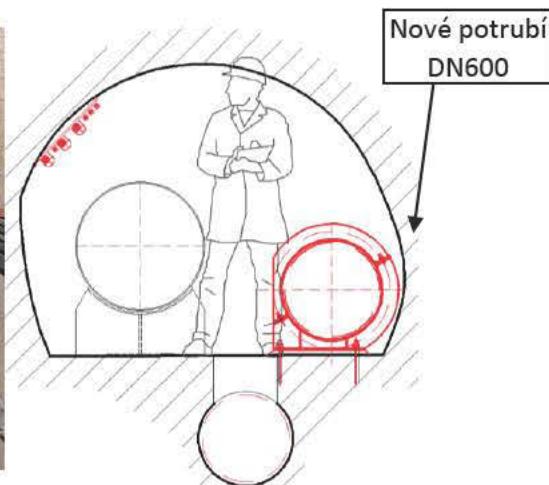
Návrh systému pro rezervní dopravu surové vody na ÚV Březová byl řešen rovněž variantně. Na základě provedeného hodnocení byl doporučen návrh dopravy surové vody s mezičerpáním.

Takto navržený systém byl tvořen těmito objekty:

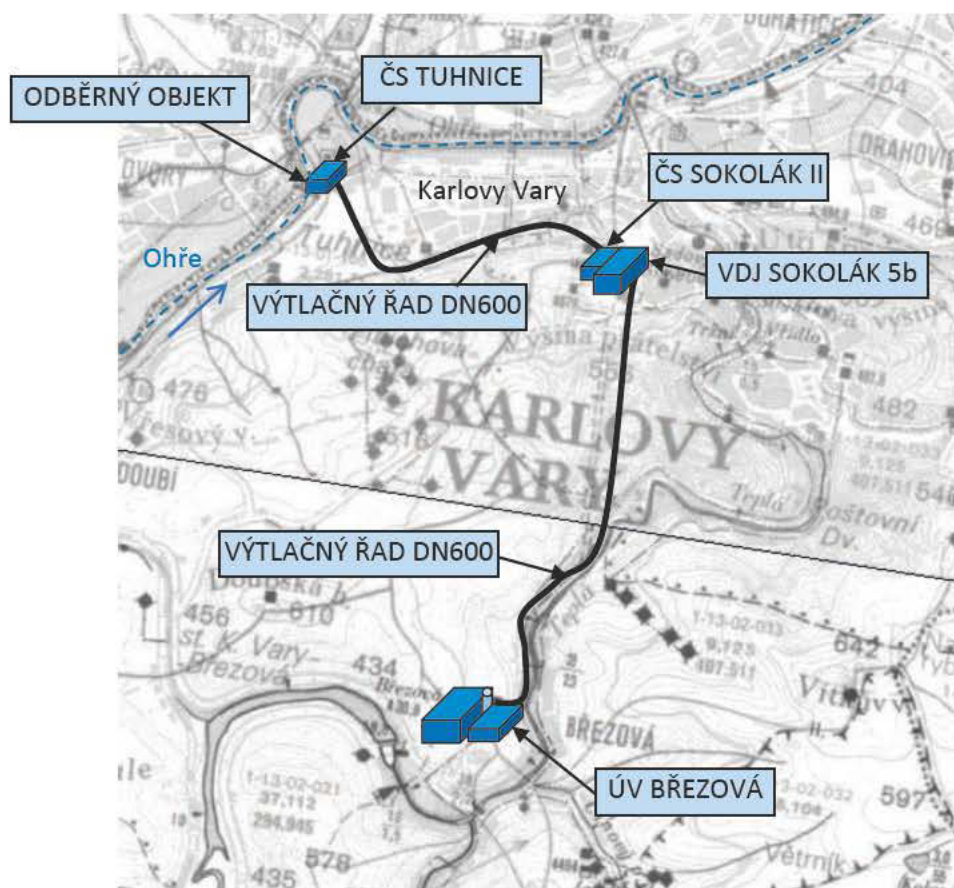
- odběrným objektem na vodním toku Ohře,
- odběrným gravitačním potrubím DN700 (délka 105 m),
- čerpací stanicí Tuhnice,
- výtlačným řadem Tuhnice – Sokolák DN600 (délka 2,5 km),
- čerpací stanicí Sokolák II s akumulací ve VDJ Sokolák 5b,
- výtlačným řadem Sokolák – ÚV Březová DN600 (délka 3,4 km – z toho 1,3 km uloženo ve štolě viz obr. 2),
- propojovacími řady pro zajištění sanačních průtoků.



**Obr. 2a:** Uložení současného příváděcího řadu DN800 ve štolě



**Obr. 2b:** Uložení výtlačného řadu v souběhu se současným příváděcím řadem DN800



Obr. 3: Návrh systému dopravy surové vody z řeky Ohře

### Zkušenosti při zpracování projektu náhradní dopravy surové vody z řeky Ohře

Projektová a inženýrská činnost pro výstavbu vodárenské infrastruktury k jímání a dopravě surové vody na ÚV Březová z řeky Ohře v uvedeném rozsahu byla zahájena koncem roku 2013.

Spolu s předprojektovou přípravou byl celý projekt dosud zpracován v těchto dílčích krocích:

- Studie - Zabezpečení náhradního zdroje vody pro ÚV Březová, SWECO a Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., 2012
- DÚR - Zabezpečení náhradního zdroje vody pro ÚV Březová – I. a II. etapa, Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s., 2014
- DSP - Zabezpečení náhradního zdroje vody pro ÚV Březová – I. etapa, Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s., 2014
- DVZ - Zabezpečení náhradního zdroje vody pro ÚV Březová – I. etapa, Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s., 2014

Výstavba náhradního systému dopravy surové vody je navržena v dílčích etapách, které zohledňují postupnou realizaci výstavby dle potřeb zadavatele. S realizací stavby náhradního systému dopravy je uvažováno v následujících letech.

V průběhu projekčních a inženýrských prací bylo nutné věnovat zvláštní pozornost:

- projednávání složitých majetkoprávních vztahů (vedení trasy centrem města),
- předjednání záměru s dotčenými organizacemi, správcem povodí atd.,
- Hlavním úkolem projektu je v tomto případě vyřešení způsobu plného zabezpečení odběru z řeky Ohře i pro případ výskytu extrémního sucha na celém povodí, tedy za situace vyžadující nadlepšování průtoku prostřednictvím dodatečných manipulací na výše ležících vodních nádržích na Ohři a jejích přítocích.
- řešení průchodnosti územím a vlivu stavby na okolí (vedení trasy v CHKO Slavkovský les, v městské památkové zóně Karlovy Vary, v ochranném pásmu přírodních léčivých zdrojů),
- vyhodnocení dalších požadavků na nově budovaný systém – možnosti regulace, systému řízení a přenosu dat, využití volných kapacit současného systému zásobení pro účely nalezení finančních úspor,
- technickému řešení pokládky potrubí v objektu štol,
- řešení přechodného využití systému náhradní dopravy surové vody.

## **Závěr**

Rozsah klimatických změn a zejména jejich samotný vliv na vodárenské soustavy je i přes rychlý rozvoj výzkumu v tomto oboru obtížně předvídatelný. Výzkumné studie a prováděná měření však naznačují, že vlivy klimatických změn se stávají již dnes nezanedbatelným aspektem při řešení dlouhodobých koncepcí zásobení pitnou vodou. Samotný proces od vyhodnocení ohroženosti zdrojů pro zásobení pitnou vodou až po realizaci navržených opatření představuje časově a finančně náročnou úlohu.

Dobrým předpokladem pro úspěšné řešení tohoto úkolu je návrh takového opatření, které bude rovněž zohledňovat budoucí, ale i současné ekonomické, ekologické a provozní požadavky. Příklad Oblastního vodovodu Karlovarska pak dokresluje, jak specifické podmínky ovlivňují výslednou podobu celkového řešení takovéto úlohy.

Systém náhradního zásobení surovou vodou je navržen zejména pro účely plného nahrazení současného zdroje VD Stanovice v případě jeho vyřazení.

Související modernizace technologie úpravy vody na ÚV Březová, která je ve stupni zkušebního provozu, pak zohledňuje výhledové požadavky na úpravu surové vody z náhradního zdroje surové vody - vodního toku Ohře.

Vzhledem k očekávaným klimatickým změnám je předpokládáno využití rezervního zásobení surovou vodou z Ohře v horizontu dalších 10-15 let.

Po dobu běžného provozu VD Stanovice bude systém náhradního zásobení přechodně využíván k dopravě upravené vody (sanačních průtoků).

## **Literatura**

- [1] Výhledová studie potřeb a zdrojů vody v Karlovarském kraji, VÚV T.G.M. a Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., 2009
- [2] Studie - Zabezpečení náhradního zdroje vody pro ÚV Březová, SWECO a Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., 2012
- [3] Voda pro Karlovy Vary 1882-2012– výroční publikace, VODAKVA a.s., 2012
- [4] <http://www.vodakva.cz/cs/aktualne/311-investice-2014-2015.html>
- [5] Projekt - Zabezpečení náhradního zdroje vody pro ÚV Březová, Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., 2014

# Koroze nerezové oceli ve vodárenství

Ing. Jaroslav Boráň, Ph.D.<sup>1)</sup>; Ing. Lucie Houdková, Ph.D.<sup>1,2)</sup>; Ing. Jan Kunderátek<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> KUNST, spol. s r.o., Palackého 1906, 753 01 Hranice

<sup>2)</sup> Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Technická 2896/2, 616 69 Brno

## Abstrakt

Příspěvek je zaměřen na problematiku koroze nerezové oceli na úpravnách vod. Přináší základní informace z problematiky koroze, je popsán vlastní mechanismus koroze oceli a nejčastější typy koroze. Další část příspěvku je věnována nerezovým ocelím, které jsou vhodné pro využití ve vodárenství. Jsou uvedeny základní druhy, vč. specifikace složení. Pozornost je věnována také koroznímu působení vody jako hlavního zpracovávaného média.

## 1 Úvod

Ve vodárenství se nejčastěji používají nerezové oceli 1.4521 (feritická), 1.4307, 1.4376, 1.4404, 1.4539 (austenitické) nebo duplexní 1.4462. [1], [2] Vodní prostředí může na nerezovou ocel působit různě, neboť voda může mít různé složení. Krajním případem je deionizovaná voda, která neobsahuje ionty, které by z ní činily elektrolyt, a která korozi prakticky nezpůsobuje. Naproti tomu voda pitná může způsobovat korozi bodovou, štěrbinovou nebo za zvýšených teplot může nastat i korozní praskání. Ještě agresivněji pak působí např. voda mořská s vysokým obsahem chloridových iontů. [3] Obsah chloridů ve vodě je uváděn jako nejdůležitější parametr, vhodný výběr oceli podle něj ukazuje např. tab. 1.

**Tab. 1** Obecné zásady pro výběr třídy oceli v závislosti na obsahu chloridů (při pokojové teplotě) [2]

| Koncentrace chloridů (mg/l) | Vhodná třída oceli                              |
|-----------------------------|-------------------------------------------------|
| < 200                       | 1.4301, 1.4307, 1.4404                          |
| 200 – 1 000                 | 1.4404, 1.4462                                  |
| 1 000 – 3 600               | 1.4462, 6 % Mo super austenitická, super duplex |
| > 3 600 a mořská voda       | 6 % Mo super austenitická, super duplex         |

## 2 Koroze

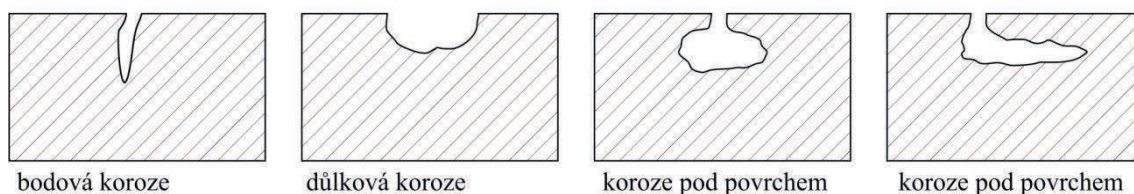
Koroze kovů je poměrně složitý elektrochemický (případně chemický) děj, který nastává v kapalném i v plynném prostředí. Koroze je samovolný děj (charakterizovaný poklesem Gibbsovy energie  $\Delta G$ ), při kterém dochází ke znehodnocení materiálu (zpravidla negativní vliv na strukturu materiálu a jeho odolnost) [4]. Mezi hlavní činitele ovlivňující rychlost koroze patří z hlediska materiálu čistota kovu a stav povrchu, co se prostředí týče, pak jsou to zejména chemické složení (přítomnost sloučenin urychlujících korozi), teplota, vlhkost a pH [5], [6]. Některé kovy a jejich slitiny mají schopnost se pasivovat vytvořením tenké povrchové vrstvy (nejčastěji oxidů), která je chrání před dalšími chemickými reakcemi. V ostatních případech je nutné zvolit vhodný způsob protikorozní ochrany, kde by na prvním místě měla figurovat volba vhodného konstrukčního materiálu a rovněž správného konstrukčního řešení. Mezi další možnosti patří různé ochranné nátěry, kovové i nekovové povlaky nebo elektrochemická ochrana. V některých případech je možné ovlivnit i vlastní korozní prostředí.

## 2.1 Základní typy koroze

Korozní děje lze dělit podle různých kritérií, např. podle skupenství reakčního prostředí nebo podle probíhajících dějů. Nejběžnější je však dělení podle charakteru napadení materiálu, které je uvedeno dále.

*Rovnoměrná koroze* je charakteristická napadením celého povrchu výrobku. Je snadno odhalitelná, neboť korozní produkty jsou dobře patrné pouhým okem, a proto je také v podstatě nejméně nebezpečnou formou koroze.

*Bodová koroze* je případ nerovnoměrného korozního napadení (viz obr. 1). Zpravidla k němu dochází tehdy, je-li v prostředí zvýšená koncentrace aniontů agresivních látek (typicky chloru). K tomuto typu koroze rovněž přispívá pomalu tekoucí nebo stojící kapalina. Bodovou korozi není tak snadné odhalit a často bývá zpozorována až ve chvíli, kdy dojde k proděravění potrubí nebo nádrže.



**Obr. 1** Různé tvary bodové koroze

Bodová koroze je typická právě pro nerezové oceli, kdy na povrchu chráněném pasivační vrstvou dojde k místnímu porušení této pasivační vrstvy (např. vadou materiálu). Následně dochází k lokálnímu okyselení roztoku elektrolytu, což dále podporuje bodovou korozi – jedná se tedy o autokatalytický děj. Z elektrochemického hlediska působí kov jako anoda a při korozi se postupně rozpouští, jako katoda působí pasivované okolí důlku.

*Štěrbínová koroze* probíhá obdobným mechanismem jak koroze bodová. Vzniká v trhlinách, štěrbinách či kapilárách. Díky specifickému geometrickému tvaru (násobně větší délka oproti tloušťce) dochází k nerovnoměrnému okysličení elektrolytu nebo k nerovnoměrné koncentraci iontů v elektrolytu. To je iniciačním krokem štěrbinové koroze.

*Mezikrystalová koroze* vzniká na hranicích zrn materiálu. Na tuto formu koroze jsou náchylné zejména nerezové oceli, niklové slitiny nebo slitiny hliníku. Koroze obvykle začíná na povrchu materiálu a následně se vzniklý lokální článek posunuje podél zrn do hlubších vrstev. Hnací silou mezikrystalové koroze je oslabení korozní odolnosti v úzké oblasti kolem hranice zrn, které u nerezových ocelí může nastat např. při stárnutí nebo tepelném zpracování (typicky svařování). Zpravidla dochází ke vzniku karbidů chromu, což způsobuje ochuzení hranice zrn o potřebný chrom. Nebezpečí koroze spočívá v tom, že na povrchu materiálu nedochází k žádným změnám vzhledu. Porušováním soudržnosti zrn dochází k výraznému snížení pevnosti materiálu.

*Koroze při namáhání* je obzvláště nebezpečná forma mezikrystalové koroze, ke které dochází při mechanickém namáhání (napětí v tahu). Kombinací těchto dvou jevů může dojít k poškození materiálu (tzv. koroznímu praskání) i v mírně agresivním prostředí. V některých případech není ani nutné působení vnější mechanické síly, ale postačí přítomnost vnitřního pnutí (např. po tepelném zpracování, svařování apod.). [4]

Mezi další druhy koroze patří např. galvanická koroze, vibrační koroze, vodíková křehkost, kavitace nebo biologická koroze.

## 2.2 Korozní působení vody

Voda díky svému chemickému složení může působit korozně jak na materiály kovové (zde převládají elektrochemické děje), tak na materiály nekovové (s převahou dějů chemických). Ve vodárenství se jedná zejména o působení vody na potrubí a různé nádrže či zásobníky. Požadavky na jakost vody dopravované ocelovým potrubím jsou uvedeny v normě TNV 75 7121 [6]. Ve vodárenství se nejčastěji setkáváme s celkovou a bodovou korozi. Ta je způsobena rozpuštěným kyslíkem, který je tedy vedle obsahu chloru a chloridů důležitým sledovaným parametrem. Kyslík působí jako akceptor elektronů, jak je patrné z následujícího popisu anodických a katodických dějů:

- děje probíhající na anodě (rozpuštění železa): [6]
$$\text{Fe (s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^- \quad (1)$$
$$\text{Fe}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe(OH)}_2 \text{ (s)} + 2 \text{H}^+ \quad (2)$$
$$\text{Fe}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{FeCO}_3 \text{ (s)} \quad (3)$$
$$\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 10 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{Fe(OH)}_3 \text{ (s)} + 8 \text{H}^+ \quad (4)$$
- děje probíhají na katodě (depolarizační reakce): [6]
$$\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^- \quad (5)$$
$$\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \quad (6)$$
$$\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 \text{ (s)} \quad (7)$$

Obdobně má depolarizační účinky i chlor: [7]

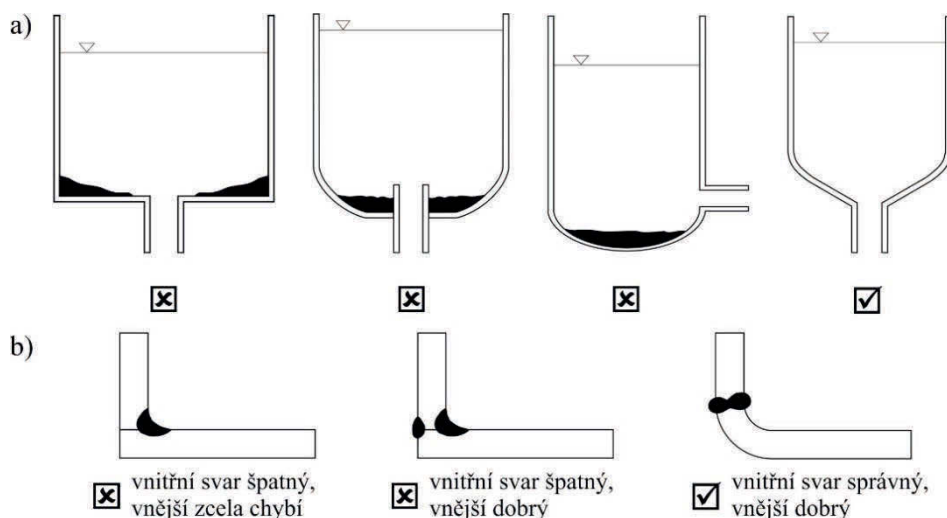


Z reakčního schématu je patrné, že v uvnitř důlku dochází k poklesu hodnoty pH (reakce (2), (4) a (10)), což dále korozi urychluje. Naopak na povrchu materiálu se v okolí důlku pH zvyšuje, jak je patrné z reakce (5). Z reakčního mechanismu je dále patrné, že za určitých podmínek se může reakcí (7) vylučovat pevný, ve vodě nerozpustný uhličitán vápenatý, který může vytvářet ochrannou vrstvu. Přítomnost  $\text{CO}_2$  ale ochranný účinek iontů  $\text{Ca}^{2+}$  a  $\text{HCO}_3^-$  negativně ovlivňuje, a proto je vápenato-uhličitánová rovnováha dalším důležitým parametrem, který ovlivňuje agresivitu vody.

Korozní působení chloridových iontů však může na úpravnách vod nastat i na vnějším povrchu potrubí či nádrží. V případě, že je nevhodně řešeno umístění zásobníku s desinfekčním činidlem na bázi chloru (např. chlornanem sodným), reaguje uvolňující se chlor se vzdušnou vlhkostí za vzniku kyseliny chlorovodíkové. Následně dochází ke kondenzaci par na chladném kovovém povrchu, který je pak výrazně ohrožen bodovou korozi. S ohledem na vysokou agresivitu je tedy vhodné skladovat desinfekční činidla na bázi chloru ve stavebně oddělených, dobře odvětrávaných prostorách.

## 2.3 Ochrana nerezových ocelí před korozi

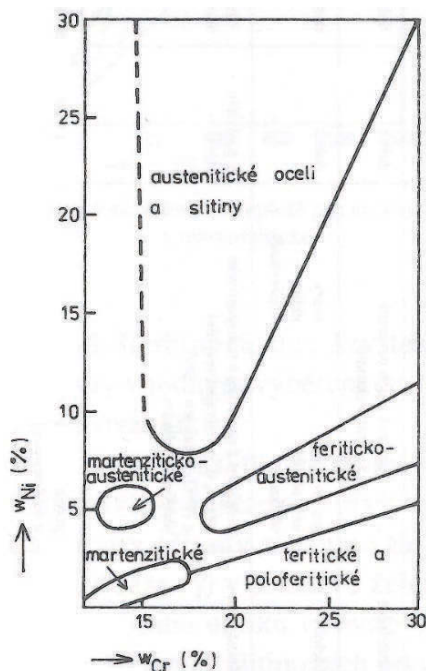
U nerezových ocelí je důležitý zejména vhodný výběr materiálu a vhodné konstrukční řešení. Nejběžnějším způsobem ošetření povrchu nerezového výrobku je jeho moření a pasivace. Moření probíhá v lázních na bázi směsi kyseliny dusičné a kyseliny fluorovodíkové. Pasivace je zajišťována kyselinou dusičnou [8]. Ochranné vrstvy (nátěry, pokovení apod.) se v případě vodárenského využití příliš nepoužívají. Pro potrubí uložené v zemi (doprava vody) lze použít katodickou nebo anodickou ochranu. Z hlediska vhodného konstrukčního řešení je třeba zajistit dostatečnou rychlost proudění (uvádí se min. rychlost 0,2 m/s, ideálně však více než 1,0 m/s) a omezit místa, v níž voda zůstává stát [6]. Příklady vhodného a nevhodného konstrukčního řešení zásobníků a svarů jsou uvedeny na obr. 2.



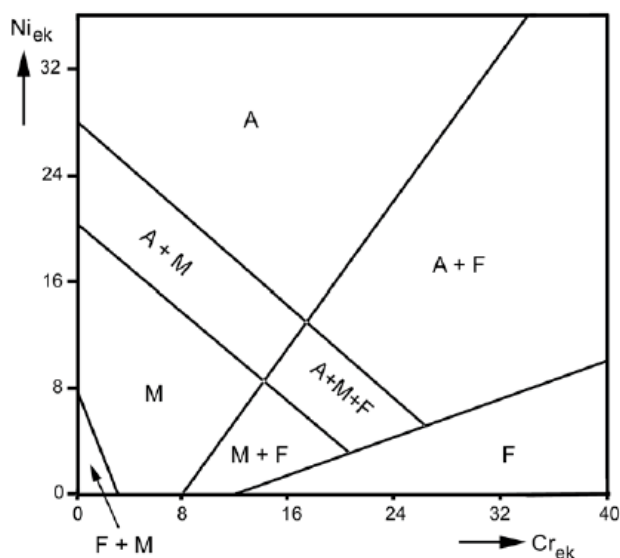
Obr. 2 Konstrukční řešení zásobníků (a) a provedení svarů u dna nádoby (b) (vytvořeno dle [5])

### 3 Nerezové oceli

Nerezové oceli jsou kovové konstrukční materiály s daným chemickým složením. Vedle Fe (obvykle min. 50 %) obsahují Cr (min. 10,5 %, u feritických ocelí až 30 %), legující prvky (Ni a Mn až 30 %, další jako např. Mo, Cu, Si, Al, Ti, Nb, Ta, W, W, N jsou obsaženy do jednotek %). Obsah C se pohybuje obvykle do 1 %, rovněž je požadován nízký obsah S a P (max. 0,03 %) [9]. Cr, Si, W, Mo, V, Al a Ti patří mezi feritotvorné prvky, které rozšiřují teplotní oblast stability feritu. Austenitotvorné prvky pak rozšiřují teplotní oblast stability austenitu a patří mezi ně Ni, Mn, Co, C a N [10]. Základní dělení nerezových ocelí je podle jejich chemického složení (a tedy i struktury) na martenzitické, feritické a austenitické a jejich přechodové stavy (viz obr. 3). Obdobně lze k popisu fázového složení nerezové oceli použít Schäfflerův diagram (viz obr. 4), který používá tzv. ekvivalent chromu (rov. 11) a ekvivalent niklu (rov. 12) [10].



Obr. 3 Různé typy nerezových ocelí v Ni-Cr diagramu [4]



Obr. 4 Schäfflerův diagram ( $A$  – austenit,  $F$  – ferit,  $M$  – martenzit) [10]

$$Cr_{ek} = \%Cr + \%Mo + 1,5 \cdot \%Si + 0,5 \cdot \%Nb + 2 \cdot \%Ti \quad [\%] \quad (\text{rov. 11})$$

$$Ni_{ek} = \%Ni + 30 \cdot \%C + 30 \cdot \%N + 0,5 \cdot \%Mn + 0,5 \cdot \%Cu \quad [\%] \quad (\text{rov. 12})$$

Schäfflerův diagram se používá také pro odhad výsledné struktury svarového kovu, který vzniká mícháním svarového kovu s legovaným či nelegovaným základním materiálem.

### 3.1 Základní skupiny nerezových ocelí

*Martenzitické korozivzdorné oceli* obsahují 12 až 18 % Cr, obsah uhlíku se pohybuje do 1 až 1,5 %. Oceli jsou samokalitelné a těžko svařitelné. Korozní odolnost martenzitických ocelí lze zvýšit kvalitním (např. leštěným) povrchem. Při ohřevu na teplotu 350 až 550 °C může docházet ke křehnutí martenzitických ocelí. Používají se na výrobu čerpadel, kompresorů nebo chirurgického náčiní. [9], [10]

*Feritické korozivzdorné oceli* obsahují 13 až 30 % Cr, obsah uhlíku je pod 0,1 %. Tyto oceli nejsou kalitelné a jejich mechanické vlastnosti lze zlepšit pouze tvářením zastudena. Feritické oceli mají vyšší pevnost než nelegované uhlíkaté oceli. Mezi jejich přednosti patří odolnosti proti koroznímu praskání. Nevýhodou je náchylnost ke křehnutí za vysokých teplot (nad 900 °C). Používají se v chemickém (potrubí čerpadel, trubky výměníků) a potravinářském (např. mlékárenském, pivovarnickém) průmyslu. [9], [10]

*Austenitické korozivzdorné oceli* jsou nejvýznamnější skupinou nerezových ocelí. Obsahují 18 až 20 % Cr a 8 až 11 % Ni. Od ostatních skupin nerezových ocelí se liší tím, že nejsou magnetické. Korozní odolnost lze zlepšit přidáním Mo nebo snížením obsahu C pod 0,03 %. Austenitické oceli jsou nekalitelné, dobře tvařitelné a svařitelné. Využívají se v celé řadě průmyslových oborů (chemický, potravinářský, energetický nebo farmaceutický) k výrobě čerpadel, nádrží, výměníků, potrubí atd. [4], [10]

*Austeniticko-feritické (duplexní) oceli* vycházejí z austenitických ocelí, ale obsah Cr se pohybuje od 20 do 26 % a zároveň je snížen obsah Ni na 4 až 7 %. Díky tomu dosahují určitých specifických vlastností, jako jsou vyšší mechanické vlastnosti než u austenitické oceli, zvýšená odolnost proti mezikrystalové korozi a při legování Mo a N jsou velmi dobře odolné proti bodové, šterbinové a celkové korozi. Významná je rovněž odolnost proti koroznímu praskání. Používají se např. pro výrobu potrubí v energetickém průmyslu nebo na konstrukci ropných plošin a potrubních svazků umístěných v mořské vodě. [4], [10], [11], [12]

### 3.2 Podstata korozní odolnosti

Pasivita nerezových ocelí je dána přítomností chromu, který umožňuje vytvářet na povrchu materiálu tenkou ochrannou vrstvu, ve které převládá  $Cr_2O_3$ . Schopnost přijímat elektrony dovoluje chromu učinit pasivním i železo, které tuto schopnost získá ztrátou alespoň jednoho elektronu. Samovolná pasivace je možná při dostatečném obsahu oxidační látky v roztoku, přičemž na kovovém povrchu je nutné stále udržovat anodový děj odpovídající korozi a katodový děj odpovídající depolarizaci. Narušení určité rovnováhy těchto dvou dějů může vést k nestabilní pasivitě, při které i zanedbatelné porušení pasivní vrstvy vede k aktivaci povrchu kovu a náchylnosti ke korozi. [4]

Vlastní pasivní film je velmi tenký, jeho tloušťka se pohybuje v řádech stovek mikrometrů. Stabilita pasivního filmu může být narušena zejména v místech, kde se na povrchu kovu vyskytují nějaké nehomogenity (např. vměstky). Z polarizačních křivek vyplývá, že pro dosažení obdobné schopnosti pasivace jakou má čistý chrom je třeba při legování zajistit přítomnost určitého minimálního množství chromu. V případě použití v neutrálních vodných roztocích je spodní hranice přibližně 12 %. Zvyšování obsahu Cr

pak vede k získání nerezových ocelí, které se pasivují i v agresivnějších roztocích. Ještě snadněji se pasivují slitiny s přídavkem Ni.

#### 4 Závěr

V posledních letech se nabízí možnost nahrazování austenitických ocelí (1.4301, 1.4401) ocelmi duplexními. Ty byly vyvinuty s cílem snížit obsah legur (zejména Ni) z důvodu prudkého nárůstu ceny. Jedná se např. o materiál s označením S32304 a S32205 (1.4362 a 1.4462). Duplexní oceli mají oproti austenitické oceli lepší korozní odolnost v prostředí obsahujícím chloridy, vyšší mez kluzu a vyšší pevnost, přičemž obsah Ni ve slitině je přibližně poloviční. [13], [14]. Rovněž je vhodné podpořit přirozenou schopnost pasivace nerezových ocelí mořením a následnou pasivací v kyselině dusičné, a to zejména u tepelně ovlivněných výrobků (svařování) [8]. V neposlední řadě je pak nutné dbát na správné konstrukční řešení výrobku, které může do značné míry korozi přecházet.

#### 5 Literatura

- [1] MIKÓ, A., J.W. ERNING, H. SCHLERKMANN, and T. MATHIESEN. Comparative Investigation of Stainless Steels Used in Drinking Water Distribution Systems. *Electrochimica Acta*. 54 (2009) 7507–7513. ISSN 0013-4686. doi:10.1016/j.electacta.2009.08.003.
- [2] MAMENG, Sukanya and Rachel PETTERSSON. Localised corrosion of stainless steel depending on chlorine dosage in chlorinated water. *Acom*. 3 (2011). [online]. Dostupné z <tools.outokumpu.com/spt/pub/pubembed.asp>.
- [3] EURO INOX. Korozivzdorné oceli ve styku s jinými kovovými materiály. 2011. ISBN 978-2-87997-324-1.
- [4] ČÍHAL, Vladimír. *Korozivzdorné oceli a slitiny*. Vyd. 1. Praha: Academia, 1999, 437 s. ISBN 80-200-0671-0.
- [5] ROBERGE, Pierre R. *Corrosion engineering: principles and practice*. New York: McGraw-Hill, c2008, xiv, 754 s. ISBN 978-0-07-148243-1.
- [6] PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 3., přeprac. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1999, 568 s. ISBN 80-03-00525-6.
- [7] FONG-YUAN Ma. Corrosive Effects of Chlorides on Metals. *Pitting Corrosion*, Prof. Nasr Bensalah (Ed.). InTech: 2012, 139–178. ISBN: 978-953-51-0275-5. [online]. Dostupné z <www.intechopen.com/books/pittingcorrosion/corrosive-effects-of-chlorides-on-metals>.
- [8] STROJÍRNÝ A OPRAVNÝ MILENOV SPOL. S R.O. Mořina nerezové oceli – nová linka v srdci Moravy. Focus Nerez. 05-06 (2014).
- [9] BRENNER, Otakar. Korozivzdorné oceli jako konstrukční materiály – 1. díl a 2. díl. *MM Průmyslové spektrum*. 4 a 5 (2003).
- [10] VOJTĚCH, Dalibor. *Kovové materiály*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2006, 185 s. ISBN 80-7080-600-1.
- [11] EURO INOX. Vlastnosti korozivzdorných ocelí. Lucemburk, 2002. ISBN 2-87997-082-2.
- [12] NEJEDLÝ, Zdeněk. Mechanické a technologické vlastnosti duplexních ocelí v závislosti na hodnotě PREN. Brno 2014. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 75 s. 5 příloh. Vedoucí práce doc. Ing. Antonín ZÁDĚRA, Ph.D.
- [13] STRIDH, Lars-Erik a Jiří MARTINEC. Nové úsporné duplexní oceli a jejich svařitelnost. *Konstrukce*. 2010. ISSN 180-8433. [online]. Dostupné z <www.konstrukce.cz/clanek/nove-usporne-duplexni-oceli-a-jejich-svaritelnost>
- [14] BOILLOT, Pauline and Jérôme PEULTIER. Use of Stainless Steels in the Industry: Recent and Future Developments. *Procedia Engineering*. 83 (2014) 309–321. ISSN 1877-7058. doi:10.1016/j.proeng.2014.09.015.

# Hydraulické posouzení výtlačného systému jímacích řadů z hlediska energetických úspor

HYDRAULIC ASSESSMENT OF WELLS WATER COLLECTION SYSTEM  
– ENERGY SAVINGS

**doc. Ing. Iva Čiháková, CSc.; doc. Ing. Bohumil Šťastný, Ph.D.;**  
**Ing. Filip Horký, Ph.D.**

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra zdravotního a ekologického inženýrství,  
Thákurova 7, 166 29 Praha 6, [cihakova@fsv.cvut.cz](mailto:cihakova@fsv.cvut.cz), [stastny@fsv.cvut.cz](mailto:stastny@fsv.cvut.cz), [filip.horky@fsv.cvut.cz](mailto:filip.horky@fsv.cvut.cz)

---

## Abstrakt

Pro potřeby lidské společnosti jsou využívány vody z povrchových či podzemních zdrojů. Z hlediska využití vody pro pitné účely jsou významnější především podzemní zdroje. Bohužel z celkového objemu vody na zeměkouli je cca 97,39 % soustředěno v mořích a oceánech a jen cca 0,54 % jsou podzemní vody [1]. Obyvatelé ČR jsou zásobováni ze 42 % z podzemních zdrojů vody, 32 % dostává vodu z povrchových zdrojů a 26 % je pokryto smíšenými zdroji [2]. Při odběru vody je nutné zpravidla čerpat. Tento příspěvek se zabývá hydraulickým posouzením jímacích řadů, které odvádějí vodu z jednotlivých jímacích vrtů.

**Key words:** well, water collection system, hydraulic assessment, efficiency optimization

## 1 ÚVOD

Charakteristickým rysem vodních zdrojů, kterým se odlišují od ostatních přírodních zdrojů, je jejich kontinuální obnova v rámci celkového oběhu vody na Zemi. Vodní zdroje mohou být hodnoceny například podle vydatnosti či jakosti vody. Dostatečné množství vody je základním předpokladem možnosti jejího využívání. Jakost vody je pak rozhodující pro rozdělení vodních zdrojů podle způsobu užívání vody. Vhodné zdroje pro zásobování obyvatel jsou vybírány hlavně z podzemních, ale i sladkovodních povrchových vod. Podzemní zdroje jsou většinou kvalitnější, neboť nejsou tolik ovlivňovány působením okolí (splachy z polí, automobilová doprava, vliv průmyslových podniků,...). Kromě důrazu kladeného na ochranu vodních zdrojů z hlediska jakosti a množství odebírané vody, je také nutností optimalizovat celý jímací systém za účelem energetických úspor vedoucích k zajištění malých provozních nákladů systému.

Posuzovaný jímací systém se skládá z několika desítek funkčních i nefunkčních vrtů. Využívání vodovodu je prováděno na základě získaných zkušeností během několika let provozu bez aplikace současných znalostí, zvláště v oblasti výpočetní techniky a modelování. Proto bylo přistoupeno k hydraulickému posouzení celého řadu od jímání až po dopravu do vodojemu včetně odběru z vodojemu do distribuční sítě. Součástí tohoto posouzení byl zhodnocen i stav funkčnosti některých armatur, vnitřního povrchu potrubí, čerpadel a ostatních zařízení, které slouží k provozování této vodovodní sítě.

## 2 METODIKA

Posuzovaná jímací soustava se skládá z vodovodu, který odvádí vodu ze dvou pramenišť do akumulární nádrže. Jednotlivá prameniště jsou tvořena soustavou vrtaných studní, ze kterých je voda čerpána do svodných řadů. Z prvního prameniště

jsou vedeny dvě trasy – řad DN 100 – DN 300 od vrtu S1, S2, S3, S4 a S5 a řad DN 400 od vrtu S6, S7 a S8. Obě trasy jsou ve spojně šachtě propojeny přes ruční šoupátka do řadu DN 500, který je zaústěn do akumulární nádrže. Celková délka tohoto systému činí 2799 m. Z druhého prameniště vede svodný řad DN 150 – DN 700 v délce 7154 m. Akumulační nádrž – zemní vodojem  $2 \times 5000 \text{ m}^3$  – je vyrovnávací a zásobní nádrž pro čerpání vody z pramenišť do vodovodního systému. Objekt se skládá ze dvou zemních obdélníkových nádrží o objemu  $5000 \text{ m}^3$  a ze společné armaturní komory přilehlé k čelní stěně nádrží.

Hydraulický výpočet jímacích řadů byl proveden pomocí matematického modelu, který byl vytvořen v programu EPANET 2 [3]. Model nebyl kalibrován z důvodu požadované přesnosti výstupních údajů. Na modelu byly řešeny hydraulické ztráty ve výtláčných a gravitačních částech řadů a to ve dvou variantách drsnosti potrubí tj. ve stávajícím stavu a při návrhu nového potrubí. Řešeny byly pouze hydraulické ztráty třením. Místní ztráty byly při výpočtu zanedbány. Odběry z jednotlivých vrtů byly modelovány jednak dle skutečně čerpaného množství v roce 2011, ale také odběry, které odpovídají reálným vydatnostem jednotlivých vrtů v současnosti. Ze zjištěných výsledků pak byly odvozeny maximální dopravní výšky a výkon jednotlivých čerpadel umístěných ve vrtech. Celkem byly řešeny čtyři varianty možného provozování celé sestavy vrtů vybrané oblasti.

## 2.1 Popis matematického modelu

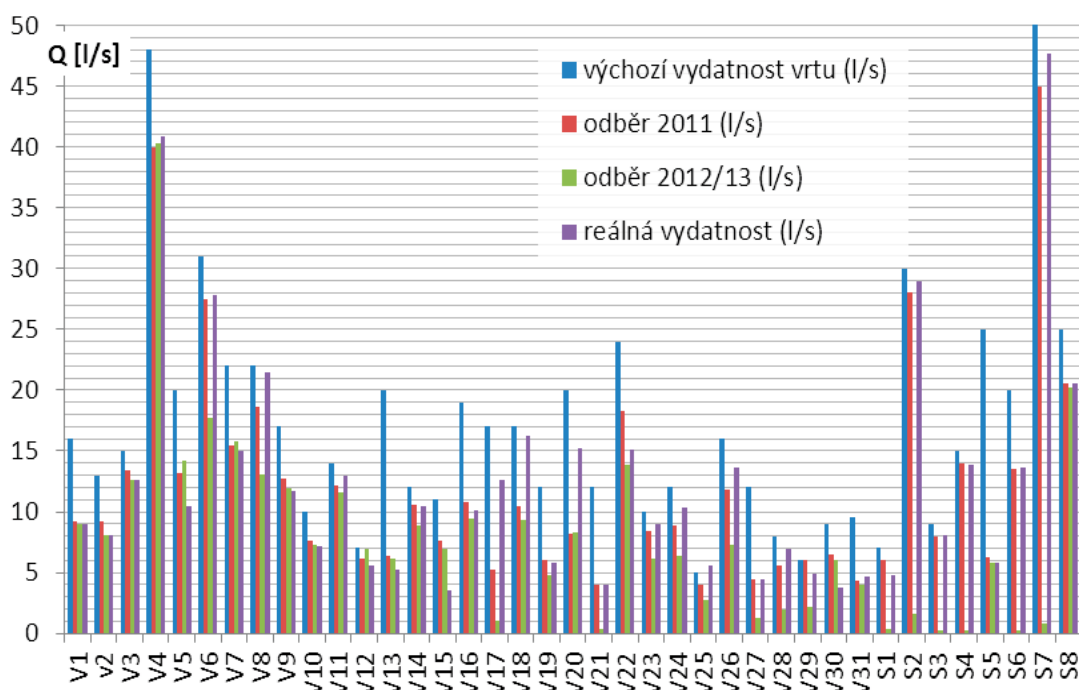
Matematický model jímacích řadů je vytvořen v měřítku 1:1. Půdorysná geometrie sítě byla vytvořena na podkladě rastrového obrázku situace obou pramenišť. Délky a DN jednotlivých řadů byly odečteny ze situačního výkresu. Niveleta potrubí je odvozená od úrovně terénu v místě jednotlivých vrtů (od kóty terénu odečteno 1,2 m – nezámrazná hloubka). Kóta dna akumulární nádrže je 197,8 m n.m. kóta napojení přítoku je 198,35 m n.m. Drsnost potrubí jednotlivých řadů byla volena na základě tabulkových hodnot, dle použitého materiálu a nebyla z důvodu dostatečné přesnosti kalibrována. Pro stávající stav potrubí byla zvolena drsnost  $\Delta = 1,5 \text{ mm}$ , jako litinové potrubí zrezivělé, což vyplynulo z místního šetření a kamerových zkoušek, které byly provedeny na přívodním potrubí do vodojemu. Pro nové litinové potrubí byla zvolena drsnost  $\Delta = 0,25 \text{ mm}$  (litinové potrubí nové). Pro výpočet ztrát byl použit Darcy-Weisbachův vzorec.

Jednotlivé vrty jsou do modelu zadané jako nádrže s fixní úrovní hladiny vody. Ta je daná průměrnou provozní hladinou v letech 2008-2011. Dle podkladů jsou zadané i Q-H křivky jednotlivých čerpadel. U čerpadel od výrobce Lowara byly do modelu zadány Q-H křivky dle specifikace výrobce. Pro regulaci odebíraných množství jsou za čerpadly umístěné redukční ventily, které redukují průtok na požadované hodnoty.

## 3 VÝSLEDKY A ZHODNOCENÍ

### 3.1 Porovnání odběrů z jednotlivých pramenišť

V grafu na obrázku 2 jsou vyneseny výchozí a reálné vydatnosti jednotlivých vrtů pro porovnání s uskutečněnými odběry v jednotlivých měřených obdobích. Z grafu je patrné, že v průběhu provozování celého prameniště došlo ke snížení vydatnosti jednotlivých vrtů průměrně o cca 30 %. Ke zvýšení reálné vydatnosti došlo pouze u vrtu V25.



**Obr. 2** – Porovnání výchozí a reálné vydatnosti jednotlivých vrtů s uskutečněnými odběry

### 3.2 Popis a označení jednotlivých variant řešených na matematickém modelu

Na modelu byly řešeny čtyři varianty. Jde o kombinaci 2 variant hydraulické drsnosti potrubí a 2 variant odebíraných množství z jednotlivých vrtů. První dvě varianty vychází ze stávajícího stavu potrubí jímacích řadů, kdy na modelu jsou modelovány odběry dle čerpaného množství v roce 2011 a odběry podle reálné vydatnosti jednotlivých vrtů v současnosti.

Ve druhých dvou variantách jsou modelovány odběry jako v prvních dvou variantách, ale pro nové potrubí (snížení hydraulické drsnosti). V tabulce 1 jsou pak zřehledněny celkové odběry z jednotlivých pramenišť.

**Tab. 1** – Porovnání celkových odběrů z jednotlivých pramenišť

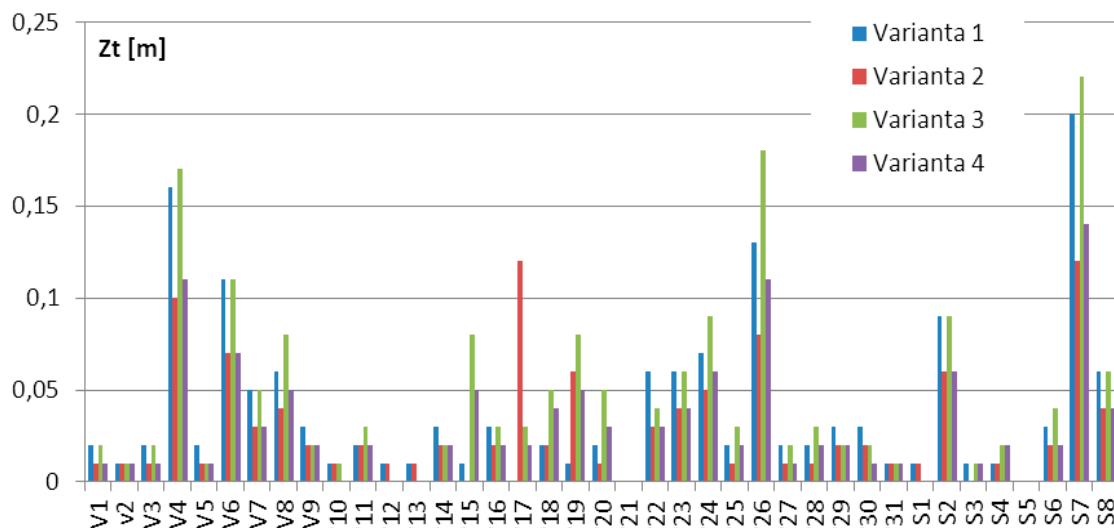
| Odběry (l/s)     | prameniště 1 | prameniště 2 | celkem |
|------------------|--------------|--------------|--------|
| rok 2011         | 332,7        | 141,3        | 474    |
| reálná vydatnost | 344,6        | 143,4        | 488    |

### 3.3 Výpočet hydraulických ztrát a stanovení dopravních výšek čerpadel

Na matematickém modelu byly řešeny hydraulické ztráty ve výtlačných a gravitačních částech jímacích řadů. S ohledem na to, že kladečské schéma jímacích řadů nebylo k dispozici, byly řešeny jen hydraulické ztráty třením a místní ztráty tak byly zanedbány. Pro určení dopravních výšek jednotlivých čerpadel byla nejprve vynesena tlaková úroveň v místě napojení jednotlivých vrtů (pro maximální hladinu v akumulární nádrži a následně byly tyto tlaky porovnávány s úrovní hladiny v jednotlivých vrtech (viz. obr. 6). V některých případech byla tlaková úroveň na hlavním řadu níže než

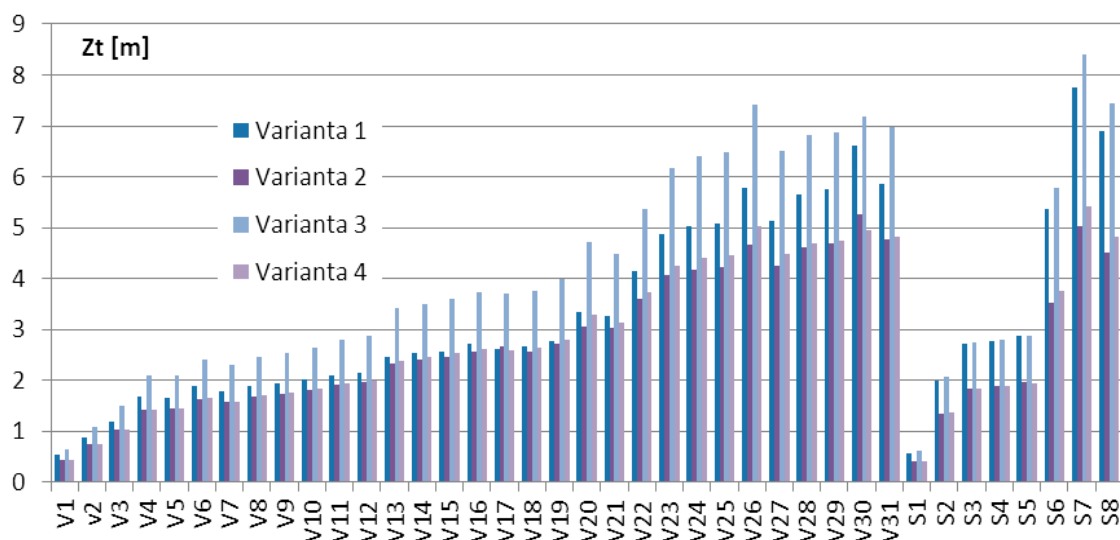
hladina vody ve vrtech. Teoreticky by tak mohla být voda z těchto vrtů odebírána gravitačně, ale v praxi je hladina v těchto vrtech níže pod terénem než je dosažitelná sací výška. Ve všech případech je tak za dopravní výšku čerpadel uvažována větší z hodnot (tlaková úroveň na hlavním řadu – HPV nebo HPV pod terénem).

V grafu na obrázku 4 jsou pro jednotlivé varianty vyneseny ztrátové výšky na výtlačných potrubích jednotlivých čerpadel. Z grafu je patrné, že tyto ztráty jsou prakticky zanedbatelné.



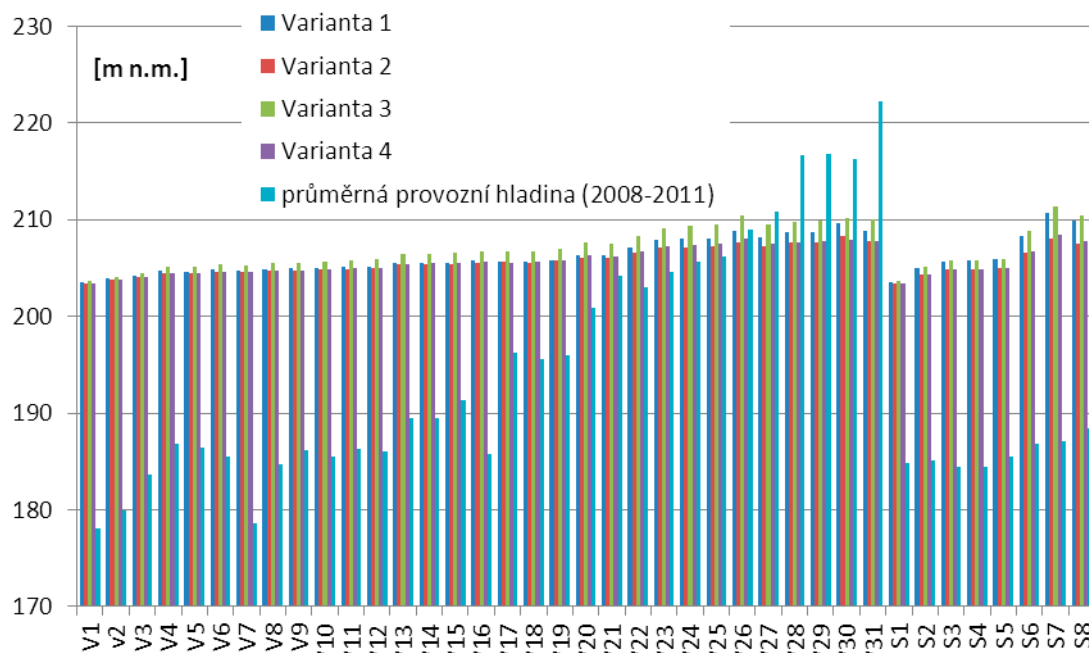
**Obr. 4** – Ztrátové výšky na výtlačných potrubích jednotlivých čerpadel

V grafu na obrázku 5 jsou pro jednotlivé varianty vyneseny ztrátové výšky na hlavním řadu v místě napojení jednotlivých vrtů (jde o tlakovou úroveň nad hladinou vody v akumulční nádrži).



**Obr. 5** – Ztrátové výšky na hlavním řadu v místě napojení jednotlivých vrtů

V grafu na obrázku 6 jsou pro jednotlivé varianty vyneseny tlakové úrovně v místě napojení jednotlivých vrtů na hlavní řad a průměrná provozní hladina ve vrtech v letech 2008 – 2011.



**Obr. 6** – Tlaková úroveň v místě napojení jednotlivých vrtů na hlavní řad a průměrná provozní hladina ve vrtech

### 3.4 Posouzení rychlostí proudění v jednotlivých jímacích řadech

Ve všech variantách byla rychlost 1,2 m/s překročena jen u společného potrubí obou jímacích skupin (1,35 m/s) a u přípojných potrubí na hlavní řad u vrtů S7 (1,52 m/s) a V4 (1,3 m/s). Tato rychlost by neměla být dále zvyšována, naopak, při event. výměně potrubí by měla být snížena.

### 3.5 Posouzení energetické úspory při výměně potrubí (snížení drsnosti potrubí).

Pro jednotlivé varianty byly vyhodnoceny minimální požadované výkony čerpadel. Pokud pro jednotlivé varianty sečteme tyto výkony a porovnáme příslušné varianty (shodný průtok, rozdílná drsnost) zjistíme, že snížením drsnosti potrubí dosílíme teoretické úspory 2,75 kW respektive 3,85 kW nutného výkonu čerpadel. Při současných cenách el. energie se tak z důvodu ekonomických úspor za el. energii nevyplatí stávající potrubí měnit.

### 3.6 Snížení celkového jímaného množství

Při návrhu čerpaných (jímaných) množství z jednotlivých vrtů dochází k rozhodnutí, zda doporučit úspory v energii, nebo je dána přednost manipulaci se zdroji. Je nutno velmi pečlivě zvažovat všechny okolnosti, ale zásadně by měla být doporučena ochrana zdrojů a tak i minimum zásahů do jímaného množství podzemní vody (omezit střídání snižování – zvyšování odběrů). Z hlediska úspory energií je vhodnější neomezovat odběry z jednotlivých vrtů, ale postupně podle potřeby vyřazovat jednotlivá čerpadla z provozu či aplikovat frekvenční měniče otáček tak, aby při běžném provozu dosahovala čerpadla maximálních účinností. Frekvenční měniče otáček doporučujeme volit dle typu daného čerpadla.

## 4 SHRNUÍ A DOPORUČENÍ

Závěrem lze konstatovat:

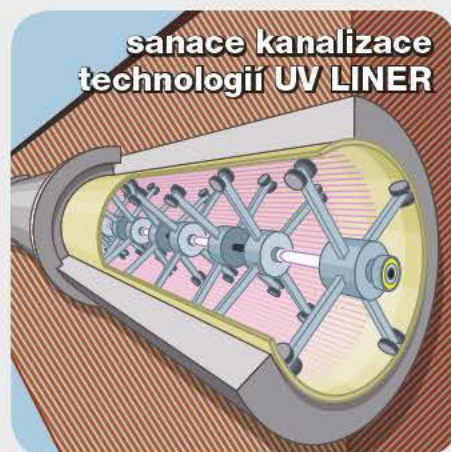
- Při návrhu čerpaných (jímaných) množství z jednotlivých vrtů je nutné upřednostnit ochranu vodních zdrojů. To znamená nepřekračovat reálnou vydatnost jednotlivých vrtů, uskutečňovat odběry kontinuálně a pokud možno minimalizovat změny jímaného množství podzemní vody (omezit střídání snižování – zvyšování odběrů). Z hlediska úspory energií by bylo vhodnější neomezovat odběry z jednotlivých vrtů, ale postupně podle potřeby vyřazovat jednotlivá čerpadla z provozu či aplikovat frekvenční měniče otáček tak, aby při běžném provozu dosahovala čerpadla maximálních účinností. Frekvenční měniče otáček doporučujeme volit dle typu daného čerpadla. V případě odstavení jednotlivých čerpadel je vhodné pořadí volit podle reálné vydatnosti vrtů s ohledem na jejich minimální požadovaný výkon. Nejprve tak odstavit čerpadla s nejvyšším požadovaným výkonem na  $\text{m}^3$  odebírané vody ( $\text{kWh}/\text{m}^3$ ).
- Při posouzení rychlostí v jednotlivých trubních řadách bylo zjištěno u všech variant překročení rychlosti 1,2 m/s u společného potrubí obou jímacích skupin a u přípojných potrubí na hlavní řad u vrtů S7 a V4. Tato rychlost by neměla být dále zvyšována, naopak, při event. výměně potrubí by měla být snížena (jiné – větší DN, popř. hladší potrubí)
- Z posouzení variant vyplývá, že vlivem snížení hydraulické drsnosti potrubí, lze dosáhnout teoretické úspory 2,75 kW respektive 3,85 kW nutného výkonu čerpadel, což při uvažování ceny el. energie 2,8 Kč/kWh, účinnosti čerpadel 60 % a jejich nepřetržitém chodu činí za rok úsporu cca 112 tis. (157 tis.). Tato skutečnost má i příznivý vliv na životnost potrubí - prodloužení jeho životnosti.

### Poděkování

Tento příspěvek byl zpracován v rámci projektu SGS 13/172/OHK1/3T/11.

### LITERATURA

- [1] TESÁŘÍK, Igor. *Vodárenství*. Praha: SNTL, 1987. 440 s.
- [2] *Veškeré zdroje pitné vody jsou důkladně chráněny*. [www.vodarenstvi.cz](http://www.vodarenstvi.cz) [online]. [cit. 2014-09-02]. Dostupné z: <http://www.vodarenstvi.cz/clanky/veskere-zdroje-pitne-vody-jsou-dukladne-chraneny>
- [3] ROSMANN, Lewis. *Epanet 2 User's Manual*. Cincinnati: U.S. Environmental protection agency, 2000. 200 s.



# bezvýkopové opravy kanalizací



TRASKO, a.s., Na Nouzce 487/8, 682 01 Vyškov

monitoring **T** 777 738 215 sanace a poradenství **T** 775 738 244

**E** bvt@trasko.cz **www.trasko.cz**



# Vše se počítá

**Inteligentní měření vody šetří práci, čas i peníze**

Městská vodárna Florenberg, Německo

- 4.850 odběrných míst
- Vodoměry MULTICAL® 21
- Efektivita

"Naši výzvou je to, že jen několik zaměstnanců musí řešit stále rostoucí počet úkolů. Inteligentní vodoměry nám poskytnou lepší a rychlejší přehled o našich dodávkách."

*Stephan Hahn, Výrobní ředitel - Městská vodárna - Florenberg*

Pro více informací nás kontaktujte na tel. [+420] 296 804 954  
nebo na [info@kamstrup.cz](mailto:info@kamstrup.cz)

[kamstrup.com/florenberg](http://kamstrup.com/florenberg)

**kamstrup**

# Představení společnosti ENVI-PUR, s.r.o.



## O nás

Společnost ENVI-PUR, s.r.o. vytvořila za dobu své existence velmi zajímavou referenční listinu, která obsahuje dlouhou řadu návrhů, projektů a realizací čistíren odpadních vod, úpraven vody a dalších technologických celků. Od vzniku společnosti do začátku roku 2015 byly dodány čistírny již pro více 800 000 EO (od domovních až po městské). ČOV společnosti ENVI-PUR čistí odpadní vody s výjimkou Austrálie na všech ostatních kontinentech světa. ČOV jsou vyráběny a prodávány pod obchodním názvem BioCleaner®.

Kromě uvedených čistíren odpadních vod společnost ENVI-PUR, s.r.o. dodává také ČOV s membránovým bioreaktorem (MBR), které se vyznačují vysokou univerzálností použití a hlavně velmi kompaktním uspořádáním v porovnání s konvenčními technologiemi, např. Benecko – Štěpanická Lhota.

Společnost ENVI-PUR, s.r.o. se kromě ČOV v posledních letech zaměřuje na dodávku technologií pro úpravu vody, kde využívá nejmodernější technologie v úpravě vody (např. drenážní systémy Leopold pro vodárenské filtry, filtrační materiál Filtralite, flotace, UV dezinfekce), např. ÚV Znojmo, ÚV Plzeň, ÚV Hradec Králové, ÚV Hajská, ÚV Horka, atd.

Od roku 2009 společnost ENVI-PUR, s.r.o. nabízí dodávky úpraven vod s technologií mikrofiltrace (MF) a ultrafiltrace (UF) na keramických (C) nebo polymerních (P) membránách pod obchodním označením AMAYA. Tato unikátní technologie je navržena primárně pro úpravu pitné a technologické vody. Je též vhodná pro jednostupňovou úpravu povrchové i podzemní vody.

Kromě čistíren odpadních vod a úpraven vody jsou ve výrobním a dodavatelském programu firmy ENVI-PUR, s.r.o. další výrobky a zařízení.

## Výrobní program společnosti

- » Komunální a průmyslové ČOV typu BioCleaner®
- » Úpravny vody (pitná a technologická voda)
- » Odlučovače ropných látek a lapáky tuků
- » Membránové separační procesy (pro ČOV i ÚV)
- » Čerpací šachty
- » Aerační systémy, denitrifikační systémy
- » Drenážní a flotační systém Leopold
- » Filtrační materiál Filtralite®
- » UV systémy pro dezinfekci vody
- » Nádrže svařované z PP, PE a PVC, tvarovky PVC
- » Ocelové konstrukce, zámečnická výroba
- » Vzduchotechnika (průmyslová i bytová)



Domovní ČOV BioCleaner®



Kompaktní a městské ČOV



Úpravny vody – flotace (DAF)



Úpravny vody – drenážní systém



Úpravny vody – AMAYA SC

### ENVI-PUR, s.r.o.

Sídlo společnosti  
Na Vlčovce 13/4,  
160 00 Praha 6, ČR  
tel.: +420 381 203 211  
praha@envi-pur.cz

Hlavní kancelář a výroba  
Wilsonova 420,  
392 01, Soběslav, ČR  
tel.: +420 381 203 211  
envi-pur@envi-pur.cz

### ENVI-PUR.SK, s.r.o.

Obchodní kancelář Bratislava  
Zvolenská 27,  
821 09 Bratislava, SR  
tel.: +420 737 240 802  
info@envi-pur.cz



[www.envi-pur.cz](http://www.envi-pur.cz)

# DODAVATEL PRO VAŠE STAVBY

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

Firma M Plast, spol. s r.o. působí od roku 1994 na trhu materiálů pro výstavbu vodovodů, kanalizací, plynovodů, produktovodů, komunikací a sortimentu pro zakládání staveb

V naší nabídce naleznete vše potřebné pro realizaci velkých investičních celků i menších projektů. Součástí našich služeb je zpracování návrhů optimálních řešení zohledňujících technické i finanční aspekty projektů. Samozřejmostí je zajištění dopravy a poradenství.

## POTRUBNÍ SYSTÉMY VODA - PLYN - KANALIZACE

Nabízíme kompletní sortiment materiálu určeného k výstavbě inženýrských sítí pro rozvody vody a plynu, gravitační a tlakovou kanalizaci a odvodňovací systémy.

POTRUBÍ - TVAROVKY - ARMATURY  
ŠACHTY - ULIČNÍ VPUSTI - POKLOPY - MŘÍŽE  
VSAKOVACÍ A DRENÁŽNÍ SYSTÉMY



## POZEMNÍ KOMUNIKACE

Dodáváme široký sortiment materiálů pro výstavbu a rekonstrukci pozemních komunikací.

DLAŽBY - OBRUBNÍKY - GEOTEXTILIE  
ODVODŇOVACÍ A ŠTĚRBINOVÉ ŽLABY



## ZAKLÁDÁNÍ STAVEB

Naše nabídka zahrnuje také sortiment výrobků pro zakládání staveb, kotvení stěn a sanační práce.

ŠTĚTOVNICE - MIKROPILOTY  
OCELOVÉ POTRUBÍ A VÝSTUŽE  
CEMENTY - INJEKTÁŽNÍ SMĚSI



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

tel.: +420 573 339 198

fax: +420 573 345 106





# VÍCESTUPŇOVÁ ODSTŘEDIVÁ ČERPADLA A SYSTÉMY

Grundfos dodává vícestupňová čerpadla pro použití ve vodohospodářství, kdy se požaduje vysoká dopravní výška vzhledem k průtoku. Naše čerpadla CR jsou jedny z nejuznávanějších a nejúspěšnějších výrobků a přestavují srdce našeho systému pro zvyšování tlaku.

# PONORNÁ ČERPADLA

Grundfos je celosvětová jednička na trhu ponorných čerpadel pro čerpání podzemní vody s perfektní kombinací čerpadla, motoru a ochrany motoru s možností monitorování a řízení pro optimalizaci soustavy. Grundfos je jedním z největších výrobců vysoce kvalitních ponorných motorů na světě. Naše motory jsou optimalizované pro hydrauliku a požadovaný provozní bod čerpadel SP a SQ.

be  
think  
innovate

GRUNDFOS

Člen  
VAG-Group



## Špičkové armatury pro všechny aplikace



NEJEN VODĚ UDÁVÁME SMĚR

Jihomoravská armaturka spol. s r.o.  
www.jmahod.cz | sales-cz@vag-group.com



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

Družstevní 72, 250 65 Líbeznice

tel.: 283 980 128, 603 416 043, fax: 283 980 127

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

---

Zastoupení firem:

**Chemviron Carbon**  
**Evers**

USA/Belgie  
Německo

aktivní uhlí,  
antracit, aktivní koks (hydroantracit)  
PVD – dolomit, granulovaný hydroxid  
železitý, oxid mangančitý, zeolity  
UV-dezinfekce

**Wallace & Tiernan**

Německo

---

**Jako, s. r. o.**, je česká obchodní a distribuční firma. Na českém a slovenském trhu zastupujeme:

**Chemviron Carbon**, evropskou pobočku americké Calgon Carbon Corporation, výrobce aktivního uhlí.

Pro úpravu pitných vod se používají prášková **aktivní uhlí** řady **Pulsorb** a granulovaná aktivní uhlí řady **FILTRASORB** a **CARBSORB**. Tato aktivní uhlí jsou vhodná pro zlepšování organoleptických vlastností, odstraňování organických látek, konverzi pískových filtrů a pro dechloraci či katalytický rozklad ozónu, chlórdioxidu.

Granulovaná aktivní uhlí lze po vyčerpání sorpčních vlastností termicky **reaktivovat** ve výrobním závodě Chemviron Carbon při zachování sorpčních vlastností a výrazně nižší ceně ve srovnání s cenou nového aktivního uhlí, a to včetně dopravy.

**EVERS e.K.**, německého výrobce **antracitu, aktivního koksu (hydroantracitu), polovypáleného dolomitu (PVD), uhličitanu vápenatého, hydroxidu železitého** pro odstraňování arsenu a fosforečnanů, **oxidu manganitého v kombinaci a antracitem** pro odstraňování manganu a železa, **zeolitů** a dalších modifikovaných filtračních náplní. Tyto materiály se používají zejména pro zvýšení filtrační kapacity pískových filtrů, odkyselování, odstraňování železa, manganu, arsenu, fosforečnanů a dalších prvků.

**Wallace & Tiernan**, německého výrobce zařízení pro dezinfekci pitných, odpadních a průmyslových vod UV-zářením (nízkotlaké monochromatické a středotlaké polychromatické UV-lampy). Pro úpravu vod se používají tato zařízení:

UV Barrier A



UV Barrier M

# Jak vylepšit kvalitu vody pomocí elektrochlorace – nové možnosti

**Ing. Lubomír Macek, CSc., MBA**

Aquion, s.r.o., Osadní 324/12a, 170 00 Praha 7, e-mail: [lubomir.macek@aquion.cz](mailto:lubomir.macek@aquion.cz)

---

## Souhrn

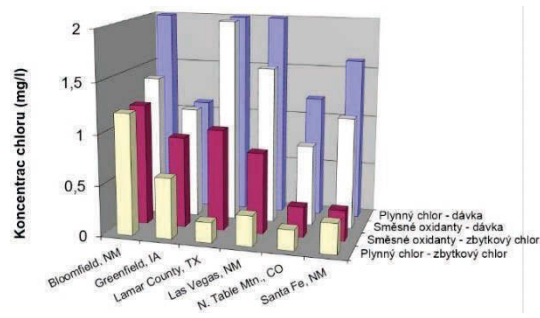
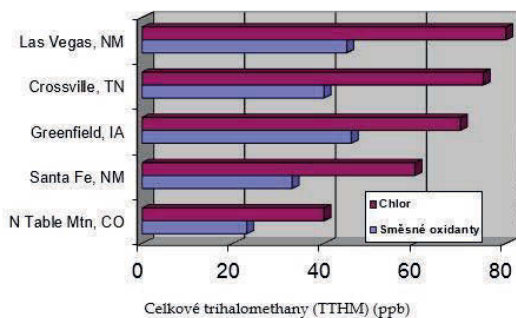
Príspevek se zabývá otázkami spojenými s vylepšením kvality vody a zjednodušením provozních činností při zajišťování dezinfekce vody díky aplikaci výroby směsných oxidantů elektrolýzou v místě použití. Díky výrobě z jasně dané suroviny má tak provozovatel dezinfekce pod kontrolou, z čeho je dezinfekce vyráběna. Ukazuje některé vlastnosti, které odlišují směsné oxidanty od klasických technologií na bázi chloru. V článku jsou také uvedeny příklady aplikace této technologie, od největší pro 8 miliónů obyvatel města Bogota v Kolumbii až po nejmenší, které už je možné vidět také v České republice. Technologie je ověřená desetiletími aplikací v různých oblastech vodního hospodářství, nejen pro dezinfekci pitné vody s dobrými výsledky, kladným vlivem na kvalitu vody, na snížení nákladů a zlepšení bezpečnosti obsluhy. Jednoduchost, robustnost a snadná údržba je to, co využijí provozní pracovníci.

Všichni máme právo na dobrou a zdravotně nezávadnou vodu. Díky velkému pokroku ve vodárenství má většina obyvatel České a Slovenské republiky kvalitní pitnou vodu, která je dodávána veřejnými vodovody. Specialisté vodáren se velmi snaží, aby tato voda byla co nejlepší. Všichni si přejeme, aby voda byla jiskrná, bez chuti a bez zápachu. Voda by také neměla obsahovat žádné mikroorganismy ani nebezpečné chemické látky. Díky neustálému pokroku v technologii můžeme využívat výsledky nedávného výzkumu a tím mít vodu vysoké kvality a za přiměřených provozních nákladů. Při výběru technologie pro dezinfekci a hygienické zabezpečení vody můžeme požadovat použití co nejčistších látek anebo takovou technologii, která je provozně jednoduchá, bezpečná a s pozitivním efektem na kvalitu vody.

Pro dezinfekci vody používáme nejčastěji plynný chlor nebo chlornan sodný. Plynný chlor se používá již více než sto let a zajišťuje zdravotní nezávadnost pitné vody. Plynný chlor a chlornan sodný však způsobují, na rozdíl od moderních způsobů dezinfekce, vyšší tvorbu vedlejších produktů dezinfekce – různých chlor-organických látek. Obě chemikálie přispívají také k tvorbě biofilmu ve vodovodních sítích, což může mít špatný vliv na kvalitu rozváděné vody a v extrémních případech může docházet k postupnému zarůstání průtočného profilu a případně k rychlejšímu stárnutí potrubí díky mikrobiální korozi. Účinnost obou chemikálií je v porovnání s moderními postupy relativně nízká, mají nižší inaktivační účinnosti. Při zvýšení dávky nebo výskytu organických látek ve vodě je voda cítit po chloru. Obě chemikálie jsou také extrémně nebezpečné a přinášejí provozovateli zvýšená rizika při jejich použití. A navíc jsme závislí na monopolním dodavateli. Dá se také předpokládat, že jak u plynného chloru, tak u chlornanu sodného porostou náklady na dopravu díky tomu, že se v prvním případě jedná o převoz nebezpečné chemikálie a v druhém případě převážíme s účinnou látkou také doprovodnou vodu. Dnes díky pokročilému výzkumu technologií elektrolýzy můžete využít technologii, která pomáhá zlepšovat kvalitu vody a provozně je jednoduchá a nenáročná. Jedná se o technologii výroby směsných oxidantů v místě použití elektrolýzou roztoku solanky.

Směsné oxidanty, které vznikají elektrolýzou solanky obdobně jako chlornan, jsou oproti výrobě chlornanu sodného elektrolýzou asi dvakrát náročnější na spotřebu elektrické energie při jejich výrobě. Směsné oxidanty vznikají elektrolýzou v silnějším elektromagnetickém poli, kdy vzniká směs chloru a peroxidu vodíku. Je známo, že na dezinfekci vody se podílí právě kyslík. Tento roztok se navíc podobá tělním tekutinám, pomocí kterých lidské tělo bojuje

s mikroorganismy. Použití směsných oxidantů pro úpravu pitné vody je schváleno v mnoha státech světa. Pro nás nejvýznamnější je schválení US EPA a Českým zdravotním ústavem. Směsné oxidanty vylepšují chuť a pach vody a pomáhají snížit tvorbu vedlejších produktů dezinfekce a vylepšují také „jiskru“, kterou voda má. To je vidět v jiném oboru vodního hospodářství, při úpravě bazénové vody, kdy dojde ke zlepšení průhlednosti vody.



**Obr. 1 Snížení tvorby vedlejších produktů dezinfekce** Směsné oxidanty modře, : plynny chlor červeně (nahore)

**Obr. 2 Vyšší stabilita směsných oxidantů ve vodovodní síti:**

Směsné oxidanty – dávka bíle, zbytkový volný chlor při dávkování směsných oxidantů na konci vodovodu červeně. Plynny chlor – dávka modře (vzadu), zbytkový chlor žlutě (vpředu)

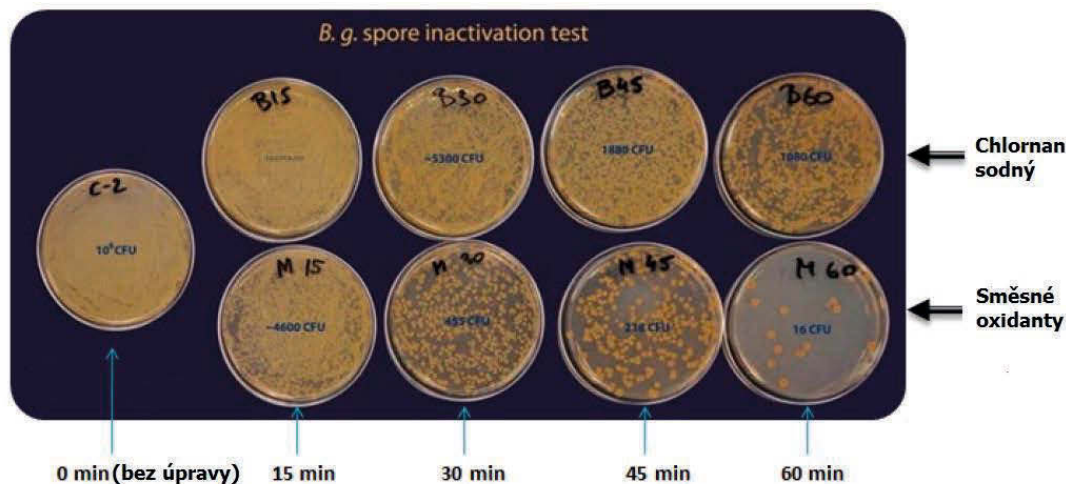
Směsné oxidanty vyrábíme v koncentraci do 1 hmotnostního procenta. Díky tomu vyrobený roztok oxidantu není hodnocen jako nebezpečná látka a nejsou zapotřebí bezpečnostní listy, ochranné pomůcky a další otázky spojené s bezpečnostní agendou. Přesto se jedná o silný oxidant, který je možné účinně použít ve všech oborech vodního hospodářství pro dezinfekci a hygienické zabezpečení vody. Díky dobrým vlastnostem směsných oxidantů je můžete použít také při úpravě vody pro její předoxidaci.



**Obr. 3 Porovnání tvorby biofilmu** – vlevo dezinfekce za použití směsných oxidantů, vpravo při použití chlornanu sodného

Jaké jsou nároky na provoz a údržbu? Provoz zařízení běží plně automaticky a bez lidského zásahu. U velkých zařízení postačuje průběžná denní kontrola, která může být nahrazena monitorováním funkce zařízení pomocí dispečerského systému. Nároky na údržbu jsou minimální, většinu práce je možné vykonat vlastními silami. Bezmembránové elektrolytické systémy jsou robustnější, odolnější a mají vysokou spolehlivost. Zvolit si můžeme mezi velkými jednotkami, které dodávají 450 kg směsných oxidantů za den až po malé jednotky

s kapacitou 0,45 kg směsných oxidantů za den. Zařízení na výrobu směsných oxidantů používají pro jejich výrobu elektrolytické buňky, které jsou uloženy ve speciálních skříních, a je zajištěno dobré odvětrávání vodíku. Naše zařízení jsou držiteli certifikátů vodíkové bezpečnosti.



**Obr. 4** Roztok směsných oxidantů je účinnější než chlornan sodný.

*Bac. Subtilis* var. *Atrophaeus* (ATCC No. 51189) vystavený působení roztoku chlornanu sodného a směsných oxidantů s koncentrací 5 mg/l volného aktivního chloru při pH 7,5 s expozicí o délce 15, 30, 45 a 60 minut.



**Obr. 5** Úpravna vody Francisco Wiesner, Bogotá, Columbie, rok instalace 2011 (řada Aquion MIOX Rio Grande, kapacita výroby jedné jednotky 450 kg/den ekvivalentu volného aktivního chloru)

Zařízení na výrobu směsných oxidantů jsou napojitelné na síť Ethernet pomocí síťové zásuvky RJ45. Okamžitě po připojení na síť je možné sledovat činnost systému na webovém rozhraní. Volitelně je možné systém rozšířit o napojení na libovolný dispečerský systém.

Podle potřeby a přání zákazníka dodáváme úplné sestavy pro výrobu a dávkování dezinfekčního prostředku včetně generátorů solanky, nádrží na oxidanty, dávkovacích čerpadel a dalších potřebných prvků. Zajišťujeme montáž, uvedení do provozu a zaškolení obsluhy.

možnost využít technologii na výrobu směsných oxidantů, znamená to, že využijete technologii, která je bezpečná, certifikovaná a vyrobený roztok pomáhá vylepšovat kvalitu vody. Pokud využijete starší technologie, stále se budete potýkat s jejich nepříznivým vlivem na kvalitu vody, s otázkami bezpečnosti a nakládáním s nebezpečnými chemikáliemi a jejich údržbou atd.



**Obr. 6** Úpravná vody Keokuk, Iowa, USA, rok instalace 2013 (řada Aquion MIOX Rio, kapacita výroby 27,4 – 136 kg/den ekvivalentu volného aktivního chloru)



**Obr. 7** Aquion MIOX ZUNI čekají expedici (0,45 a 0,9 kg/d chloru)



**Obr. 8** Dezinfekce vody Apple Valey, California, 2013 na (Aquion MIOX Vault, kapacita 6,8 – 27,2 kg/d)



**Obr. 9** Pueblo Santa Anna, Nové Mexiko, USA, rok instalace 2007 využívá směsné oxidanty také na dezinfekci a hygienické zabezpečení vyčištěných odpadních vod pro závlahu golfového hřiště v Tamaya resort.



## Dodávky zařízení prospěšných vodě

- UV systémy
- ozonizační stanice
- statické mísiče
- výroba NaClO na místě
- dávkovací zařízení  $\text{Cl}_2$  a  $\text{ClO}_2$
- kamerové systémy do potrubí
- vodárenská a průmyslová čerpadla
- detekční přístroje
- příslušenství potrubí  
(spojky, objímky, manžety, orientační tabulky)



DISA s.r.o.  
Barvy 784/1, 638 00 Brno  
tel.: 545 223 040, fax: 545 222 706  
e-mail: info@disa.cz, www.disa.cz



DISA PLUS, s.r.o.  
Zlatomotecká 5, 949 01, Nitra, SR  
tel.: 037/642 36 89, fax: 02/333 317 27  
email: ewalzel@disaplus.sk, www.disaplus.sk

## SYNOFLEX ... perfektní spojení

hawle

### SPECIFIKACE:

- DN 50 - 400
- jištění tahových sil
- flexibilní těsnění pro široký rozsah vnějšího průměru potrubí
- pro všechny materiály potrubí
- úhlové vychýlení (ČSN EN 14 525)



**SYNOFLEX**  
PERFEKTNÍ SPOJENÍ



MADE FOR GENERATIONS



ZBOROVSKÁ 583, 753 01 HRANICE, tel. - spojovatelka: 581 675 211  
http://www.voding.cz, e-mail: voding@voding.cz

Společnost VODING HRANICE je profesně vybavena tak, že může zabezpečovat i nejsložitější projekty ve všech profesích vlastními pracovníky. Je vybavena pro činnost hlavního projektanta a dílo může nabídnout komplexně, tj. včetně zpracování studie, investičního záměru, dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby, dokumentace pro stavební povolení, dokumentace pro provádění stavby včetně výkonu autorského dozoru, vedení zkušebního provozu, závěrečného vyhodnocení stavby a provozního řádu. Současný VODING HRANICE nabízí rovněž komplexní inženýrskou činnost ve všech stupních projektové přípravy staveb.



**MORAVSKÁ  
VODÁRENSKÁ**

**MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s.**, je provozovatelem vodohospodářské infrastruktury pro města, obce a průmyslové podniky v okresech **Olomouc, Prostějov a Zlín**. Hlavní činností společnosti je úprava a dodávka pitné vody, odkanalizování a čištění odpadních vod. Svým zákazníkům nabízí také řadu dalších služeb, např. průzkum a měření na stokové síti, laboratorní analýzy, realizaci přípojek, vyhledávání skrytých poruch, deratizace a další.

**MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s.**

Tovární 41, 779 00 Olomouc

Zákaznická linka 840 668 668

[www.smv.cz](http://www.smv.cz) (E) [smv@smv.cz](mailto:smv@smv.cz)