VEOLIA
VODA
MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s.

sborník příspěvků

XVII. mezinárodní vodohospodářská konference

VODA ZLÍN 2013

14. - 15. 3. 2013

ZLÍN HOTEL MOSKVA

vodíng
Hranice spol. s r.o.

ČIŠTĚNÍ KANALIZAČNÍCH SBĚRAČŮ KOMBINOVANÝMI VOZY AQUATECH

DIAGNOSTIKA PODZEMNÍCH TRUBNÍCH VEDENÍ TV - KAMEROU

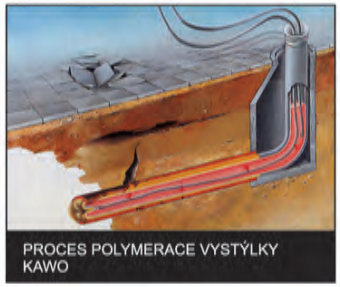
TRUBNÍ VEDENÍ PO SANACI BEZVÝKOPOVOU TECHNOLOGIÍ KAWO

SCHEMA INSTALACE VYSTÝLKY KAWO DO PORUŠENÉHO POTRUBÍ

WOMBAT®

SPECIÁLNÍ METODY VÝSTAVBY A RENOVACE TRUBNÍCH VEDENÍ

www.wombat.cz



PROCES POLYMERACE VYSTÝLKY KAWO

SANACE BEZVÝKOPOVOU TECHNOLOGIÍ OMEGA LINER

PRÁCE KANALIZAČNÍM ROBOTEM KAWO PRO LOKÁLNÍ OPRAVY POTRUBÍ

SANACE PRŮLEZNÝCH PROFILŮ NAVÍJENOU TECHNOLOGIÍ SPR - SYSTÉM

SANACE LOKÁLNÍCH PORUCH POTRUBÍ TECHNOLOGIÍ KAWO - LOCAL

ÚPRAVA NAPOJENÍ DOMOVNÍCH KANALIZAČNÍCH PŘÍPOJEK NA HLAVNÍ ŘAD - TZV. KAWO - KLOBOUK

SANACE VODOVODNÍCH POTRUBÍ TECHNOLOGIÍ KAWEX

SANACE POTRUBÍ NÁSTŘIKEM TECHNOLOGIE SS SYSTÉM

VODOVODNÍ POTRUBÍ S NECHRÁNĚNÝM VNITŘNÍM POVRCHEM

SANACE POTRUBÍ EPOXIDOVÝM NÁSTŘIKEM - TECHNOLOGIE M SYSTÉM

NATURAL

PAM

Trubky a tvarovky z tvárné litiny pro vodovodní a požární systémy

TRUBKY NATURAL

Vnější povrch:
400 g/m² žárově nanesené slitiny Zn/Al (85/15) s krycím modrým epoxidem

Vnitřní potvrch:
odstředivě nanesená cementová vystýlka

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

TVAROVKY NATURAL

Vnější a vnitřní povrch:
modrý epoxid nanášený kataforézou

DN 60 až DN 1000

ČSN EN 545

PAM
SAINT-GOBAIN

Sborník příspěvků
VODA ZLÍN 2013

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 2013

Náklad: 250 ks

ISBN 978-80-260-3739-2

OBSAH

Novela zákona o vodovodech a kanalizacích
Barák František 5

Regulační mechanismy v zásobování pitnou vodou
Kyncl Miroslav, Langarová Silvie 9

Rizika při zásobování pitnou vodou od zdroje ke spotřebiteli – Vodojemy
Čiháková Iva, Slavíčková Kateřina, Horký Filip, Ježková Blanka 13

Hodnocení technického stavu vodovodů
Tuhovčák Ladislav, Tauš Miloslav 19

Inženýrská činnost při projektování vodohospodářských staveb
Švábek Josef 27

Adaptabilita dispečerského systému v procesu transformace vodárenské provozní společnosti
Fürth Vladimír, Rytíř František, Lindovský Milan, Kašparec Jiří 33

Centrální dispečerské pracoviště provozovatele. Analýza současného stavu a návrh řešení centrálního DSP včetně vazeb na jednotlivá podružná dispečerská pracoviště
Robert Vojtek 41

Problematika sloučenin chloru ve vodárenství
Bartoš Ladislav, Beneš Ondřej, Michalová Jana 45

Kvalitativní požadavky investorů a provozovatelů na trubky a tvarovky z tvárné litiny dle platných evropských norem
Barborik Juraj 53

Zásobování vodou na pomezí Evropy a Asie – Jerevan hlavní město Arménie
Novotný Dušan, Juráň Aleš, Válek Jaroslav 61

Plán krizové připravenosti vlastníků vodárenské infrastruktury na příkladu JVS
Brejcha Ivo, Kasal Rostislav, Cihlář Jan 67

Aplikace ultrafiltrace jako mobilní řešení pro úpravu pitné vody
Láska Tomáš 73

Modifikovaný klinoptilolit v odstraňovaní železa a mangánu z vody
Barloková Danka, Ilavský Ján, Molnár Tomáš 77

Potenciální vliv materiálů ve styku s vodou na mikrobiální růst
Říhová Ambrožová Jana, Říha Jaroslav, Kubernová Kristýna 83

Vliv chemických a fyzikálních faktorů na separační účinnost flotace rozpuštěným vzduchem
Dolejš Petr, Dobiáš Pavel, Štrausová Klára 89

Vplyv hydraulického zaťaženia na usadzovacie rýchlostí suspenzie v pozdĺžnej usadzovacej nádrži v ÚV Málinec
Munka Karol, Karácsonyová Monika, Varga Stanislav, Vicenová Monika 95

Rekonstrukce úpravny vody Hajská – projektování, realizace a uvádění do provozu
Drda Milan, Červenka Jiří, Drbohlav Josef, Němejc Zdeněk 101

Nikel v pitnej vode a možnosti jeho odstraňovania
Ilavský Ján, Barloková Danka, Molnár Tomáš 107

Rekonstrukce úpraven vody Jirkov a III. Mlýn
Středa Pavel, Blažek Karel, Fedor František 113

Hydraulické síly v potrubí a základní způsoby jejich jištění
Coufal Marek. 119

Nový systém vyjadřování k existenci sítí ve společnosti Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s.
Stavinoha Zdeněk, Korabík Michal 125

Speciální problémy stavebního řešení vodárenských staveb
Schejbal Richard, Parkan Tomáš 129

Zhodnocení dosavadních zkušeností s instalací a provozem drenážního systému TRITON na filtrech č. 1 a 2 úpravny vody Kroměříž
Adler Pavel, Hradil Zdeněk 141

Poznatky z řešení zásobování vodou v rozvojových zemích
Šesták Jindřich 149

Inhibitory koroze
Skalický Michal 155

Ztráty vody v přivaděčích Brněnské vodárenské soustavy
Viščor Pavel 159

Hydrobiologické audity ve vodárenství – metodika I.
Sládečková Alena, Palčík Jiří, Maršálková Eliška, Mergl Václav 165

Tvárná litina ve výrobě vodárenských armatur
Brázda Zdeněk 171

Aktualizácia účinných pesticídnych látok vo vodách
Bratská Zuzana 175

Centralizace zařízení vodárenského dispečinku ŠPVS a.s. za pomoci virtualizace dispečerských serverů
Fojtů Josef 179

Možnosti využití on-line simulačního modelu vodovodu pro zkvalitňování jeho provozu
Macek Lubomír, Škripko Ján 185

PE100 RC potrubí a jeho současné využití v praxi
Šnajdr Daniel 191

Stanovení ochranných pásem vodních zdrojů opatřením obecné povahy
Novák Jiří, Oppeltová Petra 197

Experimentálne sledovanie korózie a nárastu koróznej vrstvy na potrubí
Dubová Vanda 203

Inzerát KUNST, spol. s r.o. 209

Inzerát HOBAS CZ spol. s r.o. 210

Inzerát ENVI-PUR, s.r.o. 211

Inzerát GRUNDFOS 214

Poznámky 212

Novela zákona o vodovodech a kanalizacích

František Barák

předseda představenstva Sdružení SOVAK

Vážené dámy, vážení pánové, milí kolegové,

dovolte, abych jménem našeho Sdružení vodovodů a kanalizací ČR pozdravil konferenci Voda Zlín 2013 a popřál jí mnoho zdaru.

Mám za to, že osvěta a ve vodárenství je nekonečná, a to pro všechny, odborníky i laiky. Věřím, že k prohloubení této osvěty, větším znalostem o tomto oboru přispěje i naše dnešní setkání.

1. Novela zákona o vodovodech a kanalizacích

V loňském roce jsme hodně práce a úsilí věnovali novele zákona o vodovodech a kanalizacích. Naše sdružení navrhlo řadu změn. Lituji a nerozumím skutečnosti, že SOVAK ČR, největší soubor odborníků v oblasti vodovodů a kanalizací, nebyl připomínkovým místem.

Vznikl tak návrh zákona, který je zmatečný, a namísto zjednodušení určitých procesů je komplikuje a znesnadňuje. Uvedu příklady: návrh zákona není jasný při stanovení povinností při přerušení dodávky služeb v případě napojování nových vodovodů a kanalizací, nestanovuje možnosti měření vody v případě špatného vodoměru, zákon nedokonale řeší úpravu povinnosti uzavřít dohodu upravující vztahy mezi vlastníky a stavebníky nových vodovodů nebo kanalizací provozně souvisejících tak, že je tato dohoda podmínkou kolaudačního souhlasu, nikoliv již při zahájení územního řízení a vydání územního rozhodnutí.

V rozporu se snahou vlády snižovat administrativní zatížení podnikatelů i úřadů připravovaná novela zákona přináší další administrativní povinnosti jak pro vlastníky nebo provozovatele vodárenské infrastruktury, ale také pro příslušné úřady. Příkladem může být návrh změny jedné z podmínek pro vydání povolení k provozování, kdy musí být doloženo uzavření písemné dohody o vzájemných vztazích vlastníků, pokud se jedná o provozování stávajících vodovodů nebo kanalizací provozně propojených.

Obdobně těžko realizovatelný je návrh novely zákona o vodách v § 15, v němž se navrhuje, že vodoprávní úřad ve stavebním povolení staveb vodovodů nebo kanalizací uloží předložení povolení k jejich provozování spolu s žádostí o vydání kolaudačního souhlasu. Jestliže novelou byla vypuštěna možnost předložit přísl. úřadu smlouvu o smlouvě budoucí jako podklad k žádosti o vydání povolení k provozování, nemůže být takové povolení předloženo k žádosti o vydání kolaudačního souhlasu.

1. a. K otázce plateb za odvádění srážkových vod je nutno přistoupit koncepčně

V nejbližších zhruba čtyřech letech by měly být vytvořeny podmínky (pasportizace zpevněných ploch, chodníků a komunikací) k tomu, aby mohlo dojít ke zrušení výjimek z povinnosti platit za odvádění srážkových vod. Dovolte mi, abych citoval platné znění par. 20, odst. 6 zákona č. 274/2001:

Povinnost platit za odvádění srážkových vod do kanalizace pro veřejnou potřebu se nevztahuje na plochy dálnic, silnic, místních komunikací a účelových komunikací veřejně přístupných, plochy drah celostátních a regionálních včetně pevných zařízení potřebných pro přímé zajištění bezpečnosti a plynulosti drážní dopravy, zoologické zahrad a plochy nemovitosti určených k trvalému bydlení a na domácnosti.

Je jasné, že většina výjimek diskriminuje ty, kterých se netýká, tedy většinu.

Odstranění výjimek zlevní výrazně – až o třetinu - stočné u většiny obyvatel, především těch, kteří bydlí ve velkých bytových domech a v panelových sídlištích, a u průmyslových klientů. Naopak zatíží železnice, jejich nádražní a ostatní budovy, ve kterých si pronajímají komerční prostory stovky firem, které dosud bezplatně využívají služby spojené s odkanalizováním dešťových vod.

Kromě odstranění diskriminace dojde zrušením výjimek i k ekonomické motivaci pro dodržování zákona o vodách, stavebního zákona a prováděcích předpisů a lepšímu hospodaření se srážkovou vodou. Tím dojde k naplňování rámcové vodní směrnice a Plánu povodí přijatým vládou ČR. To povede samozřejmě ke snížení tendencí stavebníků na obcházení předpisů. Současně dojde k omezení potřeby rekonstrukcí stokové sítě a čistíren odpadních vod, což dosud jednoznačně vede ke zvyšování ceny stočného.

Dojde ke zlepšení zásob podzemních vod, větší vhodné vsakování srážkové vody povede ke zlepšení udržení vody v krajině, sníží se znečištění toků z odlehčovacích komor i čistíren. Odstranění výjimek povede i k omezení záplav sklepů a areálů způsobené zahlcením vstupních míst do kanalizace.

Současný stav, kdy obyvatelé – spotřebitelé připojeni na kanalizaci dotují ve stočném odvádění dešťových vod ze silnic a komunikací, železnic a stovek budov Českých drah, které je pronajímají ke komerčním účelům, je nehorázný.

K problematice novely zákona o vodovodech a kanalizacích si dovolím připojit ještě několik slov k PRVKÚKu. Mám za to, že s problematikou novely zákona souvisí, neboť je součástí prostředí, ve kterém je náš obor vodovodů a kanalizací realizován.

1. b. Plány rozvoje vodovodů a kanalizací území krajů České republiky (PRVKÚK)

Závěrem mi tedy dovolte několik poznámek k plánům rozvoje vodovodů a kanalizací území krajů České republiky, které jsou stále určujícím mechanizmem při realizování projektů obnovy a rozvoje.

Plány byly schváleny zastupitelstvy krajů v období září 2004 až květen 2005 a měly být základním prvkem plánování v oboru vodovodů a kanalizací, měly obsahovat koncepci

řešení zásobování pitnou vodou, včetně vymezení zdrojů povrchových a podzemních vod, a koncepci odkanalizování a čištění odpadních vod v daném územním celku.

Navržené koncepce zpracované 11 projektovými organizacemi jsou bohužel v řadě případů nehospodárné a ekonomicky neproveditelné a vyjadřují přání zpracovatelů a měst a obcí než reálnou potřebu, obsahují dnes pouze částečně využitelné identifikační, demografické a bilanční údaje, technická a ekonomická řešení pro 17 166 obcí a místních částí obcí České republiky. Bohužel, nevytváří věrohodný informační systém v oboru vodovodů a kanalizací všech stupňů jako nástroj pro evidenci základních demografických, bilančních, technických a ekonomických dat tohoto oboru.

Nezbytná revize a aktualizace PRVKÚK za aktivní účasti zástupců vlastníků již byla zahájena, musí probíhat za aktivní podpory vlastníků a provozovatelů vodárenské infrastruktury. Nemůže spoléhat na projektové organizace, které vidí v plánech svoji budoucí práci.

Plány rozvoje musí nalézt funkčně a ekonomicky optimální řešení obnovy a rozvoje vodárenského majetku v převážné většině za prostředky vlastníků a provozovatelů plynoucích z vodného a stočného, nikoliv z dotací.

Chci upozornit na chybějící dlouhodobou národní koncepci rozvoje vodovodů a kanalizací v návaznosti na zdroje vody (podzemní i povrchové). Vedle nefunkčního plánu rozvoje vodovodů a kanalizací je Plánování v oblastech povodí, která ovšem ne vždy je v souladu s potřebami zdrojů na výrobu pitné vody.

Regulační mechanismy v zásobování pitnou vodou

prof. Dr. Ing. Miroslav Kyncl[1)], Ing. Silvie Langarová[2)]

[1)] Institut environmentálního inženýrství, Hornicko-geologická fakulta, VŠB-TUO, 17. Listopadu 15, 708 00, Ostrava-Poruba, email: *miroslav.kyncl@vsb.cz*

[2)] Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava a.s., 28. Října 169, 709 45, Ostrava-Mariánské Hory, email: *silvie.langarova@smvak.cz*

---

1. Úvod

Zásobování pitnou vodou a odkanalizování představují klíčové služby z hlediska potřeb obyvatelstva. Jejich zdroje a technologie jsou potenciálně ovlivnitelné změnou klimatu. I když jsou klimatické změny stálým tématem vědeckých diskusí, představují reálný fakt, ke kterému v posledních dvou dekádách dochází. Nevíme, jestli jsou trvalé nebo přechodné, ani jaký bude vývoj v budoucnosti. Přesto se na ně musíme připravovat, neboť mohou vyvolat dlouhodobé krizové situace, které by bez přípravy nebylo možno zvládnout. V oblasti zásobování pitnou vodou je nezbytný nejen přístup z pohledu krizového řízení [1], ale i přístup koncepční.

Regulační mechanizmy jsou souborem možných přizpůsobení se změnám klimatu a s tím spojeným výskytem sucha. Návrh vhodných regulačních mechanizmů může také vést ke zvýšení kvality služeb [2]. Narušení dodávky pitné vody je krizovou situací, která je ve většině případu řešena nouzovým zásobováním vodou. Tím se rozumí zabezpečení dodávky pitné vody pro obyvatele v množství nezbytně nutném pro základní potřeby a po dobu nezbytně nutnou k obnovení funkce plynulého zásobování. Pro řešení krizových stavů existuje celá řada předpisů a norem, které ovšem neřeší celou problematiku komplexně. Principiálně stanovují opatření pro řešení v podstatě lokálních krizových stavů, a to zejména z hlediska jejich zvládání. Nejsou řešeny situace, kdy může docházet k omezení zásobování vodou, které dlouhodobě postihne velké územní celky. Taktéž není dosud řešena problematika prevence těchto krizových stavů.

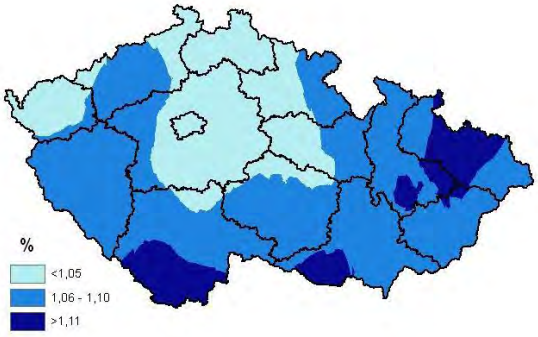
2. Klimatické změny

Vliv klimatických změn je a nadále bude patrný především ve spojení se změnami vodního cyklu, kdy v důsledku rostoucího počtu nepředvídatelných výskytů dešťových srážek bude možné předvídat doplňování zásob vody pouze s problémy [3]. Vliv klimatických změn bude mít dále vliv také na častější opakování období sucha a záplav, úbytek ledovců, zvyšování mořské hladiny, atd. Pro vodohospodářskou praxi společnosti přinášejí klimatické změny největší hrozbu v podobě rizika nedostatečného množství vody, které je k dispozici, a změny kvality surové vody, která je upravovaná na vodu pitnou [2].

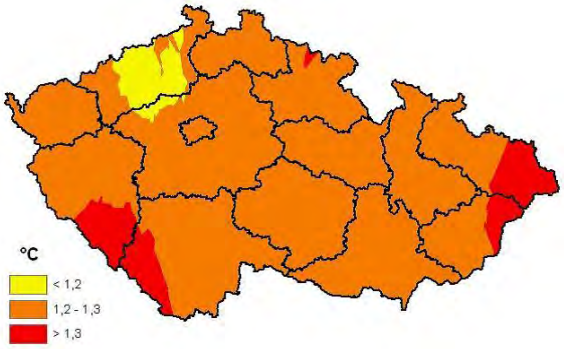
Povodně mohou poškodit infrastrukturu a způsobit dočasný výpadek v dodávkách pitné vody, změnit kvalitu vody ve zdroji, díky čemuž se voda může stát zdravotně závadnou a zvýší se požadavky na její úpravu. Naopak klesající objem dešťových srážek, a to především v kombinaci se zvyšujícími se teplotami, zvyšuje riziko květu cyanobakterií, protože povrchové vody budou mít nižší průtoky a zatížení živinami bude koncentrovanější [4].

Podle prognózy ČHMÚ je možné na našem území očekávat nárůst průměrné roční teploty vzduchu v horizontu 2021-2050 o 1,4-1,8 ºC a v horizontu let 2071-2100 o 3,3-3,7 ºC (v porovnání s retenčním obdobím 1961-1990). Předpokládá se nárůst srážkových úhrnů v zimě a na jaře, zatímco v létě je pravděpodobnější jejich pokles. Výskyty extrémních projevů budou četnější – hrozí častější přívalové srážky s výskytem

bleskových povodní, zároveň zejména v letních měsících lze očekávat suchá období [5]. Uvedené prognózy jsou graficky vyjádřeny v následujících obrázcích.



Obrázek č. 1: *Rozložení změn ročních srážkových úhrnu (podíl) na území ČR do roku 2030 v porovnání s obdobím 1961-1990 podle simulace RCM ALADIN-CLIMATE/CZ pro scénáře A1B [5]*



Obrázek č. 2: *Rozložení změn průměrných ročních teplot (°C) na území ČR do roku 2030 v porovnání s obdobím 1961-1990 podle simulace RCM ALADIN-CLIMATE/CZ pro scénáře A1B [5]*

3. Regulační mechanismy

Musíme si být vědomi možných rizik vyplývajících z klimatických změn a negativních dopadů na zásobování vodou. Proto je potřeba se začít zabývat vhodnými regulačními mechanismy. Taková regulační opatření konkrétně pro případy sucha mají za cíl minimalizovat nepříznivé dopady na zásobování pitnou vodou. Opatření můžeme rozdělit na preventivní, neboli strategická, a na provozně-operační opatření.

Preventivní opatření se realizují jako příprava na období sucha a zahrnují jak plánovací činnost, tak i přípravu technických opatření vedoucích k větší schopnosti vodárenských systémů odolávat suchým obdobím.

Provozně-operační opatření se uskutečňují v době, kdy sucho nastává, nebo existují jasné signály a jsou dosažena kritéria opravňující přijímat konkrétní opatření k omezení vlivu sucha na zásobování pitnou vodou.

V našich podmínkách je zatím nejdůležitější soustředit se zejména na preventivní opatření. Z výzkumu vyplývá, že nám bezprostředně akutní nebezpečí nehrozí, nicméně daný problém se nás také týká, a výsledky výzkumu hlavně poukazují na výraznou nerovnoměrnost výskytu sucha. Toto souvisí se změnami v rozložení srážek.

Období sucha se vyskytovala i v minulosti. Ve dvacátém století přicházela zhruba v jedenáctiletých cyklech. Poslední velké sucho bylo v letech 1982-1984, i když nezasáhlo celé území republiky stejnou měrou [6] Opatření realizovaná v té době se soustředila na omezení odběrů pitné vody a tím mírnila deficity ve zdrojích. V té době to nebyl zase tak velký problém, neboť odběry pitné vody proti dnešku byly skoro dvojnásobné, a tudíž bylo z čeho šetřit. Dnešní situace a pravděpodobně i budoucnost je skoro opačná. Na jedné straně máme velké přebytky ve zdrojích, i když také nerovnoměrně rozdělené. Na druhé straně současná specifická potřeba vody na obyvatele je výrazně nižší, což omezuje možnosti úspor v odběrech vody.

Cílem všech opatření, preventivních i operačních, je zabezpečit takový stav, aby v případě suchých období byla dodávka vody plynulá i při případných nižších odběrech. Každé dlouhodobější přerušení plynulé dodávky vody a její náhrada nouzovým zásobováním (dovoz v cisternách, balená voda) přináší vážné problémy hygienické, sociální i ekonomické. Zvláště, týká-li se to větších oblastí.

Strategie pro případná období sucha by tedy měla spočívat v přípravě takových opatření, aby dodávka pitné vody veřejnými vodovody nebyla přerušována. Opatření v zásadě můžeme rozdělit do dvou oblastí. Opatření na straně zdrojů, které znamená zvýšit jejich zabezpečenost a hledat další možnosti zdrojů, případně i netradiční zdroje. Na straně odběrů vody pak hledat a připravovat možnosti snížení odběrů tak, aby i za deficitu ve zdrojích byla zabezpečena plynulá dodávka vody.

Koncepční a preventivní opatření

Z dosud známých prognóz vývoje srážek a změn ročních teplot pro území České republiky v období po roce 2020 je zřejmý nepříznivý trend z hlediska vodárenských potřeb. Navíc situace může být regionálně značně odlišná, a to jak z hlediska změn klimatu, tak i stávající a výhledové vodárenské infrastruktury a zásob vody ve zdrojích.

Jsou oblasti jako např. Moravskoslezský region, kde ani ve výhledu nelze ze zpracovaných bilancí očekávat nedostatek vody ve zdrojích. Na druhé straně existují oblasti, např. střední a jižní Morava a některé regiony v Čechách, které jsou na nedostatek vody ve zdrojích mnohem citlivější.

Vhodným koncepčním nástrojem, jak tuto problematiku řešit, jsou programy rozvoje vodovodů a kanalizací pro jednotlivé územní celky. V rámci jejich aktualizace by měly být do jejich metodiky zapracovány otázky související s klimatickými změnami. Na základě prognóz vývoje sucha a bilancí potřeb je nutno stanovit deficitní oblasti a hledat řešení, jak těmto problémů čelit. Možnosti jsou v převodu vody mezi regiony a povodími, ve zvyšování kapacity vodárenských zdrojů.

S tím souvisí i trvalé zpřesňování prognóz budoucího vývoje včetně sledování vlivu klimatických změn na vodní zdroje, uplatnění metod modelování hydrologických bilancí a zkoumání extrémních hydrologických jevů.

Celá řada studií se zabývá opětovným využitím odpadních vod pro užívání s menšími nároky na kvalitu a jejich využití v době sucha jako dalšího zdroje vody. Do této oblasti patří také prozkoumávání netradičních zdrojů vody a jejich využití v krizových obdobích i pro pitné účely. Zde se nabízí možnost úpravy důlních vod z báňských děl, kde dobývací činnost již byla v minulosti prakticky ukončena.

Otevřená je otázka vybudování některých nových vodárenských nádrží, i když v současné politické i ekonomické situaci je tato problematika obtížně řešitelná. Přesto by měla být dál studována a měla by se hledat řešení.
Pro období sucha je nutno navrhnout opatření rovněž na straně odběrů vody. Jak již bylo řečeno, cílem by mělo být i v těchto obdobích plynulé zásobování z veřejných vodovodů, každé významné nepravidelnosti v dodávce situaci ještě zhoršují.

Prioritou musí být zásobování obyvatelstva a těch odvětví průmyslu, kde je použití pitné vody nezbytné (potravinářský průmysl). Jde o nalezení rovnováhy mezi jednotlivými nároky na vodu a možnostmi zdrojů. Je možné přistoupit k omezování ostatních odběratelů pitné vody, ale s ohledem na již v současnosti nižší nároky této skupiny odběratelů, není toto rozhodující činitel. Omezování obyvatelstva nějakými administrativními regulačními opatřeními je obtížné a nepřináší požadované efekty.

Při řešení této situace můžeme hledat zkušenosti v některých oblastech jižní Evropy, kde se již v současnosti vyskytují delší období sucha. Příkladem mohou být některé regiony Španělska. Jako účinná se zde ukazuje regulace na ekonomické bázi. Znamená to stanovit pro obyvatelstvo i pro další odběratele minimální spotřebu vody za běžné ceny a vyšší odběry nad stanovené minimum zatížit výrazným poplatkem nebo daní, což vede opravdu k šetrnému nakládání s vodou. A tyto poplatky mohou být odstupňovány až k výrazně vyšším hodnotám. Vyžadovalo by to upravit legislativu pro krizová období v tomto duchu a samozřejmě je to i značně náročné pro provozovatele veřejných vodovodů. Tato cesta je však rozhodně výhodnější, než řešit v krizových obdobích náhradní zásobování vodou.

Současná legislativa se zabývá řešením krizových situací, a to jak v zákoně o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, tak i v krizovém zákoně (240/2000 Sb.) včetně nařízení vlády o krizovém řízení č. 462/2000 Sb. Platí i česká technická norma ČSN EN 15975-1 Zabezpečení dodávky pitné vody – pravidla pro rizikový a krizový management, což je česká verze příslušné evropské normy. Všechny tyto předpisy řeší jednotlivé lokální krizové situace a neberou v úvahu možnost rozsáhlých a dlouhodobých deficitů v dodávce vody v případných suchých obdobích. Zde vidíme také potřebu úpravu legislativy v naznačeném směru.

4. Závěr

Je zřejmé, že v souvislosti s predikovanými klimatickými změnami bude obor vodovodů a kanalizací muset zpracovat strategii adaptace. Obsahem by měly být změny legislativní, koncepčně plánovací i regulační mechanismy. Vodohospodářské společnosti by měly umět operativně reagovat na jakékoliv změny tak, aby zůstala zachovaná vysoká kvalita pitné vody v dostatečném množství s minimálními ekonomickými dopady. Mezi ty hlavní změny patří měnící se kvalita a dostupnost zdrojů vody v souvislosti s možnými suchými obdobími.

Tento článek byl zpracován s podporou Ministerstva zemědělství v rámci projektu QI112A132 s názvem „Výzkum opatření k zajištění zásobování pitnou vodou v obdobích klimatických změn“.

Seznam použité literatury

[1] Norma ČSN EN 15975-1. Zabezpečení dodávky pitné vody – Pravidla pro rizikový a krizový management- Část 1: krizový management.

[2] Howard, G. Charles, K., Pond, K., Brookshaw, A., Hossain, R., Bartram, J.: Securing 2020 vision for 2030: climate change and ensuring resilience in water and sanitation services. Journals Water and Climate changes, volume 1, number 1, march 2010, page 2-16. ISSN 2040-2244.

[3] Intergovernmental panel on climate change - www.ipcc.ch

[4] Müller, S., Kempke, S., Koegst, T., Uhl, W.: Regional Climate Change Adaptation in Drinking Water Treatment and Supply. World water Congress and exhibition 2010, 19-24 September 2010 Montreál, Canada. International Water Association.

[5] Český hydrometeorologický ústav – základní informace o změně klimatu <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap10.pdf >.

[6] Zkušenosti vodohospodářů ze suchého období 1983-1984 v severomoravském kraji. Krajský výbor vodohospodářské společnosti ČSVTS v Severomoravské kraji. Materiály 23. Vodohospodářského semináře. Ostrava 1984.

Rizika při zásobování pitnou vodou od zdroje ke spotřebiteli – Vodojemy

Risks of Drinking Water Supply from the Source to the Consumer – water tanks

doc. Ing. Iva Čiháková, CSc.; Ing. Kateřina Slavíčková, Ph.D.; Ing. Filip Horký, Ph.D.; Ing. Blanka Ježková

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra zdravotního a ekologického inženýrství, Thákurova7, 166 29 Praha 6

cihakova@fsv.cvut.cz, katerina.slavickova@fsv.cvut.cz, filip.horky@fsv.cvut.cz, blanka.jezkova@fsv.cvut.cz

---

Úvod

V rámci sledování a hodnocení rizik distribučních systémů pitné vody byl výzkum zaměřen především na vodojemy, protože vodojemy, přestože slouží jen pro krátkodobou akumulaci vody, zaujímají z hlediska rizik na změnu kvality vody v distribučních systémech zpravidla dominantní postavení. Je to dáno tím, že jde o jediné místo v tlakové síti s otevřenou vodní hladinou s nebezpečím organické kontaminace způsobené vzdušným spadem přes nedostatečně zabezpečenou ventilaci nebo přes manipulační vstupy [1]. Navíc dochází k rychlejšímu uvolňování dezinfekčního činidla z vody do vzduchu, a tím ke zhoršení zdravotního zabezpečení vody. V případě, je-li objem akumulačních nádrží předimenzovaný nebo je-li výměna vody neúplná, může dojít k neúměrnému časovému zdržení vody v nádrži.

V současnosti se nachází mnoho vodojemů před svojí rekonstrukcí. Technický audit vybraných vodojemů opakovaně poukazoval na některé technické závady a nedostatky, v důsledku kterých by mohlo dojít ke zhoršování jakosti akumulované vody. Jednalo se především o nezabezpečené nebo nevhodně navržené odvětrání akumulačních nádrží a manipulační komory, nedostatky v úpravě a kvalitě vnitřních povrchů a nedostatky v úpravě vnějšího okolí a zabezpečení vodojemu. U některých vodojemů bylo nevhodně řešené vnitřní členění objektu a nevhodně řešen vstup do akumulačních nádrží (z venku přes poklop). V důsledku zvýšené vlhkosti a přístupu denního světla docházelo u některých vodojemů k rozvoji řas na podlaze či stěnách manipulační komory. Tyto zmiňované nedostatky se dají relativně jednoduše objektivně posoudit, ale otázkou zůstávalo jakým způsobem objektivně hodnotit proudění a hydraulické chování nádrží vodojemů.

Hodnocení hydraulických vlastností vodojemu

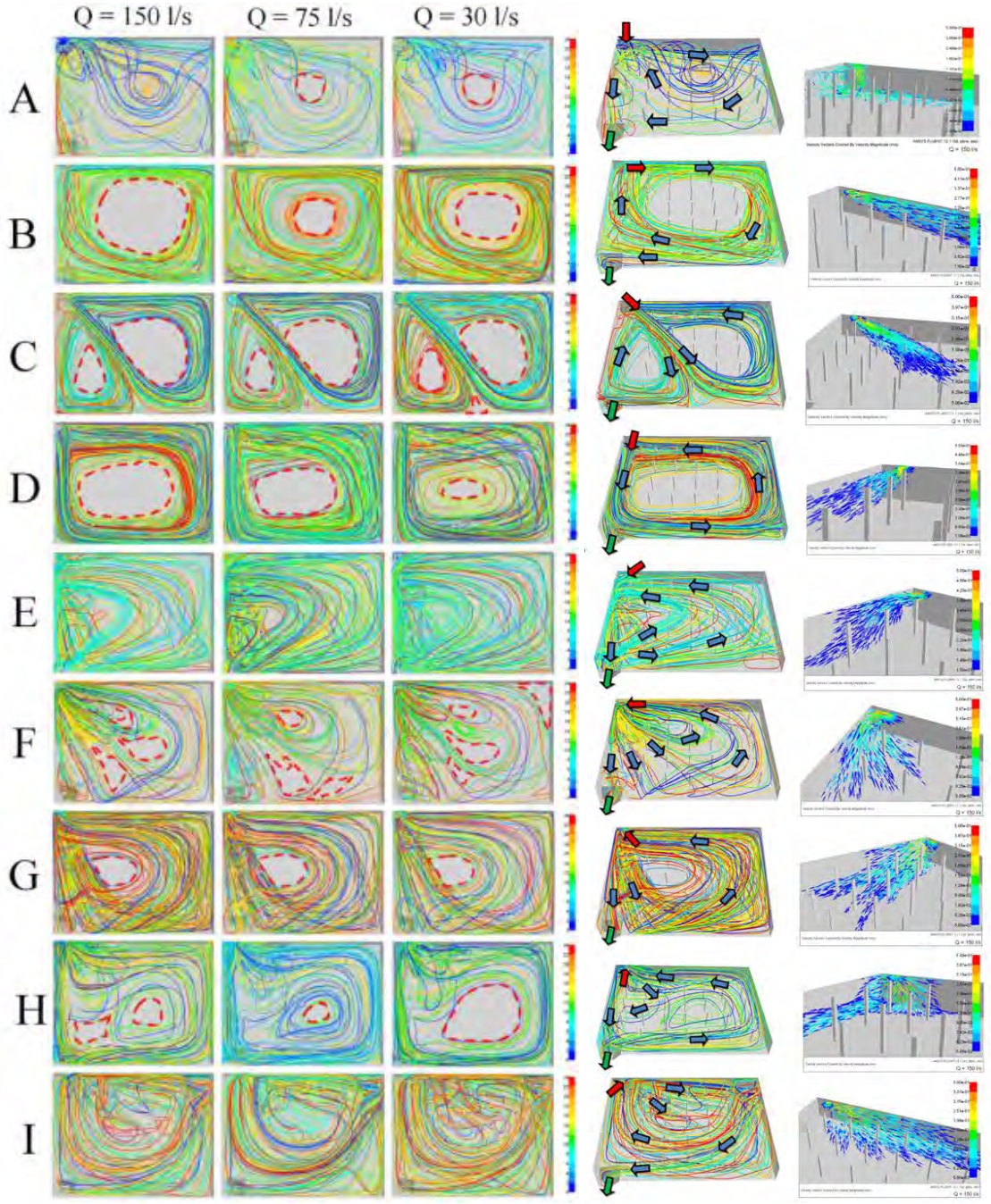
Vodojem je samostatný objekt vodárenského systému, který se skládá ze dvou nebo více nádrží a zpravidla z jedné manipulační komory. Vodojem je bezobslužný vodárenský objekt, který pracuje v automatickém režimu, popřípadě je kontrolován a řízen pomocí dispečinku [2]. Vodojemy slouží převážně pro vyrovnání rozdílu mezi přítokem vody do vodojemu a odtokem vody do spotřebiště. Velikost a provoz vodojemu závisí především na jeho účelu, kdy rozlišujeme vodojemy zásobní, hlavní, přerušovací, vyrovnávací či požární. Celkový objem se skládá z využitelného objemu pro provozní, požární a poruchové účely a nevyužitelného objemu, který je dán konstrukcí vodojemu a nelze jej využít k žádným účelům. V případě zásobních vodojemů se dle ČSN 75 5355 [2] navrhuje celkový objem nádrží obvykle o velikosti

60 - 80 % maximální denní potřeby vody ve spotřebišti. Časovým průběhem přítoku a odtoku dochází v nádrži vodojemu ke kolísání hladiny. Odtok vody z nádrže je zpravidla dán spotřebou vody ve spotřebišti a je tedy neovladatelný. Provozní charakteristiky vodojemů tak lze ovlivnit jen způsobem jejich provozování ve smyslu časového řízení přítoku do nádrží. Hlavní vodojemy, které jsou plněny gravitačně, jsou doplňovány po poklesu hladiny o 2 m pod maximální provozní hladinu a někdy ještě méně. V případě, že takovýto vodojem je plněn výtlakem, jsou zapínána čerpadla při poklesu od 0,5 m (u důležitých VDJ) až po 1,0 - 1,5m. Prakticky je odmítáno provozování nádrží vodojemu mezi maximální a minimální provozní hladinou [3]. Proudění vody ve vodojemu bylo proto řešeno pouze pro stacionární (ustálené) průtoky při plném vodojemu. Průtoky odpovídají třem základním režimům odběrů: (nízký odběr Q = 30 l/s, střední průměrný odběr Q = 75 l/s, zvýšený odběr Q = 150 l/s). Hodnocení hydraulických vlastností vodojemu bylo zaměřeno na způsob proudění a zdržení vody v jednotlivých místech akumulační nádrže a vznik pasivních oblastí proudění v nádrži v závislosti na umístění a směrování vtoku vody do nádrže. Pro hodnocení byl vybrán krabicový, dvoukomorový vodojem o objemu 2 x 8000 m^3. Hodnocení bylo provedeno pomocí matematického a fyzikálního modelu.

Matematický model

Na matematickém modelu byl posuzován vliv směrování vtoku na charakter proudění vody v nádrži vodojemu se zřetelem na výskyt pasivních oblastí proudění. Matematický model nádrže vodojemu je v reálném měřítku 1:1. Výpočet proudění byl proveden v programu Fluent. Použit byl Standard k-ε (SKE) model turbulence. Na modelu bylo řešeno devět variant směrování vtoku. Vtok byl vždy umístěn u protilehlé stěny s vyústěním v úrovni hladiny. Ve variantě A je přítok směrován svisle dolů. V dalších variantách je vtok vždy pootočen od svislé osy o 45° a v půdorysném pootočení po 45°. Pro jednotlivé varianty a průtoky bylo vyhodnoceno rozložení rychlostního pole v nádrži a histogramy a čáry překročení dosahovaných rychlostí v nádrži. Program Fluent umožňuje kromě 3D zobrazení rychlostního pole pomocí vektorů také vykreslení trajektorií fiktivních částic při průchodu akumulační nádrží pomocí funkce „pathlines“. Tento grafický výstup nejlépe zpřehledňuje hlavní směry proudění a způsob průtoku vody akumulační nádrží (viz. *obr. 1*). Do nádrže vždy vstoupilo 25 fiktivních částic a na odtoku byla sledována délka trajektorií a doba zdržení jednotlivých částic. Průměrná doba zdržení částic v nádrži byla ve všech případech menší než teoretická doba zdržení vody v nádrži. Dále bylo také sledováno, jakým způsobem proudí voda za vtokem do nádrže (*obr. 1*). Sledováno bylo také a umístění a velikost pasivních oblastí, tedy oblastí, kterými neprocházely žádné trajektorie částic *(obr. 1)*.

Z výsledků jednotlivých variant je patrné, že změnou průtoku dochází především ke změně doby zdržení fiktivních částic a tedy i vody v nádrži. Charakter proudění a způsob průtoku vody nádrží se naopak podstatně mění změnou směrování vtoku. Výsledky také ukazují, že některé varianty směrování vtoku nejsou zcela vhodné. Jde o případy, kdy přítok byl směrován přímo směrem do nádrže (varianta B, C, D) a v nádrži tak sice docházelo k průměrně nejrychlejšímu pohybu fiktivních částic, ale v nádrži také vznikaly relativně veliké pasivní oblasti. Při celkovém hodnocení nejlépe dopadla varianta I.



Obr. 1 *Umístění pasivních oblastí proudění jednotlivých variant a režimů odběrů, způsob průtoku nádrží a přítokový paprsek při režimu zvýšených odběrů (Fluent)*

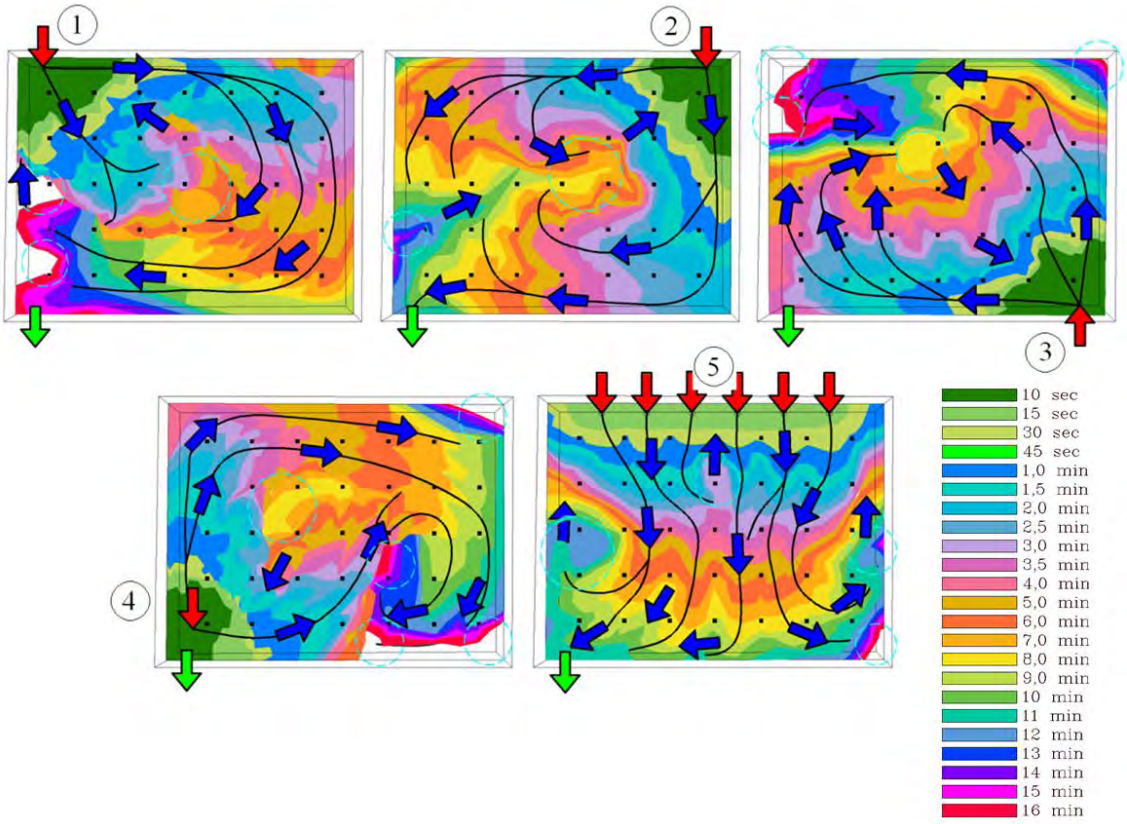
Fyzikální model

Na fyzikálním modelu byl posuzován vliv umístění vtoku na charakter proudění vody v nádrži vodojemu se zřetelem na výskyt pasivních oblastí proudění.

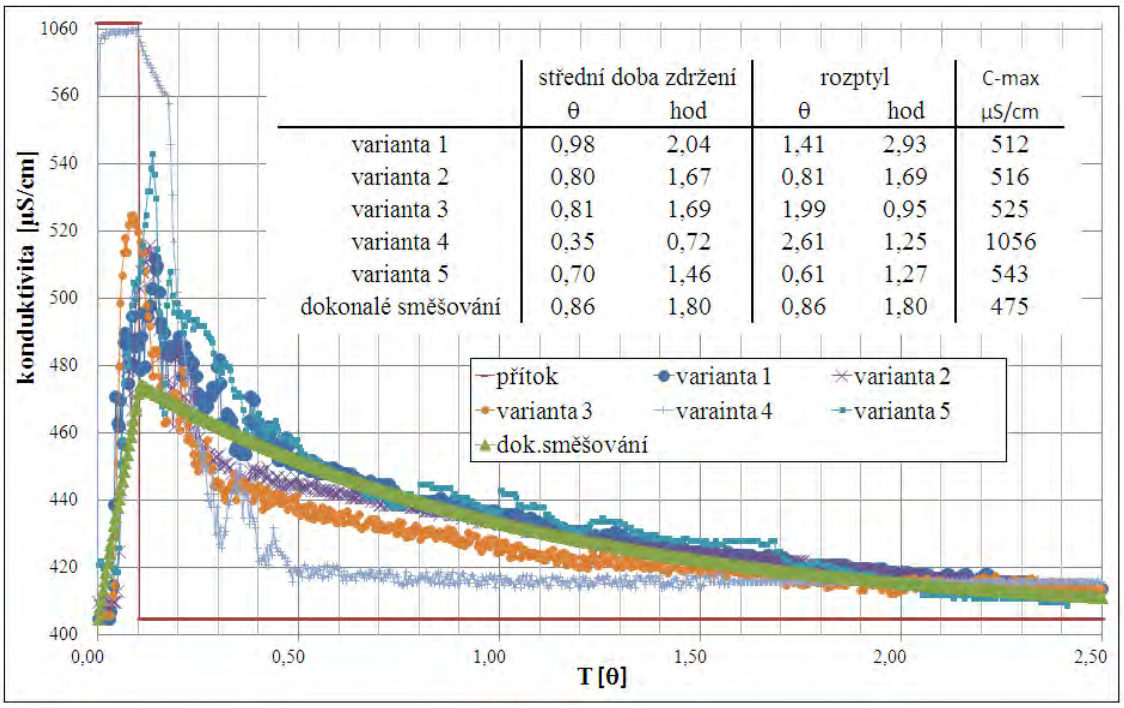
Fyzikální model je složen z jedné akumulační nádrže a příslušenství pro provoz obsluhu a řízení modelu a přístrojové techniky pro sběr a záznam dat. Jako výchozí bylo stanoveno měřítko délek M_L=50, které určuje velikost modelu, a následně byly dopočítány i ostatní měřítka při platnosti Froudova zákona podobnosti. Modelováno a vyhodnoceno bylo pět variant umístění vtoku. Vtok byl vždy umístěn nad maximální hladinou s vyústěním svisle dolů. Hodnocení bylo provedeno pomocí pulzních zkoušek

se stopovacími látkami. Množství a koncentrace roztoku byly stanoveny experimentálně tak, aby bylo co nejvíce zvýrazněno proudění vody v nádrži, ale nedocházelo ke vzniku hustotních proudů. Roztok barviva byl dávkován do přítoku tak, aby nedošlo k navýšení přitékajícího množství. Vlivem měřítek modelu docházelo ke změně poměru rychlosti konvekce a difuze při transportu stopovací látky nádrží. Z tohoto důvodu byl pro jednotlivé varianty pomocí roztoku barviva získán pouze způsob průtoku vody nádrží, kdy dosahované rychlosti v jednotlivých místech nádrže nebyly hodnoceny. Průběh jednotlivých zkoušek byl zaznamenáván pomocí kamery umístěné nad nádrží a následně vyhodnocován pomocí programu AutoCad.

Srovnání výsledků jednotlivých stopovacích zkoušek pomocí roztoku barviva pro režim zvýšených odběrů je na *obr. 2*. V nádrži byl také sledován počet a umístění míst možného výskytu pasivních oblastí. Pro hodnocení doby zdržení vody v nádrži byly prováděny pulzní zkoušky roztoku NaCl, kdy na odtoku z nádrže byla měřena konduktivita pro získání C-křivek. Roztok byl pro zpřehlednění jeho charakteru chování v nádrži nejprve obarven a sledován byl vznik hustotních proudů. Koncentrace roztoku byla stanovena tak aby vlivem hustoty roztoku docházelo k promíchání jen oblasti vtoku. Množství roztoku bylo pak stanoveno s ohledem na odezvu konduktivity na odtoku. Časový interval záznamu byl 30 sekund a délka jednotlivých experimentů trvala cca 4 - 5 hodin. Výsledky jednotlivých experimentů jsou zpřehledněny na *obr. 3*. Z průběhů měřených hodnot je patrné, že po určité době od začátku experimentu (cca polovina střední doby zdržení) dochází ve všech případech k určité shodě s dokonalým směšováním. Střední doba zdržení roztoku v nádrži byla ve všech případech menší než teoretická doba zdržení vody v nádrži. Při celkovém hodnocení nejlépe dopadla varianta 2 a 5.



Obr. 2 *Porovnání způsobu šíření roztoku barviva v nádrži pro jednotlivé varianty při ekvivalentním průtoku Q = 150 l/s*



	střední doba zdržení		rozptyl		C-max
	θ	hod	θ	hod	µS/cm
varianta 1	0,98	2,04	1,41	2,93	512
varianta 2	0,80	1,67	0,81	1,69	516
varianta 3	0,81	1,69	1,99	0,95	525
varianta 4	0,35	0,72	2,61	1,25	1056
varianta 5	0,70	1,46	0,61	1,27	543
dokonalé směšování	0,86	1,80	0,86	1,80	475

Obr. 3 *Průběh konduktivity a výsledky pulzních zkoušek s roztokem NaCl pro jednotlivé varianty*

Výběr optimální varianty umístění vtoku byl proveden na základě hodnocení pořadí variant z jednotlivých hledisek a poté hodnocení celkového pořadí. Hlavním hlediskem pro porovnání jednotlivých variant umístění vtoku byla střední doba zdržení roztoku NaCl v nádrži a její rozptyl. Střední doba zdržení roztoku v nádrži byla ve všech případech menší než teoretická doba zdržení vody v nádrži. Dalším hlediskem byla průměrná délka trajektorie roztoku barviva při průchodu nádrží mezi vtokem a odtokem a také samotná vzájemná vzdálenost vtoku a odtoku. Na rozdíl od průměrných délek trajektorií roztoku barviva byla větší vzdálenost vtoku a odtoku hodnocena pozitivněji. Při celkovém hodnocení nejlépe dopadla varianta 2 a 5.

Závěry

Provozování vodojemů podle dříve užívaných provozních řádů, za současné snížené spotřeby vody, vedou ke zhoršující se kvalitě vody ve vodojemech, k jejímu stárnutí. Teoretická doba zdržení vody v zásobním vodojemu by měla být přibližně 15 - 24 hodin. Vzhledem k provozním zvyklostem (napouštění vodojemu při již malém poklesu hladiny) je kolísání hladiny velmi malé, tedy ve skutečnosti je doba zdržení vody ve vodojemu závislá především na proudění vody ve vodojemu. Cílem práce bylo navrhnout a posoudit optimální umístění vtoku do nádrže a posoudit vliv natočení vtoku na celkový způsob průtoku vody nádrží a výskyt pasivních oblastí proudění v nádrži. Pro optimalizaci proudění vody v nádrži vodojemu se ukázal jako vhodnější matematický model, který nám poskytl detailní přehled o rozložení rychlostního pole v celé nádrži a o způsobu průtoku vody nádrží. Toho bylo využito pro porovnání různých konfigurací směrování vtoku do nádrže. Hydraulický výzkum bohužel není reálné uskutečnit přímo v nádržích vodojemů. (vstupy, stopovací látka, hygienické předpisy).

Na základě získaných poznatků lze shrnout doporučení pro návrh a provoz výměnného systému vodojemů do několika následujících bodů.

- **Umístění vtoku**

Vzájemná poloha vtoku a odtoku významně napomáhá k výměně vody v nádrži. Vhodné řešení je umístění vtoku do nádrže co nejdále od jejího odtoku, tedy vzájemné umístění vtoku a odtoku v protilehlých rozích nádrže. Vhodnost tohoto umístění byla ověřena pomocí fyzikálního modelu. Toto umístění bohužel není v mnoha případech dodrženo a tak v případě rekonstrukce vodojemu bude vhodné přistoupit k úpravě výměnného systému. Pomocí fyzikálního modelu byl ověřen pozitivní vliv rozdělení přítoku do nádrže pomocí více vtoků. Rozdělení přitékající vody do nádrže pomocí více vtoků je nejlepší vyhodnocenou variantou výměnného systému.

Výhodně vychází např. umístění přítoku na protější stěnu, než je odtok. Potrubí může být vedené po dně, zavěšené na stěně, nebo na stropě.

- **Směr vtoku**

Z výsledků matematického modelu je patrné, že směr vtoku do nádrže hraje významnou roli. Z toho důvodu je vhodné při navrhování výměnného systému věnovat směru vyústění vtoku zvýšenou pozornost.

Za vtokem do nádrže dochází ke vzniku přítokového paprsku. Tento paprsek je vhodné usměrňovat tak, aby přitékající voda byla v nádrži co nejvíce rozptylována a kinetická energie přitékající vody byla co nejméně tlumena. V případě, kdy přítokový paprsek není za vtokem vůbec usměrňován a rozptylován, dochází k prodloužení dráhy průtoku vody nádrží a zároveň je také velká pravděpodobnost vzniku mrtvých zón v nádrži. V případě, kdy je naopak přítokový paprsek příliš usměrňován, dochází sice v oblasti vtoku k větší cirkulaci a promíchání vody, ale také dochází k velkému tlumení kinetické energie přitékající vody a je tak pravděpodobný vznik mrtvých zón v nádrži.

Nejlepší řešená varianta směrování vtoku byla varianta I, kdy byl vtok směrován šikmo na zadní stěnu nádrže směrem do jejího protilehlého zadního rohu. Vlivem nárazu přítokového paprsku na stěnu nádrže docházelo k rovnoměrnému rozptýlení průtoku vody v nádrži. Optimální řešení je směrovat vtok do nádrže podél její zadní stěny a přítokový paprsek následně vhodně rozptylovat do nádrže.

- **Manipulace s vodní hladinou**

Vhodná manipulace s vodní hladinou vede ke snížení střední doby zdržení vody v nádrži. Není však jednoduché ji z provozních důvodů, tj. zabezpečenosti dodávky vody do spotřebiště vždy plně aplikovat. Např. výtlačný systém vers. gravitační systém, nebo hlavní a vedlejší vodojem. Doporučujeme dát do manipulačních řádů doporučení snížit hladinu vody v nádrži např. na 0,5m a to např. 1x týdně a po 3 – 6 měsících provozu provést vyhodnocení kvalitativním rozborem vody na odtoku z vodojemu.

Literatura

[1] ŘÍHOVÁ-AMBROŽOVÁ, Jana; HUBÁČKOVÁ, Jana; ČIHÁKOVÁ, Iva. Konstrukční uspořádání, provoz a údržba vodojemů. In *Technické doporučení*. Praha: Hydroprojekt CZ a.s., 2008. 51 s.

[2] ČSN 75 5355. *Vodojemy*. Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 2011. 20 s.

[3] ČIHÁKOVÁ, Iva, et al. Výzkum řešení degradace jakosti pitné vody při její akumulaci. In *Výroční zpráva*. Praha : NAZV MZe ČR, 2007. 18 s.

Hodnocení technického stavu vodovodů

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.; Ing. Miloslav Tauš

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*

Abstrakt
Příspěvek se zabývá problematikou a základní mi přístupy hodnocení technického stavu vodovodů. Prezentuje výsledky průzkumu k této problematice provedeného mezi vodárenskými společnostmi v ČR v roce 2012, návaznost na plány financování obnovy vodárenské infrastruktury a provádí srovnání se situací v této oblasti na Slovensku.

1 Hodnocení technického stavu vodovodů

Základním předpokladem udržitelného stavu vodárenské infrastruktury je plánovaná kontinuální obnova této infrastruktury. Existuje řada metod a počítačových programů pro podporu plánování obnovy vodovodních sítí. Tyto prostředky, snažící se většinou odhadnout budoucí vývoj stavu sítě, jsou však zaměřeny pouze na plánování obnovy a výběr sanačních technologií pro vodovodní potrubí. Veřejné vodovody však nesestávají pouze z potrubí. Jedná se vždy o komplexní systém tvořený několika z následujících prvků, jako jsou jímací objekty surové vody, přívodní řady surové vody, úpravny vody, čerpací stanice, vodojemy, přiváděcí řady pitné vody, rozvodné řady a další. V zájmu každého vlastníka i provozovatele vodovodu by měla být co nejlepší znalost technického stavu provozovaného systému. Tyto znalosti by měly být základem při rozhodování o investičních akcích a zejména při plánování obnovy vodovodů.

Stárnutí vodárenské infrastruktury je celosvětovým problémem. Odhaduje se, že v průběhu následujících 20 let bude třeba investovat do vodovodních sítí v USA 77 mld. amerických dolarů [2]. AL-BARQAWI uvádí, že 59 % kanadských vodárenských systémů vyžaduje obnovu a 43 % těchto systémů je technicky v neakceptovatelném stavu a v následujících 15 letech bude třeba do vodovodních sítí na území Kanady investovat 12,5 mld. dolarů ročně [1]. V České republice se uvádí odhady, že je třeba ročně vložit do obnovy vodárenské infrastruktury zhruba 18 miliard korun [3].

Poznání technického stavu vodovodů je klíčové i pro predikci výkonnosti vodovodů a optimalizaci údržby a obnovy. V běžné praxi neexistuje žádná standardizovaná metodika určená k hodnocení technického stavu vodovodů. Proto převažuje používání praktických zkušeností pracovníků provozovatele. Efektivní vyhodnocení technického stavu vyžaduje specializované pracovníky, spolehlivé databáze provozních údajů a trvalé kontinuální sledování a vyhodnocování technického stavu provozované infrastruktury.

Jako klíčové faktory hodnocení technického stavu lze uvést:

- volba vhodné metody hodnocení technického stavu;
- analýza projektové a provozní dokumentace včetně historických záznamů o inspekcích a důležitých opravách a údržbě;
- inspekce, prohlídky a ohodnocení technického stavu;

- identifikace kritických prvků systému;
- určení potřeby a postupů údržby;
- stanovení harmonogramu nápravných akcí a příštího posouzení stavu.

Byla vyvinuta řada podpůrných nástrojů pro plánování investic, údržby a obnovy vodovodního potrubí založené na nepřímých ukazatelích, viz Tabulka 1. Tyto nástroje jsou však většinou zaměřeny pouze na vodovodní potrubí a neumožňují hodnocení všech prvků vodovodního systému.

Nástroj	Zaměření	Potřebná data	Komercializace	Integrace
CARE-W	úroveň služeb, stanovení rozpočtu, náklady za dobu životnosti, plánování obnovy	závisí na použitém modelu	ne, několik aplikací v evropských městech	ne, samostatný nástroj
FailNet – Stat	model předpovědi poruch vodovodního potrubí	nutné dobré informace o majetku a poruchách	ne, pouze výzkumné aplikace v Evropě	ne, samostatný nástroj
KANEW	strategický nástroj určující délku vodovodních řadů k obnově nebo opravě každý rok	žádoucí dobré informace o majetku a poruchách	ano, základní verze dostupná u AwwaRF	ne, samostatný nástroj
PARMS Planning	dlouhodobé plánování obnovy založené na křivkách poruchovosti stanovených z provozních dat	nutné dobré informace o majetku a poruchách	ano, používaný řadou australských provozovatelů	ne, samostatný nástroj
PARMS Priority	podpora rozhodování o obnově	nutné dobré informace o majetku a poruchách	ano, používaný řadou australských provozovatelů	ne, samostatný nástroj
PiReP/PiReM	podpora rozhodování o sanaci	nutné dobré informace o majetku a poruchách	ne, ve vývoji s plánovaným komerčním vydáním	ne, samostatný nástroj
UtilNets	rozhodovací systém založený na spolehlivosti pro řízení údržby vodovodních řadů	nutné dobré informace o majetku a poruchách	ne, ve fázi prototypu	ne, samostatný nástroj
WARP	dlouhodobé plánování pomocí křivek poruchovosti	nutné dobré informace o majetku a poruchách	ano, plánované vydání v roce 2006	ne, samostatný nástroj

Tab. 1 *Podpůrné nástroje pro plánování obnovy vodovodů [7]*

Míra poruchovosti a technického stárnutí vodovodů je ovlivňována mnoha faktory. Tyto faktory zahrnují provozní, environmentální a fyzické charakteristiky. KLEINER a RAJANI [6] rozdělují např. faktory způsobující stárnutí vodovodních řadů na:

- **statické faktory** – neměnné v čase (např. trubní materiál, průměr potrubí, tloušťka stěny potrubí, půdní vlastnosti, způsob pokládky);
- **dynamické faktory** – vztahující se k prostředí působícímu na potrubí (např. stáří, teplota půdy a vody, vlhkost, elektrický odpor, dynamické zatížení);
- **provozní faktory** – např. míra obnovy, katodická ochrana, tlak vody.

Nedá se však říci, že pro dva vodovodní systémy nabývající stejných hodnot uvedených faktorů probíhají degradační procesy zcela shodně. Procesy technického stárnutí vodovodních systémů nejsou ani rovnoměrné ani totožné. Liší se v závislosti na dalších, často lokálních a neurčitých faktorech, které mohou způsobit výrazné odlišnosti v technickém stavu.

1.1 Výstupní informace hodnocení technického stavu

Výstup z analýzy hodnocení technického stavu může mít různé formy. Může se jednat například o inženýrské výpočty, určení pravděpodobnosti poruchy, stanovení zbytkové životnosti, známkování (kategorizaci) stavu a/nebo výkonnosti. V zásadě rozlišujeme:

- **známkování technického stavu** (přidělené na základě vizuální inspekce podle definovaného popisu každé známky);
- **známkování výkonnosti** (kategorizuje schopnost prvku fungovat v souladu s požadavky provozovatele na základě provozních informací, opět přidělené na základě předem stanoveného popisu každé známky).

Příklad stupnice pro numerické a slovní hodnocení technického stavu vodovodních řadů včetně příslušné akce uvádí např. Tabulka 2.

Kategorie	Slovní hodnocení stavu	Kritéria	Akce
9 - 10	Výborný	Nově či nedávno instalováno.	Žádná akce není vyžadována.
8 - 9	Velmi dobrý	Stav jako nový bez známek koroze či technického stárnutí.	Znovu posoudit za 15 let.
6 – 8	Dobrý	Vnější a vnitřní ochrana zachována, zbývající tloušťka stěny více než 90 % původní tloušťky.	Znovu posoudit za 10 let. Zařadit do plánu katodické ochrany během příštích 5 – 10 let.
4 – 6	Průměrný	Objevuje se poškození vnitřní a/nebo vnější ochrany. Zbývající tloušťka stěny více než 75 % původní.	Znovu posoudit za 3 - 5 let. Zařadit do plánu renovací během příštích 5 – 10 let.
3 – 4	Špatný	Významné známky vnitřní nebo vnější koroze. Nevyhnutelný kolaps. Chybějící vnitřní nebo vnější ochrana. Úniky vody. Zbývající tloušťka stěny 50 - 75 % původní.	Zařadit do plánu renovací nebo obnovy během příštích 5 – 10 let.
< 3	Kritický	Silná vnitřní nebo vnější koroze. Zřejmý kolaps. Velké trhliny/díry. Zbývající tloušťka stěny méně než 50 % původní. Poruchovost >3.	Doporučena okamžitá oprava nebo obnova.

Tab. 2 *Numerické a slovní hodnocení technického stavu vodovodních řadů [2]*

1.2 Legislativní požadavky

Legislativní rámec dané problematiky v České a Slovenské republice shrnuje MÍKA [8]. Základní právní dokument v oblasti vodovodů a kanalizací v ČR – zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích [5] – ukládá vlastníkovi vodovodu povinnost zpracovat a realizovat plán financování obnovy vodovodů. Požadavky na tyto plány financování obnovy jsou pak uvedeny ve vyhlášce č. 428/2001 Sb. [4]. Příloha č. 18 této vyhlášky uvádí vzorový formulář plánu financování obnovy. Formulář je založen na procentu opotřebení majetku. Dále podle zákona o vodovodech a kanalizacích [5] může Ministerstvo zemědělství vyhlásit provedení technického auditu. Podle tohoto zákona je technický audit vodovodů a kanalizací definován jako: „*specializovaná odborná činnost sloužící ke kontrole technického stavu vodovodů a kanalizací, oprávněnosti vynaložených provozních nákladů, jakož i pořizovacích nákladů a nákladů navrhovaného rozvoje vodovodů a kanalizací*“ Z pohledu řešené problematiky je zajímává část technického auditu „e) analýza současného stavu“. Důležitým ukazatelem těchto auditů je procento obnovy sítě ročně, výše cen vodného, roční objemy oprav, skutečné objemy investovaných finančních prostředků do obnovy.

Ve Slovenské republice je základním právním předpisem upravujícím odvětví vodovodů a kanalizací zákon č. 442/2002 Z.z. o veřejných vodovodech a veřejných kanalizacích [11]. Z hlediska řešeného tématu tento zákon ukládá vlastníkovi veřejného vodovodu povinnost vypracovat plán obnovy vodovodu nejméně na 10 let. Obsah a postup tvorby plánů obnovy stanovuje vyhláška MŽP SK č. 262/2010 Z.z. [10]. Základní podmínkou pro zařazení objektů a zařízení do plánu obnovy je posouzení technického stavu podle následujících ukazatelů:

- stáří;
- poruchovost;
- stav využití kapacity;
- soulad s platnou právní úpravou a s požadavky určenými v povolení pro vodní stavby.

Hodnocení se provádí tak, že vodovodní řady, objekty a zařízení jsou v každém z uvedených ukazatelů zatříděny do jedné ze 4 kategorií. Těmto kategoriím jsou přiřazeny body od 1 (nejlepší) do 4 (nejhorší). Podle součinu bodů všech ukazatelů je daný objekt zařazen do výsledné kategorie. Zatřídění majetku do kategorií míry opotřebení dle uvedené vyhlášky představuje Tabulka 3.

Kategórie miery opotrebenia	Popis prioritizácie (naliehavosti) obnovy	Rozsah hodnôt miery opotrebenia majetku pre príslušnú kategóriu
MOM – 1. kategórie	vyhovujúca hodnota miery opotrebovania majetku, ktorá nevyžaduje žiadne opatrenia v rámci obnovy	1 – 16 ale žiadny ukazovateľ, okrem veku, nesmie byť zaradený do T4
MOM – 2. kategórie	vyhovujúca hodnota, ktorá nevyžaduje žiadne opatrenia v rámci obnovy (potenciálne treba uvažovať s obnovou)	17 – 36 ale žiadny ukazovateľ, okrem veku, nesmie byť zaradený do T4
MOM – 3. kategórie	kritické hodnoty, ktoré vyžadujú realizáciu opatrení na riešenie existujúceho stavu (treba plánovať obnovu)	37 – 144
MOM – 4. kategórie	nežiaduci stav existujúceho majetku, ktorý vyžaduje obnovu prioritne, nakoľko sú ohrozené jeho základné funkcie a predstavuje zvýšené riziko	145 – 256

Tab. 3 *Kategorie míry opotřebení objektů a zařízení [10]*

Právní předpisy České republiky sice ukládají povinnost zpracovat a realizovat plán financování obnovy vodovodů a kanalizací, jedná se však pouze o plán finančních prostředků určených na obnovu stanovený na základě procenta opotřebení majetku. Nepředepisují však způsob stanovení tohoto opotřebení. Naopak slovenská legislativa stanovuje jednoduchý postup ohodnocení technického stavu objektů a zařízení na základě vybraných ukazatelů a kritérium, podle kterého se jednotlivé objekty zařadí do plánu obnovy. Hodnocení technického stavu vodovodů je právně podloženo také v některých dalších zahraničních zemích. Například vodárenské společnosti ve Skotsku mají povinnost každoročně podávat zprávu o stavu svého majetku ve formě, kolik procent sítě spadá do té které kategorie hodnocení technického stavu. Obdobně je tomu v Anglii a Walesu, kde je tato zpráva vyžadována každých 5 let. Ovšem ani v jedné z těchto tří zemí není stanovena jednotná metodika, jakou má být hodnocení technického stavu provedeno.

2 Hodnocení technického stavu v ČR

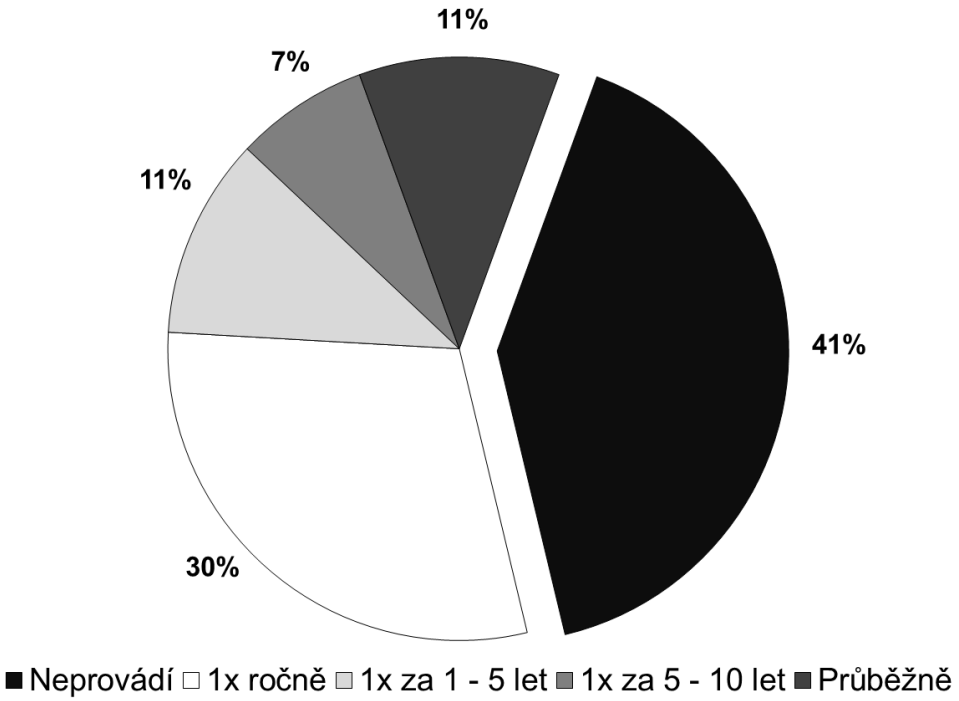
Ústav vodního hospodářství obcí provedl v roce 2012 v rámci projektu specifického výzkumu *Vybrané problémy systémů zásobování pitnou vodou* dotazníkové šetření u vybraných vodárenských společností v ČR. Cílem bylo zjistit, do jaké míry se provozní společnosti věnují plánování obnovy a hodnocení technického stavu vodovodních sítí a jaké k tomuto účelu používají metody. Přestože obnova vodovodů dle zákona č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích spadá do kompetencí vlastníka vodovodu, byl předpoklad, že provozovatel má lepší přístup k potřebným informacím a že uvedené činnosti provádí v pověření vlastníka vodovodu např. na základě provozní smlouvy.

Dotazník byl rozeslán 50 největším společnostem vodovodů a kanalizací z pohledu objemu vody vyrobené k realizaci. Těchto 50 provozovatelů představuje 90 % dodávky pitné vody v ČR [9].

Nazpět bylo získáno 27 vyplněných dotazníků (54 %). Téměř všichni dotázaní (93 %) uvedli, že mají zpracovány ***plány financování obnovy***. Horší situace však nastává v případě vlastní plánů obnovy. Pouze 59 % společností má zpracovány krátkodobé

roční plány obnovy, ještě méně vodárenských společností disponuje střednědobými plány obnovy a jen malá část oslovených společností má dlouhodobé koncepce obnovy v podobě dlouhodobých plánů obnovy. Zajímavé je, že plány financování obnovy se dle zákona o vodovodech a kanalizacích zpracovávají nejméně na dobu 10 kalendářních let a přitom pouze jedna pětina dotázaných společností má zpracovány dlouhodobé plány obnovy vodovodů.

Více než polovina dotázaných společností (59 %) provádí hodnocení technického stavu vodovodů v určité časové periodicitě - viz graf na obrázku 3.



Obr. 3 *Četnost provádění hodnocení technického stavu vodovodů, zdroj: vlastní*

Ze společností, které provádějí hodnocení technického stavu, využívají téměř všechny společnosti ***vlastní interní metodiku***, která je založena většinou na principu multikriteriálního hodnocení. Množství a struktura používaných ukazatelů hodnocení technického stavu jednotlivých prvků systémů zásobování pitnou vodou se však výrazně liší. Např. pro hodnocení přiváděcích řadů byly nejčastěji uváděny ukazatele: poruchovost, stáří potrubí, kvalita vody, poloha, trubní materiál, ztráty vody, inkrusty, stav armatur, tlakové poměry, dopravní zatížení, důležitost řadu, teoretická doba dožití, vliv hladiny podzemní vody, trubní spoje, obtížnost provádění oprav, koroze atd.

3 Závěry

- Stárnutí vodárenské infrastruktury je celosvětovým problémem. Poznání technického stavu vodovodů je klíčové pro predikci výkonnosti vodovodů a optimalizaci údržby a obnovy. V běžné praxi se často používá pouze praktických zkušeností k posouzení stavu vodovodů, protože neexistuje žádná jednotná standardizovaná metodika, kterou lze použít k hodnocení technického stavu vodovodů a jejich jednotlivých částí.

- Legislativní rámec České republiky hodnocení technického stavu vodárenské infrastruktury nevyžaduje. Vyžaduje zpracování a plnění plánu financování obnovy, který je založen na stanovení procenta opotřebení. Naopak slovenská legislativa stanovuje jednoduchý postup ohodnocení technického stavu objektů a zařízení na základě vybraných ukazatelů a kritérium, podle kterého se jednotlivé objekty zařadí do plánu obnovy. V zahraničí bývá vyžadováno hlášení technického stavu vodárenské infrastruktury (např. Anglie, Skotsko, Wales), jednotná metodika hodnocení však také není stanovena.

- Lze doporučit provedení hodnocení technického stavu jednoduchou, ale rychlou a efektivní multikriteriální metodou. Přestože tyto nepřímé metody nejsou schopny poskytnout detailnost, včasnost a spolehlivost potřebnou pro jednoznačné rozhodnutí o obnově konkrétních částí systému, vedou k vytipování a určení kritických prvků a části posuzovaných systémů.

- Známkovací (kategorizační) souhrnné hodnocení sice poskytuje užitečné informace, ale dochází tím k podstatné ztrátě informací. Je tedy nutné mít přístup k celému hodnocení, ne jen zobrazit výsledné hodnocení prvku systému.

Provedený dotazníkový průzkum mezi 27 z 50 největších vodárenských společností v ČR potvrdil, že různé společnosti přistupují k plánování obnovy a hodnocení technického stavu různě. Některé společností nemají kromě povinných plánů financování obnovy zpracovány žádné další plány obnovy vodovodů. Jiné naopak zpracovávají dlouhodobé, střednědobé i krátkodobé plány obnovy vodovodů. Rovněž v hodnocení technického stavu jsou značné rozdíly mezi jednotlivými společnostmi. Značná část společností technický stav nevyhodnocuje vůbec, u zbývajících společností se liší nejen periodicita hodnocení technického stavu, ale i množství používaných ukazatelů technického stavu. Lze tedy říct, že vodárenskými společnostmi je praktikováno hodnocení technického stavu v extrémech od neprovádění hodnocení technického stavu až po pokročilé metodiky hodnocení technického stavu. Je zřejmé, že by bylo vhodné poskytnout vlastníkům a provozovatelům jednotnou metodiku hodnocení technického stavu vodovodů, jejíž používání nebude samozřejmě závazné. Taková metodika však umožní benchmarking technického stavu vodovodů, umožní založení plánu financování obnovy na reálném technickém stavu vodovodů a v neposlední řadě umožní efektivnější a objektivnější využití omezených finančních prostředků určených na obnovu vodárenské infrastruktury.

Poděkování

Prezentované výsledky byly získány v rámci projektu specifického výzkumu FAST-J-12-34/1716 *Vybrané problémy systémů zásobování pitnou vodou* podpořeného Vysokým učením technickým v Brně.

Literatura

[1] AL-BARQAWI, H.; ZAYED, T., 2008. Infrastructure Management: Integrated AHP/ANN Model to Evaluate Municipal Water Mains' Performance. *Journal of Infrastructure Systems,* 14(4), pp. 305-318.

[2] AL-BARQAWI, H.; ZAYED, T., 2006. Assessment Model of Water Main Conditions. American Society of Civil Engineers, pp. 1-8.

[3] BARÁK, F., 2012. Výhledy českého vodárenství po roce 2015. *Sovak: časopis oboru vodovodů a kanalizací.,* 21 (4), pp. 1-3.

[4] ČESKÁ REPUBLIKA, 2001. Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).

[5] ČESKÁ REPUBLIKA, 2001. Zákon č.274/2001 Sb.: o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).

[6] KLEINER, Y.; RAJANI, B., 2002. Forecasting variations and trends in water-main breaks. *J. Infrastruct. Syst.,* 8(4), pp. 122-131.

[7] MARLOW, D.R.; HEART, S.; BURN, S.; URQUHART, A.; et al., 2007. *Condition Assessment Strategies and Potocols for Water and Wastewater Utility Assets.* WERF, AWWA.

[8] MÍKA, P., 2012. *Metodika hodnocení technického stavu vodovodních přiváděcích řadů.* Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí.

[9] ODBOR VODOVODŮ A KANALIZACÍ MZE, 2011. Vodovody kanalizace ČR 2010. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-004-8.

[10] SLOVENSKÁ REPUBLIKA, 2002. Vyhláška MŽP SR č.262/2010 Z.z: , ktorou sa ustanovuje obsah plánu obnovy verejného vodovodu, plánu obnovy verejnej kanalizácie a postup ich vypracovaní.

[11] SLOVENSKÁ REPUBLIKA, 2002. Zákon 442/2002 Z.z.: o verejných vodovodoch a verejných kanalizáciách a o zmene a doplnení zákona č. 276/2001 Z. z. o regulácii v sieťových odvetviach.

Inženýrská činnost při projektování vodohospodářských staveb

Ing. Josef Švábek

VODING HRANICE, spol.s r.o.
e-mail: josef.svabek@voding.cz

Úvod

V současné době si lze již jen těžko představit, že by požadavky na zpracovávání projektové dokumentace k vodohospodářským stavbám, resp. k vodním dílům, nebyly současně doprovázeny i požadavkem na zajištění inženýrské činnosti vedoucí k likviditě projektu, čímž je získání pravomocného územního rozhodnutí či pravomocného stavebního povolení k dané stavbě vodního díla. Otázkou však zůstává, co všechno má taková inženýrská činnost při projektování obsahovat. Vymezení pojmu inženýrská činnost v projekční činnosti, pokud je mi známo, nebylo doposud nikde publikováno, a ani tento můj příspěvek se nesnaží pojem inženýrská činnost v projektování vodního díla nikterak vymezovat či dokonce specifikovat. Obecně je pak nutno konstatovat, že samotná projekční činnost spojená s inženýrskou činností klade na projekční společnosti daleko větší nároky než-li projekční činnost samotná. Tyto společnosti nejenže musí technicky co nejlépe vyprojektovat vodní dílo, kdy musí dodržet celou řadu technických norem apod., ale musí řešit i celou řadu úkolů z oblasti legislativní a právní, ve které dochází jak je všeobecně známo k novým a novým novelizacím stávajících zákonů a vyhlášek. Tak se i stává, že v průběhu časově náročnějšího zpracování projektové dokumentace dojde ke změně legislativy, která má pak dopad zejména na inženýrskou činnost zajišťovanou v rámci projektu. Vlastní inženýrská činnost, zejména u liniových staveb vodovodů a kanalizací, kde je stavbou dotčena celá řada pozemků, tak svým objemem často převyšuje objem projekčních prací. Tímto příspěvkem se pokusím popsat jednotlivé úkony inženýrské činnosti a poukázat na zkušenosti naší společnosti VODING HRANICE, spol. s r.o. s jejím zajišťováním a s vazbou na zákony a vyhlášky, v jejichž souladu musí být zajišťována. Pokusím se poukázat i na problémy, které inženýrskou činnost při jejím zajišťování doprovázejí. Zejména poukáži na zkušenosti ze samotného projednávání smluv s vlastníky pozemků dotčených plánovanou stavbou, bez jejichž uzavření nelze získat příslušné územní rozhodnutí či stavební povolení.

Získání zakázky na zpracování projektové dokumentace s inženýrskou činností s vazbou na uzavření smluvního vztahu mezi objednatelem a zhotovitelem

Jak již bylo v úvodu naznačeno, doprovází získání zakázky na zpracování projektové dokumentace většinou i požadavek objednatele na zabezpečení inženýrské činnosti. Smluvně je pak tento požadavek uplatňován ve smlouvě o dílo či mandátní smlouvě, někdy bez další konkrétní specifikace či vymezení obsahu co má konkrétně inženýrská činnost obsahovat. Zpravidla je pak ve smlouvách uváděno jako předmět plnění zpracování projektové dokumentace pro územní rozhodnutí či stavební povolení a zajištění inženýrské činnosti pro vydání územního rozhodnutí či stavebního povolení, někdy i s termínem pro nabytí právní moci územního rozhodnutí či stavebního povolení. Zavázání se ke splnění termínu nabytí právní moci je pak pro zpracovatele projektové dokumentace a inženýrské činnosti velmi ošidné, jelikož se v podstatě zavazuje

k něčemu, co sám nemůže ovlivnit a je takříkajíc v rukou stavebního úředníka, který příslušné územní rozhodnutí či stavební povolení vydává. Na splnění termínu pro nabytí právní moci územního rozhodnutí či stavebního povolení má vliv celá řada faktorů. Nejdůležitější roli zde hrají termíny vyplývající ze správního řádu, které musí být dodrženy.

Inženýrská činnost - obecně

Inženýrská činnost obecně představuje tři fáze:

1. Fáze předprojektové a projektové přípravy

Vypracování investičního záměru, zabezpečení výběru staveniště.
Organizační zajištění výběru projektanta, spolupráce při uzavření smlouvy na zpracování projektu.
Projednání projektové dokumentace s dotčenými organizacemi a orgány státní správy a získání jejich závazných stanovisek, včetně souhrnného a koordinovaného stanoviska.
Obstarání územního rozhodnutí
Obstarání stavebního povolení

V tomto příspěvku se budu dále věnovat pouze fázi inženýrské činnosti projektové přípravy, nicméně pro přehled uvádím i další dvě fáze inženýrské činnosti.

2. Fáze provádění stavby

Zejména obsahuje: Organizaci výběru zhotovitele, zajištění smlouvy o dílo, výkon trvalého nebo občasného technického dozoru objednatele, předání staveniště zhotoviteli. Součástí je i kontrolní činnost spočívající v kontrole dodržování podmínek stavebního povolení, opatření státního stavebního dohledu, kontrole provádění díla v souladu se smlouvou o dílo a projektovou dokumentací, kontrole postupu prací podle časového plánu stavby.
Nedílnou součástí fáze provádění stavby je i organizace kontrolních dnů stavby, kontrola věcné a cenové správnosti a úplnosti faktur, kontrola vedení stavebních a montážních deníků. Kontrola odstraňování vad a nedodělků zjištěných při předání stavby

3. Fáze po dokončení stavby

Zabezpečení kolaudačního rozhodnutí, případně povolení k předčasnému užívání stavby, odstranění vad zjištěných při kolaudačním řízení, vyhodnocení zkušebního provozu. Spolupráce při závěrečném vyúčtování a ekonomickém vyhodnocení stavby

Inženýrská činnost při projektování a likvidita projektu

Tak, jak je zejména v době současné hospodářské krize pro firmu důležité získávání zakázek na zpracování projektové dokumentace, tak neméně důležité je zabezpečení likvidity zpracované projektové dokumentace. Likviditu projektu nám zajišťuje inženýrská činnost. Likvidita projektové dokumentace je dána vydáním příslušných územních rozhodnutí či stavebních povolení v právní moci. Na termín nabytí právní moci má vliv řada faktorů. Jednak je to problematika umísťování stavby do pozemků, dále lhůty vyplývající ze správního řádu 500/2004 Sb., ze stavebního zákona zákon č. 183/2006 Sb., v platném znění, a v neposlední řadě to mohou být námitky účastníků řízení apod.

Inženýrskou činnost při zpracování projektové dokumentace nelze realizovat bez úzké spolupráce s projektantem. Projektantem zpracovaný návrh spočívající v umístění vodního díla (pojem vodní dílo specifikuje § 55, zák. č. 254/2001 Sb., vodního zákona), které je umístěno dle katastrální situace do pozemků příslušného či příslušných katastrálních území, je nutno projednat především s vlastníky pozemků stavbou dotčených. Dále je potřeba získat příslušná vyjádření dotčených organizací nebo stanoviska, rozhodnutí, případně závazná rozhodnutí dotčených orgánů. V tomto okamžiku začíná činnost pracovníků zajišťujících inženýrskou činnost. Především je nutné požádat příslušný orgán územního plánování, zda navržená stavba je v souladu s územním plánem a PRVKUKem. Dále je nutné si vyžádat stanovisko, zda navrhovaná stavba vyžaduje posouzení dle Vyhl. č. 100/2001 Sb., vlivu stavby na životní prostředí. V případě, že je stavba v souladu s územním plánem, je nutné získání dokladů prokazujících vlastnické právo, nebo právo založené smlouvou provést stavbu nebo právo odpovídající věcnému břemenu k pozemku, na němž se stavba umisťuje (v souladu s § 110 zák. č.183/2006 Sb., stavebního zákona). O zkušenostech s uzavíráním smluv s vlastníky pozemků se zmíním v další části příspěvku.

Stavbu lze umístit na pozemku až po uzavření smluv s vlastníky pozemku. Uzavření smluv se jeví v rámci inženýrské činnosti jako klíčové. Po definitivním umístění stavby na pozemky lze požádat dotčené orgány o vydání jejich souhlasů či závazných stanovisek, respektive o vydání koordinovaného stanoviska apod.

V případech, kdy se stavba umisťuje do pozemků požívajících ochrany zemědělského půdního fondu (ZPF) je nutné v souladu s §7, popř. § 9 zák. č. 334/1992 Sb., zákon o ochraně zemědělského půdního fondu, požádat o souhlas s vedením trasy po pozemcích požívajících ochrany ZPF, případně požádat o vynětí ze ZPF, má-li umístění stavby parametry pro nutnost vynětí ze ZPF.

Umísťuje-li se stavba do lesních pozemků, je inženýrská činnost složitější. Umístění do lesního pozemku vyžaduje především doložení vyjádření odborného lesního hospodáře, vypracování znaleckého posudku včetně kompletního výpočtu náhrad za dočasné odnětí pozemku určeného pro plnění funkce lesa a trvalého omezení pozemku určeného k plnění funkce lesa. Souhlas pak vydává orgán ochrany lesa příslušného úřadu. Rovněž umístění stavby ve vzdálenosti do 50-ti metrů od lesního pozemku (tzv. ochranné pásmo lesa) vyžaduje souhlas se stavbou v ochranném pásmu lesa orgánem ochrany lesa příslušného úřadu (zákon č. 289/1995 Sb., v platném znění).

V případech, že jsou stavbou dotčeny tzv. významné krajinné prvky, kterými jsou ze zákona o ochraně přírody a krajiny vodní plochy a lesní pozemky, je nutné požádat orgán ochrany a přírody příslušného úřadu o souhlas se zásahem stavby do těchto významných krajinných prvků, a to podle § 12 odst. 2 zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

Jednou z nejsložitějších inženýrských činností je získání kladného stanoviska k umístění stavby v přírodní památce. V těchto případech je nutné vždy požádat příslušný Krajský úřad o vydání závazného stanoviska, zda stavba vyžaduje, či nevyžaduje posouzení vlivu na životní prostředí. Stanovisko se žádá dle § 45i, zák. č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

V případech, že Krajský úřad rozhodne, že je nutné posouzení stavby dle Vyhl. č. 100/2001 Sb., o vlivu stavby na životní prostředí, nastává povinnost zpracování EIA. Krajský úřad na základě jemu předaných Biologických hodnocení a Posouzení vlivu záměrů na evropsky významné lokality a ptačí oblasti (zpracovaných osobou autorizovanou k provádění těchto posouzení) může rozhodnout na základě žádosti, že

nebude požadovat zpracování EIA. V těchto případech pak Krajský úřad rozhodne, že je nutné u Krajského úřadu požádat o celou řadu souhlasů a výjimek, vyplývajících ze zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Pro představu uvedu některé z nich. Například jde o vyřízení výjimky ze zákazů ve zvláště chráněných územích stanovených v § 36, odst. 2, zák. č. 114/1992 Sb., udělení výjimky ze základních podmínek ochrany zvláště chráněných živočichů dle § 50 a § 56, odst. 1 a 2c, zák. č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny.

Inženýrská činnost bývá završována zpracováním žádostí o vydání územního rozhodnutí či zpracováním žádostí na vydání stavebního povolení, včetně příloh stanovených příslušnými zákony (stavební zákon, zák.č183/2006 Sb., v platném znění, zákon o vodách, zák. č. 254/2001 Sb., v platném znění) a podáním těchto žádostí na příslušné úřady.

Vliv stavebního zákona na inženýrskou činnost

S účinností od 1. ledna 2013 nabyla platnosti novela stavebního zákona, zák. č. 183/2006 Sb., (zákon byl novelizován zákonem č.350/2012 Sb.) a novela přináší zejména tyto změny (významné změny pro vodohospodářské stavby jsou zvýrazněny tučně):

- Významně lze zjednodušit a zkrátit postup pořizování územních plánů. Celkově je možné zkrátit dobu přípravy územního plánu pro výstavbu komunikací až o 3,5 roku.
- Rozšířen je okruh staveb, které nevyžadují územní rozhodnutí ani územní souhlas (stavba do 25 m^2 zastavěné plochy a do 5 m výšky na pozemku rodinného domu, nebo stavby pro rodinnou rekreaci, která souvisí nebo podmiňuje bydlení nebo rodinnou rekreaci, bazén do 40 m^2 zastavěné plochy na pozemku rodinného domu nebo stavby pro rodinnou rekreaci, skleníky do 40 m^2, **výměna vedení technické infrastruktury, pokud se nemění její trasa, technické parametry a nedochází k překročení hranice stávajícího ochranného nebo bezpečnostního pásma**, atd.).
- **Zjednodušuje se územní řízení** (povinné ústní jednání zůstává pouze u záměrů posuzovaných ve zjišťovacím řízení, nebo na které se prováděla EIA, v ostatních případech stavební úřad může od ústního jednání upustit; **oznámení o zahájení územního řízení a územní rozhodnutí se účastníkům řízení doručují jednotlivě – do vlastních rukou, nejde-li o řízení s velkým počtem účastníků – více než 30**).
- **Pro většinu záměrů posuzovaných z hlediska vlivů na životní prostředí sloučen postup EIA s územním řízením (např. záměry uvedené v příloze č. 1 kategorii II zákona o posuzování vlivů na životní prostředí nebo záměry, u kterých proběhlo zjišťovací řízení). Tím se zkracuje příprava realizace staveb a vydání územního rozhodnutí včetně stanoviska EIA trvá max. tři měsíce oproti stávajícím případům, kdy vydání stanoviska EIA mohlo trvat roky**
- **Rozšířen okruh staveb, které nevyžadují stavební povolení ani ohlášení stavebnímu úřadu** (všechny **energetické přípojky**, všechny výrobky plnící funkci, reklamní zařízení, atd.); **to znamená, že tyto záměry bude stavebník realizovat na základě územního rozhodnutí nebo územního souhlasu**.

- Veřejná technická infrastruktura nebude vyžadovat stavební povolení ani ohlášení stavebnímu úřadu; to znamená, že ji stavebník bude realizovat na základě územního rozhodnutí nebo územního souhlasu, ale budou se kolaudovat. Jedná se o tyto druhy veřejné technické infrastruktury – nadzemní a podzemní komunikační vedení sítí elektronických komunikací, vedení přenosové nebo distribuční soustavy elektřiny, vedení přepravní nebo distribuční soustavy plynu, rozvody tepelné energie, vedení sítí veřejného osvětlení.
- **V návaznosti na rozšíření záměrů, které nevyžadují územní rozhodnutí ani územní souhlas, je rozšířen okruh záměrů, které nevyžadují stavební povolení ani ohlášení stavebnímu úřadu; to znamená, že tyto záměry stavebník bude realizovat bez jakéhokoliv předchozího projednání se stavebním úřadem**.
- Nově je upraveno vydání certifikátu autorizovaného inspektora způsobem omezujícím možnosti zneužití. Certifikát bude zveřejněn na úřední desce úřadu po dobu 30 dnů tak, aby kdokoli mohl zjistit, že se bude stavba na území obce realizovat. Nemělo by docházet k tomu, že autorizovaný inspektor opomene projednat záměr s některými účastníky řízení. Pokud s nimi neprojedná záměr nebo konečné řešení záměru je v rozporu s tím, co s nimi bylo projednáno, mohou podat námitku proti vydanému certifikátu. Tuto možnost mají též dotčené orgány.
- Účastenství veřejnosti ve stavebním řízení je oproti stávajícímu stavu konkretizováno pouze na případy, ve kterých mohou být stavebním povolením dotčeny veřejné zájmy chráněné podle zvláštních právních předpisů, a o těchto věcech nebylo rozhodnuto v územním řízení
- **Podrobněji je upraven postup přijímání veřejnoprávní smlouvy, která může nahradit jak územní rozhodnutí, tak i stavební povolení, což přispěje k většímu využívání tohoto institutu.**
- U kolaudace bude zajištěna možnost dřívějšího užívání dokončené stavby tím, že u staveb nevyžadujících kolaudační souhlas může stavebník stavbu užívat následující den po kontrolní prohlídce stavby; stavební úřad ověří do protokolu, že je vše v pořádku
- **U staveb vyžadujících kolaudační souhlas je zákonem nově stanovena 60denní lhůta od podání žádosti, do které musí být stavebním úřadem provedena závěrečná kontrolní prohlídka stavby** (dnes tato lhůta upravena není)

Shora uvedené změny ve stavebním zákoně, které sebou novela přinesla lze hodnotit kladně. Novela však sebou přinesla i negativní opatření v podobě zvýšení, a v některých případech i zavedení zcela nových správních poplatků, což má nepříznivý dopad i na inženýrskou činnost. Inženýrská činnost se takříkajíc s ohledem na nové správní poplatky prodraží, zejména u správních poplatků za povolování vodních děl, které v sobě zahrnují více inženýrských objektů. Vydávání územního rozhodnutí je sice v působnosti pouze obecného stavebního úřadu (stavba se pouze územně umísťuje), ale v rámci stavebního povolení na jednotlivé inženýrské objekty, jež stavba obsahuje, je zde již oprávněnost k vydání stavebního povolení speciálními stavebními úřady (např. vodní dílo – Vodoprávní úřad, komunikace – příslušný odbor dopravy, inženýrské sítě a jejich přeložky – obecný stavební úřad).

Zkušenosti s uzavíráním smluv s vlastníky stavbou dotčených pozemků

V souladu s § 86, odst. 2, písm. a, v rámci žádosti o vydání územního rozhodnutí a v souladu s § 110, bod 2, písm. a, v rámci žádosti o vydání stavebního povolení musí žadatel předložit stavebnímu úřadu doklady prokazující jeho vlastnické právo nebo smlouvu nebo doklad o právu provést stavbu.

Zkušenosti s uzavíráním smluv lze rozdělit do dvou fází. První fáze je fáze přípravná, druhou fází je samotné projednání smlouvy s vlastníky pozemků, na nichž se stavba umisťuje. Přípravě návrhů textu smluv je nutné věnovat zvýšenou pozornost. Jde o právní dokument, který bude s vlastníky pozemků uzavírán. Součástí každé smlouvy musí být i výřez z katastrální situace se zákresem dotčení pozemku stavbou. Ve smlouvách je vhodné uvádět i případné uživatele pozemků (pro případné uplatnění náhrad škod, které prokazatelně stavbou vzniknou či náhrad za dočasné omezení užívání pozemku apod.)

Druhá fáze je samotné uzavírání smluv. Ta je v současné době nejsložitější. Zkušenosti nám ukazují, že je čím dál složitější smlouvy s vlastníky uzavřít. Je zde existence celá řada důvodů, která stěžuje uzavírání smluv. Ať už jsou to důvody zjištěné z identifikace vlastníka pozemku či důvody vyplývající ze samotného projednávání s vlastníkem. Z hlediska identifikace vlastníka z výpisů z katastru nemovitostí bývá zjištěno, že zapsaný vlastník nemá na listu vlastnictví uveden žádný identifikátor či místo pobytu, resp. je osobou zemřelou. Tyto případy jsou nejsložitější, a proto zde v podstatě začíná „detektivní činnost“ inženýringu. Zjistit takového vlastníka je velmi složité. Dohledávání v katastru nemovitostí je většinou bez úspěchu. Rovněž zjistit vlastníka v evidenci obyvatel je nemožné, jelikož úřady takovou informaci nesdělí s odvoláním na zákon o ochraně osobních údajů. V případě zemřelých osob je situace rovněž komplikovaná, někdy se podaří zjistit potencionální dědice, někdy ne. V obou popsaných případech je nasnadě řešit, je-li technicky možné jiné umístění stavby. Dalším novým fenoménem posledních let je zjištění omezení vlastnických práv u vlastníka pozemku, kdy na pozemek je nařízená pravomocná exekuce. Zde je pak nutné svolení exekutora k uzavření smlouvy, což bývá mnohdy problém. Rovněž je zde existence celé řady omezení vlastnických práv (např. církevní restituce), které brání uzavření smlouvy. Řešení takových situací bývají většinou zdlouhavá. Při samotném projednávání smluv s vlastníky pozemků jsou poznatky rozdílné, nelze je však zevšeobecnit. Zkušenosti nám ukazují, že „starší generace“ jsou při uzavírání smluv vstřícnější. Tito vlastníci pozemků si většinou nekladou žádné nesplnitelné požadavky. U „mladší generace“ jsou již většinou uplatňovány požadavky na finanční náhrady. Někdy vlastníci pozemků nesouhlasí s umístěním stavby na pozemku vůbec. Nejhorší případy jsou však ty, kdy vlastník pozemku odmítá jakkoli komunikovat. V tomto případě se pak musí stavba umístit na jiný pozemek, což bývá pro projektanta velmi složité.

Závěr

Závěrem lze konstatovat, že projektování staveb vodního díla a likvidita projektů se s ohledem na skutečnosti vyplývající ze složitější inženýrské činnosti stávají náročnější a časově zdlouhavější. Problematika inženýrské činnosti je však ve skutečnosti mnohem obsáhlejší než je možné v tomto příspěvku obsáhnout.

Adaptabilita dispečerského systému v procesu transformace vodárenské provozní společnosti

Ing. Vladimír Fürth[1)]; František Rytíř[1)]; Ing. Bc. Milan Lindovský, MBA[2)]; Ing. Jiří Kašparec[2)]

[1)] JVS, a.s. České Budějovice
[2)] VAE CONTROLS Group, a.s. Ostrava

Úvodem

V roce 2010 zazněla na této konferenci přednáška popisující vliv změny provozovatele na řízení vodárenské infrastruktury na konkrétním příkladu Moravské vodárenské společnosti v Prostějově [1]. Tato přednáška na ni volně navazuje a popisuje proces transformace provozních společností v oblasti jižních Čech, který proběhl ve výrazně větším rozsahu a s mnohem rozsáhlejšími změnami v organizační struktuře. Tyto změny měly přímý vliv i na stávající řídicí systémy používané jednotlivými provozovatelskými společnostmi.

Společnost ČEVAK, a.s. [2]

Dne 1. května 2010 skončil proces transformace společností 1. JVS a.s. a Vodovody a kanalizace Jižní Čechy, a.s. K tomuto datu vznikla nová společnost ČEVAK a.s., která se nadále zabývá provozováním vodovodů a kanalizací. Transformace proběhla formou rozdělení odštěpením a sloučením. Vznikla tak nová silnější společnost, která provozovala celou vodárenskou a kanalizační síť v jižních Čechách, a to včetně města České Budějovice a Vodárenské soustavy jižní Čechy. Po vypovězení provozovatelské smlouvy na Vodárenskou soustavu jižní Čechy ze strany JVS nyní Čevak provozuje vodovodní a kanalizační sítě v tomto rozsahu:

Počet provozovaných měst a obcí: 360

Počet zásobovaných obyvatel: cca 537 tis.

Délka vodovodní sítě: cca 4 960

Počet úpraven vod: 141

Počet obyvatel napojených na kanalizační síť: cca 485 tis.

Délka kanalizační sítě: cca 2 680 km

Počet ČOV: 192

Společnost JVS [3]

Dne 1. dubna 2011 převzal JVS (plným jménem Jihočeský vodárenský svaz, zájmové sdružení právnických osob) po zhruba půlroční přípravě provozování své Vodárenské soustavy jižní Čechy. Tím po dvaceti letech své existence zásadně změnil svou podobu a strukturu. Zásadní změnou bylo rozšíření o novou složku – provozní úsek. Tím se mimo jiné zněkolikanásobil počet zaměstnanců z původních 12 na 66. Většina nových zaměstnanců přešla z provozního střediska společnosti Čevak.

Primárním cílem převzetí provozování soustavy byla ekonomická a technologická optimalizace provozování soustavy. S odstupem času je možné konstatovat, že se tento cíl se dosud daří úspěšně plnit. Jsou dodržovány stanovené kvalitativní i ekonomické parametry dodávek vody. Velký vliv na to mělo i sjednocení provozování a řízení soustavy a úpravny vody Plav.

Z Vodárenské soustavy jižní Čechy odebírá pitnou vodu 142 jihočeských měst a obcí, v nichž žije téměř 340 tis. obyvatel. Soustava má přibližně 520 km vodovodních potrubí světlosti DN100 až DN1400, řadu čerpacích stanic a vodojemů (celkem 68 objektů) a více než 500 menších podzemních objektů - kalníků a vzdušníků. Její provoz řídí provozní úsek, sídlící v úpravně vody Plav.

Tab. 1: *Změna provozovatele vodovodní a stokové sítě ve městě České Budějovice*

	Před rokem 2010	*Nyní*
Majitel	město České Budějovice	město České Budějovice
Provozovatel	**1. JVS, a.s.**	**ČEVAK, a.s.**

Tab. 2: *Změna provozovatele vodovodní a stokové sítě v dalších městech a obcích regionu*

	Před rokem 2010	*Nyní*
Majitel	jednotlivá města a obce	jednotlivá města a obce
Provozovatel	**Vodovody a kanalizace Jižní Čechy a.s.**	**ČEVAK**

Tab. 3: *Změna provozovatele Vodárenské soustavy jižní Čechy*

	Před rokem 2010	*Nyní*
Majitel	JVS	JVS
Provozovatel	**Vodovody a kanalizace Jižní Čechy a.s., následně ČEVAK, a.s.**	**JVS**

Změny ve struktuře řídicích systémů

Výše uvedené změny ve struktuře provozovatelů jednotlivých částí vodárenských a stokových sítí s sebou přinesly také podstatné změny ve struktuře systémů dálkového i místního monitoringu a řízení. Jedná se o velmi rozsáhlý a různorodý systém – od páteřních tras světlosti DN1400 až po domovní přípojky, se stovkami objektů jak na vodovodních tak na stokových sítích. Dále je potřeba si uvědomit, že jednotlivé systémy monitoringu a řízení dodávali v různých obdobích různí dodavatelé.

Vodovodní a kanalizační síť ve městě České Budějovice

Je řízena samostatným systémem, který původně provozovala společnost 1.JVS, po její transformaci je to nyní ČEVAK, a.s. Řídicí systém pracuje autonomně a je zcela oddělený od ostatních provozovaných systémů včetně toho, že mezi ním a ostatními systémy neprobíhá žádná výměna dat. Na systém je napojeno cca 50 objektů (telemetrických stanic). Během transformace provozovatelských společností neprošel tento systém žádnou zásadní změnou a nelze tedy v tomto případě posoudit, jak náročné by bylo jeho případné přizpůsobení jiným podmínkám.

Vodovodní a stokové sítě v dalších městech a obcích regionu

Jsou řízeny systémem SCX firmy VAE CONTROLS do kterého je v současné době připojeno cca 350 objektů. Převážná většina objektů je vybavena telemetrickými stanicemi stejného dodavatele a připojena přes rádiové datové spoje nebo přes mobilní sítě GSM. Část menších objektů je vybavena datalogery, jejichž data jsou stahována do samostatného serveru a z něj importována do centrálního serveru SCX. Operátorské rozhraní je jednotné, dispečer tedy nemusí rozlišovat, který typ objektu právě sleduje. Objekty s datalogery není ovšem možné dálkově ovládat na rozdíl od objektů vybavených standardními telemetrickými stanicemi.

Před rokem 2010 byl tento systém řízen ze stejného dispečerského pracoviště jako Vodárenská soustava jižní Čechy (provozovatelem obou byly Vodovody a kanalizace jižní Čechy, a.s.). Oba tyto systémy pracovaly odděleně (na samostatných serverech) a probíhala mezi nimi přímá výměna telemetrických dat. Operátor tedy mohl vybírat, které objekty chce sledovat, řídit apod. Operátorské rozhraní bylo zcela sjednocené. Poté, co v roce 2011 společnost JVS převzala provozování Vodárenské soustavy jižní Čechy, vyvstal požadavek na oddělení těchto dvou telemetrických systémů, jehož aspekty jsou blíže popsány v dalších odstavcích.

Zcela odděleně a bez vazeb na ostatní systémy je provozován monitoring klimatických podmínek v podzemním kolektoru v Českém Krumlově. Má však společné dispečerské pracoviště jako systém společnosti ČEVAK, a.s. a proto považujeme za vhodné jej alespoň zmínit.

Vodárenská soustava jižní Čechy

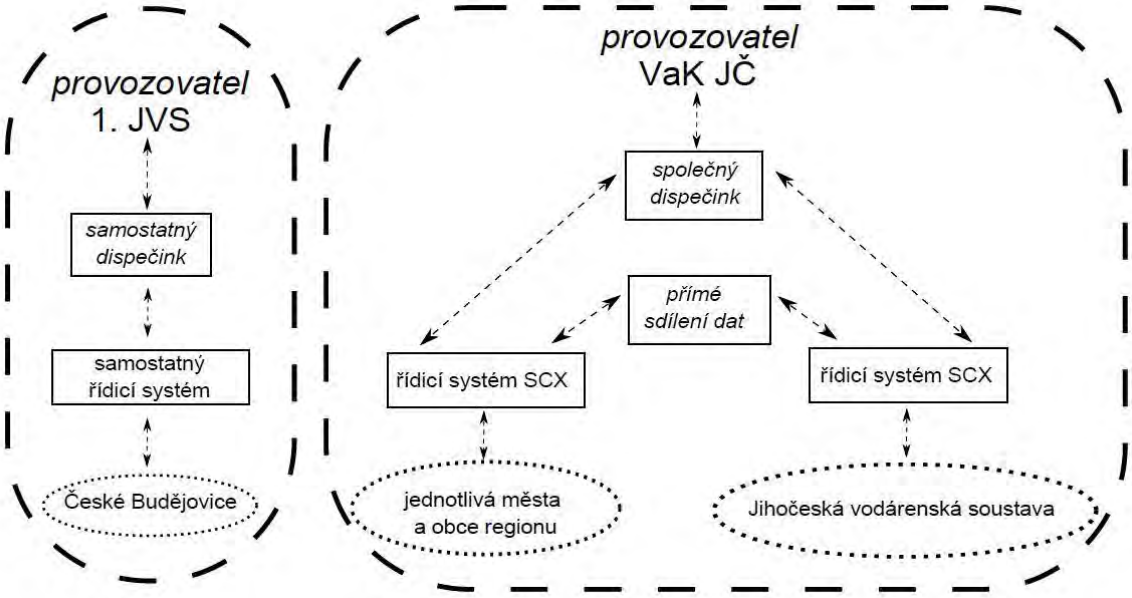
Je řízena systémem SCX firmy VAE CONTROLS. Dřívější stav je popsán výše, v současnosti pracuje tento systém odděleně od ostatních systémů. Přechod provozování Vodárenské soustavy jižní Čechy z Čevaku na JVS znamenal provedení několika zásadních změn ve struktuře řídicího systému:

- Přemístění serveru a dispečerského pracoviště z objektu Čevaku na ÚV Plav. Již dříve byl na ÚV Plav záložní server (systém pracuje na principu 2 serverů v tzv. režimu Hot-Standby) a servery komunikovaly přes dedikovaný bezdrátový datový spoj. V rámci přemístění bylo tedy nutno provést změny v konfiguraci obou serverů tak, aby začaly plnit svou funkci v rámci jedné LAN.
- Sdílení vybraných dat. Vodárenská soustava jižní Čechy je přímo napojena na rozvodné sítě jednotlivých měst a obcí, a proto je nezbytně nutné, aby také řídicí systémy sdílely vzájemně informace. Vybrané informace jsou tedy obousměrně přenášeny mezi těmito dvěma systémy pomocí rádiového datového spoje

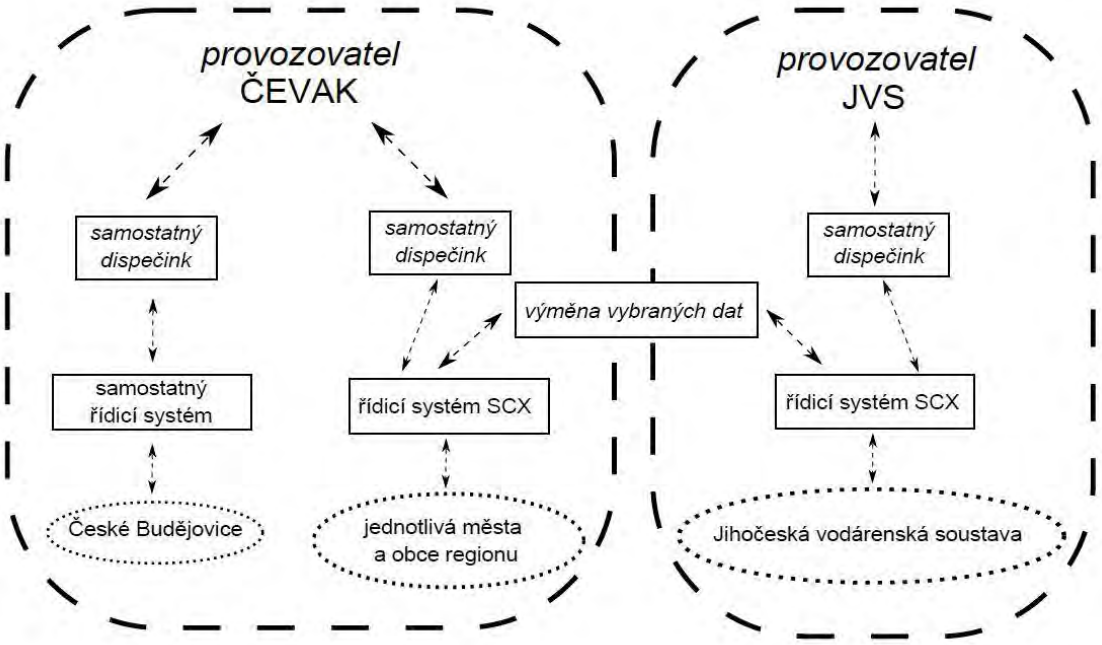
telemetrickým protokolem Proteus. Vzájemně se tedy vůči sobě chovají jako telemetrické stanice. Získaná data jsou pak v každém systému interpretována tak, aby vyhovovala požadavkům příslušných operátorů a dalších odborných pracovníků. Tento způsob výměny dat je také velmi výhodný z pohledu spolehlivosti a bezpečnosti (jedná se o privátní rádiovou datovou síť), nedává možnost druhé straně získat jakákoliv jiná data. V tomto případě je použit privátní přenosový protokol Proteus, jehož předností je vysoká spolehlivost a odolnost proti chybám. Pokud by se jednalo o propoj mezi systémy různých dodavatelů, byl by možný přenos i přes otevřené protokoly (Modbus, DNP3 apod.). Principiálně se tedy jedná o velmi jednoduché a elegantní řešení. V rámci této části bylo samozřejmě nutné provést změnu nastavení komunikace i na straně systému Čevaku.

Krátce po změně provozovatele tohoto systému proběhla u systému SCX další významná změna, a to upgrade z verze 5 na verzi 6. Tento upgrade zahrnoval převedení veškerých konfigurací, mimik, tabulek, reportů atd. na novou platformu, dále optimalizaci přenosů dat z telemetrických stanic za účelem jejich zrychlení a v neposlední řadě rozšíření o modelovací systém.

Obr 1: *Schéma provozovatelské struktury před rokem 2010*



Obr 2: *Schéma provozovatelské struktury v současnosti*



Objekty na sítích

V celém regionu se vyskytují stovky úpraven vody a čistíren odpadních vod nejrůznější velikosti. Největší a tím i nejdůležitější je ÚV Plav (s projektovaným výkonem 1450 l/s). Tyto technologické objekty mají vesměs svůj lokální řídicí systém s přenosem vybraných údajů na centrální dispečink prostřednictvím telemetrické stanice. Tento princip řízení a přenosu dat je považován za nejefektivnější jednak z pohledu využití omezených přenosových kapacit rádiové sítě a také z hlediska pořizovacích a provozních nákladů.

Role a postavení centrálního dispečinku v moderní provozovatelské společnosti

Provozování vodárenského dispečinku má nejen svá ekonomicko – provozní opodstatnění, která jsou obecně známá. Jeho existence má své opodstatnění i za účelem naplnění legislativních povinností provozovatele vodovodů a kanalizací. Jedná se např. o splnění povinnosti poskytovat nadřízeným vodoprávním orgánům údaje o množství vody vyrobené a určené k realizaci, vody fakturované pitné celkem a vody nefakturované (vyhláška č. 428/2001 Sb. provádějící zákon č. 274/2001 Sb. a směrnice Rady EU č. 91/271/EHS). V oblasti čištění odpadních vod je významná norma EN 12255, část 12 - Automatizovaný systém řízení, která stanovuje nejen technické prostředky ASŘ, ale i způsob nakládání s technologickými daty.

Daný legislativní rámec tak dostatečně vymezuje zásadní úkol moderního dispečerského systému: systémové provázání databáze technologických dat s centrální databází podnikového informačního systému. Tím se vytvoří jednotný systém poskytování požadovaných dat jednotlivým provozním útvarům společnosti a přibude možnost

automatizovaného vytváření souborů dat pro potřeby dalších institucí – vodoprávní úřad, majitelé infrastruktury, veřejnost, mateřská společnost a další.

Moderní vodárenský dispečink už tedy neslouží pouze k dispečerskému řízení objektů. Naopak tato role díky postupující automatizaci ustupuje do pozadí a z dispečinku se stává spíše rozhraní poskytující požadovaná data uživatelům uvnitř i vně vodárenské společnosti.

Základním předpokladem pro naplnění tohoto cíle je spolehlivý aplikační systém otevřený uživateli a spolehlivý přenos dat z technologických objektů na dispečink a následně do podnikové informační databáze. Tím se vytvoří předpoklad efektivního využití informací z technologických procesů v rámci informačního systému podniku.

Stále významnější úlohu bude mít vodárenský dispečink i v dalších oblastech, které přímo nesouvisejí s řízením – snižování ztrát vody, provozní evidence, plánování servisních zásahů, modelování sítí atd. Velmi aktuálním se v posledních letech stává požadavek na využití dispečerského systému ke snížení rizik a to provozních (spolehlivost), bezpečnostních (úmyslné či neúmyslné narušení) i přírodních (mimořádné události). Tento přístup se musí nutně projevit i v přístupu managementu k fungování dispečinku a jeho organizaci. Je proto nanejvýš žádoucí, aby management trvale vytvářel technické i personální předpoklady k řádnému fungování dispečerského systému.

Koncepce dalšího rozvoje jako požadavek adaptability systému

V současné době využívá společnost JVS tzv. datový sklad, což je centrální úložiště vybraných technologických dat ze systému řízení Vodárenské soustavy jižní Čechy a z lokálního systému řízení ÚV Plav. Tento koncept je výhodný zejména proto, že zajišťuje bezpečnou archivaci potřebných dat odděleně od aktuálních technologických údajů a je tedy zajištěna jejich vyšší bezpečnost. Tato data jsou dále zpřístupněna oprávněným osobám za účelem jejich analýzy a tvorby jednotných výstupů aniž by tím byl přímo zatěžován systém řízení technologických procesů. Jedná se o poměrně častý způsob nakládání s daty, zejména u větších provozovatelských společností. Dlužno dodat, že již existují progresivní SCADA systémy, které provádějí i tyto úlohy aniž by to mělo vliv na jejich operační výkonnost nebo bezpečnost dat. Jde tedy o jednu z vlastností, která by také měla být posuzována při volbě SCADA systému jako jeden z parametrů jeho adaptability.

Aktuálně probíhají ve společnosti JVS přípravy na instalaci on-line modelovacího systému. Ten bude propojen přes datové rozhraní OPC s řídicím systémem Vodárenské soustavy jižní Čechy SCADA SCX. Výměna dat bude probíhat oboustranně. SCADA SCX bude do modelovacího systému předávat vybraná technologická data a zpět bude dostávat data získaná z matematického modelu. Tato data budou interpretována operátorům dispečinku buď ve formě mimik (vizualizace) anebo jako události, popř. alarmy. Zde opět vidíme, že jako klíčové se jeví parametry otevřenosti SCADA systému běžným datovým rozhraní za účelem jejich vzájemné komunikace (výměny dat) a jeho adaptabilita novým, neustále se měnícím provozním potřebám.

Zhodnocení

S odstupem času je možné zhodnotit přechod dříve používaných telemetrických systémů na novou provozovatelskou strukturu a jako obecné doporučení přijmout níže uvedené teze, které autoři dlouhodobě prezentují na vodárenských a kanalizačních seminářích a konferencích.

Nelze se totiž domnívat, že současný stav vodárenské sítě (nejen) na jihu Čech je konečný a trvale neměnný. I když se neočekává, že by došlo v nejbližší době k nějakým zásadním změnám obdobného rozsahu, jako v minulosti, bude se soustava jistě techniky rozvíjet, budou přibývat nebo i ubývat místní vodovody provozované uvedenými společnostmi. Mění se urbanizace území a v návaznosti na to struktura a stáří sítí a objektů. A tento proces dokončen není a z principu ani nemůže být.

Spolu s tím se ovšem mění i struktura řídicího systému vodovodních i stokových sítí. Respektování níže uvedených zásad pro návrh řídicích systémů je nezbytné pro hladký průběh při zavádění řídicího systému a zejména prodlužuje morální životnost systému.

A. Řídicí systém musí být navrhován již v počátečním stádiu návrhu všech procesů v plném rozsahu jako jejich rovnocenná a nedílná součást.

B. Při návrhu řídicího systému musí být zohledněny požadavky provozovatele na druh a množství informací přenášených z jednotlivých objektů na centrální dispečink.

C. Koncepce místního řízení musí být navrhována zvlášť pro každý objekt s ohledem na použitou technologii a odbornou kvalifikaci obsluhy (pokud se jedná o objekt s obsluhou). Koncepce centrálního dispečinku a podružných dispečinků by naopak měla být jednotná.

D. Realizaci musí přecházet důkladná projekční příprava, projektant řídicího sytému musí být znalý technologie daného objektu a projekt musí obsahovat mimo jiné také důkladný popis řídicího algoritmu.

E. Řídicí systém musí být modulární, rozšiřitelný, nezávislý na jednom dodavateli a musí podporovat datové přenosy přes standardní rozhraní ať už kabelová nebo bezdrátová (rádio, GSM, internet). Tento požadavek se v případech transformací provozovatelských společností jeví jako zcela klíčový.

F. Je nanejvýš žádoucí využití dat z řídicího sytému pro další funkce – snižování ztrát vody, provozní bezpečnost, sledování spotřeby materiálů, energií a opotřebení strojních součástí, automatizované předávání získaných dat potenciálním zájemcům (veřejnost, vlastníci infrastruktury, vodoprávní úřad) a mnoho dalších.

Opomíjení těchto zásad může sice zdánlivě přinést úsporu investičních prostředků, ale při uvádění do provozu a samotném provozování je tato úspora neobyčejně rychle převýšena zvýšenými provozními náklady, odstávkami, omezenou funkčností apod.

Zkušenosti z jižních Čech opět podtrhují potřebu trvání na výše uvedených zásadách pro zavádění řídicích systémů. Dá se očekávat, že budou obdobné požadavky často vyvstávat i v budoucnu. Zejména zainteresovaní pracovníci by tedy měli být připraveni na možnost rozšíření stávajícího systému o nové lokality, dosud provozované jinou

společností a často i řízené jiným systémem a také na druhou možnost, tedy ztrátu lokalit ve prospěch jiného provozovatele a jejich případné odpojení ze systému.

Literatura

[1] Kašparec, J., Řepka, P.: Úpravna vody Hrdibořice (vliv změny provozovatelské společnosti na řízení vodohospodářské infrastruktury), sborník příspěvků konference Voda Zlín 2010

[2] Web: www.cevak.cz

[3] Informační zpravodaj JVS info

Centrální dispečerské pracoviště provozovatele. Analýza současného stavu a návrh řešení centrálního DSP včetně vazeb na jednotlivá podružná dispečerská pracoviště

Robert Vojtek

GDF spol. s r.o.
vojtek@gdf.cz

Neustálé rozšiřování dohledu nad objekty na síti, stejně jako nejnovější technické a technologické možnosti nových zařízení, přinášejí do oblasti vodárenství rychlejší a pohodlnější přístup k datům, které je možno využívat nejen ke sledování a řízení dodávky vody. Tato moderní a nová řešení se dnes vyskytují v každodenním životě a i dispečerské systémy a jejich obsluha může jejich předností využívat. Například ještě před 10 lety nebyl žádný dispečerský systém zapojen do sítě internet, většina objektů komunikovala s dispečinkem pomocí radiové sítě, vzdálená správa počítačů byla řešena telefonním spojením s jedinečným pracovištěm servisní organizace, nebo se právě začaly objevovat první řešení datových modemů na technologii GPRS. V dnešní době si málokdo dovede představit mobilní telefon bez připojení na internetovou síť. Stejně tak se stalo naprosto běžným řešení využívání tabletů a inteligentních telefonů pro běžnou kancelářskou práci. V komunikacích se dnes převážně využívá platforma ethernet a dohled nad pracovištěm dispečera lze díky tomu zabezpečeně spouštět z vybraných míst v síti internet.

Toto vše přináší výhody pro rychlejší a levnější pořízení dat, ale zároveň sebou nese spoustu překážek, jak tyto moderní technologie účinně spojit se stávajícím řešením pod jeden fungující systém a pořízená data předávat tam kde budou plně využívána. Navíc provozovatelé přebírají řadu objektů do užívání od různých investorů, kteří si nechali takové objekty realizovat v rámci dotačních titulů a provozovatel neměl žádný vliv na vybavení objektů, tak aby vyhovoval jeho požadavkům.

Řada provozovatelů vodárenských soustav využívá dispečerské pracoviště a systémy převážně k řízení dodávek pitné vody a ke sledování stavů na kanalizační síti. Postupně se z naměřených hodnot sledují další užitečné informace, které slouží pro zefektivnění výroby a dodávek vody nebo pro rychlý přehled nákladů.

Největší pozornost je dnes kladena na využití dat k určení ztrát v síti. Toto se provádí na základě naměřených průtoků a jejich neustálým porovnáním. Výroba a nákup vody je dalším z výstupů, který je možno na základě naměřených dat ze systému využít, stejně jako sledování a vyhodnocování provozu vybraných strojů formou porovnávání motohodin.

Aby bylo možno tyto data efektivně a smysluplně využívat je zapotřebí mít jednoduché nástroje, které slouží jednotlivým manažerům nebo vedoucím provozů, tak aby dostali jednoduše potřebné informace v co nejkratším čase bez zbytečných komplikací. Tyto komplikace by mohly odrazovat pověřeného pracovníka od práce s údaji a jejich vyhodnocením.

Všechny popsané aspekty vedou řadu provozovatelů k vybudování centrálních dispečerských pracovišť. Cílem je soustředit naměřená data ze všech provozovaných objektů a pomocí nových technologií tyto data poskytnout k dalšímu využití. Dnešní systémy umožňují výrazně jednoduší přístup k datům pomocí internetových prohlížečů stejně tak napojení vybraných dat lidem, pracující na síti v terénu.

Aby bylo možné takový systém vybudovat je potřeba realizovat postupně následující kroky:

- ***Analýza všech řízených a monitorovaných objektů osazených řídicími systémy***

  Toto slouží ke zmapování stávajícího stavu na objektech. Provozovatel by si měl uvědomit, jaké možnosti stávající zařízení mají a zdali vyhovují jeho potřebám. U významných objektů na síti, které jsou nejdůležitějšími body pro distribuci vody, je potřeba zvážit i možnou výměnu komunikačních nebo řídicích zařízení či dokonce kompletní rekonstrukci objektu. V praxi se ukazuje, že řada provozovatelů díky dřívějším systémům objekt navštěvovala jen ve výjimečných případech.

- ***Analýza přenosových sítí***

  Tato činnost vyplívá z nových trendů a možností jak pořízená data dostat do nadřazeného systému nebo jak jednotlivá místa mezi sebou mohou komunikovat. Převážná část dispečinků, která měla data distribuována z jiných podružných systémů, se dnes propojuje sítí internet a nové možnosti dosáhnout na velmi vysokou konektivitu umožňují sdílet historická data z více objektů celé sítě v rychlejším čase. Navíc velmi často využívaná radiová síť neprošla nikdy komplexní optimalizací a nově přidávané objekty byly realizovány jako doplnění do sítě.

- ***Analýza stávajících dispečerských pracovišť, včetně jejich vazby na organizační strukturu***

  Nepřímo se váže k výše uvedené činnosti. Jelikož nové technologie umožňují data přenášet pomocí sítě internet, a ty posléze interpretovat v běžném internetovém prohlížeči, není nutné nákladně budovat další dispečerská pracoviště, ale stačí kancelářský počítač nebo jiné zařízení manažerů provozu ke sdílení vybraných dat. Takže na řadě lokalit se po zkušenostech z praxe a využití systému rozhodlo, že úplně zaniknou bývalá pracoviště a data budou sloučena do jednoho místa nebo bude využito například pracoviště čistírny odpadních vod tak, aby pracovníci organizačně spadajících pod tento provoz, měli pod dohledem i část kanalizační sítě.

- ***Zakomponování řídicích systémů do centrálního dispečerského systému***

  Některé objekty nebo celky nebyly pod systém připojovány z důvodu kompatibility nebo nebyl zatím důvod data z takových zařízení sdílet a poskytovat je pracovníkům vodáren. Nejčastěji se jedná o provozy ČOV, které fungovaly převážně svým životem a při jejich realizaci nebyly takové požadavky o začlenění dat do nadřazeného řídicího systému. Na řadě míst je běžné, že dispečerské pracoviště tvoří i několik na sobě nezávislých systémů. Toto je náročnější pro obsluhu dispečinku, jelikož je nutná znalost několika využívaných systémů a data lze jen těžko vzájemně porovnávat. V případě nutnosti vzájemných vazeb je tento stav těžko udržitelný při budoucích zásazích či změnách na daných objektech, tak aby provozovatel zahrnul všechny požadavky na realizátora, který by měl zasáhnout do všech dotčených systémů.

- ***Návrh nové architektury dispečerských pracovišť***

  Díky cenově dostupným komponentám, je dnes možno široce využívat pro takové úlohy serverové řešení. Toto řešení je již přizpůsobeno pro lepší práci v počítačové síti, sestavy výpočetní techniky serverů jsou již přizpůsobeny trvalému provozu (24/7/365) a jsou mnohem odolnější než běžná kancelářská technika. Další výhodou je vytváření záloh dat a systému přímo pomocí diskových polí serverů, což u běžné výpočetní techniky se musí řešit přídavným HW a složitým SW.

- ***Návrh průběhu realizace, rozložení do etap, včetně ocenění jednotlivých prací a dodávek***

  Zřejmě nejdůležitější bod prací spojených s analýzou vybudování centrálního dispečerského systému. Toto je činnost, která je nejvíce konzultována a probírána s provozovatelem, jelikož zasahuje do organizační struktury například zřízením celého nového oddělení nebo rozložení financování celého díla na dobu například 3 let. Dále se zvažuje dopad na pracovníky obsluhy a jejich znalosti či předpoklady zvládnout přechod na zcela nový systém dohledu nad objekty.

- ***Zpracování projektové dokumentace na rekonstrukci objektů s nepodporovaným řídícím systémem***

  Řada provozovatelů při seznámení se stavem objektů a jejich důležitostí zvažuje možnosti rekonstrukce telemetrických stanic nebo celých řídících systémů. Někteří z důvodů sjednocení komponent a následně jednotných náhradních dílů nejen v oblasti řídících systémů, upřednostňuje celkové rekonstrukce elektro zařízení. Pro tento účel si nechají zpracovat realizační projektovou dokumentaci na požadovaný rozsah rekonstrukce na vybraných objektech. Takto má k dispozici předpokládanou cenu a po zvážení může s tímto kalkulovat ve finančních plánech na další období.

- ***Definice standardů pro rekonstrukce a výstavbu nových objektů***

  Pokud provozovatel má možnost ovlivňovat realizaci nových objektů či rekonstrukce zařízení, je dobré mít alespoň základní definice, které by pomohly různým projektantům specifikovat zařízení tak, aby vyhovovala provozovateli a nasměrovala budoucí realizátory k požadovaným komponentám. Navíc může definovat i grafické znázornění objektů ve vizualizaci tak aby obsluha dispečinku měla jednodušší práci při orientaci na více objektech.

Společnost GDF spol. s r.o. se již přes 20 let zabývá realizací řídících systémů ve vodárenství. Kromě instalací a kompletních dodávek elektrotechnologie se snaží společně se zákazníkem najít nejvhodnější způsoby řešení sběru a zpracování dat z takto vybavených objektů. V současné době probíhá realizace centrálního dispečerského pracoviště na platformě WinControl RTS pro společnost CHEVAK Cheb, a.s. v rozsahu 8 datových center dle lokalit pro 210 objektů. Součástí je i integrace dat z úpraven vod a čistíren odpadních vod. Na přelomu roku se zrealizoval základ pro centrální dispečerské pracoviště pro Vodovody a kanalizace Pardubice, a.s. ve spolupráci s firmou Qline opět na systému WinControl RTS. Systém nyní zpracovává data z úpraven vod provozovatele, monitoruje a řídí vybrané objekty vodárenské a kanalizační sítě. V budoucnu se počítá se začleněním dalších objektů do systému, které jsou nyní provozovány pod jiným systémem.

Společně s provozovatelem byl připraven projekt a řešení pro Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s., kde provozovatel ponechá stávající pracoviště úpraven vod Rožnov pod Radhoštěm a Karolinka s ohledem na obsluhu ve stávajícím řešení a ostatní dispečerská pracoviště zaniknou tak, že se vše převede na jedno centrální místo a data budou distribuována pomocí internetových prohlížečů na střediska, která dříve měla své systémy. Obdobně byla připravena studie s ohledem na výměnu výpočetní techniky pro Vodovody a kanalizace Vyškov,a.s.

V budoucnu se dá očekávat mnohem větší tlak na centralizaci dat nejen od majitelů vodárenských sítí, ale hlavně ze strany provozovatelů. Firma GDF spol. s r.o. je připravena nabídnout své dlouholeté zkušenosti v oblasti vodárenství.

Problematika sloučenin chloru ve vodárenství

Ing. Ladislav Bartoš, Ph.D.[1]; Ing. Ondřej Beneš, Ph.D. MBA LL.M.[1]; Ing. Jana Michalová[2]

[1] VEOLIA VODA ČESKÁ REPUBLIKA a.s., Pařížská 11, 110 00 Praha 1
ladislav.bartos@veoliavoda.cz, ondrej.benes@veoliavoda.cz

[2] Severočeské vodovody a kanalizace, a.s., Přítkovská 1689, 415 01 Teplice
jana.michalova@scvk.cz

Anotace: následující text podává informace o problematice sloučenin chloru ve vodárenství. Popsána je problematika výskytu sloučenin chloru v surových a upravených vodách z pohledu zdravotního a technologického společně s diskuzí o možnostech a limitech minimalizace obsahu sloučenin chloru při desinfekci pitné vody vč. užití UV záření a chloraminace. Diskutovány jsou i problémy, spojené s kvalitou užívaných desinfekčních produktů.

Abstract: the following article draws an attention to a wide scale of effects and problems associated with use of chlorine and its products in the process of disinfection of drinking water. The trend to decrease loading of potable water with chlorine-based substance is demonstrated on practical application of combined process of UV and chloramination. Application of chlorine-free disinfection is discussed with its limits. Establishment of regular control of disinfection products is highly recommended taking in account experience with quality monitoring in the group of Veolia Water companies in the Czech Republic.

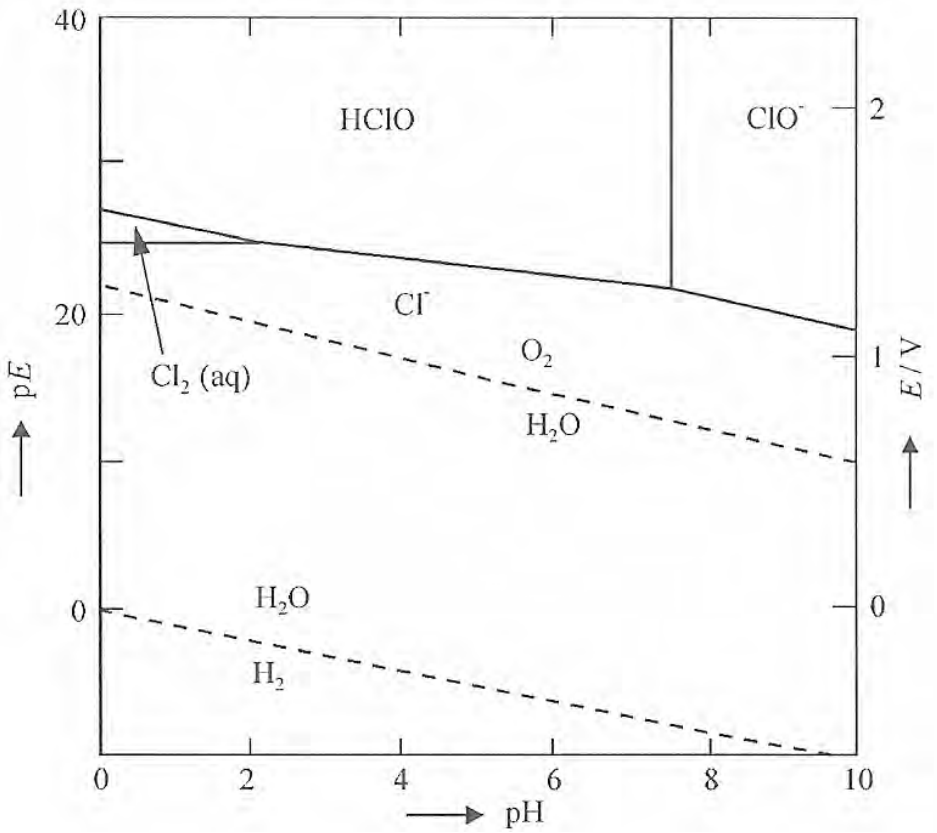
Úvod

O chloru a jeho sloučeninách ve vodách bylo již publikováno nemálo textů. Cílem tohoto textu není opakovat známé, ale spíše připomenout a na praktických příkladech ukázat, že se nejedná o rutinní oblast vodárenství.

Chlor se v přírodních neznečištěných vodách vyskytuje převážně jako chloridový anion, jehož koncentrace se pohybují od velmi nízkých téměř nulových hodnot ve vodách srážkových v oblastech minimálně antropogenně ovlivněných (s výjimkou přímořských oblastí) po stovky až tisíce miligramů na litr v podzemních minerálních vodách nebo ve vodách mořských. Chloridové anionty se ve vodách vyskytují převážně jako samostatné ionty. Pouze při vyšších koncentracích mohou s ostatními složkami tvořit chlorokomplexy, např. chlorortuťnatany v odpadních vodách z elektrolýzy chloridu sodného používané k výrobě chloru a hydroxidu sodného, při které se používá rtuťová elektroda. Další komplexní sloučeniny mohou vznikat v mořských vodách – chlorokomplexy zlata a stříbra. Velmi málo se chloridové anionty sorbují na tuhých fázích.

Pokud pomineme chlorokomplexy, je možné konstatovat, že se další sloučeniny chloru přirozeně ve vodách nevyskytují. Ostatní sloučeniny chloru ve vodách je tak možno považovat za antropogenní znečištění. Z vodárenského hlediska je nutné věnovat pozornost především sloučeninám chloru, které jsou využívány nebo produkovány při procesech hygienického zabezpečení pitné vody. Jedná se o plynný chlor, chlornan sodný, oxid chloričitý, chloritany, chloraminy. Při hygienickém zabezpečení pitné vody

vnikají dále nežádoucí sloučeniny – chlorované organické látky (THM, chlorfenoly, halooctové kyseliny a další). Některé sloučeniny chloru se vyskytují již ve vodě surové, coby kontaminanty antropogenního původu. Do této skupiny patří celá škála chlorovaných organických látek produkovaných mnoha různými průmyslovými výrobami – chemický průmysl, papírenský průmysl, textilní průmysl atd. Nezanedbatelný podíl na kontaminaci povrchový a podzemních vod má zemědělství letitou aplikací pesticidních látek na bázi sloučenin chloru (DDT, pentachlorfenol a další). Anorganické sloučeniny chloru (chlorečnany, chloristany) produkují opět průmyslové výroby nebo se jedná o pozůstatky válečných konfliktů (viz dále). V případech prokazování původu pitné vody ve vodovodní síti je právě přítomnost vybraných sloučenin chloru v jednotlivých druzích dodávaných pitných vod dobrým vodítkem pro identifikační určení podílu konkrétního zdroje na celkové dodávce.



Obrázek 1: *Diagram oblastí převažující existence pro chlor [1]*

Chloridy

Jak bylo uvedeno výše, vyskytují se chloridy v povrchových vodách řádově v jednotkách maximálně v desítkách miligramů na litr. V podzemních vodách bývá jejich koncentrace zpravidla vyšší, což souvisí s rozpouštěním minerálů obsahujících chloridy podzemní vodou. V obou případech však provozovatel zná obvyklé rozmezí koncentrací chloridů vyskytujících se v konkrétním zdroji surové vody používané pro úpravu na vodu pitnou. Jakýkoli výkyv spíše k vyšším hodnotám indikuje pravděpodobné znečištění tohoto zdroje. V případě, že je vyšší koncentrace chloridů

detekována měl by být na místě okamžitě proveden opakovaný rozbor zahrnující širší spektrum stanovovaných kvalitativních parametrů.

Typickým případem, se kterým se setkávají vodárenští technologové, je řešení problémů malých zdrojů vody a to zejména studen. Stanovení koncentrace chloridů nebývá běžnou součástí rozborů těchto zdrojů a vlastníka studny spíše zajímá mikrobiologická závadnost, dusičnany, barva, pach, případně další. V případě, že je ve vzorku stanovena nadlimitní koncentrace dusičnanů, dochází k tomu, že neinformovaný vlastník zdroje vody osloví firmy slibující odstranění dusičnanů. Mnoho firem nabízí univerzální řešení a v návrhu technologie řeší pouze průtok a koncentraci dusičnanů. Následuje návrh technologie iontové výměny na chloridovém cyklu. Pouze kvalifikovaní investoři nechají provést rozbor surové vody s širším rozsahem, mimo jiné i se stanovením koncentrace chloridů. Výsledek takového rozboru pak může technologii iontové výměny vyloučit, neboť již koncentrace chloridů v surové vodě překračuje nebo se blíží normované hodnotě 100 mg/l. Skupina Veolia nabízí v ČR klientům v oblasti rozborů pitných vod z individuálních zdrojů službu kvalifikovaného posouzení vhodného investičního a provozního řešení (kontakt kvalitavody@veoliavoda.cz), kde právě posouzení možnosti řešení vznikajících odpadů při použití iontoměničů i pozaďového zatížení chloridy hraje důležitou roli.

Kromě již uvedeného je informace o koncentraci chloridů velmi cenná i z dalšího důvodu. Spolu s dalšími parametry umožňuje indikovat fekální znečištění zdroje vody (prosakující septik, nepovolený odtok odpadních vod do vod podzemních apod.)

Chlorečnany, chloristany

Poměrně zajímavými anionty z hlediska vodárenského využití vody jsou chlorečnany a chloristany. Jedná se i ionty, které se nevyskytují ve vodách přirozeně, ale jako antropogenní kontaminanty. Výskyt v povrchových vodách souvisí s vypouštěním odpadních vod mnoha chemických výrob např. z výroby výbušnin, raketových paliv, některých hnojiv apod.

Nebezpečnost těchto sloučenin spočívá v tom, že negativně ovlivňují tvorbu thyroidních hormonů a procesy, kterých se tyto hormony účastní. Nebezpečnost je vyšší pro děti a těhotné ženy, neboť může docházet k negativnímu ovlivnění vývoje plodu resp. dítěte [2]. US EPA (United States Environmetal Protection Agency) stanovila základní limit pro chloristany 15 μg/l s tím, že některé státy Unie mají vlastní limity, které vyžadují realizaci konkrétních opatření. Např. stát Arizona má limit 14 μg/l, stát New York má limit 5 μg/l jako signální pro státní orgány a limit 18 μg/l, při jehož dosažení musí být informováni odběratelé. Z evropských zemí používá indikační limit 15 μg/l pro dospělé a 4 μg/l pro děti např. Francie.

Poměrně zajímavou zkušenost učinili francouzští kolegové, kteří provedli rozsáhlé měření pro mediální kampani rozpoutané po nálezu chloristanů v pitné vodě v severní Francii. Během kampaně byly analyzovány tisíce vzorků z celé Francie. Rozpětí koncentrací se pohybovalo od jednotek μg/l po několik desítek μg/l. Výsledkem bylo omezení spotřeby pitné vody v několika lokalitách. Velmi zajímavé bylo zjištění rozmístění problematických oblastí na území Francie. Nejpostiženější je sever a severovýchod území. Proč zrovna tyto oblasti? Odpověď je možné nalézt v událostech, které proběhly v první polovině dvacátého století. Zdrojem kontaminace podzemních vod v uvedených oblastech jsou pozůstatky první a druhé světové války.

Právě v těchto místech vedly linie západní fronty v první světové válce a probíhaly zde i intenzivní boje ve druhé světové válce po vylodění spojenců v Normandii. Chloristany uvolňované po explozích kontaminovaly rozsáhlé plochy. Dalším zdrojem chloristanů je a ještě zřejmě dlouho bude nevybuchlá munice, jejíž pláště postupně korodují a uvolňují bodově vysoké koncentrace chloristanů do podzemních vod.

Chlorečnany se mohou do pitné vody dostávat při hygienickém zabezpečení vody chlornanem sodným. Chlorečnan sodný je totiž vedlejším produktem výroby chlornanu sodného a jeho koncentrace nesmí překročit 5,4 % aktivního chloru v době dodání výrobcem. Koncentrace chlorečnanů se může navyšovat v době skladování zásobního roztoku ať už u výrobce nebo na místě spotřeby. Stálost výrobku (roztok chlornanu sodného) je negativně ovlivňována světlem, zvýšenou teplotou, hodnotou pH a přítomností tzv. těžkých kovů, které svým katalytickým působením urychlují snižování koncentrace aktivního chloru a jeho přeměnu na jiné produkty. Snižováním koncentrace aktivního chloru v roztoku pak při zachování dávkované koncentrace logicky roste i dávka chlorečnanu přidávaného do upravené vody.

Chlorečnany a chloristany prakticky není možné z vody odstranit klasickými technologickými procesy, ale je nutné aplikovat sofistikovanější separační metody. V zásadě existují dvě aplikovatelné technologie, kterými jsou iontová výměna na silně selektivních anexech nebo membránová separace na úrovní reversní osmózy se všemi negativy, které provoz těchto technologií přináší (předúprava vody před anexem resp. reversní osmózou, uvolňování nežádoucích iontů do upravené vody, nutnost demineralizace resp. obtokování části upravované vody apod.)

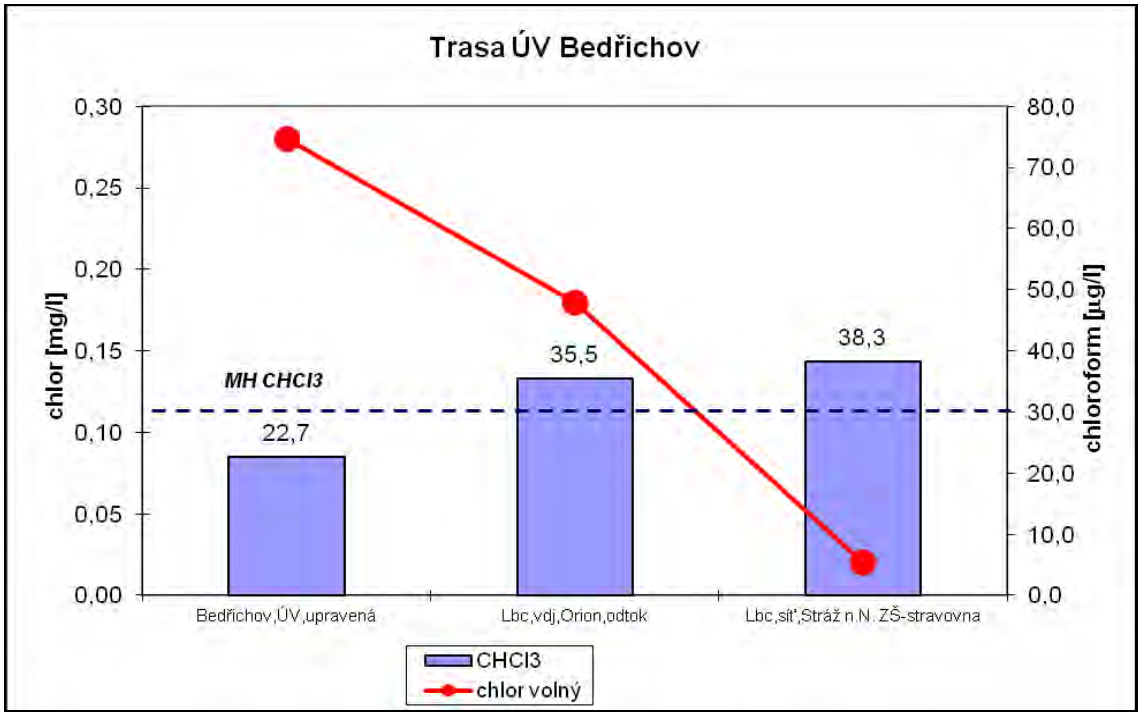
Chloroform a další trihalogenmetany

Trihalogenmetany („THM“) jsou jednoduché těkavé uhlíkaté sloučeniny, ve kterých je atom vodíku substituován halogenem. Obecným vzorcem je možné tuto skupinu látek popsat jako CHX_3, kdy X je halogen, nejčastěji chlor. Tyto látky jsou běžnými kontaminanty chlorované pitné vody, které vznikají při reakci chloru s organickými látkami přirozeně se vyskytujícími v surové i upravené vodě, jako jsou huminové kyseliny. THM jsou přítomny ve všech vodách desinfikovaných chlorem. Vzhledem k přirozeně vyšším koncentracím organických látek v povrchových vodách je logicky nález THM vyšší v pitných vodách upravených z vod povrchových a hygienicky zabezpečených klasickou chlorací. Koncentrace sumy THM i jednotlivých zástupců skupiny je limitována vyhláškou č. 252/2004 Sb., která je prováděcí pro zákon o ochraně veřejného zdraví č. 258/2000 Sb. Limit pro sumu THM má váhu nejvyšší mezní hodnoty a je 100 µg/l. Další limit významu mezní hodnoty má chloroform, je stanoven na 30 µg/l. Je to z toho důvodu, že se skupina látek označovaná jako THM považuje za dostatečně průkazné karcinogeny. US EPA řadí chloroform do skupiny pravděpodobného lidského karcinogenu.

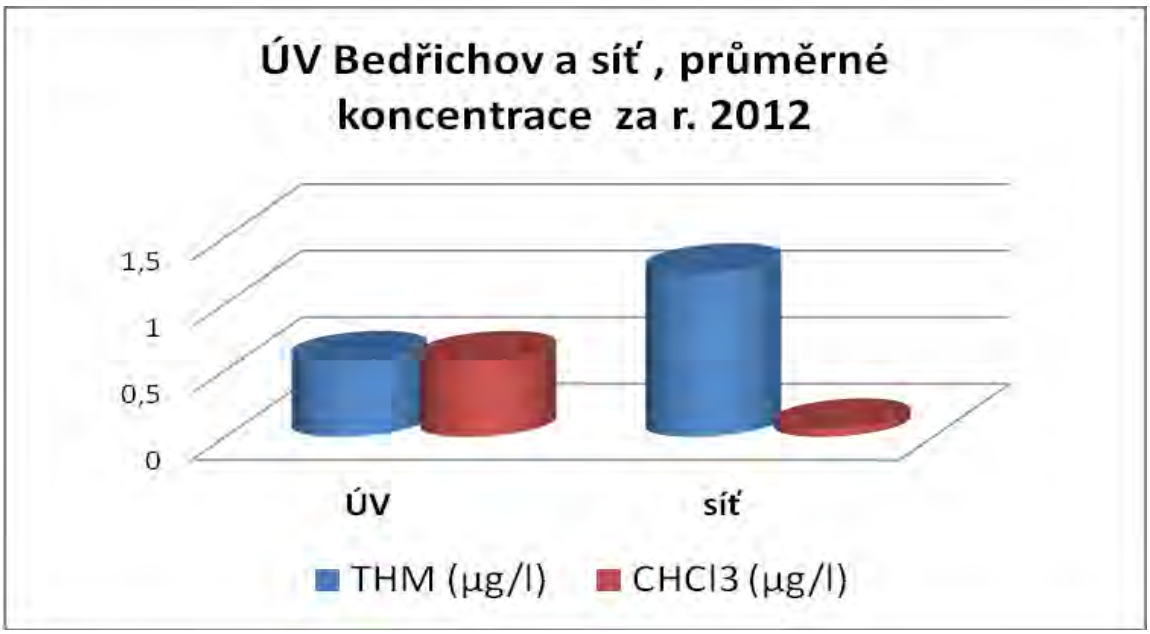
Z uvedeného je tedy zřejmé, proč se řada vodárenských pracovníků již od roku 2004 snaží zavést do praxe takové hygienické zabezpečení pitné vody, které by minimalizovalo produkci vedlejších produktů desinfekce a byly tak splněny limity stanovené legislativou. To je ale velmi obtížné na úpravnách povrchových vod napájených surovou vodou s vysokých obsahem organických látek tak, aby voda byla zároveň mikrobiologicky zabezpečená.

Alternativní cestou může být je využití oxidu chloričitého. U této chemické látky se však nabízí také úskalí v limitu platné legislativy pro chloritany, které jsou surovinou pro výrobu oxidu chloričitého resp. produktem rozkladu. Limit je pro chloritany stanoven na 0,2 mg/l a má váhu mezní hodnoty.

Proto některé vodárenské společnosti intenzivně pracovaly na tom, aby v roce 2004 byly schopné splnit předepsané limity. Cestou pro vodárenskou společnost Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. bylo zavedení kombinace hygienického zabezpečení chloraminace a UV záření. Na nejvýznamnější úpravny vody byly nainstalovány UV zářiče využívající tzv. středotlakou technologii a následně zářiče využívající technologii nízkotlakou. Výsledkem tohoto opatření byl okamžité splnění předepsaných limitů jak pro chloroform, tak pro sumu THM i v distribučních systémech s dlouhými dopravními trasami i několik desítek km od úpravny vody k zákazníkovi. V následujících grafech je uvedena koncentrace chloroformu při prosté chloraci před zavedením opatření. V dalších grafech je vidět současný stav – průměrné koncentrace THM a chloroformu na výstupu z ÚV a koncové síti.

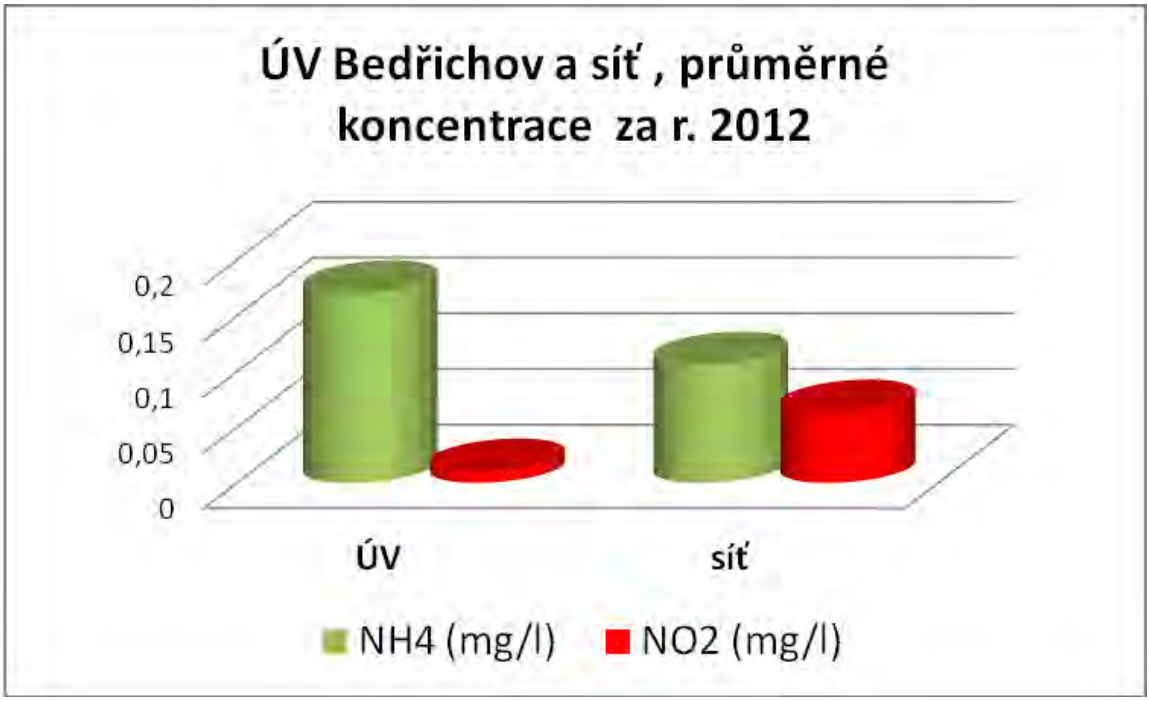


Obrázek 2: *Koncentrace chloroformu při hygienickém zabezpečení prosté chlorace na trase z ÚV Bedřichov*



Obrázek 3: *Průměrné koncentrace v r. 2012 – THM a $CHCl_3$*

Vzhledem k tomu, že v případě neodborně provozovaném chloraminace může v síti docházet k přeměně amonných na dusitany, byla zvýšena frekvence stanovení tohoto ukazatele v koncových profilech sítě. Typický výsledek monitoringu koncentrace amonných iontů a dusitanů je na posledním grafu.



Obrázek 4: *Průměrné koncentrace v r. 2012 – amonné ionty, dusitany na výstupu z ÚV a na síti*

Na určitou limitaci při omezování koncentrace dezinfekčních činidel lze narazit u systémů, kde není zachována téměř 100 % nepropustnost přepravního systému proti vzdušné kontaminaci či je kvalita upravované vody zatížena látkami, které indukují tvorbu sekundárního oživení ve vodovodní síti. Ideálními systémy pro plnou eliminaci užití desinfekčních činidel jsou tak systémy se 100 % využitím kvalitní podzemní vody a bez užití přerušení dodávek pitné vody akumulacemi s velkým objemem vzduchu nad hladinou a výraznějšími výkyvy hladiny (vodojemy). Zde je možné poukázat na případ hlavního města Německa Berlína, kde provozovatel BWB provozuje systém vzdáleného řízení 9 klíčových úpraven vod a 6 čerpacích stanic pro celkem 3.4 milionu zásobovaných obyvatel a to bez hygienického zabezpečení. Tento systém pracuje na jednom hydraulickém modelu, který dokáže v mžiku simulovat následky uzávěr systémů, výpadků dodávek el. proudu nebo např. i kontaminace. Právě posledně jmenovaný aspekt má zásadní význam, který byl posílen incidentem před 2 roky, kdy došlo k vzniku problému lokální kontaminace na koncové větvi vodovodu. Díky pravidelnému proškolování obslužného personálu a dokonalé znalosti o aktuálním nastavení uzávěrů v dané oblasti však byl problém rychle izolován a obešel se bez následků.

Problematika chloračních činidel

Jednoznačně nejrozšířenější chlorační činidlo, používané na většině úpraven vod je plynný chlor, na který navazuje použití chlordioxidu a u menších zdrojů chlornanu či směsných desinfekčních činidel. Právě u poslední kategorie dezinfekčních činidel je možné sledovat nárůst použití zejména u malých zdrojů, daný v případě použití elektrolytického vývoje zejména snadností obsluhy a díky použití soli jako reakční složky i odstraněním rizika spojeného s používáním produktů chloru.

Jak již bylo uvedeno výše v kapitole, která se věnuje chlorečnanům a chloristanům, je v případě použití sloučenin chloru nutné sledovat kvalitu jednotlivých dodávek z pohledu naplnění požadavků vyhlášky č. 409/2005 Sb. a požadavků norem pro dané výrobky (např. pro chlornan se jedná o harmonizovanou normu ČSN EN 15077 či ČSN EN 15363 pro plynný chlor). Stávající praxe některých dodavatelů desinfekčních činidel a látek, kteří předloží jednorázový rozbor, dokládající shodu s požadavky uvedené vyhlášky z historického vzorku, je neuspokojivá. Právě analýza rizik a doporučení mezinárodního EMS auditu mateřského koncernu Veolia v ČR v letech 2009-10 vedly k nastavení komplexního sledování klíčových využívaných komodit pro úpravu pitné vody a čištění odpadních vod.

Pro oblast hygienického zabezpečení je dlouhodobým partnerem skupiny společnost GHC Invest, která si musí před vlastní dodávkou v akreditované laboratoři společnosti Pražské vodovody a kanalizace, a.s. nechat realizovat rozbor z každé dovážené šarže. Toto opatření slouží oběma stranám – na straně odběratele vede k možnosti eliminovat použití nevyhovujícího činidla a realizovat finanční vyrovnání za látku, která neplní smluvní požadavky a na straně dodavatele sekundární kontrolu výrobku, umožňující okamžitou realizaci opatření na straně výroby. Tuto službu zajišťuje laboratoř Pražský vodovodů a kanalizací i pro ostatní partnerské organizace.

Určitý problém představuje aplikace požadavků vyhlášky č.409/2005 Sb. u činidel, kde během skladování dochází k snižování podílu aktivní složky (tedy např. aktivního chloru u chlornanu sodného). Přepočet povolené meze příměsí na aktivní chlor, jehož koncentrace klesá s délkou skladování, může znamenat, že i při splnění všech podmínek při navážce šarže začne progresivně narůstat podíl limitovaných látek, např.

bromičnanů. Proto je nutné nastavit provozními pokyny nakládání s činidly tak, aby se předcházelo vzniku uvedených situací a garančně zajistit odběry látek s určitou mírou zabezpečenosti oproti mezním podmínkám.

Další aspekty užití sloučenin chloru jako biocidů

Bez zájmu odborných provozovatelů by nemělo zůstat ani to, že dezinfekční činidla představují při provozu vodárenské infrastruktury bezpečnostní a zejména zdravotní riziko pro zaměstnance provozovatele. Při hodnocení nebezpečnosti činidel je nutné vycházet z pokynů provozního řádu daného technologického celku, ale vzít v potaz i obecné a konkrétní požadavky určené pro dané činidlo, meziprodukty či produkty. Na rozdíl od řady chemických látek, které jsou v procesu úpravy pitných vod využívány, biocidy jsou při splnění určitých podmínek považovány za registrované podle nařízení REACH a jejich uvádění na trh je řešeno zákonem č. 120/2002 Sb. Biocidy tak mají svá vlastní pravidla povolování a následného nakládání a expoziční scénář pro konečného uživatele není povinnou součástí bezpečnostních listů, přičemž právě expoziční scénář je zásadní při hodnocení nutných opatření na straně uživatele při provádění hygienického zabezpečení.

Závěry

Z uvedených informací je konstatovat, že prvotní přítomnost sloučenin chloru ve vodě přináší problémy při vodárenské úpravě a je nutné jejich vnos antropogenní činností eliminovat. Vlastní řízení procesu desinfekce by mělo odrážet současný stav vědomostí v oboru a správnou volbou činidla + kombinací s ostatními systémy úpravy a dezinfekce (např. UV záření, membránové technologie) snižovat zatížení pitných vod sloučeninami chloru. Případnému plnému omezení používání stávajících systémů hygienického zabezpečení vždy musí předcházet komplexní zhodnocení rizik. Dále je možné konstatovat, že negativní vliv na kvalitu pitné vody a také vnímání zákazníka má v současnosti zejména tvorba sekundárních produktů chlorace. Pozornost by měla být stále věnována také kvalitě využívaných chemických látek a to bez ohledu na to, jaké potvrzení a reference dodavatelé chemikálií předkládají.

Literatura

[1] Pitter P., Hydrochemie, Vydavatelství VŠCHT, Praha 2010, 592 s., ISBN 978-80-7080-701-9

[2] http://water.epa.gov

[3] Gu B., Brown G.M., Ku Y.K., Treatment of Perchlorate-Contaminated Groundwater Using Highly-Selective, Regenerable Anion-Exchange Resins at Edwards Air Force Base, ORNL/TM-2002/53

Kvalitativní požadavky investorů a provozovatelů na trubky a tvarovky z tvárné litiny dle platných evropských norem

Ing. Juraj Barborik

SAINT-GOBAIN PAM CZ s.r.o.
juraj.barborik@saint-gobain.com, mobil: +420 606 938 254

Cílem příspěvku je ukázat jednoznačnost a preciznost ve specifikaci potrubí z tvárné litiny dle platných evropských norem, které investorům a provozovatelům nabízí velkou bezpečnost při volbě materiálů, jejich identifikaci a tím i jejich kontrole.
Evropské normy pokrývají celý proces výroby, a proto není nutné při výběru a specifikaci trubního materiálu odvolávat se z důvodu kvality výrobků na různá sdružení, asociace popřípadě směrnice.

Kvalitativnímu technologickému vývoji výroby trub a tvarovek korespondují odpovídající revize evropských norem v souladu s požadavky na ekologii a životní prostředí. Revize norem přináší kvalitativní vývoj včetně vývoje nových trubních systémů. U vodovodních systémů nová vydání normy EN 545 (ČSN EN 545) zpřísňují a zvyšují základní technické požadavky na protikorozní ochranu potrubí, spoje a příslušenství. Zvyšují a/nebo minimálně zachovávají užitné parametry potrubních sítí z tvárné litiny. Zvýšené užitné parametry trubních materiálů mají pozitivní vliv na investiční a provozní náklady, což dokládají praktické výsledky i z provozování potrubních sítí z tvárné litiny v České republice již přes 20 let.

Normy EN = kvalita, specifikace, oblast použití
Technické normy jsou založeny na společných výsledcích vědy. Revize normy EN 545 „Trubky, tvarovky a příslušenství z tvárné litiny a jejich spojování pro vodovodní potrubí – Požadavky a zkušební metody“ proběhla v předchozích letech na základě inovace techniky odlévání a praxí potvrzených zkušeností zaměřených na dosažení optimálního společenského prospěchu. Cílem je řízení variant, použitelnost, bezpečnost, ochrana životního prostředí, srozumitelná specifikace výrobku, výkonnost a ekonomická efektivnost investic potrubních systémů. Přínosem této evropské technické normy je zlepšení vhodnosti trubního systému a procesu výroby pro zamýšlené účely obnovy a pokládky tlakových sítí.
Objevují se i informace, či doporučení některých obchodních zástupců jednotlivých výrobců, že pouze produkty členů sloučených v určitých zájmových sdružení nabízí a zajistí kvalitu.
V poslední době se setkáváme například i s odvoláváním se na sdružení „EADIPS® - evropská asociace pro trubní systémy z litiny“ dříve „FGR®-technické sdružení pro litinové potrubní systémy“, v němž jsou sloučeny někteří evropští výrobci produkující trubky, tvarovky a armatury. Sdružení dnes pod anglickým názvem a zkratkou EADIPS® dříve FGR® sloužilo při absenci evropských norem i pro řešení technických záležitostí produkce litinových výrobků. Sdružení poskytovalo technické poradenství a koordinaci výroby členských společností, které vyráběly trubky, tvarovky a příslušenství z tvárné litiny. Sdružení FGR® je aktivní od roku 1953 a začátek roku 2010 se zájmová skupina přejmenovala na EADIPS ®.

Sdružení zajišťuje identifikaci, číselné označení jednotlivých členů sdružení, převážně německých producentů (FGR 1 až FGR 16).
Kvalita výrobků, dříve zajišťovaná odborným dohledem kontrolních orgánů různých sdružení a asociací při absenci evropských norem, je v současné době plně nahrazena kvalitativními požadavky evropských výrobních norem a jejich kontrolními mechanizmy plně pokrývajícími celý výrobní proces produktů z tvárné litiny včetně jejich povrchových ochran.

Proto mnozí významní evropští výrobci ukončili členství a ze sdružení již vystoupili. Například z FGR® vystoupili společnosti SAINT-GOBAIN PAM DEUTSCHLAND – číselné označení FGR 3, Hawle Armaturen – číselné označení FGR14 a další.

Z přehledu členů sdružení je patrné, že členstvím FGR prošlo 16 společností produkujících trubky, tvarovky, armatury a příslušenství z tvárné litiny. Počet řádných členů je v současné době pouze 8 z toho 6 se sídlem v Německu, 1 v Rakousku a 1 v Itálii. A například tento italský člen není vlastníkem evropského výrobního podniku, ale pouze si evropský výrobní podnik pronajal na dobu 5 let. Vlastíkem této italské společnosti je asijský výrobce, který výrobu v evropském pronajatém podniku zatím neobnovil a výrobky dováží ze svých výrobních podniků v Asii. Přesto figuruje v této evropské asociaci.

Sdružení/asociace vydává 1x ročně časopis s odbornými články, provádí školení, prezentuje produkty z tvárné litiny, a na svých internetových stránkách poskytuje projektantům a dalším uživatelům technickou podporu.

Požadovat při výběru a specifikaci materiálu členství ve sdruženích a asociacích lze v současné době pokládat za popření normotvorných procesů v EU, za nedůvěru k normám EN a jejich národních verzí. Specifikace dle EN zajišťuje nejvyšší možnou kvalitu aktuálně produkovaných výrobků.

Investorům, projektantům, provozovatelům a všem účastníkům investičního procesu a provozu vodovodních sítí doporučujeme specifikovat produkty podle EN. Normy EN požadují identifikaci výrobce, čímž se na evropském trhu znemožní použití produktů nízké kvality bez označení výrobce.

Trubky a tvarovky podle EN 545 musí být opatřeny:
- názvem nebo značkou výrobce
- rokem výroby
- označením tvárné litiny
- jmenovitou světlosti DN
- jmenovitým tlakem PN u přírub
- odkazem na EN 545
- tlakovou třídou u trub.

Prvních pět uvedených údajů musí být odlito nebo za studena vyraženo, zbývající dva údaje mohou být provedeny libovolnou metodou.

Obdobná situace proběhla při absenci EN i u povrchové ochrany tvarovek, armatur a příslušenství z tvárné litiny práškovým epoxidem. Výroba byla kontrolována podle „Směrnice těžké protikorozní ochrany armatur a tvarovek práškovým epoxidem GSK RAL-GZ 662“. Směrnice zajišťovala kvalitu povrchové ochrany stanovením kontroly výrobních procesů a zejména kvality práškového epoxidu.

V současné době je pro epoxidovou vrstvu práškovým epoxidem k dispozici EN 14901.

Tato norma definuje provedení, zkoušení a kvalitu povrchové ochrany práškovým epoxidem. Stávající směrnice GSK-RAL GZ 662, která sdružuje výrobce armatur, tvarovek, příslušenství a zejména producenty práškového epoxidu se odvolává při sledování kvality právě na EN 14901. GSK-RAL GZ 662.

Sestavení specifikace odkazem na „EN 545 příloha D.2.3 epoxidový povlak v dle EN 14901 s minimální tloušťkou 250 μm“ je plně zajištěna kvalita epoxidové povrchové ochrany tvarovek a příslušenství z tvárné litiny i pro velmi vysoce agresivní půdního prostředí včetně vysokých hodnot bludných proudů.

Specifikace produktů podle účasti jednotlivých výrobců ve sdruženích a asociacích není nutná. Snaha definovat kvalitu podle členství není přínosem a může se projevit i jako nežádoucí. Evropské normy plně definují kvalitu, její kontrolu a specifikaci produktů a výrobce.

Národní normalizační orgán České republiky je členem CEN. Členové CEN jsou povinni bez jakýchkoliv modifikací, udělit evropské normě status národní normy a zajistit její vydání.

Nová norma EN 545:2010 rozšiřuje oblast působnosti pro různé druhy vod (např. surová voda, upravená voda apod.) a pro všechny typy aplikací (např. rozvody vody pro lidskou potřebu, pro systémy požární ochrany, pro zavlažovací systémy, pro vysokotlaké zasněžovací systémy, pro přivaděče hydroelektráren, cirkulační systémy, atd.) s vnitřním tlakem nebo bez tlaku (k instalaci pod nebo nad zemí). Mění se přístup k jednotlivým komponentům vodovodního potrubí. Nejsou posuzovány jednotlivě, nýbrž norma nahlíží na trubky, tvarovky a příslušenství jako na ucelený potrubní systém. Uvádí funkční požadavky pro všechny komponenty vodovodního potrubí včetně hrdlových spojů a povrchových ochran.

Trubní systém: specifikace potrubí, definice tlakové třídy, těsnost
Norma EN 545 definuje trubní systém z tvárné litiny jako celek, a to dovoleným provozním tlakem PFA (PFA podle EN 805:2000). K jednotlivým dovoleným provozním tlakům PFA jsou přiřazeny tlakové třídy Class (Class 20, Class 25, Class 30, Class 40, Class 50, Class 64, Class 100). Číslo tlakové třídy odpovídá dovolenému provoznímu tlaku PFA v barech, kterému skupina trubního systému a příslušenství s pružným násuvným hrdlovým spojem odolává po celou dobu životnosti.

Norma preferuje následující tlakové třídy Class (krátké oznacení „C“) pro trubky určitého jmenovitého průměru:

DN 40 až DN 300	Class 40 (C40)	PFA 40 bar
DN 350 až DN 600	Class 30 (C30)	PFA 30 bar
DN 700 až DN 2000	Class 25 (C25)	PFA 25 bar

Tlakové třídy C50 až C100 jsou určeny pro vysokotlaké rozvody (např. potrubní přivaděče k derivačním elektrárnám, zasněžovací systémy apod.), popřípadě pro speciální aplikace (např. bezvýkopové technologie apod.).

Vývoj a inovace
Praxí osvědčená vnější aktivní povrchová ochrana žárovým zinkováním je v posledním desetiletí nahrazena o kvalitativně vyšší stupeň ochrany vnější aktivní povrchovou ochranu žárovým povlakem slitinou zinku a hliníku (s nebo bez dalších kovů) vhodnou pro všechny typy půd.

Zavedení technologických inovací v odlévání trubek z tvárné litiny a možnost využití této povrchové ochrany, motivuje evropské výrobce k mnoha inovacím vedoucích k úspoře investičních a provozních nákladů potrubních systémů. Jednou z nich je i vývoj nového samostatného potrubního systému z tvárné litiny BLUTOP®, paralelního k trubním systémům podle EN 545. Cílem je zvýšení kvality vodovodních sítí malých jmenovitých světlostí.

Vnější a vnitřní ochrana trub, kvalitativní vývoj evropských norem
Technologickému vývoji odpovídal i vývoj technických a technologických předpisů zejména normotvorné legislativy.

Předchozí EN uváděly pouze povrchovou ochranu pozinkováním o minimální hmotnosti 130 g/m^2 a speciální ochrany byly bez výrobních EN norem. Praxe potvrzovala funkčnost venkovní aktivní ochrany pozinkováním. Základní povrchová ochrana pozinkováním 130 g/m^2 se rozšířila o množství pozinkování 200 g/m^2 a o vrstvu žárového pozinkování ze slitiny zinku a hliníku s nebo bez dalších kovů o minimální hmotnosti 400 g/m^2. Norma EN 545:2006 (ČSN EN 545:2007) poprvé specifikovala výrobu speciálních povrchových ochran dle evropských norem. Platné vydání normy EN 545 z roku 2010 (nabití statutu ČSN EN 545 v květnu 2011) potvrdilo funkčnost aktivní povrchové ochrany zvýšením minimální hodnoty žárového zinkování na 200 g/m^2 a doporučením žárového povlaku 400 g/m^2 slitiny zinku a hliníku bez nebo s jinými kovy pro všechny typy půd.
Vnější protikorozní ochrana žárovým povlakem slitinou zinku a hliníku Zn/Al v poměru 85/15 v množství 400 g/m^2 překryta krycí epoxidovou vrstvou je patentově chráněna a nese technické označení ZINALIUM®. Jednotliví výrobci mají přístup k licenci. Tato progresivní aktivní galvanická povrchová ochrana je podle EN 545 příloha D.2.2. určena pro uložení do všech typů půd v našich teritoriálních podmínkách vyjma prostředí s výskytem velmi vysokých hodnot bludných proudů a speciálních případů s odpady znečištěných půd a rašelin. Pro tyto případy jsou k dispozici speciální povrchové ochrany podle normy EN 545.

Slitina zinku a hliníku ZINALIUM® již převážně nahradila žárové zinkování mající podle EN 545 přílohy D.2.1. stanoveny příslušná omezení. Je nutné posoudit úroveň půdní koroze, hodnotu pH, specifický odpor půdy a bludné proudy.

Norma EN 545 doporučuje používat speciální povrchové ochrany vyráběné pouze podle příslušných výrobních EN norem uvedených v EN 545 příloha D.2.3 a to:
- extrudovaný polyetylénový povlak podle EN 14628
- polyuretanový povlak podle EN 15189
- epoxidový povlak podle EN 14901 (tvarovky)
- vrstva z cementové malty vyztužená vlákny podle EN 15542.

Systém žárového povlaku slitiny zinku a hliníku nevyžaduje průzkum půdy v trase potrubí a předchází riziku vzniku koroze v trase potrubí z důvodu změny zeminy.

Výzkum, vývoj a praktické aplikace povrchových ochran za posledních více než 50 let potvrdily přednosti konstrukčního systému trubek z tvárné litiny skládající se ze samotné stěny a vnitřní a vnější protikorozní ochrany. Pouze kovové materiály mají stálé mechanické vlastnosti. Mechanické parametry stěny litinové trubky jsou stálé po celou dobu životnosti, protože vnitřní a vnější korozi je zabráněno aktivní povrchovou ochranou.
Z technologického a mechanického hlediska nutná tloušťka stěn trubek ze šedé litiny byla nahrazena tloušťkou stěny z tvárné litiny vysokých mechanických parametrů. V počátcích tato tloušťka stěny odpovídala technologickým možnostem a skutečnosti, že trubky byly bez aktivní povrchové ochrany.

Mylná je představa, že životnost potrubí z tvárné litiny je závislá na tloušťce litinové stěny samotného výrobku. To by zcela popíralo vývoj, existenci a praktické zkušenosti vnitřní a vnější ochrany potrubí, zejména vnějšího povlaku žárového pozinkování ze slitiny zinku a hliníku, který se stal dnes základním nosným prvkem ochrany litinových trub.

Jako základní vnitřní povrchová ochrana je v normě potvrzeno anorganické vyložení cementovou maltou. K dispozici je i vnitřní povrchová ochrana polyuretanem.
Vnitřní cementová malta chrání litinu jednoduchým mechanizmem tzv. pasivací. Po uvedení do provozu voda proniká přes cementovou maltu a obohacuje se alkalickými prvky, tím ztrácí agresivitu na kovový povrch. Případné mikrotrhliny se zacelí bobtnáním a hydratací.

Pokud investor/odběratel má pochybnosti o tom, zda producent výrobků nanáší na povrchovou ochranu trub slitinu zinku a hliníku podle EN 545, může požádat dodavatele trubního materiálu o předložení dokladu/certifikátu o vlastnictví technologického procesu nanášení slitiny v souladu s EN 545: 2010 příloha D.2.2. Všichni producenti vlastní na základě auditu doklad, který potvrzuje oprávnění a kvalitu této ochrany na jeho výrobcích.

Přílohy normy
Norma obsahuje normativní přílohu A a přílohy B, C, D, E a F.

Příloha A stanovuje dovolené tlaky PFA, PMA a PEA (v barech) pružných násuvných hrdlových spojů pro daný průměr a tlakovou třídu.
PFA = dovolený provozní tlak,
PMA = maximální dovolený provozní tlak,
PEA = dovolený zkušební tlak, a platí:
PMA = 1,2 PFA
PEA = PMA + 5 bar

Přílohy B a C udávají podélnou tuhost trubek v ohybu a kruhovou tuhost trubek.

Přílohy D, E a F jsou přílohy pro praktickou aplikaci. Přílohy D a E specifikují jednotlivé alternativní a speciální vnitřní a vnější povrchové ochrany a stanovuji rozsah použití protikorozních ochran ve vztahu k půdnímu prostředí a k charakteristice dopravované vody. Příloha F definuje výpočtovou metodu potrubí uložených v zemi a tabelárně uvádí dovolené minimální a maximální výšky krytí pro jednotlivé preferované tlakové třídy Class.

Přílohy definují podmínky použití potrubí z tvárné litiny pro zachování dlouhodobé provozní funkčnosti, bezpečnosti a ekonomické výhodnosti. Díky konstantním vlastnostem trubního materiálu vedou ke statické a protikorozní stabilitě průřezu s vysokými bezpečnostními faktory.

Všichni evropští výrobci produkují výrobky pouze podle platné EN 545: 2010 (ČSN EN 545: 2011) čímž je zajištěna kompatibilita jednotlivých výrobků.

Závaznost
V českých stavebně právních předpisech je vazba na normy pro navrhování staveb zakotvena v příslušných vyhláškách a v projektové technické dokumentaci s přímým odkazem na konkrétní českou/evropskou technickou normu anebo normovou hodnotu. Doporučujeme v projektové dokumentaci u citace norem neuvádět datum vydání normy. Bez udání data vydání normy se jedná o tzv. nedatovaný a indikativní odkaz, což znamená, že platí vždy poslední aktuální stav technické normy v době realizace, a shoda s technickou normou je jediný způsob jak požadavky splnit.

Závěr
Pro odbornou veřejnost jsou EN a pro vodovodní systémy z tvárné litiny zejména EN 545 (ČSN EN 545) jedním z podstatných technických pracovních nástrojů. Poskytují ucelený pohled na tlakové potrubní systémy z tvárné litiny.

Evropské normy se všemi svými atributy potvrzují, že jsou vynikajícím nástrojem pro investory, odběratele, uživatele a výrobce trub, tvarovek a příslušenství z tvárné litiny. Normy EN definují sjednocenou specifikaci trub a tvarovek z tvárné litiny pro vodovodní systémy z hlediska technických parametrů, povrchových ochran a zajištění kvality.
Normy přináší soulad mezi zainteresovanými zájmy států EU a zájmy výrobců litinových produktů. Normy podporují konkurenceschopnost a inovace. Jejich požadavky jsou stanoveny s ohledem na kvalitu, ochranu životního prostředí, šetření zdrojů a úspory investičních prostředků a energií.

Normy jednoznačně a srozumitelně stanovují (v oceánu různých předpisů, směrnic, sdružení, asociací, institucí apod.), kdo je výrobce a jakou kvalitu spotřebitel získává.
EN vnáší jasno do komerčních nabídek a jasně specifikují produkt a výrobce.
Jakmile je EN přijata, je závazná pro všechny členské státy CEN a beze změn obdrží národní označení ČSN EN 545 v České republice, BS EN 545 ve Velké Británii, DIN EN 545 v Německu, NF EN 545 ve Francii apod. Jsou jasné a plně obsažné bez nutnosti dalšího kvalitativního stanovení.
Systém výroby podle EN je kontrolován každých 6 měsíců včetně řízení kvality ISO 9001, ekologie ISO 14001 apod.

Tvárná litina jako materiál pro výstavbu tlakových potrubí je ideálním kompromisem spojujícím pružnost s pevností. Výjimečné mechanické vlastnosti trubek z tvárné litiny, zejména pružnost, pevnost v tahu, kruhová a podélná tuhost a k tomu životnost přesahující 100 let, dělají z trubek z tvárné litiny potrubní materiál vhodný do všech terénů se schopností snášet statické a dynamické namáhání bez porušení stěny trubky.
Trubky z tvárné litiny nabízí moderní kompletní řešení potrubních vodovodních sítí včetně veškerého příslušenství, armatur, hydrantů ze stejně kvalitního materiálu.
V průběhu posledních 20 let se využívání trubek z tvárné litiny pro budování potrubních vodovodních sítí stalo ve všech velkých a středních městech v České republice standardní praxí, a to v profilech od DN 80 až do DN 1200. Trubky z tvárné litiny se prosazují i při realizaci kanalizačních sítí a stok. Do dnešního dne nebyly zaznamenány případy koroze.

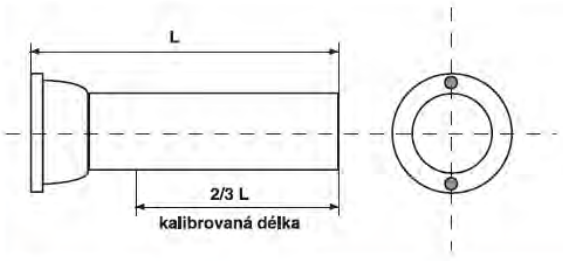
Pokládka potrubí je náročná investice na velmi dlouhou dobu. Změny veškerých provozních podmínek není možné předem stanovit. Z ekonomického hlediska je proto vhodné volit systém potrubí, který vykazuje vysokou míru bezpečnosti a zaručuje provozní spolehlivost.
Tvárná litina plní základní obecné technické požadavky provozovatelů a vlastníků vodovodních sítí svou praktickou bezporuchovostí. Šetří provozní finanční prostředky po celou dobu životnosti. Nárůst investičních prostředku při realizaci je vlastníkovi několikrát vrácen úsporou provozních nákladů a nákladů na obnovu.
Potrubní systém z tvárné litiny má vynikající odolnost proti prasknutí, což umožňuje odolávat provozním rizikům (rázy, pohyby půdy atd.), zvládat změny při a po pokládce z důvodů změny statického a dynamického zatížení.

Výběr materiálu doporučujeme provádět podle užitných parametrů evropských norem.

Značení trubek a tvarovek podle EN 545, např. dodávané firmou SAINT-GOBAIN PAM, umožňuje jejich snadnou identifikaci na stavbě.

ZNAČENÍ TRUBEK A TVAROVEK

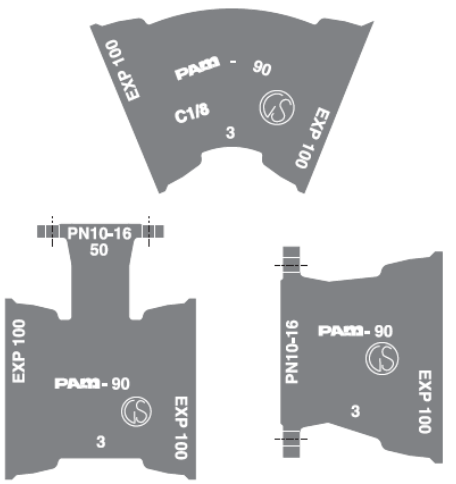
Trubky

Informace	Umístění	Způsob značení
Hrdlové trubky DN Typ hrdla Materiál (GS) Rok výroby Firemní znak EN 545*		Otisk lící formy. Nátěr barvou na těle trubky. Otisk lící formy nebo nátěr barvou na těle trubky.
Přírubové trubky DN PN Užitná délka Materiál (2 GS) Rok výroby EN 545		Nátěr barvou na těle trubky (přivařené příruby) nebo otisk lící formy (odlévané trubky).
Kalibrované hrdlové trubky** 2 protilehlé kruhové značky		Dva barevné kruhy na čele hrdla trubky.

* Značka EN 545 je umístěna:
– uvnitř hrdla pro DN ≤ 125,
– na vnějším povrchu těla trubky pro DN > 125.

** Norma ČSN EN 545 stanoví pro DN > 300 „možnost dodávat na přání zákazníka trubky, zaručující provedení spoje ve vzdálenostu rovné nejméně dvěma třetinám délky trubky, měřeno od hladkého konce, v případě krácení trubek na místě pokládky".
Trubky takto dodávané se nazývají „kalibrované" a jsou označeny jak je uvedeno výše.

Tvarovky

Informace	Umístění	Způsob značení
Hrdlové tvarovky DN Typ hrdla Materiál (2 GS) Rok výroby PN Úhel kolen EN 545	*příklady značení*  	Otisk licí formy nebo štítek.
	Značení „druhu“ hrdla je uvnitř anebo vně hrdla	

Označení výrobce: PAM a/nebo mostík

Zásobování vodou na pomezí Evropy a Asie – Jerevan hlavní město Arménie

Ing. Dušan Novotný; Ing. Aleš Juráň; Ing. Jaroslav Válek

CENTROPROJEKT a.s., Štefánikova 167, 760 30 Zlín, *e-mail: novotny@centroprojekt.cz*

Abstrakt
Záměrem příspěvku je sdělit základní informace o aktuálním stavu zásobování hlavního města Arménie Jerevanu pitnou vodou se zřetelem na změny, které nastaly s příchodem soukromého provozovatele.

Arménská vysočina patří k dávným centrům lidské civilizace. Název příspěvku reflektuje skutečnost, že jižní hranice mezi Evropou a Asií není jednoznačně stanovena. Pravdou je, že Arménie leží v Evropě pouze v případě nejextrémnějšího názoru, který posouvá evropské hranice na severní hranice Turecka a Íránu (Elbrus je nejvyšší horou Evropy i v případě vedení hranice po hřebeni Kavkazu).

Příspěvek využívá závěry studie proveditelnosti zpracované v roce 2012 společností CENTROPROJEKT a.s. Zlín ve spolupráci s firmou Grant Thornton CSJC Armenia.
Studie **Yerevan Water Supply Improvement Project Feasibility Study** byla zpracována pro Evropskou banku pro výzkum a rozvoj EBRD se sídlem v Londýně.
EBRD byla kontaktována městem Jerevan za účelem financování obnovy vodohospodářské infrastruktury ve městě.

Provozovaná infrastruktura

Vlastníkem vodohospodářské infrastruktury je stát prostřednictvím k tomuto účelu vytvořené složky tzv. "Water committee", některé rozhodovací pravomoci jsou delegovány na starostu města.
Provozovatelem je společnost Yerevan Djur CJSC (společnost) zřízená Veolia Environment SA z Francie, která provozuje infrastrukturu na základě desetileté nájemní smlouvy, která vstoupila v platnost v červnu 2006. Yerevan Djur je výhradním provozovatelem v Jerevanu a okolních 33 obcích.
Město je situováno podél řeky Hrazdan v nadmořské výšce od 900 to 1,300 m nad hladinou moře.

Zásobování pitnou vodou je zajištěno z devíti zdrojů, (2 gravitační, 2 čerpané, 5 kombinované). Celková kapacita zdrojů činí 12,7 m^3/sec. Zásobovaná populace je 1,1 milionu (1/3 obyvatelstva Arménie). Počet zákazníků je přibližně 349 500. 61 % (dle příjmů) je tvořeno domácnostmi, zatímco 39 % připadá na komerční a rozpočtové organizace. Yerevan Djur provozuje 450 km přívodních vedení (zpravidla velké průměry), 2000 km distribuční sítě, 27 vodojemů (329 500 m^3), 126 zesilovacích čerpacích stanic, 1200 km kanalizační sítě a ČOV „Aeratsia", kde je ve skutečnosti provozováno pouze mechanické předčištění. Je tedy nutno konstatovat, že odpadní vody nejsou z celé milionové aglomerace odpovídajícím způsobem likvidovány. Provoz ČOV byl přerušen před dvaceti lety při vypuknutí válečného konfliktu se sousedním Azerbajdžánem a nebyl doposud obnoven.

Vedle neprovozované ČOV se nachází rozestavěná ČOV II, jejíž výstavba byla přerušena s rozpadem Sovětského svazu. Tyto zařízení zaujímají plochu více než 60 ha. Zprovoznění čištění odpadních vod vyžaduje investice v řádu stovek milionů USD. Tyto prostředky k dispozici nejsou, proto je pravděpodobné, že odpadní vody budou dále vypouštěny do řeky Hrazdan, která ústí po 14 km do hraniční řeky Arak (Turecko, Írán) ústící do Kaspického moře.

V posledních letech byly do obnovy infrastruktury investovány jisté prostředky, tyto se však týkaly převážně oblasti zásobování pitnou vodou, kterého se příspěvek hlavně týká. Byl realizován program podporovaný světovou bankou a v souladu s podmínkami leasingového kontraktu investuje zdroje do obnovy i provozovatel (údržba a opravy).
Jak je zřejmé již z přehledu výše, v celém systému zásobování vodou není jediná úpravna vody. Voda je pouze hygienicky zabezpečována.

Přehled zdrojů pitné vody
V roce 2012 využívala společnost 78 % celkové kapacity zdrojů, z čehož byly ¾ dopravovány gravitačně. Souhrnný přehled zdrojů je uveden v tabulce níže.

Tab 1: *Přehled zdrojů pitné vody pro Jerevan*

Název zdroje	Charakteristika jímání	Charakteristika systému	Povolený odběr
Arzakan-Gyumusch	jímací zářezy	gravitační	1 660 l/s
Katnaghbyur sources	jímací zářezy, 16 studní	gravitační + čerpání	2 510 l/s
Aparan	jímací zářezy, 15 studní	gravitační + čerpání	1 200 l/s
Shor-Shor	jímací zářezy	čerpání	550 l/s
Tsaravaghbyur	jímací zářezy	gravitační	290 l/s
Dzoraghbyur and YerHEK	jímací zářezy	gravitační	360 l/s
Arzni-Getamej	jímací zářezy	gravitační	1 300 l/s
Araratyan III and IV	39 studní	čerpání	3 300 l/s
Garni	jímací zářezy	gravitační + čerpání	1 560 l/s
Total			12 730 l/s

Ze zdrojů světové banky a programu údržby a oprav provozovatele došlo k úpravám části zdrojů - rekonstrukce ČS Gyumusch, rekonstrukce ČS Garni, rozšíření a rekonstrukce zdroje Arzni, výměna čerpadel u zdrojů Aparan a Katnaghbyur, úprava ČS Araratyan III and IV, opravy elektroinstalace, instalace nových armatur a vodoměrů, čištění jímacích zářezů Arzni a Katnaghbyur, údržba chloračního zařízení.

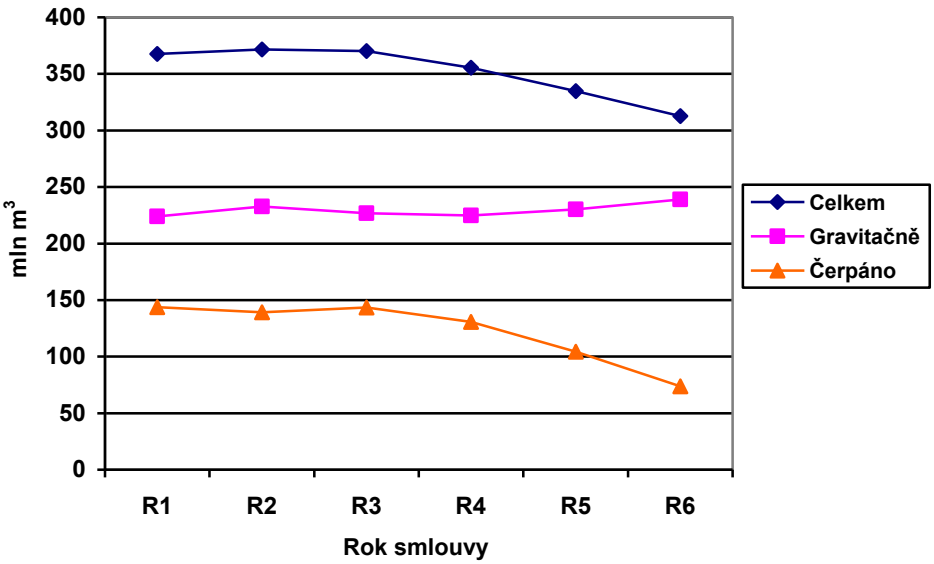
Kvalita vody je dobrá a s výjimkou hygienického zabezpečení není využíván žádný způsob úpravy.

Je využíváno podtlakové dávkování plynného chloru. Chlor je dávkován u všech zdrojů s vyjímkou YerHEK, Getamej and Gyumusch, kdy je voda míchána před vstupem do distribučního systému v blízkosti jiných zdrojů (Dzoraghbyur, Arzni and Arzakhan). Systém chlorace byl kompletně zrekonstruován v r. 2001 (zařízení firmy Alldos). Chlor je importován z Íránu ve zkapalněné formě v tlakových nádobách o objemu 1000 litrů.
Ačkoli je stav hygienického zabezpečení velmi dobrý (a to ve všech případech) jsou provozovatelem a vlastníkem vedeny úvahy o jiném způsobu chlorace. Důvodem jsou politická rizika při zásobování chlorem. Vzhledem k tomu, že využití chlornanu sodného je při stáří a stavu distribuční sítě značně rizikové, byla zvažována možnost výroby chloru na místě z NaCl elektrolýzou. Tento postup však nebyl pro svou velkou ekonomickou náročnost konzultantem doporučen.

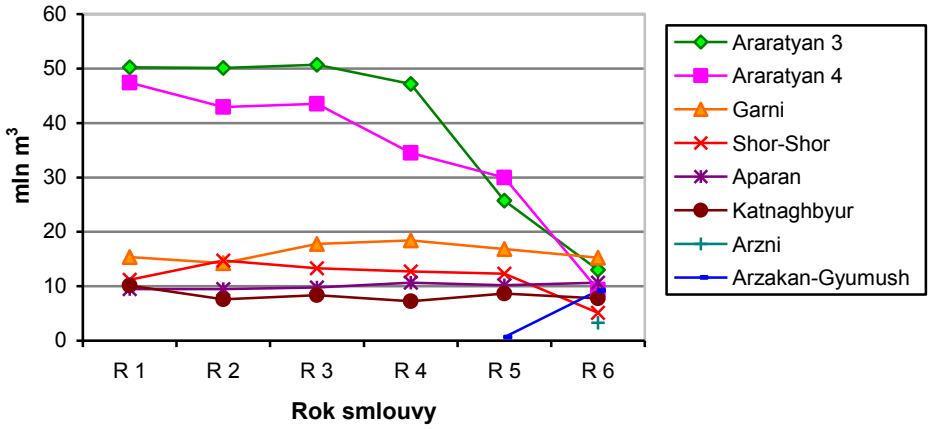
Arménské standardy pro pitnou vodu jsou založeny na standardech WHO, které jsou méně přísné ve srovnání s Direktivou EU pro pitnou vodu. Aktuálně pitná voda splňuje požadované parametry. Evropská směrnice nařizuje sledování i dalších parametrů – např. těžkých kovů. Protože nejsou známy v lokalitách jímání vody potenciální zdroje těchto kontaminantů, lze předpokládat, že i náročnější limity budou splnitelné a nebude třeba ani v budoucnu provozovat a realizovat úpravny vody.

Základní parametry zásobování pitnou vodou
Graf 1 níže demonstruje dynamiku využití zdrojů. Je zřejmá významná redukce jímaného množství během posledních třech roků smlouvy.
Společnost předpokládá další redukci díky adaptaci dlouhodobé strategie zlepšování systému zásobování vodou, redukci ztrát a optimalizaci provozu systému.
Cílem je dosáhnout celkové produkce vody 250 mln. m^3. Celkové „skutečné technické ztráty“ v distribučním systému je třeba redukovat ze 183 mln. m^3 na 120 mln. m^3 (do konce doby trvání smlouvy). Tyto hodnoty indikují významný podíl ztrát v systému.
Z grafu uvedeného níže je zřejmý pokles čerpaného množství ze zdroje Araratyan. Dopravní výška čerpání činí 250 m a při daných objemech čerpání je instalovaný výkon 2500 kW. Tento zdroj vykazuje nejvyšší energetickou náročnost ze všech čerpaných zdrojů – 0,6 až 0,9 kWhod/m^3.

Graf 1: *Vývoj celkového využití zdrojů pitné vody*



Graf 2: *Vývoj čerpaného množství pitné vody*



S poklesem čerpání a dalšími opatřeními bylo dosaženo impozantní úspory elektrické energie, která celkově poklesla o desítky procent.

Tab 2: *Přehled spotřeby elektrické energie ve společnosti*

Spotřeba el. energie [mln kWh / rok]	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6
Čerpání ze zdrojů	100,1	96,3	91,1	84,1	61,4	33,5
Celkem ve společnosti	118,5	115,3	116,2	98,9	73,2	44,9

V roce 2007 musela společnost čelit následkům povodní, které přímo ohrozily některé zdroje. Zdroje byly nově zabezpečeny protipovodňovými stěnami.

U čtveřice zdrojů je konstatováno, že nad jímacím územím se nachází osídlení, které je zdrojem potenciální kontaminace (Aparan, Arzni, Garni, Karensis (Gyumusch). Vzhledem ke značné finanční náročnosti pro odkanalizování a čištění OV z těchto sídel (odhad cca 5 milionů USD) je třeba nadále spoléhat na samočistící schopnosti svrchních půdních vrstev a decentralizované vypouštění OV z jednotlivých nemovitostí. U některých zdrojů (zvláště Arzni) se vyskytuje ohrožení komunálním odpadem, který je neřízeně sypán ze svahu nad jímacím územím.

Přivaděče

Přívodní potrubí ze zdrojů do spotřebiště zahrnuje 11 vedení celkové délky 450 km v různých profilech od DN 400 do DN 1400 (převážná část DN 700-1200).
Většina vedení je zastaralá, nejstarší vedení jsou z roku 1912 a 1937. Většina byla realizována v 60-tých a 70-tých letech minulého století. Materiálem je ocelové svařované potrubí, nejstarší vedení jsou litinová. Zajímavostí je částečné nadzemní vedení některých potrubí. Do přívodních potrubí nebylo doposud investováno, vyskytuje se i jejich ohrožení sesuvy půdy s následnými požadavky na přeložky.

Distribuční systém

Vlastní distribuční systém v délce cca 2000 km je ze dvou třetin starší jak 20 let.

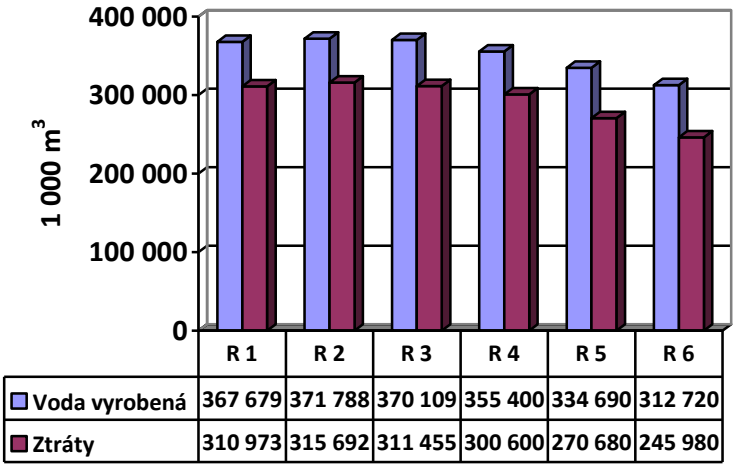
Do profilů DN 200 je proveden z litiny u větších profilů z oceli. Vedení je kompletně bez vnitřní ochrany, vnější ochrana bitumenováním nebo cementací.

V rámci distribuční sítě bylo v nedávné době rekonstruováno cca 65 km vedení a 95 zesilovacích stanic.

Podstatným rysem distribučního systému Jerevanu jsou velké ztráty. Tyto jsou kombinací přímého úniku ze systému a tzv. komerčních ztrát (špatný stav rozvodů vody v objektech před bytovými vodoměry, nevhodné měření, ilegální odběry). Podíl technických a komerčních ztrát je odhadován až téměř k paritě.

Stav vodojemů je podmínečně ucházející, nicméně zvláště armaturní komory volají po investicích.

Graf 3: *Porovnání vody vyrobené a celkových ztrát*



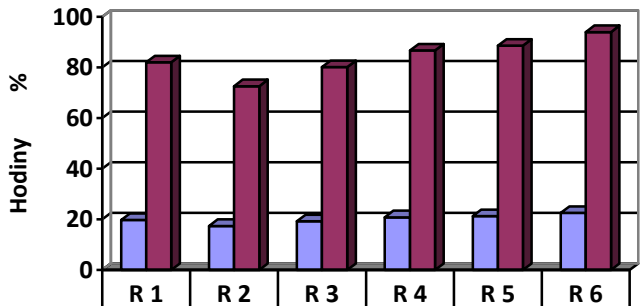
	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6
Voda vyrobená	367 679	371 788	370 109	355 400	334 690	312 720
Ztráty	310 973	315 692	311 455	300 600	270 680	245 980

Podíl poruch na km a rok provozované sítě mírně poklesl z 2.8 (R2) na 2.6 (R6).

Pro porovnání vodohospodářské společnosti v ČR uvádí poměr 0,4-0,5 poruch na km/rok.

Významným parametrem, který je sledován je doba dodávky vody. Ve městě stále není samozřejmostí nepřerušovaná dodávka vody. Přerušení dodávek je způsobováno poruchami a provozními stavy na síti (neefektivní provoz zesilovacích stanic).

Graf 4: *Stabilita dodávek v hodinách a % z 24 hod*
(se započtením smluvně povolených odchylek)



	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6
Hodiny	19,7	17,4	19,2	20,8	21,3	22,5
Procenta	82	72,6	80,1	86,7	88,6	94

Z výše uvedeného je zřejmé, že přes významné pokroky v provozování vyžaduje infrastruktura další významné objemy investic.

Vodohospodářská společnost zaměstnává 1250 zaměstnanců.
Podíl počtu zaměstnanců na 1 000 obyvatel je cca 0,88, což je poměr odpovídající v našich poměrech Praze. Pokud vezmeme ovšem v úvahu rozsah provozované infrastruktury bez úpraven vody a čistíren OV je efektivita zaměstnanosti zcela zřejmá.
To je dáno výrazně vyšším podílem poruch, neexistencí funkčního řídícího systému (u každého objektu vč. vodojemů je trvale obsluha, která hlásí mobilem aktuální stavy na centrálu), nároky na strážní službu (každý objekt je mimo obsluhy navíc trvale střežen zvláštním oddílem policie). Navrhované investice do řídícího systému s deklarovanou úsporou pracovního fondu se však nesetkaly s kladnou odezvou.

Níže je uveden vývoj vodného a stočného v Jerevanu. Součástí nájemní smlouvy je závazek ke snížení tarifů. Podíl vodného a stočného vztažený k průměrným příjmům domácností činí cca 0,7 %. Zainteresované orgány připouští zvýšení tarifů.

Tab 3: *Vývoj vodného a stočného v AMD (1 Kč ~ 20 AMD)*

Rok	Dodávka vody	Odkanalizování	Čištění OV	Celkem
2009	147.51	11.18	13.71	**172.40**
2010	151.84	11.70	14.04	**177.58**
2011	148.48	11.85	13.80	**174.13**
2012	145.08	11.94	13.48	**170.50**

Navrhované investice
Na základě jednání se zainteresovanými subjekty byly dohodnuty následující priority investic:
– Zdroje pitné vody – Přívodní potrubí – Vodojemy – Distribuční síť
– Zesilovací stanice – Soukromé přípojky – Čistírna odpadních vod – Kanalizace

Konzultantem navržený rozsah dlouhodobých investic byl odhadnut na cca 130 milionů USD, z čehož je pouze minimální podíl (cca 10 %) pro ČOV a kanalizaci.

Závěr
Objednatelem studie vyžadovaným prvkem bylo také posouzení vlivu klimatických změn na kapacitu a kvalitu zdrojů pitné vody v oblasti. Bez ohledu na dosti vědecké závěry tohoto posouzení lze předpokládat, že potenciál hornatých oblastí kolem Jerevanu zaručuje zachování kapacitních zdrojů pitné vody bez nároků na nákladnou úpravu, což je bezesporu neocenitelná výhoda pro provozovatele i zákazníky.
Do vodohospodářské infrastruktury a provozního zázemí bylo v posledních letech investováno z různých zdrojů cca 41 milionů USD. Efekt těchto investic je patrný a na zlepšujících se provozních výsledcích nese výrazný podíl i nový provozovatel.
Nicméně zbývá řádově větší podíl prostředků k investování, aby byla infrastruktura uvedena do standardního stavu. Nezbývá než doufat, že budou nalezeny dostatečné finanční zdroje a to i do sektoru odpadních vod.
Mimo deklarovaných skutečností se autoři příspěvku v rámci prezentace rádi podělí i o získanou fotodokumentaci.

Plán krizové připravenosti vlastníků vodárenské infrastruktury na příkladu JVS

Ing. Ivo Brejcha; Ing. Rostislav Kasal, Ph.D.; Ing. Jan Cihlář

VRV a.s., Nábřežní 4, 150 56 Praha 5

Úvod

Každé území je specifické svými přírodními podmínkami, dostupnou infrastrukturou a vazbami mezi nimi. V případě zasažení území mimořádnou událostí, která je vyvolána přírodními vlivy nebo činností člověka, bude míra ovlivnění závislá kromě samotné intenzity jevu na výchozích podmínkách a vazbách v území. Tyto výchozí vazby a podmínky v území jsou v jisté míře ovlivnitelné. Jinými slovy lze v případě znalosti možných hrozeb přijmout taková opatření, která mohou podstatně zmírnit negativní účinek mimořádné události.

Návrhem těchto opatření se zabývají příslušné krizové orgány ČR a její samosprávy. Každý další subjekt je pak povinen spolupracovat při zajišťování opatření k předcházení škod na zdraví a majetku za těchto krizových stavů.

Hlavním nástrojem pro zajištění této spolupráce s významnými subjekty, kterými jsou rovněž provozovatelé vodárenské infrastruktury, je závazný plánovací dokument - Plán krizové připravenosti (PKP).

Jihočeský vodárenský svaz (JVS), jako vlastník a provozovatel hlavní vodárenské soustavy na území jižních Čech, je pověřen k zajištění opatření dle svého Plánu krizové připravenosti. S ohledem na nedávnou novelizaci legislativy v oblasti krizového zákona bylo přistoupeno společností JVS k aktualizaci této dokumentace, kdy v současné době probíhají přípravné práce k jeho aktualizaci, včetně souvisejících jednání s příslušnými krizovými orgány.

Legislativa

Hlavním předpisem upravujícím práva a povinnosti právnických (PO) a fyzických osob při přípravě na krizové situace, které nesouvisejí se zajištěním obrany ČR před vnějším napadením je zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů. Mezi hlavními povinnostmi právnických osob, které stanovuje, je účast při přípravě na krizové situace a související povinnost zpracovat plán krizové připravenosti.

Zpracovat plán krizové připravenosti jsou povinni v souladu s krizovým zákonem ty právnické osoby, které byly zahrnuty do krizového plánu a v rámci něj zajišťují plnění některého z navržených opatření pro účely přípravy na mimořádnou událost nebo krizový stav.

Krizové plány krajů a obcí s rozšířenou působností (ORP) jsou zpracovávány Hasičským záchranným sborem kraje a projednávány v příslušných bezpečnostních radách krajů a ORP. Představují základní plánovací dokument obsahující souhrn krizových opatření a postupů k řešení krizových situací. Jeho účelem je vytvořit podmínky pro zajištění připravenosti na krizové situace a jejich řešení pro orgány krizového řízení a další dotčené subjekty. Přehled osob zabezpečujících plnění opatření je pak jednou z jeho základních částí.

O povinnosti zpracovat PKP je právnická osoba informována ze strany příslušného krizového orgánu, který o zpracování plánu požádá.

Jedním z krizových stavů, který je vždy řešen v rámci zpracování krizových plánů je stav označovaný jako „Narušení dodávky vody velkého rozsahu“. Obecně se jedná se

o mimořádnou událost, při které hrozí zásadní poškození nebo narušení systému běžného zásobení obyvatel pitnou vodou, a které nebude řešitelné v silách provozovatele vodovodu, ale za použití systémem nouzového zásobení.
Z hlediska provozovatele vodovodu je tento stav obecně řešen § 21 zákona č. 274/2001 Sb., kdy provozovatel má povinnost podle svých možností poskytovat odborné služby k zabezpečení podmínek pro řešení nouzového zásobování vodou za krizové situace. Hlavní povinnost na zajištění nouzového zásobení obyvatel přechází za tohoto stavu na orgány krajů a obcí.
Jako nástroj pro zajištění nouzového zásobení orgány krajů a obcí byl vydán Ministerstvem zemědělství pokyn čj. 102598/2011-MZE-15000 ze dne 30. 5. 2011. V něm jsou vymezeny doporučené postupy a zásady plánování a organizačního zabezpečení nouzového zásobování obyvatelstva pitnou vodou při mimořádných událostech a za krizových stavů.

Dle této metodiky mají provozovatelé vodovodů pro veřejnou potřebu v těchto situacích zásadní vliv na celkový vývoj situace, a bez výjimky jsou zařazeny mezi účastníky nouzového zásobování vodou.
V případě, že provozovatel nebyl pověřen zpracováním plánu krizové připravenosti, nelze při vzniku mimořádné události předpokládat s provedením příslušných preventivních opatření před vznikem krizové situace, jako je zajištění náhradní techniky, přípravy rezervních zdrojů apod. Problematická je současně otázka přednostního nouzového zásobování vodou správních úřadů, školských, zdravotnických a obdobných stálých zařízení.
Při zpracované krizové dokumentaci a organizační připravenosti provozovatele vodovodu na rizika spojená se vznikem konkrétní mimořádné události, lze očekávat s podstatným snížením negativního účinku na zásobení obyvatel pitnou vodou s minimalizací rizik v podobě zhoršení zdravotního stavu obyvatelstva včetně sociálních a hospodářských dopadů.
Z výše uvedeného vyplývá, že je zájmem jak krizových orgánů, tak provozovatelů vodárenské infrastruktury mít k dispozici aktuální podklady na základě kterých, lze přijímat konkrétní opatření při zajištění vysokého stupně spolupráce k odstranění dopadů na systém zásobování vodou.
Těmito podklady jsou myšleny krizové plány krajů, obcí s rozšířenou působností a navazující plány krizové připravenosti provozovatelů vodovodů pro veřejné zásobování.

Postup při řešení Plánu krizové připravenosti
Rozsah a způsob zpracování PKP je upraven v nařízení vlády č. 462/2000 Sb. K tomuto nařízení byla vydána podrobnější metodika Ministerstva vnitra MV-140690-1/PO-PKR-2011, ke zpracování těchto plánů, která nabyla účinnosti k 1. lednu 2012. V zájmu provozovatelů vodárenské infrastruktury, kteří mají zpracovány PKP před nabytím účinnosti této metodiky, je provést případnou aktualizaci vlastního plánu krizové připravenosti na základě srovnání schváleného PKP s obsahovými náležitostmi jak uvádí metodika.
Souhrnná aktualizace PKP včetně jeho projednání s krizovými orgány se provádí v čtyřletých cyklech od jejich schválení. Přičemž při každé změně, která má dopad na obsah plánu krizové připravenosti nebo krizového plánu, se provádí bezodkladně jeho aktualizace. Mezi tyto změny lze uvést zejména změny koncesních smluv mezi vlastníky a provozovateli vodovodů s dopadem na územní působnost.

Konkrétní způsob projednání PKP s příslušným orgánem krizového řízení je upraven v nařízení vlády č. 462/2000 Sb., kdy v souladu s ním je s krizovým orgánem řešeno:

a) zaměření a rozsah PKP,
b) podíl a rozsah spolupráce s dalšími subjekty na zpracování PKP a způsob jejího zajištění,
c) termíny pro průběžnou kontrolu prací, závěrečný termín zpracování PKP,
d) způsob manipulace s PKP.

a) Zaměření a rozsah PKP zpracovaného ve své působnosti

PKP slouží jako nástroj k zajištění připravenosti provozovatele vodárenské infrastruktury na krizové situace, které mohou ohrozit plnění opatření vyplývajících z krizových plánů, a dále obsahuje postupy k realizaci těchto opatření za krizové situace. Jeho obsah je členěn do 3 hlavních dílu.

Základní části PKP vymezuje předmět podnikání PO, úkoly a opatření, které byly důvodem zpracování PKP, charakteristiku organizace krizového řízení a havarijní připravenosti spolu s výčtem a analýzou krizových ohrožení a jejich možným dopadem na činnost zpracovatele PKP.

Operativní část PKP obsahuje výpis z krizového plánu příslušného orgánu krizového řízení s uvedením požadavku zpracovatele krizového plánu na účast PO při zabezpečení krizových opatření, plán akceschopnosti, plán krizových opatření k řešení krizových stavů v rámci působnosti PO, vnitřní havarijní plán, pokud ho PO zpracovává dle legislativy, plán opatření hospodářské mobilizace a plány spojení.

Pomocná část PKP zahrnuje další podklady a dokumentaci jako topografické mapy s vyznačenými riziky a řešením krizových situací, přehled uzavřených smluv a zásady pro používání PKP.

Z hlediska zpracovatele PKP je třeba věnovat zejména pozornost operativní části PKP, v níž jsou řešeny návrhy postupů pro realizaci opatření vyplývajících z krizového plánu. K jejímu zpracování jsou třeba podrobné znalosti o možnostech distribuce vody do postižených oblastí, kterými lze efektivně zajistit plnění opatření za krizového stavu v oblasti zásobení obyvatelstva pitnou vodou popř. jaká preventivní opatření je možné přijmout v době, kdy lze vznik mimořádné události oprávněně předvídat.

Při návrhu jednotlivých postupů pro řešení způsobu nouzového zásobování vodou je potřeba zohlednit následující aspekty:

- Stávající systém zásobování,
- disponibilní vodní zdroje,
- struktura osídlení,
- prioritní skupiny zásobování obyvatelstva.

V závislosti na charakteru a rozsahu krizové situace jsou možná následující řešení a jejich kombinace:

- Propojení sítě na jiný zdroj,
- omezení odběru vody ze sítě,
- vyřazení narušené sítě a její rychlá oprava,
- instalace náhradních zdrojů energie,
- uzavření porušené sítě a zásobování sítí zachovanou,
- dovoz vody do vodojemu a zásobování sítí zachovanou,
- rozvoz vody do míst spotřeby (cisterny, balená voda),
- využití náhradní technologické úpravy vody.

Pro vyhodnocení a následné řešení neočekávaných situací různého rozsahu a trvání je třeba dále analyzovat rozsah vlastních sil a prostředků.
Pro případ vlastníků a provozovatelů vodovodu se zejména jedná o zásoby a množství:

- Mobilních prostředků k dopravě nezbytných zásob v případě pověření nouzovým zásobení vodou,
- elektrocentrál, čerpadel a jiného vybavení pro řešení mimořádných událostí,
- zásobní objemy pitné vody z hlediska výrobní kapacity vodáren a aktuální akumulace ve vodojemech,
- pracovní síly,
- potřeb materiálně technického zabezpečení, které zahrnují:
    - Specifikaci chemikálií potřebných pro výrobu pitné vody,
    - specifikaci prostředků a zdrojů potřebných pro zajištění náhradní dodávky elektrické energie,
    - specifikaci nároků na dodávku energií pro 1 den provozu.

b) podíl a rozsah spolupráce s dalšími subjekty na zpracování PKP a způsob jejího zajištění

V rámci řešení rozsahu PKP je nezbytné vymezit začlenění provozovatele a jeho vztah k orgánům krizového řízení zejména ve vazbě k orgánu zajišťujícímu nouzové zásobování vodou.
K řešení nouzového zásobování obyvatel vodou je v začátku a trvání mimořádné události nezbytné zajistit rychlou spolupráci všech provozovatelů a vlastníků vodovodů, stáčíren balené pitné vody příp. autodopravců, aby bylo možné zahájit do 5 hodin od vzniku mimořádné události nebo krizové situace, pokud tato negativně ovlivňuje zásobování obyvatelstva vodou, nebo lze tuto skutečnost předpokládat. V rámci operativní části Plánu krizové připravenosti je dále nezbytné ve spolupráci s ostatními provozovateli sjednotit způsob zajištění opatření, jak jsou uvedeny v krizových plánech příslušných orgánů krizového řízení.

c) termíny pro průběžnou kontrolu prací, závěrečný termín zpracování PKP

Týká se případu, kdy je subjekt při aktualizaci krizového plánu nově zařazen mezi pověřené subjekty např. z důvodu změny územní působnosti nebo organizačních změn subjektu.
V převážné většině případů se bude jednat o provedení menších změn nebo souhrnných aktualizacích, které jsou prováděny ve čtyřletých cyklech. Projednání těchto aktualizací s krizovým orgánem není v rámci zákona samostatně řešeno.
Kontrolu činnosti PO z hlediska plnění povinností, jak stanovuje krizový zákon, a tedy i kontrolu zpracování PKP vykonává orgán krizového řízení, který PO uložil povinnost vyplývající z krizového plánu.

d) způsob manipulace s plánem krizové připravenosti

V rámci tohoto bodu je řešen způsob aktualizace PKP a stanovena pravidla manipulace s PKP s ohledem na jeho obsah, kdy součástí PKP mohou být informace podléhající jistému stupni utajení.

Plán krizové připravenosti na příkladu JVS

Jihočeský vodárenský svaz je provozovatelem hlavní vodárenské soustavy jižních Čech od dubna 2011, kdy jako majitel této soustavy ji převzal zpět po smluvním provozovateli ČEVAK a.s. Vodárenská soustava je tvořena zejména z úpraven vody, dálkových potrubních řadů, čerpacích stanic a vodojemů, předávacích a měrných objektů, řídicích systémů s dispečinkem. Celková délka dálkových řadů dosahuje 538 km. Z nich jsou dále zásobeny navazující vodovody jednotlivých měst a obcí, o celkovém počtu 380 tis. trvale bydlících obyvatel.

Z hlediska řešení mimořádných událostí má Jihočeský vodárenský svaz své zkušenosti a to zejména z povodní 2002. Za těchto povodní došlo k vyřazení velkého počtu úpraven vody v Jihočeském kraji v důsledku jejich zaplavení. Tento mimořádný stav byl pak řešitelný zejména z důvodu nezasažení hlavní úpravny vody Jihočeského kraje tedy ÚV Plav a zachování funkce hlavních dálkových řadů ve vlastnictví JVS.

Na základě přímých zkušeností byly společností JVS identifikovány zvláště objekty, která byly ohroženy za povodně, a k jejich zajištění byla zpracována příslušná opatření. Jedním z přijatých opatření byla rovněž instalace záložní elektrocentrály na ÚV Plav pro případ výpadku dodávky elektrické energie z přenosové soustavy a to na plné náklady této společnosti.

Převzetím provozu vodárenské soustavy jižních Čech přešly na společnost JVS povinnosti provozovatele při přípravě na krizové stavy ve spolupráci s krizovými orgány a s tím související povinnost zpracovat aktualizovaný PKP v novém rozsahu.

V souvislosti se souhrnnou aktualizací plánu krizové připravenosti pro JVS bylo přistoupeno k zahájení přípravných práci, jejichž cílem byla analýza krizové legislativy a dostupné dokumentace řešící zpracování PKP, včetně vyhodnocení povinností, které z hlediska krizového plánování přísluší společnosti řešit.

Tyto povinnosti jsou dány zejména v příslušných krizových plánech kraje a ORP. Vzhledem k probíhající aktualizaci těchto plánů v době zpracování byla další jednání s krizovým orgánem posunuta za termín jeho schválení.

Dalším faktorem při zpracování PKP bylo rozhodnutí hejtmana Jihočeského kraje o konání taktického cvičení pro potřeby ověření funkce krizového řízení za krizového stavu „Narušení dodávky pitné vody velkého rozsahu v důsledku technické havárie na ÚV Plav způsobené dlouhodobým výpadkem elektrické energie a následné havárie náhradního zdroje elektrické energie“.

Řízením cvičení pod názvem „VODA 2012“ byl pověřen krizový orgán Jihočeského kraje s účastí vybraných ORP, složek integrovaného záchranného systému a dále pozvaných provozovatelů vodárenské infrastruktury JVS a ČEVAK a.s, a distributora elektrické energie E.ON. V rámci cvičení byl prováděn nácvik koordinace jednotlivých složek včetně způsobu realizace navržených opatření vydaných hejtmanem za krizové situace.

V rámci scénáře cvičení došlo k souhře řady nepříznivých jevů, jejichž konečným důsledkem bylo vyřazení hlavního zdroje pitné vody ÚV Plav. Pro každý z těchto nepříznivých vlivů se provedlo vyhodnocení možného ovlivnění provozu JVS (viz tab. 1) a byly rozpracovány související postupy a opatření pro prevenci vzniku mimořádné události a způsobu provádění záchranných prací při jejich vzniku.

Součástí cvičení byl nácvik zabezpečení nouzového zásobování pitnou vodou k zajištění dodávek pitné vody nezbytné pro přežití obyvatelstva. Hlavními subjekty podílejícími se na jeho řešení byl Hasičský záchranný sbor Jihočeského kraje a provozovatelé vodovodu JVS a ČEVAK a.s.

Rozsah postiženého území byl upraven pro potřeby cvičení na čtyři správní území ORP - České Budějovice, Jindřichův Hradec, Prachatice a Vodňany.

MIMOŘÁDNÁ UDÁLOST - CVIČENÍ VODA 2012	VLIV NA ATRIBUT VÝROBY A DISTRIBUCE PITNÉ VODY					
	Vodní zdroje	Úprava vody	Vodovodní řady	Doprava vody	Řízení výroby a distribuce	Lidské zdroje
Povodně velkého rozsahu	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Bouřky a další elektrické jevy		ANO		ANO	ANO	
Dlouhotrvající sucha	ANO	ANO				
Znečištění vody, ovzduší a přírodního prostředí	ANO	ANO				
Narušení dodávek elektrické energie velkého rozsahu		ANO		ANO	ANO	

Tab. 1 *Vyhodnocení vlivu mimořádných události na výrobu a distribuci pitné vody*

Z vyhodnocení cvičení vyplynula řada otázek, které se přímo vážou k činnostem JVS za krizových stavů, a které bude třeba dále projednat v rámci aktualizace PKP s krizovými orgány kraje a ORP.
Mezi tyto hlavní otázky patří:

- Aktualizace nouzových zdrojů pitné vody v rámci Plánu rozvoje vodovodu a kanalizace na území Jihočeského kraje,
- způsob zajištění přenosu informací v rámci krizové komunikace,
- způsob zabezpečení vodárenských objektů ostrahou ve spolupráci s Policií ČR,
- možnosti poskytnutí prostředků od Správy státních hmotných rezerv,
- rozsah spolupráce s vlastníky a provozovateli vodovodů na území Jihočeského kraje při zajišťování podmínek pro nouzové zásobování vodou.

Závěry

Spolupráce při zajišťování opatření pro předcházení škod na zdraví a majetku za krizových stavů je pro každou společnost jedním z prvořadých úkolů. Výjimečné postavení v krizovém řízení mají samotní vlastnící a provozovatelé vodárenské infrastruktury. A to z důvodu, že vodárenská infrastruktura je jedním z prvků, který může v případě ztráty své funkce sám vyvolat krizovou situaci.
Úkolem každého provozovatele vodárenské infrastruktury je za této situace mít k dispozici stále aktualizovaný PKP se všemi náležitostmi, jak ukládá platná metodika ke zpracování plánů krizové připravenosti MV-140690-1/PO-PKK-2011 včetně souvisejících předpisů.

Ke zvládnutí krizových stavů na rozsáhlých vodárenských soustavách, jako je Jihočeská vodárenská soustava, je potřebná komplexní znalost fungování této soustavy včetně dostatečné připravenosti provozovatele na mimořádné události. Zajištění úplnosti PKP a přenos nezbytných znalostí k řešení vzniklých stavů je soustavnou činností, které je třeba se věnovat a v rovině plánování vždy zohlednit. Účast na krizových cvičení je pak významným zdrojem informací pro přípravu na tyto stavy.
Dokumentace pro aktualizaci PKP byla zpracována na základě dostupných podkladů týkajících se krizového řízení (krizový zákon a související legislativa) a dále z informací získaných v rámci jednání s JVS a orgány účastnícími se krizového cvičení „VODA 2012“.
Samotné závěry z krizového cvičení „VODA 2012“ byly doplněny do podkladů pro účely dalšího stupně zpracování a schvalování aktualizace PKP pro JVS.

Aplikace ultrafiltrace jako mobilní řešení pro úpravu pitné vody

Ing. Tomáš Láska

VWS MEMSEP s.r.o., U Nikolajky 1070/13, 150 00, Praha 5

tomas.laska@veoliawater.com

Anotace

Příspěvek shrnuje výsledky a zkušenosti získané během léta 2012, kdy byla mobilní ultrafiltrační jednotka společnosti VWS MEMSEP aplikována jako náhradní řešeni pro zajištění pitné vody pro výletní restauraci v Bezručově údolí u Chomutova během rekonstrukce úpravny vody III. Mlýn. Během provozu se nevyskytly žádné závazné provozní problémy a kvalita vody na výstupu spolehlivě splňovala parametry pitné vody.

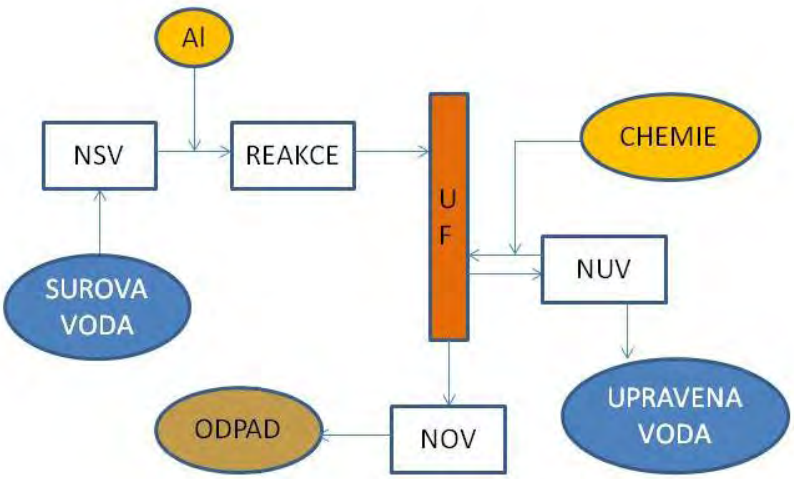
Úvod

Aplikace ultrafiltrace pro náhradní, havarijní či mobilní úpravny pitné vody se jeví jako velice vhodná, především díky použití membránové separace, která přináší velké množství výhod. Hlavními výhodami ultrafiltrace oproti jiným řešením jsou především kompaktnost, vysoká účinnost a stabilně vysoká kvalita upravené vody bez ohledu na změny složení surové vody. Z hlediska mobility zařízení lze za výhodu považovat také nízkou hmotnost v porovnání s pískovými filtry.

Mobilní ultrafiltrační jednotka byla připravena především s důrazem na minimální požadavky na obsluhu a maximální kvalitu upravené vody.

Popis jednotky

Jádrem jednotky je standardní ultrafiltrační jednotka Uflex 40-1, která byla umístěna do standardního přepravního kontejneru o délce 6 metru. Spolu s jednotkou byly do kontejneru umístěny také veškeré periferní součásti potřebné pro plynulý provoz úpravny. Jedná se o proplachovací stanici včetně dávkovacích čerpadel pracích a provozních chemikálií a také nádrže na surovou, upravenou a odpadní vodu. Dále jednotka disponuje dvěma automatickými tlakovými stanicemi pro zvýšení tlaku surové a upravené vody. Instalace kompletního zařízeni do standardního přepravního kontejneru značně zjednodušuje transport a následné uvedeni do provozu je po zapojeni přívodního a odpadního potrubí a el. energie otázkou desítek minut.



Obrázek 1: *Procesní schéma mobilní ultrafiltrační jednotky [NSV nádrž surové vody, NUV nádrž upravené vody, NOV nádrž odpadni vody]*

Samotná ultrafiltrační jednotka disponuje dvěma ultrafiltračními membránovými moduly s membránou ve formě dutých vláken. Nominální průměr pórů membrány je 0,01 µm, což zajišťuje téměř 100 % zachycení veškerých bakterií, mikroorganismů a také virů. Celková kapacita mobilní jednotky může být v závislosti na kvalitě surové vody až 16 m^3/h. Avšak pro běžné povrchové vody je dlouhodobě možné pracovat s průtokem do 8 m^3/h.

Oproti standardnímu provedení byla jednotka rozšířena o PLC s dotykovým displejem a datovým modemem pro vzdálený přístup, pomoci kterého je možné jednotku plně ovládat na dálku a to i včetně úprav softwaru.

Výsledky a provozní zkušenosti

Jako zdroj surové vody pro mobilní úpravnu vody sloužila vodní nádrž Křímov. Kvalita vody přiváděná z této nádrže byla většinu času velice dobrá, pouze v několika ojedinělých případech bylo v surové vodě pozorováno větší množství nerozpuštěných látek, které způsobily rychlé zanášení ochranného filtru.

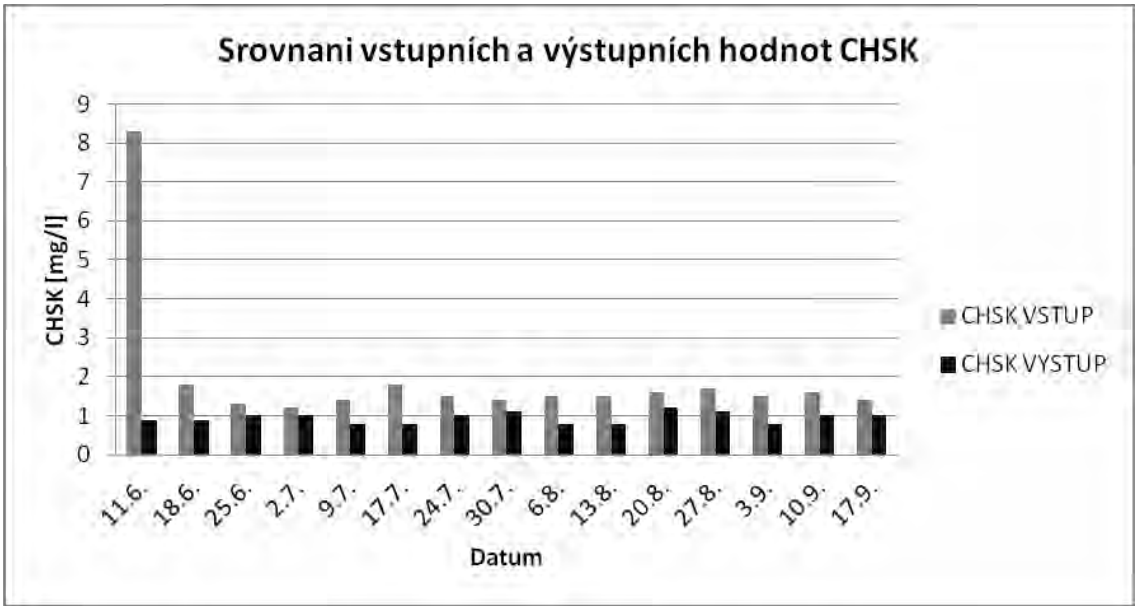
Vzhledem k nízké spotřebě vody v místě aplikace bylo k úpravě vody využito pouze jednoho ultrafiltračního modulu z důvodu zkrácení doby zdržení v systému.

PARAMETR	ZO	Fe	Mn	CHSK-Mn	pH	KNK4,5	Al
JEDNOTKA	KTJ	mg/l	mg/l	mg/l	-	mmol/l	mg/l
VSTUP	67	0.033	0.024	2.0	8.7	1.29	0.05
VÝSTUP	0	0.034	0.022	0.9	6.9	0.29	0.06

Tabulka 1: *Průměrné hodnoty složení surové a upravené vody za dobu provozu*

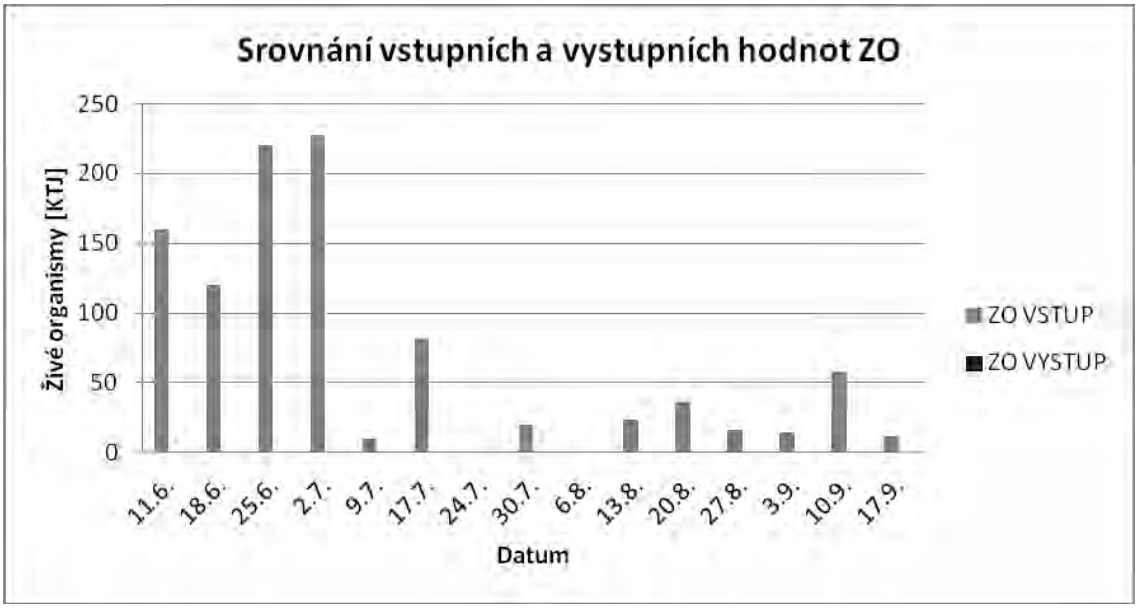
V tabulce č. 1 jsou uvedeny průměrné hodnoty složení surové a upravené vody. Z hodnot je patrné, že ultrafiltrace prokázala svoji schopnost dokonale zachytit veškeré mikroorganismy. Jako koagulační činidlo byl použit síran hlinitý, což způsobilo mírné zvýšení obsahu hliníku a pravděpodobně i železa v upravené vodě. V průměru byl

pozorován také mírný pokles koncentrace manganu. Za povšimnutí stojí účinnost odstraněni organických látek, kde i přes nízkou vstupní hodnotu CHSK došlo k více než 50 % odstranění a průměrná hodnota CHSK se v upravené vodě pohybovala pod 1 mg/l. Vstupní a výstupní hodnoty CHSK jsou zobrazeny na grafu č 2.



Obrázek 2: *Grafické srovnání vstupních a výstupních hodnot CHSK-Mn*

Z obrázku č. 2 je patrné, že koncentrace CHSK upravené vody nebyla závislá na koncentraci organických látek na vstupu ultrafiltrace a většinou se držela pod hodnotou 1 mg/l. Stejně tak i množství živých organismů v upravené vodě u spotřebitele se po celou dobu provozu drželo na nulové hodnotě i přes značné výkyvy ve složení surové vody (viz. obrázek č.3).



Obrázek 3: *Grafické porovnání vstupních a výstupních hodnot ZO*

Provoz jednotky byl po celou dobu nasazení plynulý a vyskytly se pouze menší problémy. Jak již bylo zmíněno, jedním z problémů bylo neúměrně rychlé zanášení ochranného 200 μm filtru. K tomuto jevu však docházelo pouze při nárazovém zhoršení kvality surové vody. Tento problém bude pro příští nasazení jednotky vyřešen aplikaci filtru s automatickým proplachem. Druhý jev, který vyžadoval zásahy obsluhy, bylo postupné snižování obsahu aktivního chlóru v zásobním roztoku chlornanu použitého pro hygienické zabezpečení upravené vody, na základě provozních měření obsluha zvyšovala dávku chlornanu tak, aby bylo dosaženo optimální koncentrace aktivního chlóru u spotřebitele.

Vzhledem k možnosti plného dohledu a ovládáni na dálku, vyžadoval provoz jednotky minimální osobní přítomnost technologa, kontrolu a případné nastavení parametrů filtračních a pracích cyklů bylo možné provádět přímo z kanceláře. Standardní operací, která vyžadovala přítomnost obsluhy, bylo spuštění dezinfekčního proplachu. Spouštění tohoto kroku bylo ponecháno na obsluze, jelikož tento proplach byl prováděn pouze jednou za 3 dny. Standardní hydraulické a chemické proplachy probíhaly automaticky na základě množství upravené vody nebo tlakové ztráty na membránovém modulu.

Závěr

Na základě výše uvedených poznatků lze ultrafiltraci označit jako vhodnou a ověřenou technologii pro mobilní úpravny vody. Jak je patrné z tabulky č. 2, ultrafiltrace umožňuje dosažení maximální účinnosti odstranění mikrobiálního znečištění a dosahuje dobré účinnosti odstranění organických látek i při nízké vstupní koncentraci CHSK.

PARAMETR	ZO	Fe	Mn	CHSK-Mn	Al
UČINNOST	>99 %	-3 %	6 %	52 %	-12 %

Tabulka 2: *Účinnosti odstranění některých sledovaných parametrů*

To vše bez výrazného zhoršení ostatních kvalitativních parametrů vody jako je například obsah železa a hliníku. Naopak při dřívějších testech ultrafiltrace bylo zjištěno, že při vyšších koncentracích manganu, železa a hliníku dochází k jejich zachyceni na membráně.

Výsledky získané během provozu jednotky na úpravně II. Mlýn potvrzují výsledky získané v minulých letech při testování ultrafiltrace na různých stanovištích v ČR. Je tedy logické, že tato mobilní ultrafiltrační jednotka byla zařazena do seznamu sdílených prostředků skupiny Veolia Voda CR/SR využívaných pro krizové situace.

Literatura

[1] Ing. Martin Kubišta, SCVK a.s., Vyhodnoceni provozu úpravny vody MEMSEP na II. Mlýně

[2] Láska, Kretek, Holacký, Voda Forum 2012, Testování Ultrafiltrace na úpravnách v ČR.

Modifikovaný klinoptilolit v odstraňovaní železa a mangánu z vody

doc. Ing. Danka Barloková, Ph.D.; doc. Ing. Ján Ilavský, Ph.D.; Ing. Tomáš Molnár

Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, Stavebná fakulta STU, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, *danka.barlokova@stuba.sk*

Abstrakt:
V príspevku sú porovnávané výsledky odstraňovania železa a mangánu z podzemnej vody v ÚV Kúty kontaktnou filtráciou použitím filtračných materiálov Greensand, Cullsorb M a modifikovaný klinoptilolit-Klinopur Mn (zeolit z lokality Nižný Hrabovec), pre rôznu kvalitu surovej vody (3 odberné miesta).

ÚVOD

Pre zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou na Slovensku sú využívané hlavne zdroje podzemných vôd (86 % obyvateľov je zásobovaných pitnou vodou z podzemných zdrojov). Z hľadiska kvality podzemnej vody využívanej pre zásobovanie pitnou vodou sú rozhodujúcimi ukazovateľmi obsah železa, mangánu, amónnych iónov, obsah ťažkých kovov (napr. arzén, antimón, meď, olovo), atď. Limitné hodnoty sú uvedené v Nariadení vlády SR č. 496/2010 Z.z.

V Slovenskej republike bolo navrhnutých, vyprojektovaných a uvedených do prevádzky 20 úpravní vody s výdatnosťou od 1 $l.s^{-1}$ do 150 $l.s^{-1}$ na odstraňovanie Fe a Mn.

Technologický proces úpravy je značne náročný nielen čo sa týka investičných, ale i prevádzkových nákladov, preto sa hľadajú spôsoby, ako tento proces zefektívniť.

SPÔSOBY ODSTRAŇOVANIA ŽELEZA A MANGÁNU Z VODY

Princíp väčšiny metód používaných pre odstránenie železa a mangánu spočíva v oxidácii pôvodne rozpusteného železa a mangánu na nerozpustené zlúčeniny, ktoré sa dajú odstrániť jednostupňovou alebo dvojstupňovou separáciou. Oxidácia a hydrolýza týchto zlúčenín prebieha za presne vymedzených podmienok, ktoré musí technologický postup rešpektovať vždy s prihliadnutím na vlastnosti vody.

Odstraňovanie Fe a Mn z vôd sa robí viacerými spôsobmi, oxidáciou prevzdušňovaním, pridávaním oxidačných činidiel (O_2, Cl_2, O_3, $KMnO_4$), alkalizáciou, kontaktnou filtráciou, vymieňačmi iónov, biologickou filtráciou, membránovými procesmi [1].

MATERIÁLY VYUŽÍVANÉ V KONTAKTNEJ FILTRÁCII

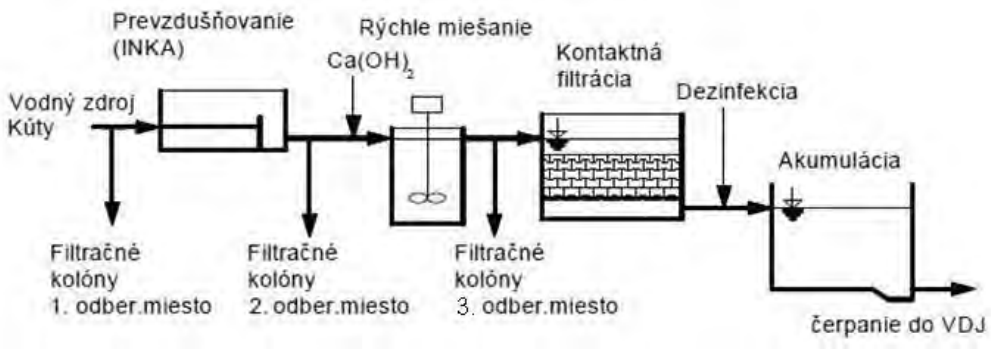
Pridávaním manganistanu draselného (nielen $KMnO_4$ ale i iných silných oxidačných činidiel) dochádza na povrchu filtračnej náplne k tvorbe povlaku, ktorý slúži ako katalyzátor oxidácie, zrná filtračného média sú obalené vyššími oxidmi kovov, ktoré spôsobujú oxidáciu rozpusteného železa a mangánu. V takomto prípade možno už hovoriť o špeciálnej filtrácii, tzv. kontaktnej filtrácii, filtrácii na manganičitých filtroch. Oxidačný stav povlaku náplne $MnO_x(s)$ zohráva významnú úlohu v odstraňovaní rozpusteného mangánu, efektívnosť odstraňovania mangánu je bezprostrednou funkciou koncentrácie $MnO_x(s)$ a jeho oxidačného stavu. Na rôznych filtračných náplniach dochádza k tvorbe povlakov s rozdielnymi schopnosťami odstraňovať rozpustený

mangán z vody [2-7]. V súčasnosti sa vo svete okrem klasického preparovaného filtračného piesku využívajú rôzne materiály s takto vytvorenou oxidačnou vrstvičkou na povrchu zŕn filtračnej náplne – Klinopur Mn (Slovensko), Klinomangán (Maďarsko), Greensand, Birm, MTM, Cullsorb M (USA), Everzit Mn (Nemecko). Základné charakteristiky uvedených materiálov boli už prezentované na tejto konferencii.

EXPERIMENTÁLNE MERANIA V ÚPRAVNI VODY KÚTY

Úpravňa podzemnej vody v Kútoch je súčasťou Senickej vodárenskej sústavy. Voda do úpravne je privádzaná z dvoch studní s celkovou výdatnosťou 80 $l.s^{-1}$. Podľa chemického rozboru surová voda vykazuje nadlimitný obsah agresívneho oxidu uhličitého, železa, mangánu a sírovodíka, ako povoľuje NV SR č.496/2010 Z.z.

Technologická schéma úpravne vody v Kútoch je zobrazená na **obr. 1,** kde sú vyznačené aj miesta odberu vody pre experimentálne merania.



Obr. 1 *Schéma ÚV Kúty a umiestnenie filtračných kolón*

Cieľom experimentov v ÚV Kúty bolo overenie a porovnanie účinnosti odstraňovania mangánu a železa modifikovaným zeolitom – Klinopurom Mn s dovážanými materiálmi Greensand a Cullsorb (USA).
Surová voda prechádzala filtračným zariadením, odstraňovanie Fe^{2+} a Mn^{2+} iónov prebiehalo v náplni filtračných kolón. Ako filtračný materiál boli použité Cullsorb M, Greensand a prírodný aktivovaný zeolit s MnO_2 (Klinopur-Mn). V **tab. 1** sú uvedené základné charakteristiky použitých filtračných materiálov.

Tabuľka 1 *Základné charakteristiky sledovaných materiálov*

Materiál	Greensand	Klinopur-Mn	Cullsorb M
Zrnitosť [mm]	0,25 – 1,0	0,6 – 1,6	0,4 – 0,6
Merná hmotnosť [$g.cm^{-3}$]	2,4 – 2,9	2,39	3,5 – 4,0
Sypná hmotnosť [$g.cm^{-3}$]	1,36	0,84	1,75 – 1,85

Na overenie účinnosti eliminácie železa a mangánu z vody v ÚV Kúty boli použité tri filtračné kolóny naplnené Greensandom, Klinopurom-Mn a Cullsorbom M. Priemer kolóny bol 5,0 cm, výška 200 cm, výška filtračnej náplne 110,0 cm.
Počas experimentov bola sledovaná kvalita surovej vody (obsah Fe a Mn) a upravenej vody na odtoku z jednotlivých filtračných kolón a prietok vody.

V **tab. 2** sú uvedené hodnoty Fe, Mn, % kyslíka a pH v surovej vody na prítoku do ÚV (1. odberné miesto), a hodnoty týchto ukazovateľov v 2. a 3. odbernom mieste.

Tabuľka 2 *Hodnoty sledovaných parametrov počas experimentov*

Parameter	Surová voda		
	1. odberné miesto	2. odberné miesto	3. odberné miesto
Fe [mg.l^{-1}]	2,28 – 4,86	0,90 – 3,87	1,96 – 3,98
Mn [mg.l^{-1}]	0,82 – 1,12	0,816 – 1,092	0,198 – 0,596
pH [mg.l^{-1}]	6,64 – 6,98	6,81 – 7,14	8,40 – 8,62
O_2 [%]	6 – 7	59 – 60	56 – 57

Experimenty sú rozdelené podľa miesta odberu vody:

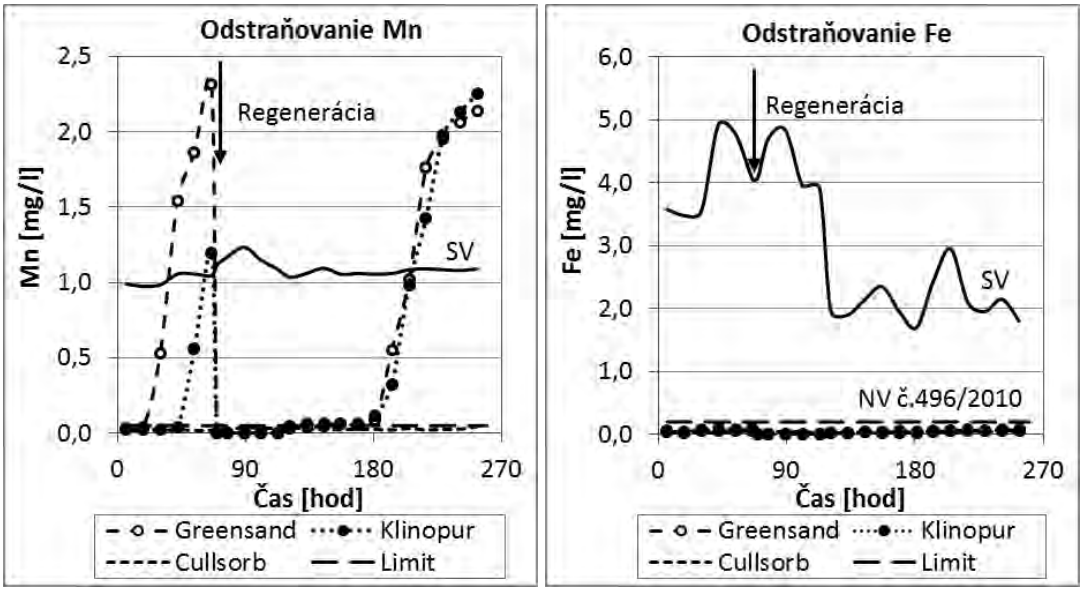
1.odberné miesto - voda zo studne,
2. odberné miesto - voda po prevzdušnení,
3. odberné miesto - voda po prevzdušnení a pridaní vápna

Experiment č. 1

Tabuľka 3 *Podmienky filtrácie pre surovú vody zo studne*

Parameter	Greensand	Klinopur Mn	Cullsorb M
Zrnitosť [mm]	0,25 – 1,0	0,6 – 1,6	0,4 – 0,6
Výška filtračnej náplne [cm]	110	110	110
Priem. prietok kolónou [ml/min]	204	196	191
Priem. filtračná rýchlosť [m/hod]	6,23	5,99	5,84
Celkový čas filtrácie [hod]	260	260	260
Celkové množstvo pretečenej vody [m^3]	3,182	3,058	2,980
Priemerný čas zdržania v kolóne [min]	10,587	11,019	11,308

Výsledky odstraňovania mangánu a železa zo **surovej vody zo studne** najlepšie dokumentuje **obr. 2**, na ktorom sú uvedené koncentrácie mangánu a železa v surovej vode a hodnoty namerané po prechode cez filtračné materiály, na obrázkoch je zároveň zobrazená limitná hodnota mangánu (0,05 mg.l^{-1}), resp. železa (0,2 mg.l^{-1}) v pitnej vode daná Nariadením vlády č.496/2010 Zb.z.



Obr. 2 *Priebeh odstraňovania mangánu a železa z vody v 1. odbernom mieste*

Z obr. 2 vidieť, že vplyvom kvality surovej vody (nízka hodnota pH 6,6 až 6,9, nízky obsah kyslíka 6 až 7%) účinnosť odstraňovania mangánu z vody bola rôzna. Najlepšie výsledky dosahoval Cullsorb M, ktorý ani po 260 hodinách prevádzky neprekročil limitnú hodnodu. Je to tým, že ide o materiál s najvyšším obsahom MnO_2 na svojom povrchu. Ostatné dva materiály prekročili limitnú hodinu v prípade Greensandu po 30 hodinách a v prípade Klinopuru po 50 hodinách prevádzky a bola potrebná regenerácia (2,5% roztok $KMnO_4$).

Vzhľadom na nevyhovujúcu kvalitu surovej vody Greensand a Klinopur uvoľňovali do vody mangán (z vrstvy MnO_2 na povrchu materiálu), z tohto dôvodu bola koncentrácia Mn po prechode cez tieto materiály vyššia ako v surovej vode.

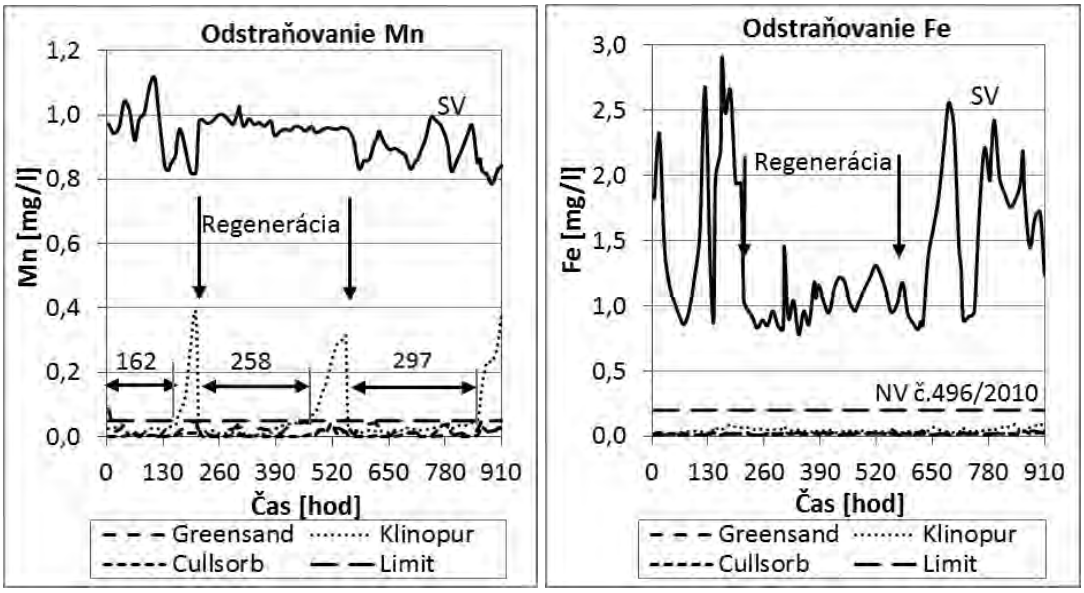
Z obr. 2 vyplýva, že všetky materiály boli účinné pre odstraňovanie Fe z vody, počas celej doby prevádzky filtračných kolón nebola prekročená limitná hodnota 0,20 mg/l.

Experiment č. 2

Tabuľka 4 *Podmienky filtrácie pre surovú vody po prevzdušnení*

Parameter	Greensand	Klinopur Mn	Cullsorb M
Zrnitosť [mm]	0,25 – 1,0	0,6 – 1,6	0,4 – 0,6
Výška filtračnej náplne [cm]	110	110	110
Priem. prietok kolónou [ml/min]	191	168	185
Priem. filtračná rýchlosť [m/hod]	5,84	5,13	5,65
Celkový čas filtrácie [hod]	910	910	910
Celkové množstvo pretečenej vody [m^3]	10,429	9,173	10,101
Priemerný čas zdržania v kolóne [min]	11,308	12,856	11,675

Výsledky odstraňovania mangánu a železa zo **surovej vody po prevzdušnení** najlepšie dokumentuje **obr. 3**.



Obr. 3 *Priebeh odstraňovania mangánu a železa z vody v 2. odbernom mieste*

Z obr. 3 vidieť, že vplyvom zmeny kvality surovej vody (hodnota pH 6,8 až 7,2; obsah kyslíka 56 až 57%) účinnosť odstraňovania mangánu z vody sa výrazne zlepšila. V prípade materiálov Greensand a Cullsorb počas 910 hodín prevádzky nebola prekročená limitná hodnotu pre mangán (0,05 mg/l).

V prípade Klinopuru Mn v prvom filtračnom cykle bola prekročená limitná hodnota 0,05 mg/l po 162 hodinách prevádzky, v druhom po 258 hodinách, v treťom filtračnom cykle po 297 hodinách. Čas filtrácie bez regenerácie sa postupne predlžoval. Klinopur-Mn je potrebné „zapracovať" priamo na mieste úpravy, čím sa filtračné cykly predĺžia a je predpoklad že, po určitom čase nebude potrebná regenerácia.

Na obr. 3 je ukázaný priebeh odstraňovania železa z vody pre 2. odberné miesto. Obsah železa v surovej vode sa menil v závislosti od toho, ktorá studňa bola použitá. Použitím sledovaných materiálov boli v upravenej vode stanovené výrazne nižšie koncentrácie ako je limit 0,20 mg/l počas celej prevádzky filtračných kolón.

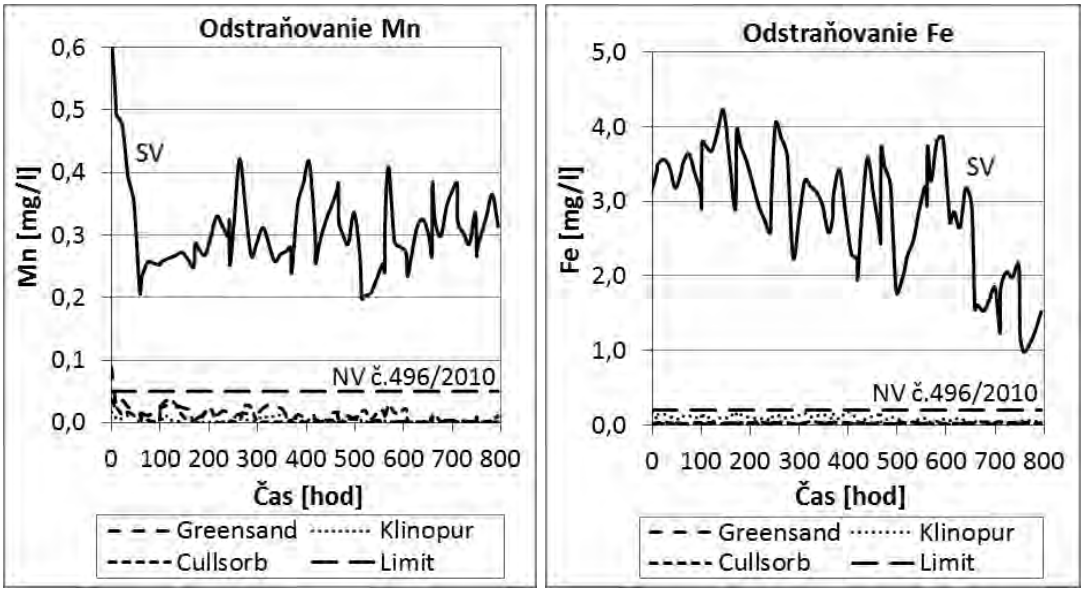
Filtračné rýchlosti počas druhého experimentu boli nižšie v porovnaní s prvým experimentom, nakoľko dochádzalo k vyzrážavaniu železa po jeho oxidácii, hydroxid železitý zanášal kolónu.

Experiment č. 3

Tabuľka 5 *Podmienky filtrácie pre surovú vody po prevzdušnení a pridaní vápna*

Parameter	Greensand	Klinopur Mn	Cullsorb M
Zrnitosť [mm]	0,25 – 1,0	0,6 – 1,6	0,4 – 0,6
Výška filtračnej náplne [cm]	110	110	110
Priem. prietok kolónou [ml/min]	181	176	179
Priem. filtračná rýchlosť [m/hod]	5,53	5,38	5,47
Celkový čas filtrácie [hod]	802	802	802
Celkové množstvo pretečenej vody [m^3]	8,710	8,469	8,613
Priemerný čas zdržania v kolóne [min]	11,933	12,272	12,066

Výsledky odstraňovania mangánu a železa zo **surovej vody po prevzdušnení a pridaní vápna** najlepšie dokumentuje **obr. 4**.



Obr. 4 *Priebeh odstraňovania mangánu a železa z vody v 3. odbernom mieste*

Z obr. 4 vidieť, že vplyvom zmeny kvality surovej vody (pH 8,4 až 8,6; obsah kyslíka 59 až 60%) účinnosť odstraňovania mangánu z vody bola najlepšia. Vysokú účinnosť odstraňovania mangánu dosahovali všetky tri materiály – Cullsorb, Greensand aj Klinopur-Mn, ani po 802 hodinách prevádzky neprekročili hodnoty mangánu v upravenej vode limitnú hodnotu 0,05 mg/l. Filtračné náplne boli prané (raz za 2 až 3 dni) spätným prúdom vody, regenerácia nebola potrebná.

Na obr. 4 je zobrazený priebeh odstraňovania železa z vody pre 3. odberné miesto. Hodnota Fe v surovej vode sa menila podľa toho, z ktorej studne bola odoberaná voda.

ZÁVERY

Sledované materiály vykazovali rôznu účinnosť odstraňovania mangánu z vody, nakoľko veľkú úlohu zohráva kvalita surovej vody (obsah kyslíka a hodnota pH). Na dosiahnutie oxidácie Mn a jeho odstránenie je potrebné zvýšiť hodnotu pH na min. 8.

V prípade odstraňovania železa z vody kvalita surovej vody nie je limitujúcim faktorom, všetky materiály odstraňovali Fe z vody na hodnotu nižšiu ako je 0,20 mg/l.

Poloprevádzkovým meraním sa zároveň odskúšali filtračné rýchlosti, čas prania a jeho intenzita, spôsob regenerácie filtračného média s $KMnO_4$ (2,5 % roztokom $KMnO_4$).

Zaradenie prevzdušňovania surovej vody pred vstupom do filtračnej kolóny zvyšuje účinnosť filtračného média a zabezpečuje bezproblémovú úpravu vody.

Procesy úpravy vody sú komplexné, kvalita surovej vody sa líši na každej lokalite, preto treba vychádzať z výsledkov poloprevádzkových pokusov, čo je bežné v celom vodárensky rozvinutom svete.

Experimenty boli uskutočnené za finančnej podpory projektu APVV-0379-07 a projektu VEGA 1/1243/12.

LITERATÚRA

[1] Ilavský, J. a kol.: Chémia vody a hydrobiológia, STU Bratislava, 2008, ISBN 978-80-227-2930-7, s. 242

[2] Doula, Maria, K.: Removal of Mn^{2+} Ions from Drinking Water by Using Clinoptilolite and a Clinoptilolite–Fe Oxide System. Water Research, Volume 40, Issue 17, October 2006, pp. 3167-3176.

[3] Knocke, W.R., et al.: Kinetics of Manganese and Iron Oxidation by Potassium Permanganate and Chlorine Dioxide.Jour. AWWA 6/1991, s. 80 - 87.

[4] Knocke, W.R., Hungate, R., Occiano, S.: Removal of Soluble Manganese by Oxide-Coated Filter Media: Sorption Rate and Removal Mechanism Issues. Jour. AWWA 8/1991.

[5] Knocke, W.R., Hamon, J.R., Thompson, C.P.: Soluble Manganese Removal on Oxide-Coated Filter Media. Jour.AWWA, 12/1988, s.65 - 70.

[6] Merkle, P.B., Knocke, W.R, Gallagher,D.: Characterizing Filter Media Mineral Coatings, Jour. AWWA, 12/1996, s.62-73.

[7] Földesová M., Hudec P.: Štúdium povrchových vlastností Slovenského prírodného zeolitu – klinoptilolitu fyzikálnou adsorpciou dusíka. Petroleum&Coal 49 (1), 34-40, 2007

Potenciální vliv materiálů ve styku s vodou na mikrobiální růst

Jana Říhová Ambrožová[1)]; Jaroslav Říha[2)]; Kristýna Kubernová[1)]

[1)] VŠCHT FTOP ÚTVP Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6, *jana.ambrozova@vscht.cz*

[2)] Severočeské vodovody a kanalizace, a.s., závod Teplice, Přítkovská 1689, 415 50 Teplice, *jaroslav.riha@scvk.cz*

Abstrakt

Příspěvek je zaměřený na problematiku testování materiálů, které přicházejí do kontaktu s vodou určenou k přímé spotřebě. Legislativní předpisy částečně omezují a někdy i znesnadňují správné použití „nových“ výrobků a technologií (vyhl. č. 409/2005 Sb.) díky i jednostrannému testování, které je založené na výluhových zkouškách (např. spáry vodojemů s plísněmi, nárosty v potrubích, koroze). Na zvážení jsou normy, v současné době v připomínkovacím řízení, které nabízejí alternativní řešení. Na místě je diskuse ohledně norem, které se týkají této problematiky. Interpretována je metodika testů na jednoduchém případě hodnoceného systému.

Klíčová slova: legislativní předpis; nové materiály; styk s pitnou vodou; mikrobiální růst; biofilm

Summary

Paper is aimed at problems of testing material in contact with water assessed for direct consumption. Legislative regulations, however, limit using of „new” products and technologies (No. 409/2005 Coll.) thanks one-sided testing that not have to be always suitable set (e.g. reservoir with fungi, buckle in pipe lines, corrosion). At consideration, there are specifications and norms, in present time in drafts that have alternative solutions. Discussion with regard to norms and legislation is needed. The methodology of tests on simple case of evaluated system is interpreted.

Keywords: legislation; new materials; contact with drinking water; microbial activity; biofilm

1. Legislativní předpisy a realita

Materiály přicházející do styku s pitnou vodou musí vykazovat shodu s vyhl. č. 409/2005 Sb., *o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody*. Vyhláška stanovuje hygienické požadavky, dle §1 odst. 1 a), na složení a značení výrobků určených k přímému styku s pitnou nebo teplou vodou nebo surovou vodou a **úpravu jejich povrchů**. *Výrobky přicházející do přímého styku s vodou musí být, dle §3 odst. 1, vyrobeny v souladu se správnou výrobní praxí tak, aby za obvyklých a předvídatelných podmínek používání nedocházelo k přenosu jejich složek do vody v množství, které by mohlo být nebezpečné pro lidské zdraví, nebo způsobit nežádoucí změny ve složení vody, popř. ovlivnit její senzorické vlastnosti, a dále nesmějí obsahovat patogenní mikroorganismy a být zdrojem mikrobiálního nebo jiného znečištění vody ... nad limity stanovené právním předpisem* [1]. Pokud se zaměříme blíže na specifikaci materiálů, používaných ve vodárenství, uvádí výše zmíněná vyhláška charakter povrchů včetně jejich negativního vlivu na pitnou vodu §3 (požadavek na výrobu) a §8 (povrchová úprava nátěrem, pocínováním, povlakem z plastů), §12 je pak speciálně věnovaný popisu materiálů potrubí a vodojemů (vnitřní výstelka na bázi cementu). Dle vyhlášky, se podíl materiálu na znečištění zjistí

výluhovou zkouškou, kterou popisuje její příloha č. 1. Ve výluhu se zjišťuje přítomnost a koncentrace složek, které jsou charakteristické jako přirozená součást nebo možná nečistota pro zkoušený výrobek a jsou rizikové z hlediska ochrany zdraví obyvatelstva. Zkušební vzorek výrobku určený pro styk s pitnou vodou se zkouší postupně ve třech po sobě následujících 72hodinových intervalech při teplotě zkušební vody 23±2 °C. Z výluhů (extraktů) každého časového intervalu zvlášť se provádějí chemické rozbory a stanovují se hodnoty koncentrací sledovaných ukazatelů. Pro provedení výluhových zkoušek se používá zkušební voda (voda bez chloru, s vodivostí menší než 2 mS/m a obsahem TOC menším než 0,2±0,1 mg/l). Zkušební vzorky nátěrů nebo povlaků se připraví natřením nebo nanesením zkoušeného nátěru nebo povlaku na destičky z nerezové oceli či pískem matovaného skla. Minimální rozsah stanovovaných ukazatelů výluhů z nátěrových hmot je TOC, $CHSK_{Mn}$, mangan, kadmium, olovo, fenoly, pH, barva, zákal, pach, chuť, těkavé organické látky (benzen, toluen, styren, ethylbenzen, xyleny). Doporučením je ověřit přítomnost dalších organických látek kvalitativním vyšetřením GC/MS [1].

Shrneme-li výše uvedené citace z vyhlášky č. 409/2005 Sb., je výběr materiálů používaných pro výrobu produktů určených pro styk s pitnou vodou řízen na základě technických požadavků a kritérií ovlivňujících kvalitu vody ve smyslu uvolnění látek a ovlivnění pachu a barvy vody. Mikroorganismy ve vodném prostředí mají snahu připojit se k povrchu pevných látek, konstrukční materiály jsou vhodným podkladem. U běžně používaných materiálů není hodnocena případná podpora mikrobiálního růstu a tvorby biofilmu, popř. zohledněna biologická nestabilita pitné vody ve styku s materiálem. Hygienický (mikrobiologický) problém může totiž nastat i v případě, kdy materiál podporuje pomnožení mikroorganismů. Jedná se o materiály obsahující organické látky, které mohou být utilizovány mikroorganismy a mohou vést ke zhoršení organoleptické, fyzikální a mikrobiologické kvality vody. Je znám fakt vzájemné vazby mezi potenciálním nárůstem mikroorganismů za tvorby biofilmu, uvolňováním buněk do vody či přežívání v biofilmu a spotřebou dezinfekčních prostředků. Vlivem některých environmentálních faktorů, např. teploty vody, přítomností dezinfekčních činidel, případného zbytkového množství mikroorganismů apod. se může tato situace ještě umocnit. 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.

Z vodárenské praxe jsou známy případy, kdy se jako konstrukční materiál použil prvek, který měl sice shodu s vyhl. č. 409/2005 Sb. (popř. 38/2001 Sb.), nicméně vlivem charakteru a podmínkám prostředí došlo k sekundárním hygienickým závadám pitné vody. Například recyklovaný granulát použitý na výrobu polyethylenové trubky měl deklarován požadavek pro styk s pitnou vodou, ale voda vykazovala organoleptické a mikrobiologické závady, nebo již dříve zmiňovaný případ rekonstrukce vodojemu vyspárováním tmelem, který nebyl vhodný pro styk s pitnou vodou (bohaté nárosty plísní ve vytmelených spárách) apod. [2].

Velmi zajímavá je studie z roku 2011 [3], která byla založena na sledování modelu simulujícího podmínky v distribučních sítích s pitnou vodou. Při sledování byla zohledněna teplota, tlak, rychlost proudění a složení vody, kterou byla pitná voda z distribuční sítě, navíc bylo doplňováno železo, vápník a hydrogenuhličitany. Po dobu

2 let byly testovány materiály z nerezové oceli, např. druhy feritické, austenitické a duplexní, které byly porovnávány v praxi s běžně používanými materiály, např. měď, pozinkovaná ocel, polyethylen a cement. Po 15ti měsících bylo dosaženo rovnovážného stavu u všech materiálů, ve smyslu povrchové kontaminace. Výsledky prokázaly, že hodnocené materiály významně ovlivňují složení mikrobiálních biofilmů (početnost, druhová diverzita, životaschopnost) a že maximální stupeň znečištění a kinetika tvorby biofilmu (*biofouling*) významně závisí na typu materiálu. Například heterotrofní bakterie (kultivovatelné) dosahovaly u korozivzdorných ocelí poměrně relativně rychle stabilní úrovně. Nižší kontaminace heterotrofními bakteriemi byla zaznamenána, zřejmě díky bakteriostatické povaze u mědi. Na konci studie byla nejnižší úroveň kontaminace zjištěna u mědi a pozinkované oceli. Enterobakterie byly zjištěny ve všech biofilmech, kromě mědi a dvou typech nerezové oceli (austenitické a duplexní), značná množství enterobakterií byla zaznamenána na cementu a polyethylenu. Nitrifikační bakterie, které mohou podporovat populaci heterotrofních bakterií tím, že z přítomného anorganického uhlíku vytvářejí dostatek organické uhlíku pro další mikrobiální populace, byly nalezeny na všech materiálech. Po dvou letech expozice bylo SEM (skenovací elektronovou mikroskopií) zjištěno, že biofilmy pokrývají celý povrch všech materiálů s výjimkou pozinkované oceli.

2. Nové metody zohledňující podporu mikrobiálního růstu

V roce 2012 byl TNK Kvalita vod zaslán návrh normy prEN 16421 *Influence of materials on water for human consumption – Enhancement of microbial growth* (EMG), který se otázkou schopnosti materiálů podporovat mikrobiální růst v pitné vodě zabývá [4]. Pozornost je zaměřena na nekovové materiály, které jsou v expozičních zkouškách hodnoceny 3 metodami. Jedná se o metodu využívající měření koncentrace ATP (viz Metoda 1), metodu měření tvorby biofilmu (viz Metoda 2) a metodu hodnocení mikrobiální aktivity na základě snížení koncentrace rozpuštěného kyslíku (viz Metoda 3). K odhadu mikrobiálního nárůstu na exponovaných materiálech se využívá přírodní směsi vodních organismů. Metody 1 až 3 mají svá omezení, neposkytují informace a doporučení, která se týkají fyzikální a chemické povahy vzorku, toxikologického působení či rezistence k detergentům nebo dezinfikantům. Taktéž neřeší případnou patogenitu mikroorganismů, jejichž počty se mohou zvýšit při zkoušce uvolňováním nutrientům 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.

Metoda 1: Metoda využívající změny koncentrací ATP (adenosintrifosfát) jako měřítko mikrobiální aktivity (vychází z CPDW projektu z roku 2003 [4]) stanovuje potenciál tvorby biomasy (BPP), což je růst mikroorganismů za přítomnosti materiálu inkubovaného po určitou dobu v biologicky stabilní vodě. Jedná se v podstatě o metodu zkoušení schopnosti materiálu podporovat mikrobiální růst. Ke zkoušce se používá pitná voda, přičemž se rezidua chlóru neutralizují filtrací skrze granulované aktivní uhlí. Inokulem je čerstvě odebraná povrchová voda, která se filtruje skrze membránové filtry (1,2 μm). Filtrát s viditelnou přítomností zelených řas je nevhodným typem inokula. Zkouška je uzpůsobena jako vsádkové testy, kdy se každých 7 dní vymění zkušební voda a po 56, 84 a 112 dnech inkubace se stanovuje podíl aktivní biomasy měřením ATP. Metoda zohledňuje sledování přisedlé i suspendované biomasy vyjádřené jako ng ATP/dm^2. Metodu je možné použít pro zkoušky materiálů homogenních, nehomogenních, spojovacích a obkladových materiálů. Požadavkem je poměr povrchu zkoušeného materiálu k objemu zkoušené vody (0,16±0,02) cm^{-1}, tzn., že zkoušený materiál o ploše (0,50±0,05) dm^2 je ponořený ve vodě o objemu (900±20) ml. (Např.

u materiálů PVC-U, PVC-C, nerezová ocel byla zjištěna hodnota 50 pg ATP/cm^2, silikonová guma vykazovala 450 pg ATP/cm^2 a navíc podporovala růst legionel [5].)

ATP ($C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3$) je energeticky bohatá sloučenina přítomná v každé živé buňce, proto umožňuje zjistit míru aktivní biomasy. Vitální buňka získává energii hydrolýzou ATP na ADP (nebo AMP), podíl ATP v buňce závisí na metabolické aktivitě. Měření ATP je ve své podstatě odhadem podílu mikrobiální biomasy a tudíž i úrovně aktivní biomasy. Vlastní měření je založeno na reakci luciferinu s luciferázou (uvolněním ze světlených kvant), probíhající za přítomnosti volného ATP. V průběhu reakce se uvolňuje světlo. Optimálně se tvoří 1 foton světla na 1 molekulu ATP. Generované světlo se měří s použitím citlivého fotometru a je vyjádřeno jako RLUs (Relative Light Units, relativní světlené jednotky).

Metoda 2: Metoda měření objemu biomasy byla poprvé aplikována v roce 1984. Testovaný materiál se povrchově upraví dezinfekčním činidlem, promyje se a exponuje do modelu s pomalu proudící vodou. V průběhu zkoušky se postupně zkoušené (testované) vzorky materiálů vyjímají a z jejich povrchu se odebírá biomasa, jejíž objem je kvantitativně měřen po centrifugaci (10 minut při 3000 *g* nebo 5 minut při 4000 *g*). Vzorky se kontrolují ve zvolených zkoušených periodách, např. po 1, 2 a 3 měsících testování, norma navrhuje volitelně konec doby expozice až 16 týdnů. Zvolením vhodných zkoušených period lze obdržet výsledky zkoušek s četností 4×4 týdny, 2×8 týdnů, a nebo 1×12 týdnů. Metodu je možné použít pro cementované materiály, nátěry, hadice, trubky, spojovací a obkladové materiály. Požadavkem je rozměr bločků (20×20×0,2) cm, popř. plocha alespoň 800 cm^2.

Metoda 3: Metoda měření spotřeby rozpuštěného kyslíku hodnotí mikrobiální aktivitu na základě snížení koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě. Podstatou metody je inokulace pitné vody směsí přírodně se vyskytujících vodních mikroorganismů. Růst a aktivita mikrobiální populace je vyjádřena nepřímo na základě spotřeby rozpuštěného kyslíku. Metoda definuje mikrobiální flóru v použitém inokulu, minimální obsah presumptivních koliformních bakterií ve 100 ml (< 10) a rozsah počtu presumptivních pseudomonád (1 - 250). Zkoušeným materiálem může být vzorek s celkovým povrchem plochy (15000±500) mm^2. Metodu je možné použít pro cementované materiály, organická aditiva, adheziva, nátěry, elastomery a kompozity.

3. Monitoring tvorby biofilmů a hodnocení koroze

Problematikou sledování sekundární kontaminace, korozních procesů, změn jakosti vody při její dopravě a případné tvorby biofilmů jsme se zabývali v rámci několika projektů a zakázek. Výstupem z projektu QD 1003 „ Výzkum efektu úpravy vody na její jakost při prodlužujícím se zdržení v rozvodné síti“, byla publikace, která se zaměřila na sledování tvorby biofilmů a postupu tvorby koroze na kovových materiálech používaných ve vodárenských provozech [6]. K hodnocení byla použita metoda vycházející z normy TNV 75 7151, tj. osazení kupónů a jejich expoziční zkoušky, které spočívají v určení rozdílu hmotnosti vzorku před a po expozici [7]. Biologické zkoušky zde byly omezeny na stanovení mikroskopického obrazu (stěr ze skleněného kupónu), přítomnost heterotrofních bakterií kultivačními technikami zjišťována nebyla. Technické doporučení I-D-48 z roku 2008, které bylo vypracováno v rámci projektu 1G58052 „Výzkum řešení degradace jakosti pitné vody při její akumulaci“, je spíše směrováno na typ vodojemu s cílem postihnout vlivy měnící kvalitu distribuované pitné vody v závislosti na době zdržení ve vodojemech a distribuční síti, nikoliv však na přítomné biofilmy a další případná rizika [8].

Sledování biologické stability a problematice bezpečné pitné vody jsme se chtěli věnovat v dále navazujícím projektu, který bohužel nebyl Ministerstvem vnitra podpořen (*Strategické zásobování pitnou vodou v krizových situacích ve stávající vodohospodářské infrastruktuře*). Nicméně problematika preference materiálů organismy je tzv. „na programu dne“. Ucelenou studií je sledování tvorby biofilmu na různých konstrukčních materiálech ve vsádkových jednorázových testech. Ve spolupráci s Ústavem kovových materiálů a korozního inženýrství VŠCHT Praha probíhalo sledování tvorby biofilmu na různých konstrukčních materiálech (korozivzdorná ocel, mosaz, titan) s různou povrchovou úpravou, které byly vloženy do reálné vody (různě obohacené). Pro sledování tvorby biofilmu a postupu koroze byly použity expoziční zkoušky, při kterých se porovnávaly rozdíly mikrobiálního znečištění na vnitřních površích mezi jednotlivými exponovanými materiály a současně se hodnotil vliv obohacení chladicí vody peptonovou vodou a sírany na rozvoj biofilmu. Biologické hodnocení se omezilo na stanovení mikroskopického obrazu, mikrobiální aktivity na základě ATP a mikrobiologického rozboru (heterotrofní mikroorganismy - kultivovatelné při 22 °C a 36 °C, železité bakterie, mikromycety) [9, 10]. Použití metody stanovení ATP není, např. ve vodárenských provozech běžné. Inspirací pro použití této jednoduché a jednoznačně v terénu aplikovatelné metody byly výsledky zveřejněné studie z roku 2003 [4]. (Metodu stanovení ATP (swab stěrka a Luminometr PD-10) jsme využili již například v rámci projektu 1G58052 při hodnocení stavu vodojemů nebo hodnocení aplikace geotextilie na pomalém pískovém filtru [11]. Při hodnocení stěrů odebíraných ze stěn akumulačních nádrží se metoda ATP osvědčila, doplňovala informace o úrovních kontaminace na pádlových testerech.)

V průběhu expozice docházelo ke změnám počtu stanovovaných mikroorganismů jak v biofilmu, tak ve vodě. V biofilmu byly přítomny především heterotrofní a železité bakterie, bezbarví bičíkovci, kvasinkovité buňky a hyfy mikromycet. Zároveň byly zaznamenány rozdíly mezi jednotlivými typy materiálů. Biofilm se vytvářel především na vnitřním povrchu trubek všech testovaných materiálů. Zvyšující se hodnoty korozních potenciálů během expozice znamenaly vznik a rozvoj biofilmu na povrchu všech typů vzorků, přitom nejvyšších hodnot bylo dosaženo u oxidovaných a tryskaných vzorků. Jako nejvhodnější povrch pro uchycení mikroorganismů se ukázal povrch korozivzdorných ocelí s povrchovou úpravou oxidace při 600 °C, tryskání a broušení, nejméně na povrchu mosazi a titanu a korozivzdorné oceli s povrchovou úpravou moření. Při vizuálním hodnocení bylo pozorováno bodové napadení na vnitřním povrchu korozivzdorných ocelí s povrchovou úpravou tryskání, moření a ve dvou případech i u povrchové úpravy oxidace při 600 °C. Důlky byly malých rozměrů, proto hmotností úbytky většinou zaznamenány nebyly. Pozorovaná bodová napadení potvrzují předpoklad náchylnosti korozivzdorné oceli k bodové korozi ve vodném prostředí obsahující chloridy. Ze stanovení ATP luminiscenční metodou vyplynulo, že tato metoda zaznamenávala změny (poklesy, nárůsty) v množství mikroorganismů ve volné vodě a v biofilmu podobně jako kultivační metody.

4. Diskuse a závěry

V případě rekonstrukcí vodárenských objektů a distribučních sítí bychom měli přihlédnout k výběru vhodných materiálů, odpovídajících nejen požadavkům vyhl. č. 409/2005 Sb., ale i respektujících prostředí, kde jsou aplikovány. Významné a v praxi několikrát ověřené je i sledování vlivu materiálů na možnou podporu mikrobiálního růstu.

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. Hydrodynamické podmínky ovlivňují transport živin, jejich přenos dovnitř biofilmu, reakční rychlosti v biofilmu a i jeho přilnavost k povrchu. Výsledkem interakce mikroorganismů s konstrukčními materiály je vytvoření více či méně souvislé vrstvy biofilmu na povrchu konstrukčního materiálu. Důsledkem aktivity mikroorganismů v biofilmu na povrchu kovů je koroze kovu. Dochází buď k iniciaci korozního napadení, za podmínek, při kterých by k napadení nedocházelo, kdyby biofilm neexistoval, nebo dojde ke změně režimu koroze (např. z rovnoměrné koroze na lokalizované napadení). Přítomnost biofilmu však ještě neznamená, že nastane významné ovlivňování koroze. To záleží na mnoha faktorech, především na podmínkách panujících ve vzniklém biofilmu. Vhodným místem pro uchycování mikroorganismů jsou póry ve svarovém kovu, u korozivzdorných ocelí jsou tyto oblasti nejpravděpodobnějším místem korozního napadení. Měření korozního potenciálu poskytuje informace o stavu činnosti mikroorganismů v biofilmu. Materiály s rozvinutým biofilmem mají vyšší hodnoty korozního potenciálu než by tomu bylo v nepřítomnosti biofilmu. Studie z roku 2011 potvrdila, že nebylo dosaženo žádného ustáleného stavu a že biofilm lze považovat za dynamický systém, jehož rozvoj zahrnuje sled metastabilních fází. V porovnání s ostatními materiály hodnocených v této studii poskytují nerezové oceli dobrý kompromis pro dosažení pitné vody v síti.

Snadné provedení stanovení ATP (luminometrem) a především získání okamžitých výsledků lze využít v provozu hlavně, pokud je třeba rychle získat přehled o stavu mikrobiální kontaminace.

Poděkování: Publikace byla vytvořena v rámci projektu MSM 6046137308.

Použitá literatura

[1] Vyhláška č. 409/2005 Sb. o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody.

[2] Kožíšek, F., Kos, J. a Pumann, P. 2006. Hygienické minimum pro pracovníky ve vodárenství, SOVAK Praha 2006, 74 s.

[3] Allion A., Lassiaz, S., Peguet, L., Boillot, P., Jacques, S., Peultier, J. and Bonnet, M.-C., 2011. A long term study on biofilm development in drinking water distribution system: comparison of stainless steel grades with commonly used materials. Revue de Métallurgie, 108, 259–268.

[4] prEN 16421 Influence of materials on water for human consumption – Enhancement of microbial growth (EMG).

[5] 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.

[6] Hubáčková J., Slavíčková K. a Říhová Ambrožová J., 2006. Změny jakosti pitné vody při dopravě, Výzkum pro praxi, SEŠIT 53. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha, 96s.

[7] TNV 75 7121 Požadavky na jakost vody dopravované potrubím. Hydroprojekt CZ, a.s. Praha, srpen 2002, s. 18

[8] Říhová Ambrožová, J., Hubáčková, J. a Čiháková, I., 2008. Konstrukční uspořádání, provoz a údržba vodojemů. Technické doporučení (I-D-48), Hydroprojekt CZ, a.s.: 60 pp., AA 4,8

[9] Kubernová, K., 2012. Studium tvorby biofilmů na materiálech používaných v energetických systémech. Diplomová práce VŠCHT ÚTVP Praha.

[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] Javůrková, L., Říhová Ambrožová, J., Říha, J. 2010. Aplikace geotextilie na pomalém pískovém filtru. Sbor. konf. Vodárenská biologie 2010, Praha 3.-4.2. 2010, s. 74-82, ISBN 978-80-86832-48-7

Vliv chemických a fyzikálních faktorů na separační účinnost flotace rozpuštěným vzduchem

doc. Ing. Petr Dolejš, CSc.[1,2]; Ing. Pavel Dobiáš[1]; Ing. Klára Štrausová, Ph.D.[1]

[1] W&ET Team, Písecká 2, 370 11 České Budějovice
[2] FCh VUT, Brno

Úvod

Flotace rozpuštěným vzduchem je velmi účinný separační proces. Věnovali jsme mu již několik publikací, ve kterých jsme popsali jak výsledky z našich poloprovozních experimentů, tak z provozu zatím první flotace v ČR a ve střední a východní Evropě na ÚV Mostiště [1-4]. Z nejnovější zahraniční literatury chceme upozornit na vynikající knihu jedněch z nejpovolanějších autorů ve světě, prof. Ezdwalda a Haarhoffa [5],

Je samozřejmé, že se snažíme, aby tento první separační stupeň měl co nejvyšší účinnost, aby se tak snížilo zatížení následného separačního stupně (filtrace vrstvou zrnitého materiálu nebo membránové filtrace). Tím se nejen zlepší ekonomika provozu celé technologické linky, ale také se tím většinou zlepší kvalita upravené vody, resp. její zabezpečení proti průniku nežádoucího znečištění do pitné vody. Na účinnost flotace má, stejně jako celou technologickou linku, vliv řada fyzikálních a chemických faktorů. O vlivu jednoho z nich, míchání, jsme již publikovali kolektivní příspěvek, který byl reakcí na nepochopení základních fyzikálních principů v některých dříve publikovaných sděleních [6].

V tomto příspěvku uvedeme vliv několika dalších proměnných, kterým je třeba věnovat pozornost, pokud chceme flotaci provozovat na dobré úrovni a využít možností, které tento vynikající separační proces skýtá.

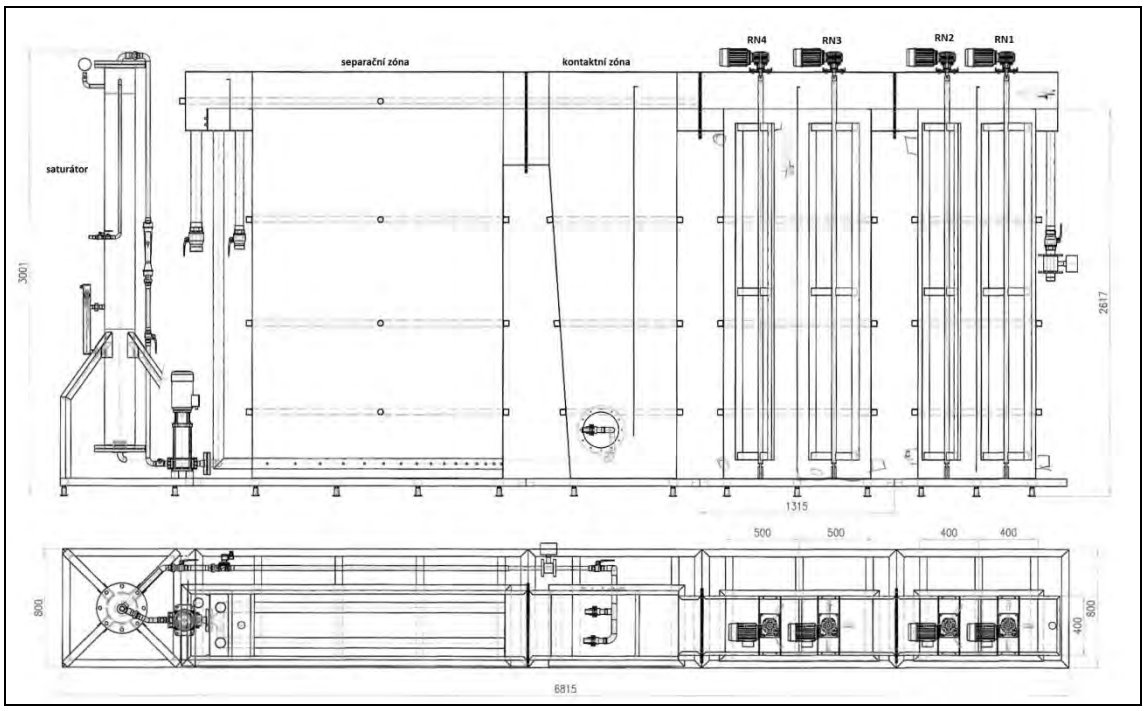
Metodika

V průběhu poloprovozních experimentů měla surová voda proměnné parametry zejména v množství organismů, chemické složení se výrazně nelišilo. Pro orientaci uvádíme průměrné hodnoty za období našich experimentů

CHSK(Mn)	2,35 mg/l
A254 nm	0,080 [1 cm]
pH	7,65
KNK 4,5	1,0 mmol/l
Teplota	5,0 ^{o}C

Při našich modelových experimentech bylo pracováno při povrchovém zatížení od 10 do 17.5 m/h.

Jako agregace před flotací sloužily čtyři míchané komory modelového zařízení, ve kterých je při povrchovém zatížení 10 m/h doba zdržení celkem 20 minut, která je rozdělena do čtyř agregačních reaktorů. Tato celková doba zdržení byla odpovídajícím způsobem kratší v případě měření při vyšších povrchových zatíženích. Při nejvyšším testovaném povrchovém zatížení (17.5 m/h) se zkrátila na 11.5 minuty. Schéma modelu flotace je na obr. 1 a jeho fotografie při měření je na obr. 2.



Obr. 1 *Schéma modelového flotačního zařízení*

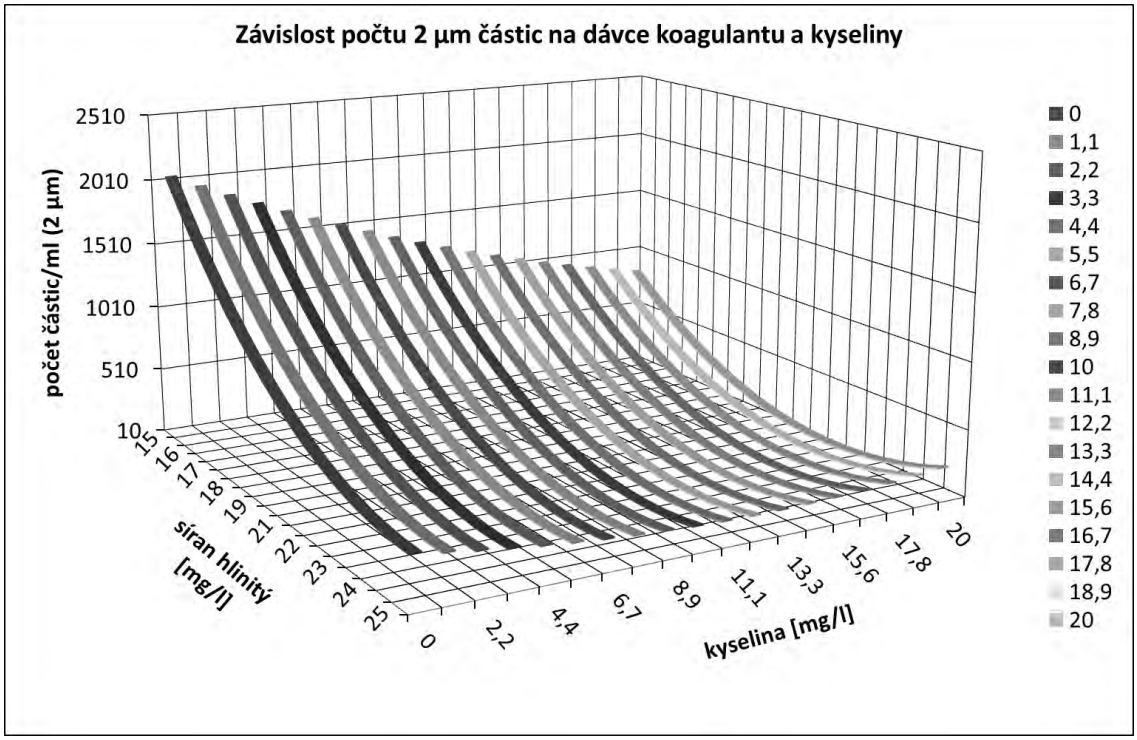
Obr. 2 *Model flotace*

Výsledky

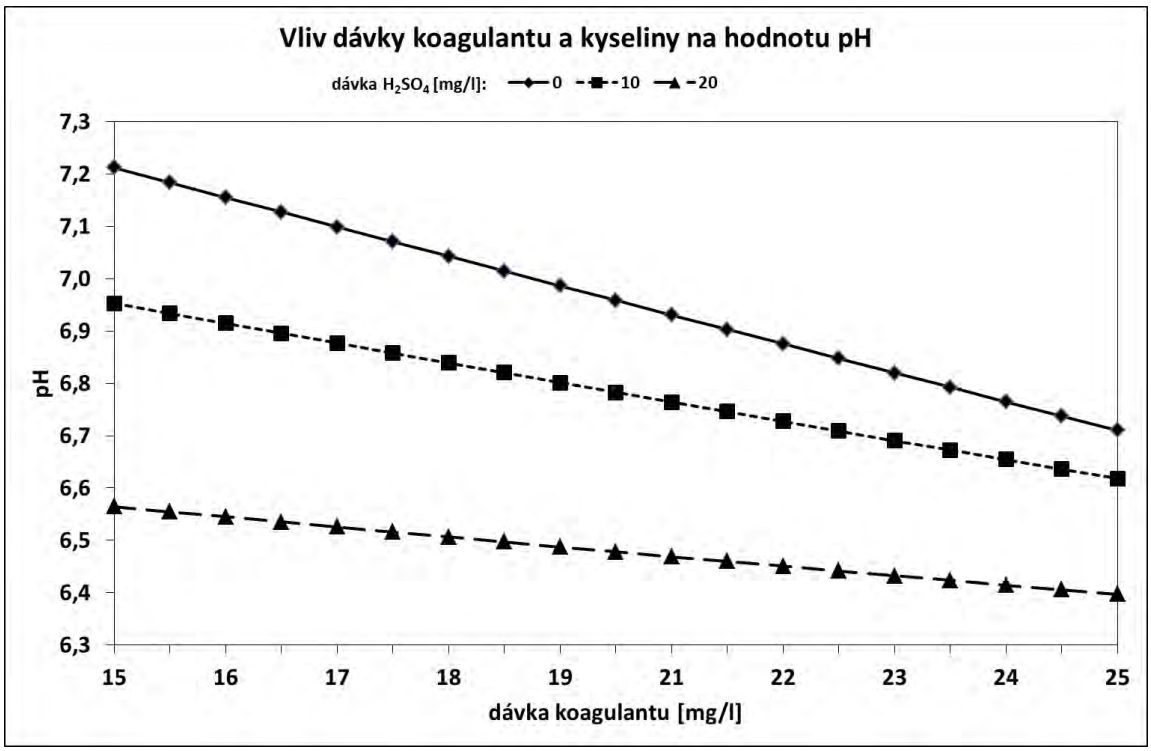
Možnosti optimalizace chemismu koagulace a agregace suspenze v závislosti na dávce koagulantu a dávce kyseliny vidíme na obr. 3. Odpovídající hodnoty pH můžeme odečíst z obr. 4. Je zřejmé, že separační účinnost flotace by bez úpravy pH vyžadovala výrazně vyšší dávky síranu hlinitého. Nastavení vhodných dávek koagulantu i hodnoty pH umožní nejenom uspořit provozní náklady, ale také snížit produkci kalu a zvýšit separační účinnost. To vidíme nejenom na počtech měřených počítačem částic ARTI (Hach-Lange), ale také na zbytkové UV absorbanci (obr. 5).

Obr. 6 ukazuje výsledky faktorového pokusu, který studoval vliv dvou fyzikálních proměnných na zbytkovou UV absorbanci. Na osách jsou vyneseny hodnoty rychlostních gradientů pro třetí a čtvrtou komoru modelového zařízení. Faktory fyzikální se v tomto případě neprojevují tak výrazně, jako faktory chemické, protože míchání ovlivňuje jen ortokinetickou fázi agregace, ale i jejich optimalizací můžeme dosáhnout dalšího zlepšení separační účinnosti.

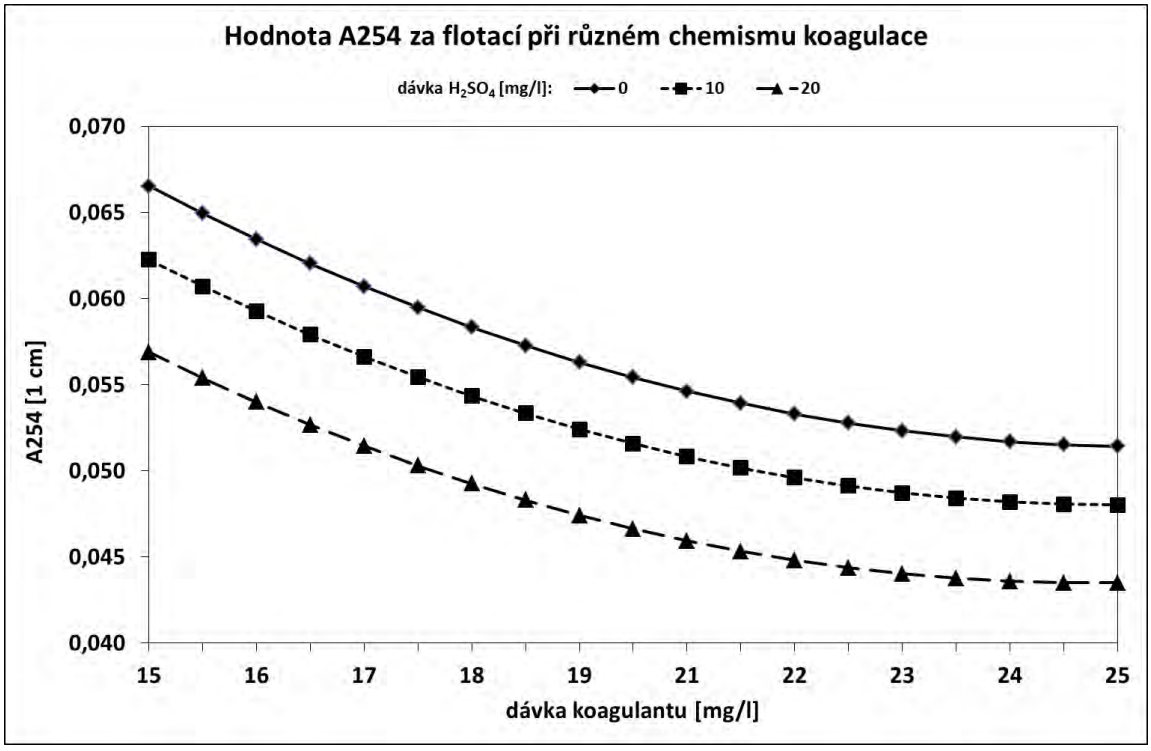
Z výsledků je patrné, že separační účinnost flotace je závislá jak na fyzikálních tak na chemických parametrech a jejich optimalizaci bychom měli v provozu věnovat náležitou pozornost, protože mohou výrazně pomoci získat z instalovaného zařízení co nejvyšší účinnost prakticky jen za to, že vynaložíme trochu kvalifikovaného pracovního času na poznání, jak to udělat. Tato investice se jistě rychle vrátí v provozních úsporách a odměnou bude i lepší kvalita upravené pitné vody. Bohužel je jí stále věnováno jen velmi málo pozornosti. Dokonce bych řekl, že čím dál méně, protože ti, kdo by se o ni měli starat - technologové - jsou jednak zavaleni papírovou činností, jednak nemají dnes již skoro vůbec k dispozici laboratorní a experimentální zázemí.



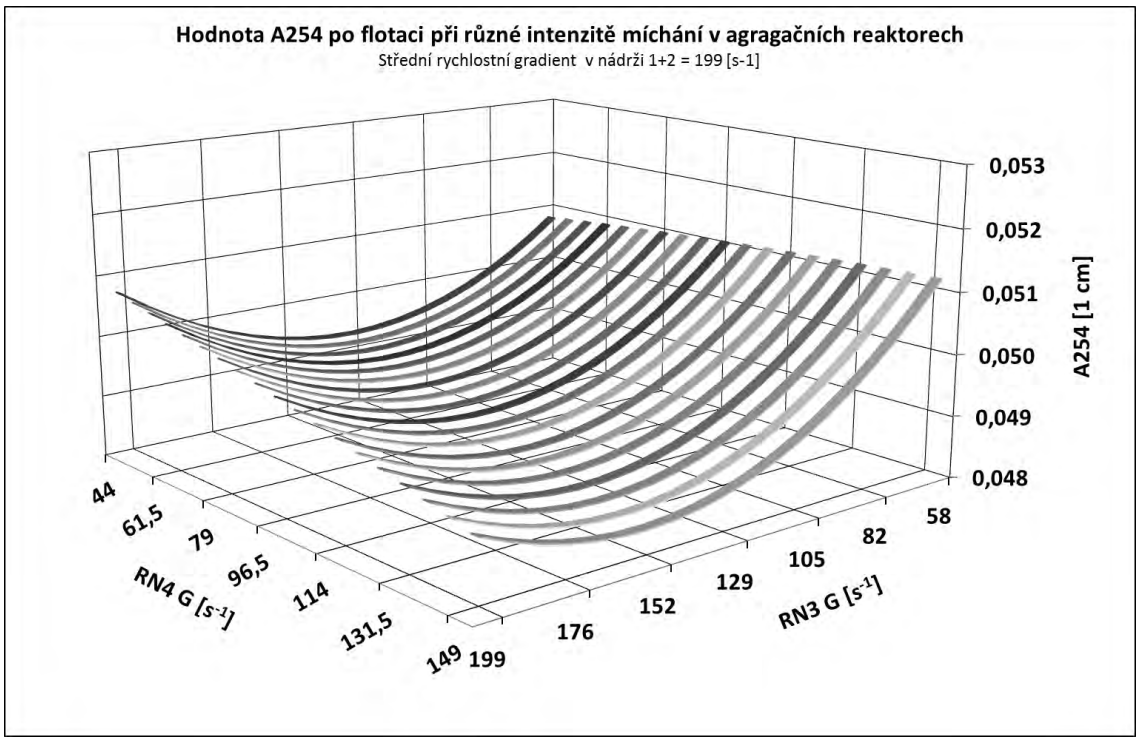
Obr. 3 *Vliv dávky koagulantu a kyseliny na počet 2 µm částic za flotací*



Obr. 4 *Vliv dávky koagulantu a kyseliny na hodnotu koagulačního pH*



Obr. 5 *Vliv dávky koagulantu a kyseliny na hodnotu zbytkové UV absorbance*



Obr. 4 *Vliv intenzity míchání na separaci vzniklé suspenze flotací rozpuštěným vzduchem*

Závěry

Pro dosažení vysoké separační účinnosti flotace je potřeba optimalizovat jak fyzikální tak chemické parametry. V provozu bychom tomu měli věnovat náležitou pozornost, protože mohou výrazně pomoci získat z instalovaného zařízení co nejvyšší separační účinnost.

Provozní optimalizaci procesů, které se při úpravě vody uplatňují, je věnováno stále velmi málo pozornosti. Tato investice se vždy vrátí v provozních úsporách a v neposlední řadě i lepší kvalitě upravené pitné vody.

Literatura

1. Dolejš P.: Flotace rozpuštěným vzduchem (DAF) pro úpravu pitné vody a její první provozní realizace v ČR. Vodní hospodářství 56, č. 4, s. 99-101 (2006).
2. Dolejš P., Dobiáš P.: Poloprovozní experimenty s flotací (DAF) při vysokém povrchovém zatížení. Sborník XIII. mezinárodní konference Voda Zlín 2009, s. 119-124. Moravská vodárenská, a.s., Zlín 2009.
3. Dolejš P., Štrausová K., Dobiáš P.: Modelové porovnání separační účinnosti flotace na různých lokalitách. Sborník konference s mezinárodní účastí Pitná voda, s. 175-182. Hydrotechnológia Bratislava s.r.o, Bratislava 2010.
4. Dolejš P., Dobiáš P., Štrausová K.: Modelové stanovení návrhových parametrů flotace. Sborník konference Optimalizácia a modernizácia zásobovania pitnou vodou, s. 101-106. Hydrotechnológia Bratislava s.r.o., Bratislava 2012.
5. Edzwald J.K. and Haarhoff J. (2012) Dissolved air flotation for water clarification. McGraw Hill, New York.
6. Dolejš P., Janda V., Kratěna J., Drbohlav J., Látal M., Hlaváč J.: Teorie tvorby vloček perikinetickou a ortokinetickou koagulací a její význam pro praxi. SOVAK, 20, s. 306-308 (2011).

Vplyv hydraulického zaťaženia na usadzovacie rýchlostí suspenzie v pozdĺžnej usadzovacej nádrži v ÚV Málinec

Ing. Karol Munka, Ph.D.; Ing. Monika Karácsonyová, Ph.D.;
Dpt. Stanislav Varga; Ing. Monika Vicenová

Výskumný ústav vodného hospodárstva, Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava

---

1. ÚVOD

Úpravňa vody Málinec upravuje povrchovú vodu z vodárenskej nádrže Málinec, ktorá má celkový objem 26,62 mil. m^3 a je situovaná v nadmorskej výške 346,5 m n.m. Úpravňa vody Málinec má dvojstupňovú technológiu a bola naprojektovaná na výkon 280 l/s. Technologická linka pozostáva z dávkovania železitého koagulantu, hydrátu vápenatého a flokulantu na prítoku do dvoch vertikálnych hydraulických rýchlomiesičov. Z vertikálnych hydraulických rýchlomiesičov je upravovaná voda privedená do štyroch vločkovacích nádrží s dierovanými stenami. Z pomalého hydraulického miešania upravovaná voda kontinuálne preteká do štyroch pozdĺžnych usadzovacích nádrží, pričom technologická časť pomalého hydraulického miešania s prvým stupňom separácie suspenzie tvorí jeden spoločný stavebný objekt. Z pozdĺžnych usadzovacích nádrží priteká upravovaná voda na dvanásť otvorených pieskových filtrov s vrchnou vrstvou antracitu. Na prítoku do akumulačnej nádrže je dávkovaný hydrát vápenatý a na dezinfekciu vody sa používal plynný chlór, neskôr sa začalo využívať aj UV žiarenie.

2. METODIKA PRÁCE

2.1. Meranie usadzovacích rýchlostí suspenzie

Meranie usadzovacích rýchlostí suspenzie, posúdenie sklonu k vytváraniu skratových prúdov a zistenie charakteru prúdenia vody bolo experimentálne zisťované v pozdĺžnej usadzovacej nádrži č.4 v ÚV Málinec. Meranie usadzovacích rýchlostí suspenzie sa uskutočnilo v štyroch priečnych profiloch (I, III, V, VIII) kolmých na smer prúdenia vody, ktoré boli vzdialené od vtoku upravovanej vody do pozdĺžnej usadzovacej nádrže 7,25; 16,25; 25,25 a 38,75 m. V každom priečnom profile sa meranie usadzovacích rýchlostí suspenzie uskutočnilo v troch miestach (A, B, C). V smere prúdenia vody bolo miesto A vzdialené 1,5 m od ľavej steny nádrže, miesto B bolo lokalizované v strede nádrže (vzdialenosť 3 m od ľavej a súčasne aj pravej steny nádrže) a miesto C bolo vzdialené 1,5 m od pravej steny nádrže. Meranie usadzovacích rýchlosti suspenzie bolo postupne urobené pri troch rôznych prietokoch vody pozdĺžnou usadzovacou nádržou, a to 30, 50 a 70 l/s, čo znamená, že spolu bolo vykonaných 36 meraní usadzovacích rýchlostí suspenzie.

Meranie usadzovacích rýchlostí suspenzie v pozdĺžnej usadzovacej nádrži bolo realizované takým spôsobom, že z obslužného mostíka nad nádržou bol do vody pomaly spúšťaný usadzovací valec z plastového materiálu o priemere 50 cm. Výška usadzovacieho valca bola 400 cm, pretože hĺbka vody v jednotlivých profiloch (I, III, V, VIII) sa pohybovala v rozmedzí 315-328 cm. Najväčšia hĺbka vody (328 cm) bola v profile I, ktorý sa nachádzal najbližšie pri kalovej priehlbni a najnižšia hĺbka vody (315 cm) bola v profile VIII, ktorý sa nachádzal najbližšie pri zbernom žľabe. Na dne valca bola širšia plastová príruba, na ktorej bola pripevnená tesniaca guma na

zamedzenie prúdenia vody v dnovej časti valca. Doba spúšťania usadzovacieho valca na dno nádrže bola približne 1 minúta, čo znamená, že rýchlosť spúšťania valca dosahovala 5-6 cm/s. Týmto postupom sa dosiahlo izolovanie potrebného objemu upravovanej vody so suspenziou a možnosť sledovať separáciu suspenzie za statických podmienok. Vo výške 40 cm nad dnom usadzovacieho valca bol osadený ventil, na ktorom bola natiahnutá hadička a vyvedená do sania dávkovacieho čerpadla, ktoré bolo umiestnené na obslužnom mostíku. Z ventilu do stredu usadzovacieho valca bola zaústená rúrka, ktorou bola dávkovacím čerpadlom kontinuálne čerpaná voda s usadzujúcou sa suspenziou do pripravených vzorkovníc. Dráha usadzujúcich sa vločiek sa v jednotlivých odberných profiloch pohybovala v rozmedzí 275-288 cm. Osadenie ventilu vo výške 40 cm nad dnom bolo urobené z dôvodu, aby sa eliminoval vplyv prípadného zvírenia odsedimentovaných vločiek z dna nádrže a ich nasatia pri odbere vzoriek vody. Prietok vody bol nastavený tak, že do vzorkovnice o objeme 1,5 litra bola čerpaná voda vždy počas 10 minút a po jej naplnení sa usadzujúca suspenzia čerpala rovnakým prietokom do vymenenej vzorkovnice. Pri všetkých meraniach usadzovacích rýchlostí bolo čerpadlo uvedené do chodu po uplynutí 5 minút od spustenia usadzovacieho valca na dno nádrže. Každé jednotlivé meranie usadzovacích rýchlostí suspenzie trvalo 2 hodiny. Z odobratých vzoriek vody boli stanovené koncentrácie suspendovaných látok.

Vyššie uvedeným postupom merania usadzovacích rýchlostí suspenzie nemôže byť splnená podmienka, aby na začiatku merania bola koncentrácia suspendovaných látok v celom objeme usadzujúcej sa suspenzie rovnaká, pretože v jednotlivých priečnych profiloch v závislosti od vzdialenosti vtoku upravovanej vody do usadzovacej nádrže, došlo k zmenám v zastúpení častíc v dôsledku separácie častíc predovšetkým s vyššími usadzovacími rýchlosťami. Z tohto dôvodu boli pred samotným spustením usadzovacieho valca v príslušnom mernom profile a v jeho troch miestach odobraté odoberákom rovnomerne po výške vodného stĺpca 3 vzorky vody, z ktorých bola stanovená priemerná koncentrácia suspendovaných látok c_0 v čase t_0 t.j. na začiatku experimentálneho merania. Z dôvodu objektívnosti je treba poznamenať, že pri vločkujúcich suspenziách nie je ani možné dosiahnuť, aby na začiatku merania usadzovacích rýchlostí v statickom usadzovacom valci o výške aspoň 2 m (do ktorého je treba dať separovanú suspenziu), dosiahla sa rovnaká koncentrácia suspenzie v celom objeme, pretože akákoľvek snaha o naplnenie takéhoto valca suspenziou a jej homogenizácia vedie k výraznej zmene jej separačných vlastností, v krajnom prípade až k rozbitiu vločiek.

Údaje získané z merania usadzovacích rýchlostí boli vyhodnotené vo forme kriviek usadzovacích rýchlostí, ktoré vyjadrujú závislosť relatívneho zastúpenia častíc $P(u_i)$ voči usadzovacej rýchlosti u_i vzťahom (1):

$$P(u_i) = f(u_i) \qquad (1)$$

Relatívne zastúpenie častíc $P(u_i)$ bolo vypočítané podľa vzťahu (2):

$$P(u_i) = c_i/c_0 \qquad (2)$$

kde c_i je koncentrácia suspendovaných látok v usadzujúcej sa suspenzii v čase t a c_0 je koncentrácia na začiatku usadzovania (t = 0).

Pre koncentrácie suspendovaných látok c_i vo vzorkách odobratých v časoch t_i z hĺbky h_i bola usadzovacia rýchlosť u_i vypočítaná podľa vzťahu (3):

$$u_i = h_i/t_i \qquad (3)$$

Podiel odstránených suspendovaných látok pre usadzovacie rýchlostí odpovedajúce povrchovému hydraulickému zaťaženiu nádrže bol vypočítaný z kriviek usadzovacích rýchlostí pre každý merný profil a prietok vody.

2.2. Určenie charakteru prúdenia vody v pozdĺžnej usadzovacej nádrži

Kritérium umožňujúce určiť, aký bude druh prúdenia v nádrži, je Reynoldsovo číslo nádrže, ktoré sa vypočíta podľa vzťahu (4):

$$Re = R.v.\rho/\eta \quad (4)$$

kde R je hydraulický polomer nádrže, v – stredná prietočná rýchlosť vody, ρ – hustota vody, η – viskozita vody.

Hydraulický polomer nádrže sa vyjadruje ako pomer pretekanej plochy A_P k zmáčanému obvodu O a vypočíta sa podľa vzťahu (5):

$$R = A_P/O \quad (5)$$

Pre pozdĺžne usadzovacie nádrže s horizontálnym prietokom o šírke b sa hydraulický polomer vypočíta podľa vzťahu (6):

$$R = b.h/(b + 2.h) \quad (6)$$

kde h je výška hladiny vody v nádrži.

Prechodná oblasť medzi laminárnym a turbulentným prúdením je pri hodnotách Reynoldsovho čísla Re = 500 až 3 000. Za hraničnú možno považovať hodnotu Re = 3 000. Pretože na výpočet Reynoldsovho čísla je potrebné poznať hustotu a viskozitu vody, boli tieto veličiny experimentálne stanovené v každom profile, v ktorom sa uskutočnilo aj meranie usazovacích rýchlostí. Vzhľadom na minimálne rozdiely, boli do výpočtov vzaté priemerné hodnoty zo súborov nameraných hodnôt. Pre hustotu vody to bola hodnota $\rho = 1001{,}88\ kg.m^{-3}$ a pre viskozitu $\eta = 1980.10^{-6}\ kg.m^{-1}.s^{-1}$.

2.3. Posúdenie možnosti vytvárania skratového prúdenia v pozdĺžnej usadzovacej nádrži

Na posúdenie usadzovacích nádrží z hľadiska možného vytvárania skratového prúdenia sa používa Froudovo číslo Fr, ktoré sa vypočíta podľa vzťahu (7):

$$Fr = v^2/g.R \quad (7)$$

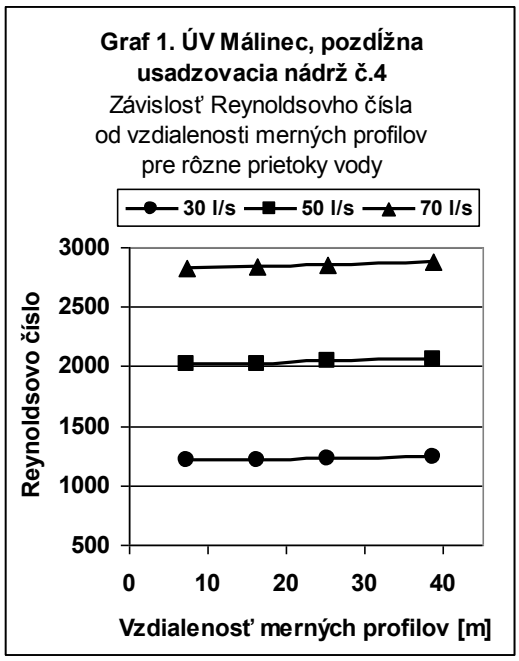
kde v je stredná prietočná rýchlosť vody, R – hydraulický polomer nádrže, g – tiažové zrýchlenie. V nádržích, kde $Fr > 10^{-5}$, bude sklon k vytváraniu skratového prúdenia s rôznou hustotou menší.

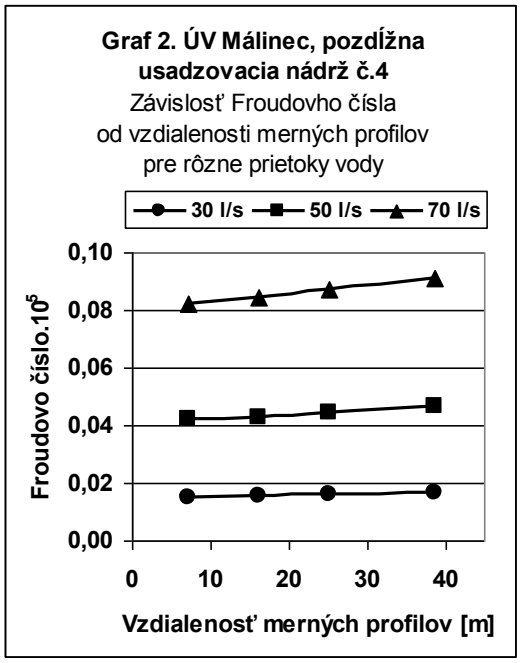
3. VÝSLEDKY

3.1. Charakter prúdenia vody v pozdĺžnej usadzovacej nádrži

Hydraulický polomer nádrže v smere prúdenia vody postupne klesal z hodnoty 1,470 m v I. mernom profile vzdialenom 7,25 m od vtoku vody do usadzovacej nádrže na hodnotu 1,435 m v VIII. mernom profile vzdialenom 38,75 m od vtoku vody. Rozdiel medzi maximálnou a minimálnou hodnotou hydraulických polomerov neprekročil 2,5 %.

Na grafe 1 sú znázornené závislosti Reynoldsovho čísla pre jednotlivé merné profily a pre prietoky vody 30, 50 a 70 l/s. Z týchto závislosti vyplynulo, že čím bol väčší prietok vody usadzovacou nádržou, tým vyššia bola aj hodnota Reynoldsovho čísla. Pri prietoku vody 30 l/s sa Reynoldsovo číslo pohybovalo v rozmedzí 1208-1234, pri prietoku 50 l/s bolo 2015-2058 a pri prietoku 70 l/s dosahovalo hodnôt 2820-2881. Pri prietoku vody 70 l/s, čo je projektovaný výkon pre každú zo štyroch pozdĺžnych usadzovacích nádrží, Reynoldsovo číslo dosahovalo takmer hraničnú hodnotu medzi prechodnou oblasťou medzi laminárnym a turbulentným prúdením a samotnou turbulentnou oblasťou prúdenia, za ktorú sa považuje hodnota Re = 3000.





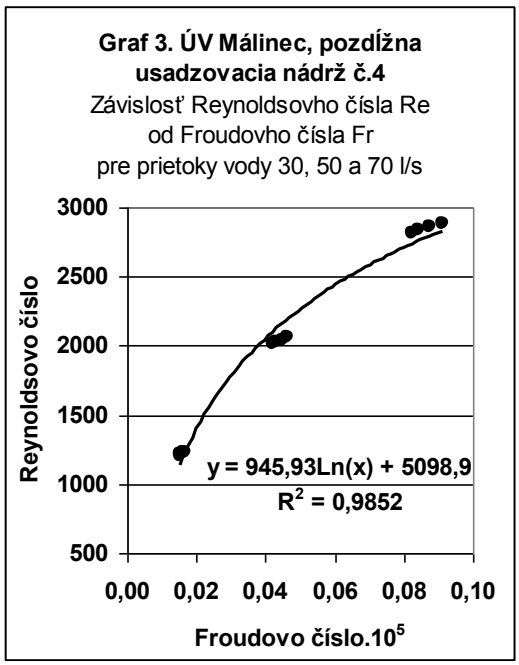
3.2. Skratové prúdenie v pozdĺžnej usadzovacej nádrži

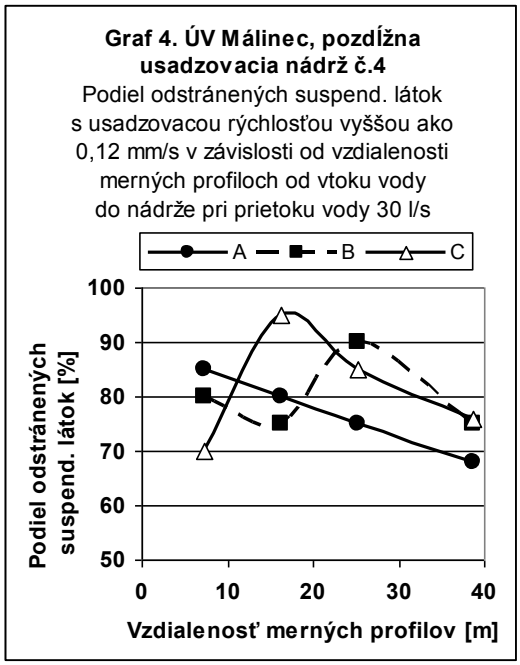
Na grafe 2 sú znázornené závislosti Froudovho čísla pre jednotlivé merné profily a pre prietoky vody 30, 50 a 70 l/s. Z uvedených závislosti vyplynulo, že so zvyšujúcim sa prietokom vody sa zväčšovali aj hodnoty Froudovho čísla. Pri prietoku vody 30 l/s sa Froudovo číslo pohybovalo v rozmedzí $0{,}0151.10^{-5}$-$0{,}0167.10^{-5}$, pri prietoku 50 l/s dosahovalo $0{,}042.10^{-5}$-$0{,}0464.10^{-5}$ a pri prietoku 70 l/s bolo $0{,}0823.10^{-5}$-$0{,}0910.10^{-5}$. Pre pozdĺžnu usadzovaciu nádrž pri prietoku vody 30 l/s sa hodnoty Froudovho čísla v merných profiloch pohybovali na úrovni iba 1,5-1,7 % z uvedenej hodnoty ($Fr > 10^{-5}$), pri prietoku 50 l/s v rozsahu 4,2-4,6 % a aj pri prietoku 70 l/s boli nižšie ako 10 %. Na základe týchto výsledkov možno konštatovať, že usadzovacia nádrž bude mať sklon k vytváraniu skratového prúdenia, čo sa môže prejavovať nerovnomerným prúdením vody a zvýšením rýchlosti pri skratových prúdoch a stupňa turbulencie. Dôjde k ovplyvneniu aj vertikálnej zložky rýchlosti prúdenia vody a skratové prúdenie môže potom spôsobovať vyplavovanie už odsedimentovaných vločiek a tým znižovať účinnosť separácie suspenzie v usadzovacej nádrži.

Na grafe 3 je znázornená vzájomná závislosť Reynoldsovho a Froudovho čísla pre prietoky vody 30, 50 a 70 l/s. Závislosť medzi Reynoldsovým a Froudovým číslom pre vyhodnocovaný rozsah prietokov vody pomerne dobre vystihuje logaritmická krivka s koeficientom korelácie $R^2 = 0{,}9852$.

3.3. Meranie usadzovacích rýchlostí suspenzie

Na grafoch 4, 5 a 6 sú znázornené závislosti podielu odstránených suspendovaných látok s usadzovacími rýchlosťami vyššími ako 0,12 mm/s, 0,19 mm/s a 0,27 mm/s od vzdialenosti merných profilov od vtoku vody do nádrže pri prietokoch vody 30, 50 a 70 l/s. Ako možno vidieť z grafu 4 podiel odstránených suspendovaných látok s usadzovacou rýchlosťou vyššou ako 0,12 mm/s (prietok 30 l/s) sa pohyboval od 67 % do 95 %, pričom iba v pozdĺžnom profile A usadzovacej nádrže možno pozorovať v smere prúdenia vody postupné znižovanie podielu odstránených látok s uvedenou a vyššou usadzovacou rýchlosťou.



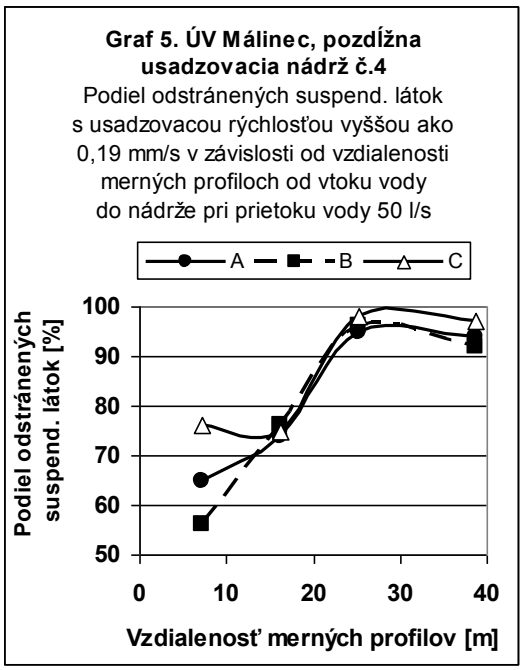


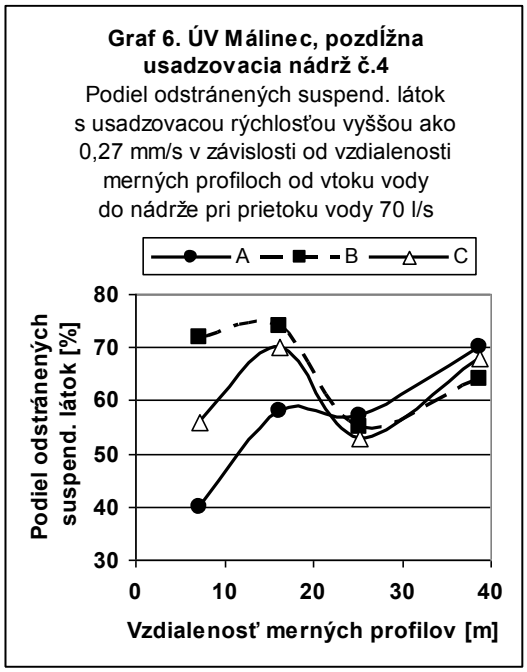
Pre pozdĺžny profil B nachádzajúci sa v strede usadzovacej nádrže sa maximum podielu odstránených látok (90 %) posúva až do vzdialenosti 25 m od vtoku vody do nádrže a pre pozdĺžny profil C sa maximum podielu odstránených suspendovaných látok nachádza vo vzdialenosti 16 m od vtoku vody do nádrže a na ostávajúcej trase nádržou plynule klesá na hodnoty 85 % resp. 75 %. Súčasne s meraním usadzovacích rýchlostí bola vždy pre daný prietok vody zisťovaná aj účinnosť usadzovacej nádrže pre ukazovateľ suspendované látky. Kontinuálne počas 2 hodín sa odoberali vzorky vody z troch hĺbok na prítoku vody do usadzovacej nádrže (1 m, 2 m, 3 m pod hladinou vody) a na odtoku z usadzovacej nádrže. Pri prietoku vody 30 l/s bola vo vzorke vody odobratej na prítoku do nádrže z hĺbky 1 m stanovená koncentrácia suspendovaných látok 4,0 mg/l, v hĺbke 2 m (7,7 mg/l) a v hĺbke 3 m (7,1 mg/l) a na odtoku 3,2 mg/l, čo znamená, že účinnosť dosahovala 49 %.

Zvýšenie prietoku vody na 50 l/s sa výrazne prejavilo na priebehu podielu odstránených suspendovaných látok v jednotlivých merných profiloch po dĺžke usadzovacej nádrže (graf 5). Zatiaľčo na prvom profile sa podiel odstránených látok s usadzovacou rýchlosťou vyššou ako 0,19 mm/s pohyboval v rozsahu 55-75 %, vo vzdialenosti 16 m sa pre všetky profily dosahoval podiel odstránených suspendovaných látok na úrovni 75 % a pre ostávajúce profily vo vzdialenostiach 25 resp. 39 m dosahoval podiel takmer rovnaké hodnoty (92-95 %). Zvýšením prietoku vody z 30 l/s na 50 l/s sa maximum podielu odstránených suspendovaných látok pre usadzovaciu rýchlosť vyššiu ako 0,19 mm/s posunulo smerom k odtoku vody z nádrže, čím sa môže zvyšovať pravdepodobnosť ich vyplavenia do upravenej vody. Pri prietoku vody 50 l/s bola vo vzorke vody odobratej z prítoku do usadzovacej nádrže z hĺbky 1 m stanovená koncentrácia suspendovaných látok 6,1 mg/l, v hĺbke 2 m (9,2 mg/l) a v hĺbke 3 m (10,1 mg/l) a na odtoku 5,3 mg/l, čo znamená, že účinnosť separácie suspenzie dosahovala iba 37 %.

Pri prietoku vody 70 l/s možno na grafe 6 pozorovať výraznejší rozdiel v podiele odstránených suspendovaných látok medzi prvým a ostatnými mernými profilmi. V prvom mernom profile sa podiel odstránených suspendovaných látok pohyboval v rozmedzí 40-72 % a v druhom mernom profile vzdialenom 16 m od vtoku vody do

nádrže sa zvýšil na 58-74 %. V treťom mernom profile bola zistená takmer rovnaká hodnota tohto podielu pohybujúca sa na úrovni 55 %. V poslednom mernom profile bolo zaznamenané opätovné zvýšenie podielu odstránených suspendovaných látok na 65-70 %.





Pri prietoku vody 70 l/s bola vo vzorke vody odobratej z prítoku do usadzovacej nádrže z hĺbky 1 m stanovená koncentrácia suspendovaných látok 7,9 mg/l, v hĺbke 2 m (10,6 mg/l) a v hĺbke 3 m (12,4 mg/l) a na odtoku 6,1 mg/l, čo znamená, že účinnosť dosahovala 41 %.

4. ZÁVER

Na základe získaných výsledkov možno konštatovať, že v usadzovacej nádrži nedochádzalo k požadovanej separácii suspenzie. Hodnoty Reynoldsovho čísla sa pre projektovaný výkon 70 l/s pohybovali v rozmedzí 2820-2881 z čoho vyplýva, že Reynoldsovo číslo dosahovalo takmer hraničnú hodnotu medzi prechodnou oblasťou medzi laminárnym a turbulentným prúdením a samotnou turbulentnou oblasťou prúdenia, za ktorú sa považuje hodnota Re = 3000. Posudzovaná usadzovacia nádrž má sklon k vytváraniu skratového prúdenia, nakoľko hodnoty Froudovho čísla sa pre prietok vody 30-70 l/s pohybovali na úrovni iba 1,5-9,1 % z hodnoty ($Fr > 10^{-5}$), čo spôsobovalo vyplavovanie už odsedimentovaných suspendovaných látok do odtoku.

Taktiež aj podiel odstraňovaných suspendovaných látok vzťahovaný na usadzovacie rýchlosti odpovedajúce povrchovému hydraulickému zaťaženiu nádrže pri jednotlivých prietokoch vody v závislosti od vzdialenosti od vtoku vody do nádrže vykazoval určité anomálie, na ktoré poukazujú aj výsledky z hydraulického posúdenia nádrže. Súčasne bola zisťovaná aj nižšia účinnosť odstraňovania suspenzie v usadzovacej nádrži, keď sa pohybovala v rozsahu iba 37-49 %. Treba však objektívne poznamenať, že tieto výsledky súvisia aj s prípravou samotnej suspenzie, pretože pri pomalom hydraulickom miešaní sa nedosahovalo odporúčané rozmedzie hodnôt stredného rýchlostného gradientu (železitý koagulant, 60-75 s^{-1}), keď pri prietokoch vody 30-70 l/s sa jeho hodnoty pohybovali v rozsahu 20-50 s^{-1}.

Rekonstrukce úpravny vody Hajská – projektování, realizace a uvádění do provozu

Milan Drda[1)], Ing. Jiří Červenka[2)], Ing. Josef Drbohlav[3)], Zdeněk Němejc[4)]

[1)] ENVI-PUR, s.r.o., *Na Vlčovce 13/4, 160 00 Praha 6 – Dejvice, telefon: 737 240 840, e-mail: drda@envi-pur.cz*
[2)] ENVI-PUR, s.r.o., *Na Vlčovce 13/4, 160 00 Praha 6 - Dejvice, telefon: 731 629 735, e-mail: cervenka@envi-pur.cz*
[3)] Sweco Hydroprojekt a.s., *Táborská 31, 140 16 Praha 4, telefon: 724 219 931, e-mail: josef.drbohlav@sweco.cz*
[4)] Technické služby Strakonice s. r. o., *Raisova 274, 386 01 Strakonice, telefon: 724 974 003, e-mail: zdenek.nemejc@tsst.cz*

Abstrakt: Je popsána předprojektová příprava rekonstrukce úpravny podzemní vody Hajská a její uvádění do provozu.

Abstract: Pre-design of reconstruction of water treatment plant Hajská, treating ground water with iron and manganese, is described and start operation.

Klíčová slova: železo, mangan, injektor, aerace, lamelová vestavba

Keywords: iron, manganese, injector, aeration, lamella separator

ÚVOD A STRUČNÝ POPIS PROVÁDĚNÝCH PRACÍ A TECHNOLOGICKÉ LINKY

V roce 2009 byla dokončena předprojektová a projektová příprava stavby „Modernizace a rekonstrukce úpravny vody Hajská“. V roce 2010 byly zahájeny stavební a technologické práce na rekonstrukci a v průběhu roku 2011 byla kompletní rekonstrukce úpravny vody Hajská dokončena.
Při rekonstrukci technologické části úpravny vody, která byla v provozu desítky let, byla zvolena řada moderních technologických zařízení s cílem dosáhnout potřebného efektu při výrobě pitné vody.
Zdrojem surové vody pro úpravnu vody Hajská je prameniště podzemní vody. Využívaná část prameniště Hajská dnes zahrnuje hlavně dvě sběrné studny propojené násoskovým řadem (jedna s osmi a druhá s devíti vrty).
Pro provzdušnění surové vody jsou navrženy tři paralelně pracující injektory, každý dimenzován na průtok vody 12-20 l/s. Za injektory je umístěna odvětrávací věž tvořená potrubím DN 800 postaveným na výšku. Přebytečný vzduch, agresivní oxid uhličitý a další plyny jsou odvedeny mimo budovu úpravny vody potrubím. Do potrubí mezi odvětrávací věží a sedimentační nádrží je dávkováno vápenné mléko a chlor pro předoxidaci.
Z odvětrávací věže voda natéká do flokulační zóny prvního separačního stupně, sedimentační nádrže s pádlovými míchadly a lamelovou vestavbou.

Z prvního separačního stupně je voda čerpána čerpadly do nových 4 ks tlakových filtrů průměru 2,5 m s filtračním pískem (výška vrstvy 1,4 m) a antracitem (výška vrstvy 0,4 m).

Filtrovaná voda je z prostoru filtrace odváděna potrubím do akumulace upravené vody. V 1.NP haly filtrů je na potrubí filtrované vody osazena jednotka pro UV záření (nízkotlaký systém). Za UV zářením je do potrubí dávkován chlor a síran amonný. Odpadní prací voda je z prostoru pískové filtrace odváděná do usazovací jímky kalového hospodářství.
Pro zpracování odpadních pracích vod po jejich odsazení bylo zvoleno kontinuální zahuštění a odvodnění kalu v deskovém lisu.

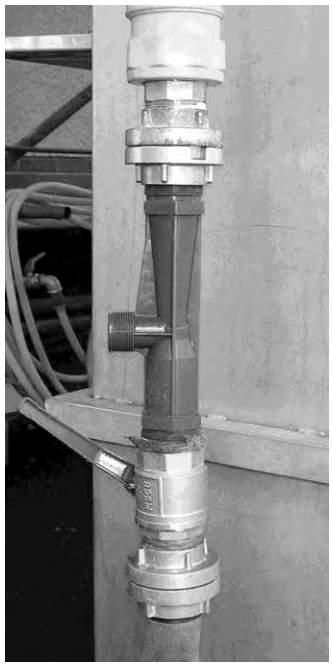
Základní technické údaje úpravny vody Hajská po rekonstrukci
Výkon technologické linky úpravny vody
havarijní maximum 50 l/s
průměrný 22 l/s (max. 32 l/s , min. 15 l/s)

A. PŘEDPROJEKTOVÁ PŘÍPRAVA

V rámci rekonstrukce technologické linky ÚV Hajská bylo kromě jiných standardně používaných technologií pro úpravu vody poloprovozně ověřeno použití dvou nově navrhovaných technologických zařízení – aeračního injektoru a lamelové vestavby.

A 1. POUŽITÍ INJEKTORU PRO OXIDACI SUROVÉ VODY

Snahou bylo navrhnout rekonstrukci technologické linky úpravny vody za využití co nejekonomičtějších procesů a zařízení. Mezi ně patří i vysoce účinné injektory firmy Mazzei. Injektory firmy jsou jednak vhodné pro velmi rychlou homogenizaci přisávané kapaliny či plynu (např. při dávkování koagulantu) nebo velmi účinnému rozpouštění přisávaného plynu (např. při ozonizaci či provzdušňování vody).



Obr. 1. *Injektor pro oxidaci Mn a Fe vzdušným kyslíkem na vstupu do modelových reaktorů flokulace*

Metodika a výpočty pro ověřování účinnosti injektoru na modelovém reaktoru

Injektor byl přimontován na nátokové potrubí surové vody do modelových flokulačních reaktorů. Vzorky byly odebírány po ustálení hodnoty pH při době zdržení v reaktoru 6 minut a 28 minut. Protože oxidace Mn probíhá dobře pouze v alkalické oblasti pH, byla účinnost oxidace sledovaná při několika hodnotách pH v intervalu 7,5 – 9,5. Pro zjištění separovatelnosti vzniklé suspenze byly odebrané vzorky centrifugovány při 4500 ot./min po dobu 5 minut.
Spočítali jsme teoretickou spotřebu kyslíku a vzduchu na oxidaci Fe a Mn. Po započtení bezpečnostního koeficientu nám vyšla teoretická potřeba vzduchu 189 l/min. při průtoku surové vody 1 200 l/s.
Z návrhových tabulek pro jednotlivé injektory jsme vybrali pro konkrétní aplikaci s průtokem surové vody od 500 do 1700 l/min typ Mazzei 4091. U něj výrobce udává, že např. při 1200 l/min bude přisávat 842 l/min vzduchu. To je tedy zhruba 4,5krát více než požaduje dříve provedený výpočet a je tedy zřejmé, že vzduch je dodáván do

systému ve velkém nadbytku. To působí pozitivně i na kvalitu vody tím, že přebytečný plyn bude stripovat ze surové vody jak agresivní oxid uhličitý, tak případné těkavé látky, které by se mohly ve vodě vyskytnout. Tyto výpočty byly také potvrzeny naším měřením, které uvádíme dále.

Poloprovozní výsledky oxidace injektorem

V tabulkách jsou uvedeny hodnoty počátečních (tabulka 1) a zbytkových koncentrací Mn2+ (tabulka 2) a Fe3+ (tabulka 3) a účinnost oxidace Fe a Mn vzdušným kyslíkem při použití injektoru Mazzei pro vzorky separované pouze centrifugací (4500 ot./min po dobu 5 minut). Uvádíme i účinnost oxidace resp. separovatelnosti vzniklé suspenze. Je samozřejmé, že při separaci sedimentací a následnou filtrací budou v provozu výsledky ještě výrazně lepší. Velmi pozitivní bylo zjištění, že oxidace manganu probíhá velmi účinně a po centrifugaci vykazovala dokonce lepší hodnoty než u železa.

Tabulka 1. *Hodnoty koncentrace Fe, Mn a pH v surové vodě odebírané z pramenišť pro úpravnu*

Vzorek	pH	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
1	6,40	8,10	0,60
2	6,50	12,40	0,65

Tabulka 2. *Hodnoty zbytkové koncentrace Mn^{2+} po centrifugaci při různých hodnotách pH a době zdržení*

pH	O_2 [mg/l]	Mn [mg/l]	Účinnost separace centrifugací
9,20	5,5	0,10	85 %
8,27	5,6	0,24	63 %
7,80	5,7	0,31	53 %
7,15	6,7	0,35	46 %

Tabulka 3. *Hodnoty zbytkové koncentrace Fe^{3+} po centrifugaci při různých hodnotách pH a době zdržení*

pH	O_2 [mg/l]	Fe [mg/l]	Účinnost separace centrifugací
9,45	5,6	0,34	48 %
9,20	5,5	0,21	68 %
8,27	5,6	0,34	48 %
7,80	5,7	0,46	30 %
7,15	6,7	0,55	16 %

Z výsledků vyplývá, že oxidace Mn a Fe byla nejúčinnější při pH 9,2. Injektory Mazzei se osvědčily jako nenáročná technologie při úpravě vody pro dávkování nejlevnějšího dostupného oxidačního činidla.

A 2. POUŽITÍ LAMELOVÝCH VESTAVEB PRO INTENZIFIKACI PRVNÍHO SEPARAČNÍHO STUPNĚ

Hlavním a provozovatelem požadovaným cílem bylo ověření hydraulického zatížení lamelové vestavby za stávajících podmínek tvorby separované suspenze a současné sledování funkce z hlediska tvorby úsad na stěnách kanálů lamelové vestavby.

Metodika ověřování lamelové vestavby

Ověření funkce bylo realizováno instalací lamelové vestavby EP-K2 do stávající pravé sedimentační nádrže (SN).

Poloprovozní výsledky ověřování separační účinnosti lamelové vestavby
Cílem experimentu bylo zjištění, jak se bude chovat lamelová vestavba při různém povrchovém zatížení a bude-li docházet ke vzniku nánosů na sedimentačních plochách vestavby.
V průběhu testování kolísal obsah Fe v surové vodě od 9 do 22 mg/l. Paralelně jsme provozovali sedimentační nádrže při různém při různém zatížení modelu lamelové vestavby od 4,5 do 11 m/hod. Ve všech testovaných parametrech měla lamelová vestavba při výrazně vyšším povrchovém zatížení stejnou nebo lepší účinnost jako stávající sedimentační nádrže.
Po ukončení těchto měření byla voda ze sedimentační nádrže, kde byla umístěna lamelová vestavba, vypuštěna a byla provedena vizuální kontrola. Nebyly zjištěny žádné úsady v kanálech lamelové vestavby.
Výsledky předprojektové přípravy prokázaly správnost a ověřily použitelnost navrhovaných technologií, tj. vysokou účinnost a provozní jednoduchost použití injektorů a lamelové vestavby a když bylo zjištěno, že po ukončení zkoušek nejsou žádné úsady v kanálech lamelové vestavby, bylo rozhodnuto tyto technologie použít při rekonstrukci úpravy vody Hajská.

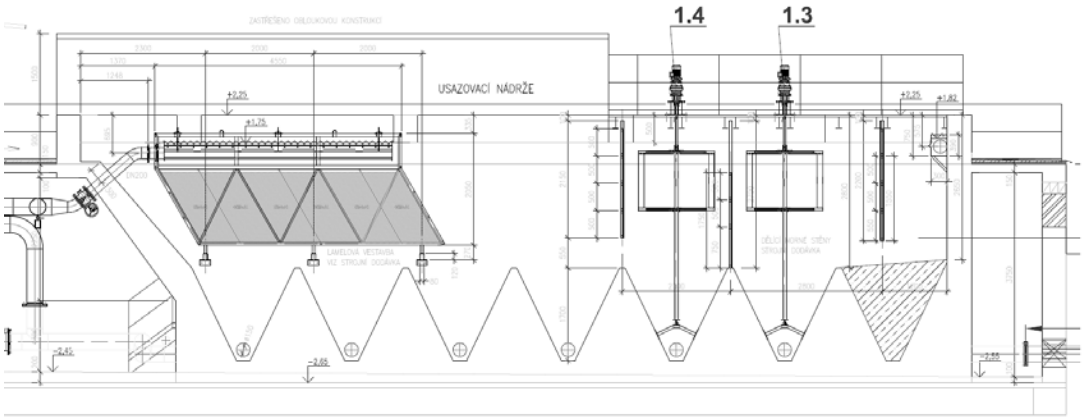
V průběhu konce roku 2010 až do konce roku 2011 byla úpravna kompletně rekonstruována.
Začátkem roku 2012 byla úpravna vody Hajská uvedena od zkušebního provozu.

B. OPTIMALIZACE PROVOZU

B 1. OPTIMALIZACE FUNKCE 1. SEPARAČNÍHO STUPNĚ Z HLEDISKA ZPŮSOBU DÁVKOVÁNÍ POLYFLOKULANTU

Úpravna vody byla provozována od začátku roku 2012 ve zkušebním provozu. Pro intenzifikaci procesu separace agregovaných oxidů železa a manganu je do flokulačního stupně dávkován polymerní středně anionický polyflokulant Sokoflok 26 PWG v dávce 0,278 g/m^3. Flokulace probíhá ve dvou oddělených sekcích flokulace, každá o aktivním objemu cca 7,76 m^3. Nákres separačního stupně je na obrázku č. 2.

Obr. 2.



Nákres separačního stupně – podélný řez nádrží SN 1

Byly sledovány a porovnávány tři různé způsoby zaústění polymeru (PAA) a jeden provoz bez dávkování polymeru.
Protože byly sledovány parametry ovlivněné nejenom způsobem zaústění polyflokulantu, byly ostatní parametry udržovány na těchto hodnotách:

- pH upravené vody v rozmezí hodnot 8,0-8,2
- dávka manganistanu draselného = 0,093 g/m^3

V následujícím popisu jsou uvedeny různé varianty provozu přípravy suspenze a sedimentační nádrže úpravny (Provoz 1-4), při kterých byla sledována celková funkce a separační účinnost úpravny.

Provoz 1 - nastavený při zahájení zkušebního provozu
Polymer je dávkován do jednoho místa PE hadičkou Ø 12/2. Místo zaústění je v ose míchadla první sekce flokulace ve středu mezi míchadly první sekce.

Flokulace	Frekvenční měnič	Otáčky míchadla	Střední gradient míchání G	Disipovaná energie
	Hz	ot/min	s^{-1}	W/m^3
1.sekce	30	14,45	30,35	1,20
2.sekce	25	12,30	25,57	0,85

Provoz 2 - nastavený 10.5.2012 v 10:15 h
Polymer je dávkován do rozvodového žlabu PE hadičkou Ø 12/2. Rozvodový žlab rozvede polymer do 6 - 8 bodů, rozmístěných napříč flokulační komorou. Místo umístění rozvodového žlabu je v ose rozdělení sekcí flokulace na 1. sekci a 2. sekci, tj. nad dělící stěnou s místem přechodu vody z jedné do druhé sekce flokulace.

Flokulace	Frekvenční měnič	Otáčky míchadla	Střední gradient míchání G	Disipovaná energie
	Hz	ot/min	s-1	W/m3
1.sekce	40	18,73	55,02	3,94
2.sekce	30	14,45	30,35	1,20

Provoz 3 - nastavený 15.5.2012 v 12:30 h
Polymer je dávkován do rozdělovacího objektu sedimentačních nádrží (2 ks PE hadička Ø 12/2) na začátek flokulace. Každá sedimentační nádrž má samostatný přívod polyflokulantu hadičkou Ø 12/2.

Flokulace	Frekvenční měnič	Otáčky míchadla	Střední gradient míchání G	Disipovaná energie
	Hz	ot/min	s-1	W/m3
1.sekce	40	18,73	55,02	3,94
2.sekce	30	14,45	30,35	1,20

Provoz 4 - nastavený 17.5.2012 v 9:10 h
Polymer nebyl dávkován.

Flokulace	Frekvenční měnič	Otáčky míchadla	Střední gradient míchání G	Disipovaná energie
	Hz	ot/min	s-1	W/m3
1.sekce	40	18,73	55,02	3,94
2.sekce	30	14,45	30,35	1,20

Provoz 2 (pokračování) - nastavený 18.5.2012 v 11:00 h
Polymer je dávkován do rozvodového žlabu PE hadičkou Ø 12/2. Rozvodový žlab rozvede polymer do 6-8 bodů, rozmístěných napříč flokulační komorou. Místo umístění rozvodového žlabu je v ose rozdělení sekcí flokulace na 1. sekci a 2. sekci, tj. nad dělící stěnou s místem přechodu vody z jedné do druhé sekce flokulace.

Flokulace	Frekvenční měnič	Otáčky míchadla	Střední gradient míchání G	Disipovaná energie
	Hz	ot/min	s-1	W/m3
1.sekce	40	18,73	55,02	3,94
2.sekce	30	14,45	30,35	1,20

B 2. VÝSLEDKY MĚŘENÍ ZA 1. SEPARAČNÍM STUPNĚM

B 2.1 Sledování obsahu Fe za sedimentačními nádržemi při různém režimu dávkování polyflokulantu

Sledovali jsme průměrné hodnoty a směrodatné odchylky výsledků měření obsahu Fe za sedimentačními nádržemi (SN) za různých provozních stavů 1-4. Průměr obsahu Fe v surové vodě za sledované období byl 18,98 ± 4,83 mg/l Fe. Ze sledování vyplynulo, že nejlepší účinnost má 1 separační stupeň při podmínkách provozu 2. Výsledky jsou uvedeny v následující tabulce č. 5.

Tabulka 5. *Obsah Fe za sedimentačními nádržemi za různých provozních stavů*

Provoz	začátek		konec		Fe		
					prům. [mg/l]	směrodatná odchylka	počet měření
Provoz 1	4.5.2012	1:30	9.5.2012	13:30	0,77	0,20	22
Provoz 2	11.5.2012	19:30	15.5.2012	5:00	0,62	0,09	27
Provoz 3	15.5.2012	17:00	17.5.2012	9:00	0,99	0,18	14
Provoz 4	17.5.2012	13:30	18.5.2012	10:25	1,09	0,19	8

B 2.2 Sledování zákalu a počtu částic za sedimentačními nádržemi při různém režimu dávkování polyflokulantu

B 3. SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ OPRIMALIZACE PRVNÍHO SEPARAČNÍHO STUPNĚ

Byly porovnávány čtyři provozní stavy prvního separačního stupně s různým způsobem zaústění dávkování polyflokulantu. Ve všech provozních stavech byla zachována stejná dávka polyflokulantu 0,278 g/m^3. V provozních stavech 2, 3 a 4 byla zvýšena intenzita míchání v obou sekcích flokulace z hodnot provozního stavu 1 (G=30/25 s^{-1}) na hodnoty G=55/30 s^{-1}.

Vezmeme-li za referenční provozní stav způsob bez dávkování polyflokulantu, potom z hlediska separace Fe v tomto stupni režim označený ***Provoz 2*** **odstraňoval průměrně o 43 %**, *Provoz 1* o 29 % a *Provoz 3* o 9 % více Fe. Stejné výsledky jsou také zřejmé z vyhodnocení sledování počtu částic a zákalu za SN. Vezmeme-li průměr obsahu Fe v surové vodě za období 3.1.2012 - 5.3.2012, který činil 18,98 ± 4,83 mg/l Fe, pracovaly všechny čtyři testované režimy s vysokou účinností separace Fe a to v rozmezí 94,24 - 96,71 %.

Změna provozních stavů prvního separačního stupně neovlivnila výslednou kvalitu upravené vody z hlediska obsahu Fe a zákalu, protože separační účinnost filtrů je vysoká.

C. ZÁVĚRY

Rekonstrukce ÚV Hajská byla provedena po pečlivém zvážení možnosti použití různých technologických řešení. Výsledky zkušebního provozu prokázaly, že rekonstrukce byla naprojektována a zrealizována velmi úspěšně.

Účinnost separace prvního separačního stupně je velmi vysoká. Za podmínek všech čtyř testovaných pracovních režimů se pohybovala v rozmezí od 94,24 – do 96,71 %. Optimalizací podmínek flokulace (pomocí pečlivého testování různých variant) bylo dosaženo díky vícebodovému zaústění polyflokulantu napříč sedimentační nádrží v místě rozdělení prvního a druhého flokulačního stupně separační účinnosti 96,71 %. Díky tomu se podařilo výrazně prodloužit filtrační cykly a dosáhnout značnou úsporu prací vody. Proti spotřebě prací vody před rekonstrukcí úpravny se současná spotřeba prací vody snížila o 79 %.

Nikel v pitnej vode a možnosti jeho odstraňovania

doc. Ing. Ján Ilavský, Ph.D.; doc. Ing. Danka Barloková, Ph.D.; Ing. Tomáš Molnár

Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, Stavebná fakulta STU, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, *jan.ilavsky@stuba.sk*

Abstrakt:
V príspevku sú porovnávané účinnosti odstraňovania Niklu z pitnej vody použitím železitých sorpčných materiálov Bayoxide E33, CFH12, CFH18 a GEH, v článku sú uvedené adsorpčné kapacity sledovaných materiálov a hodnoty V/V_0 (bed volume) pre koncentrácie niklu 20 $\mu g.l^{-1}$ na odtoku z adsorpčných náplní, ako aj chemické zloženie materiálov použitím rtg. analýzy.

ÚVOD

Nikel je biely, tvrdý, feromagnetický kov. V zemskej kôre sa vyskytuje asi 0,018 % Ni (84 mg Ni/kg). Je prítomný vo viacerých mineráloch spolu so sírou, arzénom a antimónom, nachádza sa tiež v pôde (priemerné hodnoty sa pohybujú medzi 30-80 $mg.kg^{-1}$). V prírodných vodách sa vyskytuje v oxidačnom stupni II, prevažne v anorganickej forme, pričom koncentrácie niklu sa pohybujú väčšinou v jednotkách mikrogram na liter vody [1,2]. Koncentrácia niklu okrem niklových rúd v podloží závisí na spôsobe využitia pôdy a jej pH, ako aj na hĺbke odberu. Kyslé dažde zvyšujú mobilitu niklu v pôde, ktorý potom vo zvýšenej miere preniká do podzemných vôd [3]. Zdrojom kontaminácie pitnej vody niklom (tiež Pb a Cu) môžu byť materiály koncových rozvodov vody. Koncentrácia Ni vo vode na rovnakom odbernom mieste môže v závislosti od stagnácie vody a ďalších faktoroch dosahovať rádovo vyššie hodnoty (až do 500 $\mu g.l^{-1}$) [4,5]. Vyššie koncentrácie niklu vo vodách sú spôsobené odpadovými vodami z povrchovej úpravy kovov, chemických, elektrotechnických, keramických a sklárskych výrob.

Negatívny účinok niklu na zdravie človeka závisí na ceste vstupu do organizmu, rozpustnosti zlúčenín niklu vo vode, dávke, telesnej hmotnosti, dĺžke expozície a citlivosti na nikel. Pri akútnej náhodnej expozícii vodou kontaminovanou rozpustnými zlúčeninami niklu (7-35 mg/kg telesnej hm.) boli u postihnutých osôb pozorované príznaky otravy - nevoľnosť, zvracanie, hnačky, bolesti hlavy, ťažkosti s dýchaním.

V ľudskom tele je asi 18 % množstva niklu uloženého v koži. Zvlášť vysoká koncentrácia niklu je aj v kostnej dreni, v uzlinách, pečeni a v pote. Prostredníctvom potu prebieha vylučovanie tohto prvku. Úloha Ni v tele ešte nie je celkom objasnená. Pripisuje sa mu účasť v transporte kyslíka ku tkanivám, v syntéze enzymatických bielkovín, v premene uhľovodíkov, tukov a bielkovín, v tvorbe hormónov.

Nedostatok niklu spôsobuje nadmerné potenie, poruchy trávenia, chudokrvnosť, poruchu funkcie pečene a obličiek - narušuje vstrebávanie Fe. Nadbytok niklu v organizme poškodzuje sliznice, spôsobuje alergické reakcie, chromozomálne zmeny, zmeny v kostnej dreni, môže sa zúčastňovať na rozvoji nádorových buniek. Nadbytok niklu znižuje hladinu horčíku a zinku v parenchymatických orgánoch.

Nikel môže mať nepriaznivé účinky na srdce, krv a obličky. Ak je vdychovaný pľúcami (atmosferické znečistenie, cigaretový dym) je karcinogénny. Môže spôsobiť rakovinu pľúc a nosnej dutiny. WHO stanovila pre nikel hodnotu TDI (tolerovateľný denný príjem) 5 $\mu g.kg^{-1}$ telesnej hmotnosti. Denný prijem niklu do organizmu človeka v roku 2005 bol 1,75 mikrogramov na kilogram telesnej hmotnosti, čo predstavuje 34,4 % z hodnoty TDI a oproti predchádzajúcemu roku tento prijem vzrástol o 16 %. Pri výpočte denného príjmu boli použite priemerne nálezy niklu. Na expozícii niklu sa najväčším dielom podieľali pivo, zemiaky, muka a ovocne šťavy (65,0 % z celkového príjmu). Najčastejším účinkom niklu je jeho alergizujúce pôsobenie na kožu, ktorá sa prejavuje vznikom kontaktnej dermatitídy (6 až 10% obyvateľstva). K reakcii môže dochádzať buď po vonkajšom kontakte s pokožkou (vodovodné batérie, mince) alebo potravou.

Hlavným legislatívnym nástrojom EÚ upravujúcim znižovanie znečistenia vodného prostredia niklom a jeho zlúčeninami je Smernica rady 76/464/EHS o znečistení spôsobenom určitými nebezpečnými látkami, vypúšťanými do vodného prostredia spoločenstva. Podľa tejto smernice patrí nikel do zoznamu II, ktorý obsahuje škodlivé látky, ktoré majú škodlivý účinok na vodné prostredie. Zároveň je nikel uvedený v Prílohe Rámcovej smernice o vodách č. 2000/60/ES ako prioritná látka, ktorá predstavuje významné riziko pre vodné prostredie.

Hlavným legislatívnym nástrojom Slovenskej republiky, ktorý sa venuje problematike škodlivých a obzvlášť látok je zákon č. 364/2004 Z.z. o vodách (vodný zákon). Nikel je v zozname II škodlivých látok a v zozname III prioritných látok.

Najdôležitejším vykonávajúcim predpisom z hľadiska vypúšťania odpadových vôd obsahujúcich škodlivé a obzvlášť škodlivé látky je Nariadenie vlády č. 269/2010 Z.z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd.

V povrchových vodách je pre nikel stanovená limitná hodnota 0,02 $mg.l^{-1}$, medzná hodnota pre vodárenské toky a vody určené na odber pre pitnú vodu je 0,02 $mg.l^{-1}$ v kategórii A (voda vyžaduje jednoduchú fyzikálnu úpravu a dezinfekciu, alebo rýchlu filtráciu a dezinfekciu), 0,05 $mg.l^{-1}$ v kategórii B (voda vyžaduje fyzikálno-chemickú úpravu a dezinfekciu, napr. koagulácia, flokulácia, filtrácia, dezinfekcia chlórom) a 0,1 $mg.l^{-1}$ v kategórii C (voda vyžaduje intenzívnu fyzikálno-chemickú úpravu a dezinfekciu napr. koagulácia, flokulácia, filtrácia, adsorpcia aktívnym uhlím, dezinfekcia chlórom alebo ozónom).

Na Slovensku stanovuje prípustnú koncentráciu ťažkých kovov v pitnej vode Nariadenie vlády Slovenskej republiky č.496/2010 Z.z., *ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu*. V prípade niklu, ktorý patrí medzi potenciálny karcinogén je stanovený limit 0,02 $mg.l^{-1}$, čo je v súlade s odporúčaniami Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO) a Smernicou Rady 98/83/EÚ.

Odstraňovanie ťažkých kovov z vody

Existuje viacero technologických postupov na odstraňovanie ťažkých kovov pri úprave vôd: zrážanie (čírenie), iónová výmena, membránové, adsorpčné, elektrochemické procesy a v poslednom období sa začínajú uplatňovať aj biologické metódy.

Okrem zrážania najčastejšie sa na úpravu vody používa adsorpcia na vhodnom adsorpčnom materiály. Sorpcia predstavuje jednoduchú (z hľadiska prevádzky), efektívnu a ekonomicky prijateľnú metódu odstraňovania ťažkých kovov z vody a to vďaka možnosti využitia širokého spektra látok so sorpčnou schopnosťou – sorbentov.

Ako cenovo prístupné sorbenty môžu byť využité niektoré prírodné materiály (zeolity), ale aj odpady z priemyslu a poľnohospodárstva. Medzi najviac testované sorbenty ťažkých kovov patria oxidy a oxihydroxidy železa, aktivovaná alumina, hydroxidom železa obalený piesok, aktívne uhlie, média s vrstvou TiO_2 alebo MnO_2 na povrchu, $Mg(OH)_2$ a pod [6,7].

Vo všeobecnosti účinnosť odstraňovania kovov sorpčnými materiálmi závisí od:

a) pH vody (pozri ďalej experimentálnu časť),
b) oxidačno-redukčného potenciálu daného kovu vo vode,
c) koncentrácie látok prítomných vo vode, ktoré môžu ovplyvňovať (rušiť) adsorpciu alebo modifikovať povrchové zaťaženie sorpčného materiálu,
d) koncentrácie látok a koloidných častíc vo vode, ktoré môžu fyzicky blokovať prístup do vnútra častice, resp. k zrnám adsorpčného média,
e) špecifického povrchu a rozloženia veľkosti pórov sorpčného materiálu,
f) hydraulických vlastností filtračného média počas úpravy.

Medzi látky, ktorých prítomnosť vo vode môže ovplyvňovať sorpciu patria napr. iné ťažké kovy, železo, mangán, kremičitany, fosforečnany, organické látky, atď.

Nevýhodami použitia sorpčných materiálov pri odstraňovaní ťažkých kovov môžu byť náklady spojené s ich nákupom, regeneráciou alebo likvidáciou.

EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Cieľom práce bolo porovnať účinnosť odstraňovania niklu z vody sorpčnými materiálmi na báze železa (Bayoxide E33, GEH, CFH12 a CFH18). Použité materiály sa vo svete s úspechom využívajú hlavne pri odstraňovaní arzénu z vody. Ich základné fyzikálne a chemické vlastnosti sú uvedené v tab. 1.

Tabuľka 1 *Fyzikálne vlastnosti železitých sorpčných materiálov*

Parameter	Bayoxide E33	CFH12 a CFH18	GEH
Základný materiál/aktívna zložka	oxid železitý obsah >70% Fe_2O_3 90,1% α-FeOOH	hydroxid oxid železitý FeOOH obsah > 50%	$Fe(OH)_3$ s 52-57% kryšt. β-FeOOH
Popis materiálu	suchý zrnitý	suchý zrnitý	vlhký zrnitý
Farba	jantárová	hnedočervená	tmavohnedá
Veľkosť zrna	0,5 – 2 [mm]	1–2 / 0,8–1,8 [mm]	0,32 – 2 [mm]
Sypná (objemová) hmotnosť	0,45 [$g.cm^{-3}$]	1,123 [$g.cm^{-3}$]	1,22-1,29 [$g.cm^{-3}$]
Špecifický adsorpčný povrch	120 – 200 [$m^2.g^{-1}$]	120 [$m^2.g^{-1}$]	250 – 300 [$m^2.g^{-1}$]

Bayoxide E33 je granulované médium na báze oxidov železa. Bolo vyvinuté spoločnosťou SEVERN TRENT v spolupráci so spoločnosťou BAYER AG za účelom odstraňovania arzénu a iných kontaminantov z vody. Medzi výhody tohto systému patrí schopnosť odstraňovať spolu s As(III) a As (V). Udáva sa schopnosť média upravovať vody s obsahom arzénu 11÷5 000 $\mu g.l^{-1}$ [8]

CFH12 a CFH18 sú rovnako granulované média na báze oxihydroxidov železa. Boli vyvinuté spoločnosťou KEMIRA Fínsko ako účinný produkt na odstraňovanie As a ďalších nečistôt z vody adsorpciou. Výhodou použitia týchto materiálov je vysoká adsorpčná kapacita (4,9 g As^V na 1 kg CFH 12), vyššia účinnosť pri nižších nákladoch, za predpokladu využitia celej adsorpčnej kapacity (optimálne nastavenie filtrácie, prania a pH). Rozdiel medzi CFH18 a CFH18 je v ich zrnitosti [9].

Granulovaný hydroxid železitý - GEH je materiál vyvinutý na Berlínskej univerzite na odbore Kontroly kvality vody, za účelom odstraňovania arzénu z vody. Technológia úpravy pozostáva z adsorpcie kontaminantov na granulovaný hydroxid železitý (GEH–sorbent) uložený v reaktore, ktorým preteká upravovaná voda. [10].

Modelové zariadenie

Použité filtračné zariadenie bolo vyrobené zo skla, pričom pozostávalo z dvoch častí, vnútorná kolóna s priemerom 2,8 cm bola naplnená adsorpčným materiálom. Adsorpčná kolóna bola z vonkajšej strany chladená vodou na zabezpečenie stabilnej teploty kolóny (vonkajšia kolóna slúžila ako chladič). Cele modelové zariadenie bolo vysoké 78 cm.

Modelové skúšky odstraňovania niklu z vody sa uskutočnili v laboratóriu na našom pracovisku. Na experimenty bola použitá pitná voda z vodovodu do ktorej bol pridávaný certifikovaný referenčný materiál s Ni (SMU) tak, aby výsledná koncentrácia bola okolo 50 $\mu g.l^{-1}$ Ni. Modelová voda bola pripravená v 100 litrovej zásobnej nádrži, zároveň bola z dôvodu vyššej účinnosti sorbentov upravená na hodnotu pH 7 [11].

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Počas experimentov bola sledované účinnosti odstraňovania niklu z vody použitím sorpčných materiálov GEH, CFH12, CFH18 a Bayoxide E33 pre filtračné rýchlosti v rozsahu 5,84-5,89 m/h a výšku náplne sorpčného materiálu v kolóne 58 cm. Koncentrácia niklu v surovej vode bola v rozmedzí 40 až 56 µg/l, teplota surovej vody sa pohybovala v intervale 9-14 ^oC, pH vody bola upravená na 7,0. Podmienky filtrácie (priemerné hodnoty) sú uvedené v tab. 2.

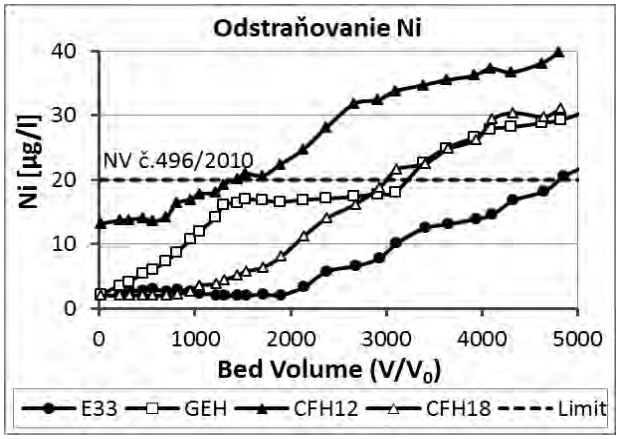
Tabuľka 2 *Podmienky filtrácie*

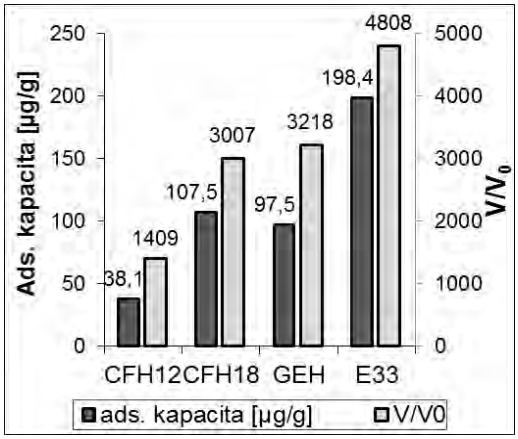
Parameter	E33	CFH12	CFH18	GEH
Zrnitosť [mm]	0,5 – 2,0	0,5 – 2,0	0,8 – 1,8	0,32 – 2,0
Výška filtračnej náplne [cm]	58	58	58	58
Objem filtračnej náplne [cm^3]	357,14	357,14	357,14	357,14
Hmotnosť náplne [g]	354	470	435	418
Priem. koncentrácia Ni v SV [$\mu g.l^{-1}$]	48,5	51,1	51,1	48,5
Priem. filtračná rýchlosť [$m.h^{-1}$]	5,885	5,871	5,858	5,854
Celk. čas filtrácie [hod]	497	480	480	497
Celk. množstvo pretečenej vody [m^3]	1,798	1,715	1,724	1,789
Doba zdržania v kolóne (EBCT) [min]	5,914	5,928	5,940	5,944

Na obr. 1 je znázornený priebeh koncentrácií niklu na odtokoch z adsorpčných náplní v závislosti od pomeru V/V_0 – tzv. bed volume (vľavo) a na obr. 2 hodnoty pomerov V/V_0 spolu s adsorpčnými kapacitami jednotlivých materiálov pri dosiahnutí limitnej koncentrácie niklu (20 µg/l) na odtokoch z náplní (vpravo).

Na obr.3 sú znázornené množstvá adsorbovaného antimónu v závislosti od pomeru V/V_0 a na obr.4 Množstvá adsorbovaného Ni v adsorpčných náplniach pri dosiahnutí limitnej koncentrácie Ni (20 µg/l) na odtokoch z náplní (vpravo)

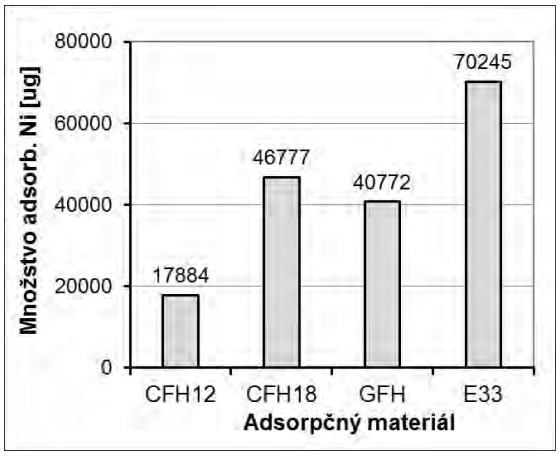
Pri minimálnych rozdieloch vo filtračných rýchlostiach možno na základe získaných výsledkov prezentovaných na obr. 1 konštatovať, že na odstraňovanie niklu je najvhodnejší z týchto porovnávaných materiálov Bayoxide E33. Pre Bayoxide E33 bola koncentrácia niklu 20 µg/l na odtoku z náplne o výške 58 cm dosiahnutá pri pomere $V/V_0 = 4808$, kým pre CFH 12 pri pomere $V/V_0 = 1409$, pre CFH 18 $V/V_0 = 3007$ a pre GEH $V/V_0 = 3218$. Za týchto podmienok bola adsorpčná kapacita pre E33 198,4 µg/g, GEH 97,5 µg/g, CFH12 38,1 µg/g a CFH18 107,5 µg/g (obr. 2).

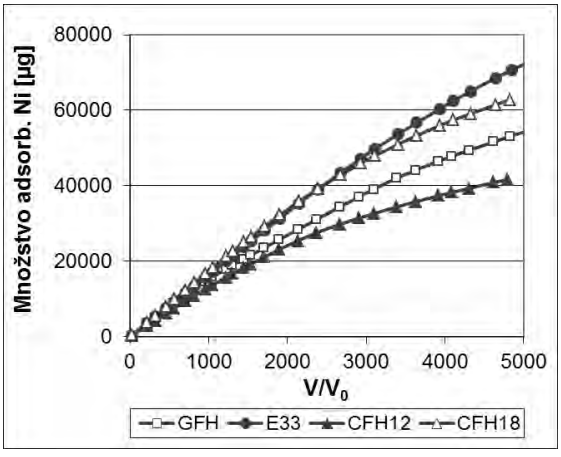




Obr. 1 *Priebeh koncentrácie niklu na odtokoch z adsorpčných náplní v závislosti od pomeru V/V_0 (výška náplne 58 cm, filtračná rýchlosť 5,84-5,89 $m.h^{-1}$),*

Obr. 2 *Adsorpčná kapacita niklu a hodnoty V/V_0 (bed volume) pre koncentráciu Ni (20 µg/l) na odtoku z adsorpčných náplní (vpravo)*





Obr. 3 *Množstvá adsorbovaného niklu v adsorpčných náplniach pri dosiahnutí limitnej koncentrácie Ni (20 µg/l) na odtokoch z náplní (vľavo),*

Obr. 4 *Množstvo adsorbovaného niklu v adsorpčných náplniach v závislosti od pomeru V/V_0 (vpravo)*

V **tabuľke 2** je uvedené chemické zloženie jednotlivých materiálov, ktoré boli použité v experimentoch. Analýzy boli robené použitím metódy rtg. mikroanalýzy, SEM a rtg. fázovej analýzy na Ústave anorganickej chémie, technológie a materiálov, FCHPT STU v Bratislave.

Tabuľka 2 *Chemické zloženie železitých sorpčných materiálov*

Materiál	Zlúčenina [v hmotn. %]								
	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_3	SO_x	K_2O	CaO	TiO_2	Fe_2O_3
E33	0,97	6,59	12,75	0,34	0,31	0,37	2,01	0,91	75,28
CFH12	3,75	0,45	1,18	-	8,49	0,27	2,72	0,50	82,65
CFH18	5,19	0,48	1,47	0,28	4,58	-	1,41	0,30	86,29
GEH	-	1,74	3,05	0,21	0,54	0,08	0,18	-	91,92

ZÁVER

Vykonané laboratórne skúšky preukázali, že pomocou železitých sorpčných materiálov je možné znížiť obsah niklu vo vode pod hodnotu 20 μg/l (NV č.496/2010 Z.z.).

Na základe modelových skúšok (koncentrácia niklu v surovej vode cca 50 $\mu g.l^{-1}$, filtračná rýchlosť 5,8 m/h, koncentrácia Ni 20 μg/l na odtoku z náplne o výške 58 cm, pH 7,0) bola pre materiál Bayoxide E33 stanovená adsorpčná kapacita na nikel 198 μg/g a pomer $V/V_0 = 4808$. Výsledky tiež ukázali, že použitím sorpčných materiálov CFH12, CFH18 a GEH je možné znížiť koncentráciu niklu v pitnej vode pod limitnú hodnotu 20 $\mu g.l^{-1}$, avšak účinnosť odstraňovania niklu bola nižšia.

Poďakovanie

Experimenty boli uskutočnené za finančnej podpory projektu APVV-0379-07 a projektu VEGA 1/1243/12.

LITERATÚRA

[1] Pitter P. Hydrochemie. 3. vydání. Vydavatelství VŠCHT, Praha 2008.

[2] WHO Guidelines for Drinking-Water Quality. 3rd edition. WHO, Geneva 2004.

[3] IPCS. Nickel. International Programme on Chemical Safety (Environmental Health Criteria 108). WHO, Geneva 1991.

[4] Kožíšek, F., Němcová, V., Jeligová, D.: Hodnocení zdravotních rizik niklu v pitnej vode. Hygiena 55(2) 2010, s. 40-45.

[5] WHO. Nickel in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. WHO/SDE/WSH/05.08/55. Ženeva 2005.

[6] Ilavský J., Barloková D.: Odstraňovanie ťažkých kovov z vody sorpčnými materiálmi. Vodní hospodářství, ročník 57/ 8, 2007, str. 278-280.

[7] Strnadová N. and Matějková D. (2005): Využití sorpčních materiálů pro odstraňování As a Ni z vod (The use of sorption materials for removal of As and Ni from water), Acta Montanistica Slovaca, 10 (1), 263-271.

[8] Severn Trent Services : DWI Statement of Qualifications – SORB 33™ Arsenic Removal and Bayoxide® E33 media. Brochure.

[9] Kemwater ProChemie: http://www.prochemie.cz/chem/tech-list-hydroxid-zelezity-kemira-cfh.pdf, 2012.

[10] Driehaus, W., M. Jekel, and U. Hildebrandt. "Granular Ferric Hydroxide – A New Adsorbent for the Removal of Arsenic from Natural Water." J. Water Supply Res. and Technol.-Aqua 47, 1998, 30-35.

[11] Ilavský, J., Barloková, D.: The use of granular iron-based sorption materials for nickel removal from water. Polish Journal Environmental Studies, Vol. 21, No 5 (2012), 1229-1236.

Rekonstrukce úpraven vody Jirkov a III. Mlýn

Ing. Pavel Středa[1)], Ing. Karel Blažek[2)], Ing. František Fedor[2)]

[1)] Sweco Hydroprojekt a.s., [2)] Severočeské vodovody a kanalizace a.s.
pavel.streda@sweco.cz

Úvod

V roce 2012 byly dokončeny dvě významné rekonstrukce úpraven vody v Severočeské vodárenské soustavě. V případě ÚV Jirkov se jednalo o komplexní rekonstrukci úpravny vody, která probíhala v letech 2011 – 2012. Rekonstrukce ÚV III.Mlýn byla první etapou (kalové hospodářství) dlouhodobě připravované rekonstrukce, která probíhala v roce 2012. V současné době jsou obě úpravny vody provozovány ve zkušebním provozu.

ÚV Jirkov

Úpravna vody Jirkov byla uvedena do provozu v roce 1967. Surová voda je odebírána z vodárenské nádrže Jirkov (Bílina). Úpravna vody Jirkov s výkonem 150 l/s (po rekonstrukci), je díky svému umístění určena především pro zásobení města Chomutova a jeho nejbližšího okolí. Surová voda je charakteristická obsahem huminových látek, proměnlivým $CHSK_{Mn}$, sezónním výskytem mikroorganismů a občasným výskytem Mn.

Obr. 1 *Letecký pohled na původní areál ÚV*

Obr. 2 *Vizualizace nového areálu ÚV*

Původní technologická linka úpravny vody

Původní technologická linka úpravny vody Jirkov se skládala z těchto částí:

- dva hydrostatické mísiče (před mísiče dávkování - vápenného hydrátu, síranu hlinitého),
- separační stupeň - osm pískových rychlofiltrů (dvě linky),
- UV záření,
- dávkování - vápenného hydrátu, chloru, síranu amonného,
- 2 × akumulace upravené vody,
- kalové hospodářství (vyrovnávací nádrž, tři kalové laguny).

Nová technologická linka úpravny vody
Rekonstruovaná technologická linka úpravny vody se skládá z těchto částí:

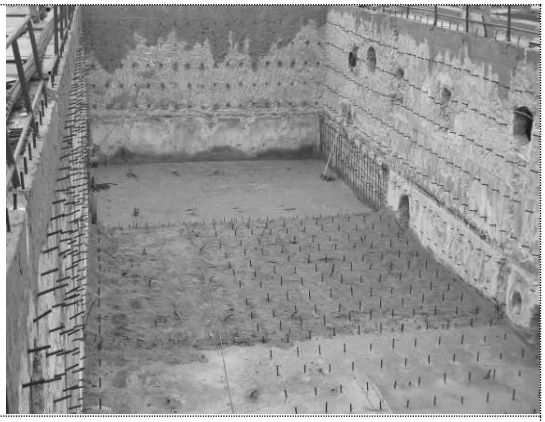
- přerušovací nádrž (před nádrží dávkování - oxidu uhličitého, vápenného hydrátu, síranu hlinitého),
- první separační stupeň „DAF“ (flokulace + flotace),
- druhý separační stupeň – písková filtrace (tři pískové rychlofiltry),
- UV záření,
- dávkování vápenného hydrátu, chloru, síran amonného,
- akumulace upravené vody,
- kalové hospodářství (vyrovnávací nádrž).

V rámci předprojektové přípravy proběhly na úpravně vody v roce 2007 poloprovozní zkoušky flotace a sedimentace zatěžované mikropískem [1], ve kterých byla posuzována vhodnost těchto technologií pro první separační stupeň linky úpravny vody. Na základě těchto poloprovozních zkoušek byla zvolena pro první separační stupeň flotace (DAF). V roce 2010 byla projektová příprava dokončena zpracováním dokumentace pro výběr zhotovitele [2]. V roce 2011 byla zahájena komplexní rekonstrukce úpravny vody (zhotovitel – sdružení firem SMP CZ a.s. a BETVAR a.s.), která byla dokončena 12. 2012.

Nová technologická linka (pouze klíčové částí linky)

- přívodní řad surové vody – rekonstrukce stávajícího přívodného potrubí surové vody (sanace DN 500, výměna potrubí DN 400) celkem cca 1,7 km,
- přerušovací (reakční) nádrž – surová voda z nádrže Jirkov přitéká do nové přerušovací nádrže o objemu cca 105 m^3, tj. doba zdržení více než 10 min.,
- první separační stupeň „flotace“ – v prostoru bývalé druhé linky filtrace byly vybudovány dvě zcela nové flotační jednotky. Každá jednotka se středním návrhovým výkonem 50 l/s. Stahování pěny z jednotek flotace je řešeno hydraulicky. Pěna je odváděna do vyrovnávací nádrže odpadní vody,

Obr. 3 *Betonáž haly flotace, filtrace*



Obr. 4 *Rekonstrukce filtrace*

- druhý separační stupeň „písková filtrace“ – ve druhé polovině stávající haly filtrace byly ponechány pouze obvodové stěny vany filtrů a dovnitř byly vestavěny tři zcela nové rychlofiltry s drenážním systémem Leopold, každý o ploše cca 33 m^2,

- akumulace upravené vody 2 × 1500 m^3 – stávající akumulace upravené vody byla v rámci rekonstrukce významně upravena. Proběhly rozsáhlé sanace vnitřních prostorů akumulace, dále došlo k obsypání obou komor (původně nadzemní objekt). Dále bylo vyměněno veškeré technologické vybavení,

Obr. 5 Nová hala flotace, filtrace

Obr. 6 Nový objekt vápenného hospodářství

- vyrovnávací nádrž odpadní vody – dílčí část prostoru (využití části obvodových stěn) po bourané akumulaci 2 × 2000 m^3 bylo ponecháno pro výstavbu nové vyrovnávací nádrže odpadní vody 2 × 200 m^3. Z této nádrže je odváděn „vyrovnaný“ objem odpadní vody cca 20 l/s do kanalizace a následně na ČOV Jirkov.

Dílčí výstupy ze zkušebního provozu (provozní výsledky)
Úpravna vody je v současné době provozována ve zkušebním provozu (od 01.2013). Během zkušebního provozu dochází k odlaďování jednotlivých technologických celků, což je s ohledem na rozsah rekonstrukce a způsob realizace úpravny vody (rekonstrukce proběhla za odstávky úpravny) očekávaný stav.

ÚV III.Mlýn
Úpravna vody III. Mlýn byla uvedena do provozu v roce 1961. Surová voda pro výrobu pitné vody je odebírána z vodárenských nádrží Kamenička a Křímov a břehovým odběrem z vodního toku Chomutovka. Díky svému umístění je určena především pro zásobení města Chomutova a jeho nejbližšího okolí.

Na téma rekonstrukce ÚV III.Mlýn (stejně jako ÚV Jirkov) bylo v minulých letech několik přednášek, které informovaly o připravované rekonstrukci úpravny vody např. [3]. V roce 2012 byla dokončena první etapa rekonstrukce úpravny vody (zhotovitel SMP CZ a.s.), která byla zaměřena na odstranění největšího problému úpravny vody tj. kalového hospodářství.

Stávající technologická linka úpravny vody
Technologická linka úpravny vody se skládá z těchto částí:

- přerušovací komora s malou vodní elektrárnou,
- dávkování chemikálií (vápenný hydrát, síran hlinitý, polymerní flokulant),
- dva proudové rychlomísiče,
- šest pískových rychlofiltrů,

- dva dvouvrstvé filtry (náplň písek a granulované aktivním uhlím),
- UV záření,
- dávkování chemikálií (vápenný hydrát, chlor, síran amonný),
- akumulace upravené vody,
- kalové hospodářství.

Kalové hospodářství

Stav před rekonstrukcí:

- dvoustupňové odsazování odpadních vod (dvě kruhové a jedna obdélníková nádrž),
- technický stav zařízení neumožňoval přepouštět veškerý odsazený kal z prvního stupně sedimentace a nebylo tak možné dostatečné odsazení kalu. Zvířený obsah kalů se dostával při každém praní do odsazené vody a docházelo k vypouštění odpadní vody s nevyhovujícími parametry,

***Obr. 7** Původní kruhové nádrže*

***Obr. 8** Zvýšení kruhových nádrží a zastropení*

Návrhový stav:

- v rámci projektové přípravy [4] bylo rozhodnuto, že pro zpracování odpadních vod bude zvoleno strojní zpracování pomocí flotace a šnekového lisu. Obdobné složení (řešení) kalového hospodářství je již v provozu (od roku 2009) na ÚV Souš [5],
- technologická linka byla navržena v tomto uspořádání:
  - vyrovnávací nádrž pracích vod,
  - flotace,
  - šnekový lis,
  - retenční nádrž („pojistka systému“).

Navrhovaná linka kalového hospodářství byla dimenzována [3] na výhledový stav (tj. po realizaci druhé etapy rekonstrukce – přestavba na dvoustupňovou úpravnu vody). Tímto rozhodnutím byly sníženy potřebné investiční náklady na realizaci rekonstrukce a zároveň není technologická linka předimenzovaná. Po realizaci rekonstrukce kalového

hospodářství je současná technologická linka úpravny vody dílčím způsobem výkonově limitována rekonstruovanou kalovou koncovkou (v závislosti na kvalitě surové vody resp. „cyklech praní“), avšak toto omezení je s ohledem na zastupitelnost výroby v jiné úpravně vody přijatelné.

Nová technologická linka kalového hospodářství (pouze klíčové částí linky)

- vyrovnávací nádrž - pro potřeby vyrovnávací nádrže byly využity dvě stávající kruhové sedimentační nádrže. Nádrže byly stavebně upraveny (zvýšení obvodových stěn, sanace kosntrukcí, zakrytí nádrží) tak, aby bylo možné zvýšit jejich objem. Z vyrovnávací nádrže je odpadní voda čerpána na flotační jednotky,

Obr. 9 *Flotace, šnekový lis*

Obr. 10 *Dopravník kalu, stání kontejnerů*

- flotace - flotační jednotky jsou umístěny v prostoru bývalých garáží. Jedná se o dvě flotační zařízení od firmy Nijhuis Water technology b.v. s předřazeným dávkováním polymerního flokulantu. Odsazená voda z flotace je odváděna přes retenční nádrž do recipientu. Kal (pěna) je dopravována do sběrné jímky,
- šnekový lis (od firmy Ishigaki) - lisu je předřazená homogenizační nádrž, kde dochází k promíchávání flokulantu s kalem, který je dále dopravován k vlastnímu odvodnění. V odvodňovacím zařízení je kal transportován speciálně tvarovaným šnekem podél děrovaného síta, které odvádí filtrát a zadržuje kal. Pomaloběžný šnek kal nejen dopravuje, ale také stlačuje a odvodňuje. Odpadní voda („filtrát“) ze šnekového lisu je vracena zpět do vyrovnávací nádrže, kal je dopravován do kontejnerů a odvážen k dalšímu využití.

Dílčí výstupy ze zkušebního provozu (provozní výsledky)

Kalová koncovka je ve zkušebním provozu od cca 11.2012, během současného provozu dochází ke snižování dávek polymerního flokulantu (optimalizace dávek). V době zkušebního provozu nebylo doposud nutné přistupovat k odstavení zařízení z provozu a dle informací provozovatele je celý provoz kalové koncovky stabilní. V tabulkách č. 1 a 2 uvádíme dílčí výstupy ze zkušebního provozu.

Tabulka č. 1 *Kvalita odpadní vody (vstup/výstup z flotace)*

Datum odběru	CHSKMn (mg/l)	pH	zákal (ZFt)	Al (mg/l)
vstupní voda – vyrovnávací nádrž				
15.10.12	3,5	4,1	x	60
26.10.12	44	7,1	x	100
30.10.12	X	x	170	x
30.10.12	62	6,5	x	14
31.10.12	31	6,1	x	7,8
31.10.12	35	4,5	x	31
01.11.12	20	5,0	x	7,8
01.11.12	27	5,3	x	11
02.11.12	20	6,7	x	9,8
výstupní kvalita odsazené vody – odtok z flotace				
15.10.12	1,6	4,7	x	6,1
30.10.12	X	x	3,8	x
30.10.12	2,0	5,0	x	1,9
31.10.12	1,9	5,1	x	1,7
31.10.12	2,1	4,5	x	16
01.11.12	1,4	5,2	x	1,1
01.11.12	1,3	5,3	x	1,0
02.11.12	1,7	6,5	x	0,23

Tabulka č. 2 *Sušina vstupní odpadní vody / kalu na výstupu z lisu*

Datum odběru	Místo odběru	sušina (%)
sušina výstupní pěna z flotace		
30.10.12	III.Mlýn ÚV, FL, pěna z flotace , směs (nádrž dolní)	1,5
30.10.12	III.Mlýn ÚV, FL, pěna z flotace , směs (nádrž dolní)	3,8
31.10.12	III.Mlýn ÚV, FL, pěna z flotace , směs (nádrž dolní)	1,1
sušina výstup z lisu		
30.10.12	III.Mlýn ÚV, kalolis, filtrační koláč	12,5
30.10.12	III.Mlýn ÚV, kalolis, filtrační koláč	13,9
31.10.12	III.Mlýn ÚV, kalolis, filtrační koláč	15,1
31.10.12	III.Mlýn ÚV, kalolis, filtrační koláč	14,5

Literatura

[1] W&ET Team, Dolejš P. a kol., ÚV Jirkov – výsledky z modelového poloprovozu flotace, 2007

[2] Hydroprojekt CZ a.s., Středa P. a kol., Rekonstrukce ÚV Jirkov , TDW, 01.2010

[3] Středa P., Líbal A., Blažek K., ÚV III.Mlýn – variantní řešení technologické linky, sborník konference Voda Zlín 2011

[4] Hydroprojekt CZ a.s., Středa P. a kol., Rekonstrukce ÚV III.Mlýn – rekonstrukce kalového hospodářství, TDW, 11.2011

[5] Hydroprojekt CZ a.s., Drbohlav J. a kol., Úpravna vody Souš, rekonstrukce, TDW, 04.2006

Hydraulické síly v potrubí a základní způsoby jejich jištění

Ing. Marek Coufal

VODING HRANICE, spol. s r.o.
marek.coufal@voding.cz

---

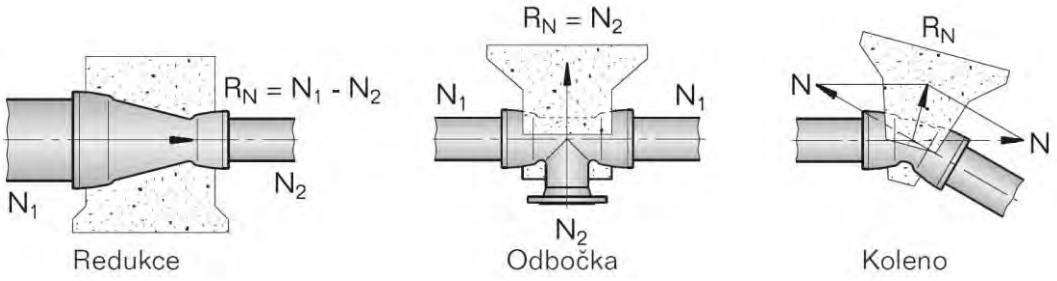
1. ABSTRAKT

Návrh jištění hydraulických sil v potrubí je důležitou součástí každé projektové dokumentace řešící výstavbu tlakových potrubí pro dopravu vody. S rostoucím profilem potrubí a provozním tlakem rostou také nároky na zajištění hydraulických sil v potrubí a s tím i náklady na výstavbu, zejména pak u hrdlových potrubí. Vhodný technický návrh jištění hydraulických sil v potrubí má přímou vazbu na cenu budovaného díla i jeho technickou spolehlivost. Pochopení základních principů jištění hydraulických sil v potrubí je základním předpokladem pro provedení kvalitního návrhu i realizace vodovodních řadů.

2. JIŠTĚNÍ HYDRAULICKÝCH SIL V POTRUBÍ

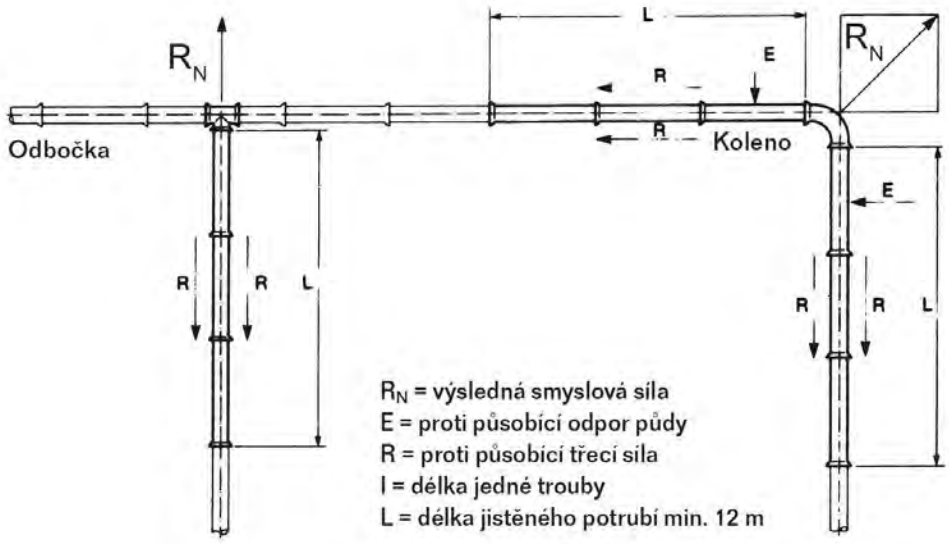
Hydraulické síly v potrubí vznikají při změně jeho směru, profilu a také na zaslepených koncích potrubí tíhou vodní náplně potrubí, vlivem hydrostatického a hydrodynamického tlaku v potrubí, vlivem hydraulických rázů atd. Tyto síly se nepříznivě projevují zejména u dělených trubních systémů (např. násuvnými hrdlovými spoji nejištěnými proti podélnému posuvu), které nemohou účinně vzdorovat vzniklému tahu v potrubí. V případě absence jištění hydraulických sil u těchto potrubí dochází vlivem těchto sil k posuvům v hrdlových spojích, následnému rozpojení spojů a havárii vodovodního řadu.

Existuje několik způsobů zajištění stability potrubí. Návrh způsobu jištění hydraulických sil a jeho technické provedení provádí projektant na základě výpočtu velikosti těchto sil, stanovení únosnosti zeminy a posouzení místních poměrů v místě provádění daného jištění. V praxi nejčastěji využívaným způsobem zachycení hydraulických sil v potrubí je použití betonových opěrných bloků. Hydraulické síly v potrubí jsou přes opěrné plochy betonových bloků přenášeny do rostlé zeminy. Opěrná plocha betonových bloků se navrhuje vždy kolmo na výslednici sil v dané tvarovce s tím, že výslednice sil by měla procházet středem tohoto bloku. Velikost betonového bloku a jeho opěrné plochy závisí na únosnosti zeminy v místě jištění. U vertikálních lomů potrubí, kdy výslednice sil směřuje „proti vzduchu“ se jištění hydraulických sil provádí pomocí ocelových třmenů zakotvených do předem připraveného betonového bloku s ocelovými trny. Hydraulické síly jsou v tomto případě zachyceny vahou betonového bloku.



Obr. 1: *Zajištění potrubí pomocí betonových opěrných bloků*
Zdroj: DUKTUS litinové systémy

Jištění hrdlových potrubí tzv. zámkovými spoji se používá jako alternativa k jištění pomocí betonových bloků, zejména u trubních systémů z tvárné litiny. Princip tohoto řešení spočívá ve vytvoření určité délky neděleného potrubí před a za jištěnou tvarovkou. Hydraulické síly působící na potrubí se zachycují třením mezi zeminou a stěnou potrubí.

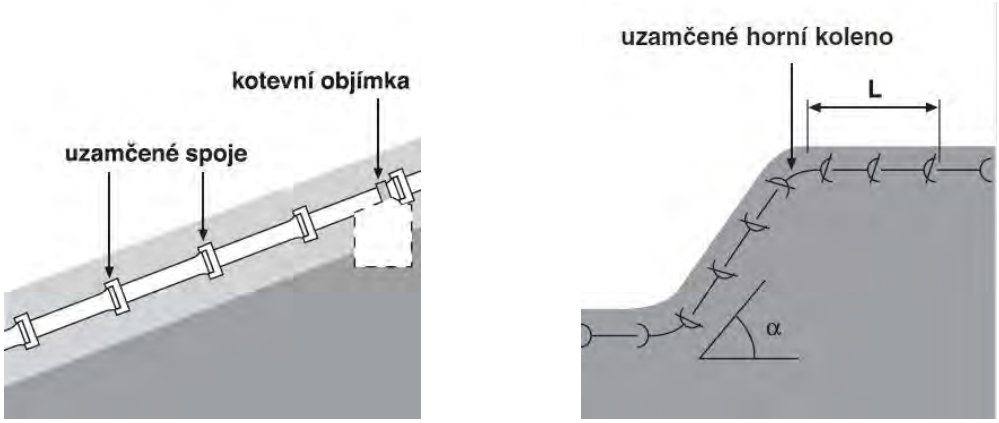


Obr. 2: *Zajištění potrubí pomocí zámkových spojů*
Zdroj: DUKTUS litinové systémy

Jištění hydraulických sil pomocí zámkových spojů se s úspěchem využívá tam, kde nelze využít jištění pomocí betonových opěrných nebo kotevních bloků (např. inženýrské sítě uložené v místech předpokládaného betonového bloku, uložení potrubí v nestabilních zeminách atd.). Jištění hydraulických sil pomocí zamčených úseků se stává účinným až po provedení obsypů a zásypů potrubí na výpočtem předpokládané krytí se zhutněním na projektem předepsanou hodnotu.

Při projekčním návrhu vodovodu je nutno počítat také se zajištěním potrubí, které je navrženo ve větším podélném spádu než 15%. Navržené jištění musí být navrženo tak, aby zachytilo axiální síly způsobené složkou vlastní tíhy plného potrubí působící rovnoběžně s povrchem svahu. Při určitém sklonu potrubí už jsou tření mezi stěnou potrubí a zeminou příliš malá na to, aby zamezila jeho posunu. Zajištění potrubí se

v těchto případech provádí většinou pomocí uzamčeného úseku určité délky, který je proti posuvu zajištěn pomocí betonového kotevního bloku umístěného za hrdlem nejvýše položené trouby.



Obr. 3: *Zajištění potrubí při velkém podélném sklonu*
Zdroj: SAINT-GOBAIN PAM CZ

Mimo velikosti a tvaru navrženého kotevního bloku je maximální přípustná délka daného úseku dána únosností použitého zámkového spoje, proto je při návrhu delších úseků s velkým podélným sklonem nutno dbát, aby uvažovaná axiální síla nepřekročila hodnotu únosnosti zámkového spoje a případně provést další opatření které tomuto stavu zabraňují. Alternativně lze použití betonového kotevního bloku pro kotvení úseku s velkým podélným spádem nahradit použitím přídavného uzamčeného úseku potrubí v určité délce, umístěného v rovinné části za horním kolenem, opět za předpokladu že hodnoty axiálních sil nepřekročí dovolenou únosnost použitých zámkových spojů.

3. NEJČASTĚJŠÍ CHYBY PŘI PROVÁDĚNÍ JIŠTĚNÍ

Nepochopení základních principů jištění hydraulických sil v potrubí způsobuje chybné provedení při realizaci a zejména u potrubí větších profilů může být příčinou havárií. Při provádění betonových opěrných bloků je častou chybou absence opěrné plochy kolmé na výslednici hydraulických sil z jištěné tvarovky. Betonový blok bývá vybetonován do prostoru vzniklého v místě lomu montážní rýhy a dostává tak šípový tvar, který špatně roznáší hydraulické síly do rostlé zeminy.

Obr. 4: *Chybně provedený blok šípového tvaru*

Obr. 5: *Chybně provedený betonový blok na potrubí DN 500, osazený mimo výslednici sil*

Další chybou je provedení opěrných bloků, které nejsou svou opěrnou plochou opřeny kolmo přímo do rostlé zeminy. Mezi opěrnou plochou a rostlou zeminou pak bývá dosypána vrstva špatně zhutněného materiálu. Po natlakování potrubí může dojít u takto provedeného jištění k posunu celého bloku a výsledkem opět může být rozpojení a havárie potrubí.

Obr. 6: *Chybně připravená betonáž bloku na potrubí DN 500 – šikmá opěrná plocha*

Obr. 7: *Chybně připravená betonáž bloku se stojící vodou a odpadem v prostoru betonáže*

Při provádění jištění hydraulických sil pomocí zámkových spojů je častou chybou nedostatečné zhutnění podsypu a obsypu potrubí nebo provádění podsypů nebo provedení obsypu potrubí do vody stojící v potrubní rýze. Následkem bývá v důsledku nedostatečného tření mezi zeminou a stěnou potrubí přenesení sil přes zamčený úsek do volného hrdla, kde dojde k rozpojení potrubí. Častou chybou bývá také chybný výpočet

délek uzamčeného potrubí. Při návrhu délek zamčeného potrubí je nutno si uvědomit, že délku zamčeného potrubí umístěného mimo zhutněnou zeminu (např. potrubí volně uložené v chráničkách, kolektorech atd.) nelze do potřebné délky zamčení započítat, protože v tomto úseku neexistuje žádné tření mezi stěnou potrubí a okolní zeminou. Při návrhu délky zamčeného úseku je nutno brát v úvahu také povrchovou úpravu potrubí. Použití speciálních vnějších povrchových ochran potrubí nástřikem polyetylénu nebo polyuretanu výrazně prodlužuje nutnou délku zamčených úseků proti standardní povrchové úpravě (přibližně na dvojnásobek).

4. NETRADIČNÍ PŘÍKLAD JIŠTĚNÍ Z PRAXE

Velmi zajímavým případem jištění hydraulických sil v potrubí byla nutnost rychle zajistit pravoúhlá kolena u dvou souběžných přivaděčů pitné vody DN 500 a DN 400. V souvislosti s novou výstavbou v lokalitě bylo nutno provést přeložky stávajících souběžných přivaděčů mimo prostor výstavby. Ačkoliv byly trasy přeložek provedeny v předstihu včetně jištění hydraulických sil, nejobtížnějším místem pro realizaci zůstalo propojení obou přeložek na stávající potrubí. Náročnost propojování vycházela zejména z krátké doby možné odstávky přivaděčů, který byla z provozních důvodů stanova na pouhý 1 den. V době této odstávky pak bylo nutno provést vypuštění obou přivaděčů, realizovat výřezy na obou potrubích, provést montáž kolen a propojení a realizovat funkční jištění hydraulických sil v kolenech. V předstihu proto byla realizována opěrná betonová deska, která byla osazena ve výslednici sil 90° kolen obou potrubí. Deska byla navržena tak, aby byla schopna přenést do rostlé zeminy součet sil vycházejících z obou kolen a vzhledem k únosnosti zeminy v místě propojení a tlakovým poměrům v obou přivaděčích měla plochu cca 9,5 m^2. Dále byla v předstihu připravena speciální ocelová konstrukce pro rozepření obou kolen s opěrnou deskou. Při odstávce přivaděčů pak došlo k vypuštění potrubí, provedení výřezů, osazení kolen a jejich zajištění ocelovou konstrukcí do připravené betonové desky. Tím byla zajištěna okamžitá funkčnost jištění a hydraulické síly byly okamžitě přenášeny přes ocelovou konstrukci do betonové opěrné desky. Oba přivaděče tak mohly být natlakovány a zprovozněny ihned po osazení jištění ocelových konstrukcí. Ocelová konstrukce byla následně obetonována.

Obr. 8: *Zajištění při propojování pomocí ocelové konstrukce – propojení prvního potrubí DN 400*

Obr. 9: *Zajištění při propojování pomocí ocelové konstrukce – propojení obou potrubí DN 400 a DN 500*

5. ZÁVĚR

Ačkoliv se jištění hydraulických sil v potrubí pro dopravu vody může zdát jako poměrně triviální záležitost, je nutno návrhu i vlastní realizaci jištění věnovat velkou pozornost, a to zejména u potrubí velkých profilů. Návrh vhodného jištění hydraulických sil v potrubí a jeho bezchybné provedení je jedním ze základních předpokladů spolehlivého provozu vodovodních řadů.

6. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

[1] TNV 75 5410 Vodárenství – Bloky vodovodních potrubí. Hydroprojekt a.s., Praha, Odvětvové normalizační středisko, 1995

[2] SAINT-GOBAIN PAM CZ. *Katalog materiálů z tvárné litiny pro vodovodní a závlahové systémy*. 2009.

[3] DUKTUS litinové systémy. *Potrubí z tvárné litiny pro pitnou vodu.* 2008.

[4] ČSN 75 5401 Navrhování vodovodního potrubí. Praha, Český normalizační institut, 2007

[5] ČSN EN 805 Vodárenství – Požadavky na vnější sítě a jejich součásti. Praha, Český normalizační institut, 2001

Nový systém vyjadřování k existenci sítí ve společnosti Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s.

Ing. Zdeněk Stavinoha, Ing. Michal Korabík

Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s., Jasenická 1106, 755 11 Vsetín, *e-mail: vakvs@vakvs.cz*

---

1. Úvod

Příspěvek se zabývá problematikou nového systému vyjadřování k existenci sítí ve společnosti Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s..

2. Problematika

Naše společnost přechází na systém obdobný jako u jiných správců sítí např. (Telefonica O2, RWE, ČEZ,…). Oproti stávajícímu postupu dochází především ke změně zadávání zájmového území. Žadatel o vyjádření zadává zájmové území elektronicky přes webový formulář vyznačením zájmového území ohradou (polygonem) v mapovém klientu. Odpadne zadávání dle parcelních čísel. Dojde i ke změně grafické úpravy vydávaných vyjádření. Nedílnou součástí vyjádření je vyznačené zájmové území žadatele a situace námi provozovaných dotčených sítí. Ruší se tímto dosavadní vyplňování papírového formuláře: Žádost o vyjádření. Při variantě vyjádření k územnímu souhlasu, ohlášení stavby a uzavření veřejnoprávní smlouvy není oražena situace stavby, ale je v textu vyjádření napsáno, že souhlasíme s vydáním územního souhlasu, ohlášením stavby, eventuálně uzavřením veřejnoprávní smlouvy dle přiložené situace, která je nedílnou součástí vyjádření.

Všechny žádosti podle jejích druhu musí obsahovat přílohy v digitální podobě tj. (situaci stavby, technickou zprávu, situaci kanalizační přípojky, situaci vodovodní přípojky, detail umístění vodoměrné sestavy, podélný profil u kanalizační přípojky). Situaci stavby, situaci vodovodní a kanalizační přípojky (pokud žadatel žádá) je nutno přiložit ve formátu JPG. Ostatní soubory mohou byt ve formátu PDF, DOC, DOCX. Bez těchto příloh, v požadovaných formátech, nebude žádost považována za úplnou a nebude moci být vyřízena, tj. nebude vydáno vyjádření. Žádosti podané elektronicky budou mít přednost při zpracování, před žádostmi podanými osobně nebo poštou. Žádosti zaslané poštou nebo doručeny osobně budou vyřízeny ve lhůtě 30 dnů. Tyto způsoby podávání žádostí bychom rádi výrazně omezili. Žádosti zaslané emailem nejsou akceptovány!

3. Důvody vzniku

- Zastarání současného systému Vyjadřovací služba (databáze FoxPro, od roku 2003, omezená funkčnost)
- Větší nároky na systém Vyjadřovací služba (vyhledávání, transparentnost, zpřístupnění, propojení s GISem)
- Zviditelnění Vyjadřovací služby pro provozní pracovníky
- Urychlení, zkvalitnění a zjednodušení vydávání vyjádření
- Zvětšení komfortnosti pro žadatele o vyjádření
- Možnost upravovat systém vlastními silami
- Možnost dalšího vývoje Vyjadřovací služby

4. Vznik a vývoj Vyjadřovací služby

- Inspirace u jiných síťařů (Telefonica O2, ČEZ, SmVaK, SčVK …aj.)
- Porovnání cena x výkon
- SW na zakázku x univerzální SW
- Implementace, testování, ladění a úpravy systému dle našich požadavků (náročné na čas)

5. Podání žádosti

Starý systém

- Zadávání žádosti na papírovém formuláři, výčtem parcel
- Podání žádosti osobně, poštou, e-mailem-druhotné zadávání do systému
- Koloběh papírové interní dokumentace (pouze jeden stanoviskář)
- Skládání vyjádření z několika částí (textová část, grafická část a přílohy), jejich nutný výtisk a kopírování podkladů

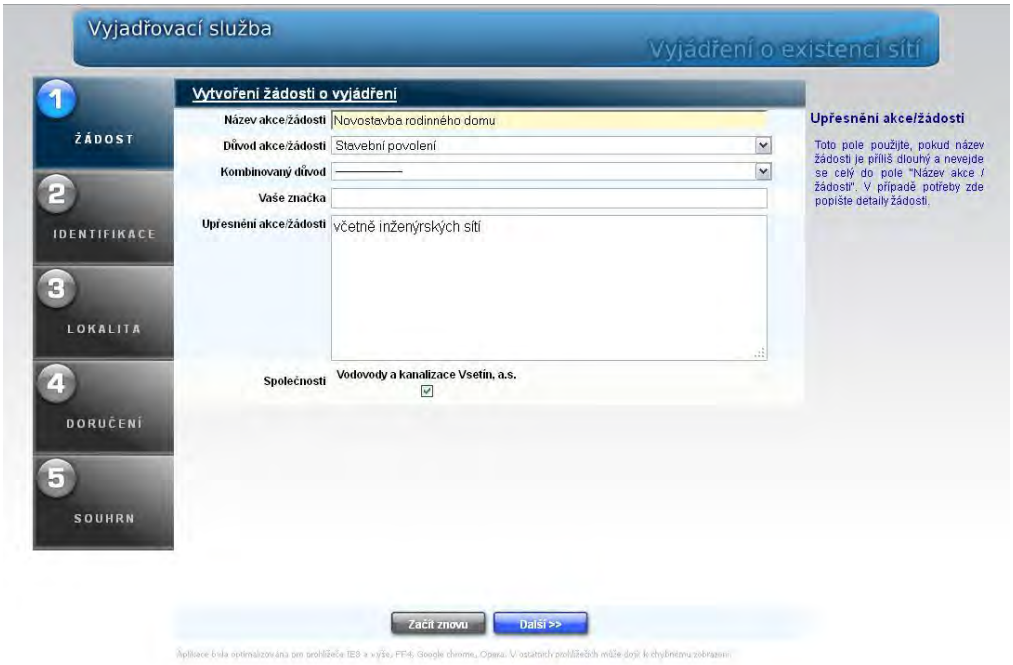
Nový systém

- Žádost o vyjádření se zadává elektronicky přes webový formulář na internetové adrese: http://gis.vakvs.cz/vfe.
- Podání žádosti přes internet, výjimečně jiným způsobem
- Online žádost o stanovisko (i více stanoviskářů)
- Ucelené vyjádření ve formátu *.pdf a jeho zpřístupnění v GISu a ve Vyjadřovací službě
- Přehlednost a transparentnost všech kroků při tvorbě vyjádření

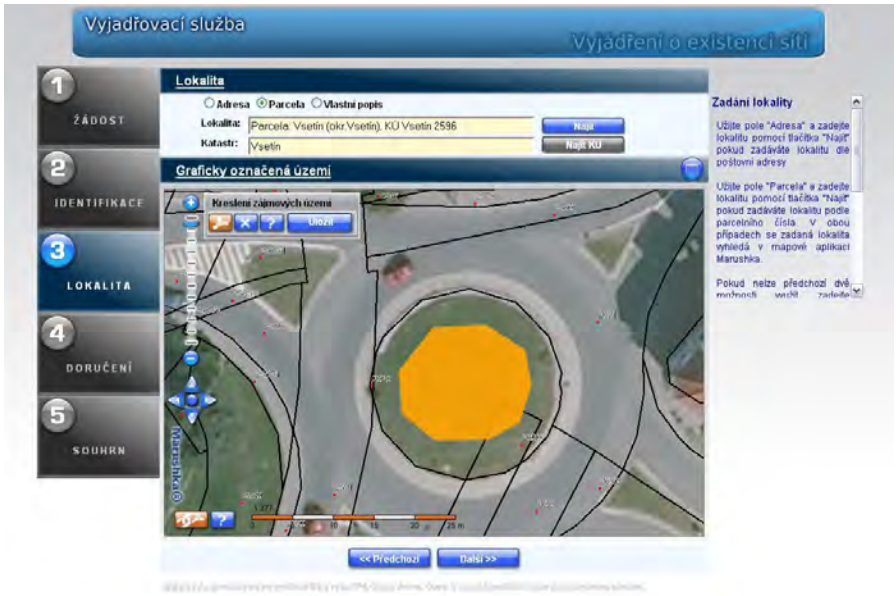
6. Zadávání přes webový formulář

- Vyplnění základních údajů
- Zadání zájmového území ohradou
- Kontrola údajů, vložení přílohy
- Oznámení úspěšného zadání potvrzovacím emailem

***Obr. 1**: Vyjadřovací služba, webové rozhraní – zadání údajů*



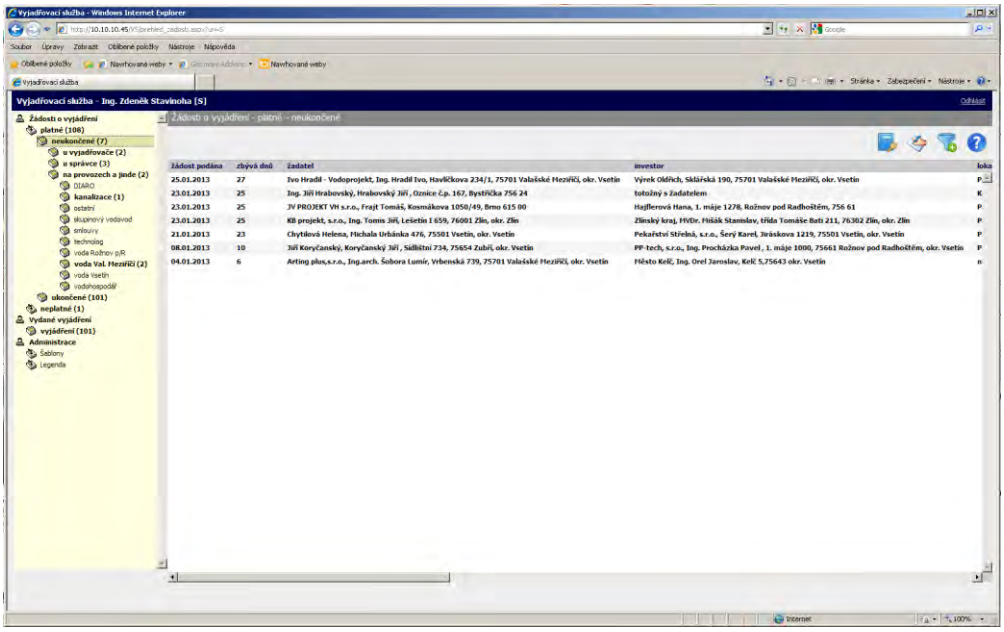
***Obr. 2**: Webové rozhraní – zadání zájmového území*



7. Řešení žádosti

- Zpracování žádosti není vázáno na konkrétní PC
- Souběžná práce více pracovníků
- Zpracování žádosti je možné provést odkudkoliv (intranet/internet)
- Možnost nahlížení na průběh žádosti ostatními pověřenými pracovníky

***Obr. 3**: Webové rozhraní – řešení žádosti*



8. Výhody řešení nového systému vyjadřování

- Rychlejší zpracování žádosti – úspora času
- Jednodušší a jednoznačné zadávání zájmového území
- Bezkontaktní vyřízení žádosti
- Zodpovědnost za úplnost na straně zákazníka
- Elektronická komunikace – minimalizace nutnosti osobních návštěv

9. Závěr

Hlavním cílem zavedení tohoto systému v naší společnosti Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s. je zrychlit a zjednodušit systém centrálního vyjadřování, dojde k úspoře času, zjednoduší se a zpřesní zadávaní zájmového území a žádost lze řešit bezkontaktním způsobem.

10. Použitá literatura

[1] http: //www.vakvs.cz/

[2] http://gis.vakvs.cz/vfe/

[4] Program rozvoje společnosti, Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s., 2013.

11. Přílohy

Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s.
Jasenická 1106, 755 11 Vsetín
zapsané u Krajského soudu v Ostravě, oddíl B, vložka 682

Vyjádření č. 99/2013

Územní řízení

Žadatel:
Jaroslav Závodný
Jaroslav Závodný
Lazy 1458
75501 Vsetín

Investor:
JEZNOTA a.d.ve Vsetíně
Ing. Ladislav Macek
Svatanova 1110
75501 Vsetín

Název stavby - akce :
Kanalizační přípojka pro prodejnu č.p.420 v Lidečku

Místo stavby : Lidečko 420,7561

Katastr :

Při stavbě dojde ke střetu s vodohospodářským zařízením ve správě společnosti Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s. (dále jen vodohospodářská zařízení viz. přiložená dokumentace. Upozorňujeme, že podkladová katastrální mapa v přiloženém snímku má pouze informativní charakter.
Současně s umístěním stavby dle přiložená situace, která je nedílnou součástí tohoto vyjádření.
Současně s napojením na kanalizační síť provozovanou společností Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s. (dále jen společnost). Odbočení (navrtávku) nebo napojení do šachty na hlavní kanalizační stoce provedou pouze pracovníci příslušného provozního střediska společnosti, určení v příloze pro stavebníka.
Před zahájením zemních prací je nutno požádat o vytýčení vodohospodářského zařízení.
Toto vyjádření se nevztahuje na vodovodní a kanalizační přípojky ve vlastnictví jiných majitelů na soukromých pozemcích.

Podmínky pro provádění stavebních prací v blízkosti vodohospodářských zařízení:

Při provádění stavebních nebo jiných prací, jimiž mohou být dotčena vodohospodářská zařízení, je stavebník nebo jím pověřený subjekt povinen v souladu s platnými právními předpisy a normami učinit veškerá opatření, aby nedošlo k ohrožení nebo poškození vodohospodářských zařízení a majetku třetích osob, zdraví a je znazorněn s tím, že:

1. Vodovody a kanalizace pro veřejnou potřebu se zřizují a provozují ve veřejném zájmu a jsou chráněny právními předpisy. Ochranná pásma jsou vymezena vodorovnou vzdáleností od vnějšího líce stěny potrubí nebo kanalizační stoky na každou stranu takto: vodovodní řady a kanalizační stoky do průměru 600 mm včetně je ochranné pásmo 1,5 m, vodovodní řady a kanalizační stoky nad průměr 500 mm je ochranné pásmo 2,5 m.

2. Při činnostech v blízkosti vodohospodářských zařízení je povinen respektovat ochranná pásma vodovodních řádů a kanalizačních stok tak, aby nedošlo k poškození nebo zamezení přístupu k vodohospodářskému zařízení. Při křížení nebo souběhu zemních prací s vodohospodářským zařízením dodrží ČSN 73 6005 Prostorová úprava vedení technického vybavení v platném znění.

3. Písemná uvědomí nejméně 7 pracovních dnů předem společnost o zahájení stavby s uvedením odpovědné osoby a kontaktu na ni.

4. Před zahájením zemních prací zabezpečí vytýčení vodohospodářských zařízení po zástupu. V případě nemožnosti vytýčení zařízení z povrchu budou stavebníkem (investorem) provedeny ruční kopané kontrolní sondy. O vytýčením budou prokazatelně seznámeni pracovníci, kteří budou práce provádět. Vytýčení vodohospodářských zařízení provedou (dle příslušné lokality a sítí) pracovníci společností uvedení v příloze pro stavebníka na základě písemné objednávky.

5. Na trase vodohospodářských zařízení (věcné ochranného pásma) není oprávněn měnit niveletu terénu, vyasovat trvalé porosty ani měnit rozsah a konstrukci zpevněných ploch. Na zemní práce do 1m od vnějšího okraje

VODOVODY A KANALIZACE VSETÍN, a. s.
Jasenická 1106, 755 11 VSETÍN
tel.: 571484 054
fax: 571431 910
e-mail: vakvs@vakvs.cz
http : //www.vakvs.cz

vyjádření č.99/2013 strana 1 z 5

Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s.
Jasenická 1106, 755 11 Vsetín
zapsané u Krajského soudu v Ostravě, oddíl B, vložka 682

vodohospodářského zařízení nebudou používány mechanické prostředky. Výkop bude proveden ručně se zvýšenou opatrností. Mimo zpevněné plochy není dovoleno přejíždět vodohospodářská zařízení vozidly nebo stavební mechanizací, pokud nebude potrubí včetně dvědlacích armatur zabezpečeno proti mechanickému poškození. Způsob mechanické ochrany a změnu niveety terénu nutno odsouhlasit s pracovištěm společnosti dle přiložené lokality a sítí uvedeným v příloze pro stavebníka.

6. Je povinen každé zjištěné, nebo způsobené poškození vodohospodářského zařízení neprodleně oznámit na dispečink společnosti z nepřetržitou službou na telefonu 571 484 041 nebo 571 484 047.

7. Případné poruchy nebo havárie vodohospodářského zařízení (např. prolomení potrubí, sesunutí potrubí, poražení kabelového vedení apod.) v místě křížení nebo souběhu stavby s vodohospodářským zařízením budou v průběhu stavby a také po dobu běžící záruční lhůty ostrahovány na náklady stavebníka (investora). Taktéž vzniknoucí následné škody na majetku třetích osob (bytové i nebytové prostory, komunikace, chodníky, zeleň apod.) v průběhu stavby a po dobu záruční lhůty vinou poruchy vodohospodářského zařízení v místě křížení nebo souběhu stavby s vodohospodářským zařízením, bude této škoda uplatněna u stavebníka (investora).

Vyjádření je platné pouze pro zájmové území určená a vymezená žadatelem a taktéž pro stanovený účel. V případě, že budou práce zahájeny po uplynutí doby platnosti tohoto vyjádření, nelze toto vyjádření použít jako podklad pro zahájení prací a je třeba požádat o vydání nového nebo prodloužení závěrečného vyjádření.

Toto vyjádření pozbývá platnosti:
- uplynutím doby platnosti vyjádření
- změnou rozsahu vymezeného území
- změnou účelu vyjádření uvedeného v žádosti

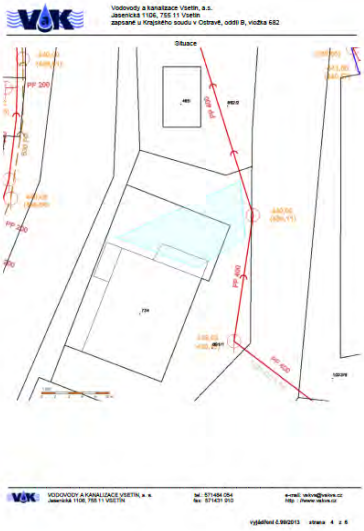
Platnost tohoto vyjádření je jeden rok ode dne vydání.

Toto vyjádření pozbývá platnosti :
- uplynutím doby platnosti vyjádření
- změnou rozsahu vymezeného území
- změnou účelu vyjádření uvedeného v žádosti

Vyřizuje: Ing. Pavlína Šachová
Telefon: 571 484 039
Datum: 25.1.2013
Podpis a razítko: .....
Vedoucí TPČ Ing. Zdeněk Handák

VODOVODY A KANALIZACE VSETÍN, a. s.
Jasenická 1106, 755 11 VSETÍN
tel.: 571484 054
fax: 571431 910
e-mail: vakvs@vakvs.cz
http : //www.vakvs.cz

vyjádření č.99/2013 strana 2 z 5



Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s.
Jasenická 1106, 755 11 Vsetín
zapsané u Krajského soudu v Ostravě, oddíl B, vložka 682

Situace

VODOVODY A KANALIZACE VSETÍN, a. s.
Jasenická 1106, 755 11 VSETÍN
tel.: 571484 054
fax: 571431 910
e-mail: vakvs@vakvs.cz
http : //www.vakvs.cz

vyjádření č.99/2013 strana 4 z 5

Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s.
Jasenická 1106, 755 11 Vsetín
zapsané u Krajského soudu v Ostravě, oddíl B, vložka 682

situace žadatele

LEGENDA :
KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKY Z TRUB PVC DN 150 DÉLKA 18 M
PLASTOVÁ REVIZNÍ ŠACHTA HLOUBKA 425

POZNÁMKA :

Žadatel: Závodný Vsetín, Lazy 1458	Vypracoval: J. Závodný
STAVBA: KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKA PRO PRODEJNU č.p. 420 V LIDEČKU	
Měř. V Výkres: VYKAZOVÁ MAPA	

VODOVODY A KANALIZACE VSETÍN, a. s.
Jasenická 1106, 755 11 VSETÍN
tel.: 571484 054
fax: 571431 910
e-mail: vakvs@vakvs.cz
http : //www.vakvs.cz

vyjádření č.99/2013 strana 5 z 5

Speciální problémy stavebního řešení vodárenských staveb

Ing. Richard Schejbal, Ing. Tomáš Parkan

Sweco Hydroprojekt a.s.

Obsah

1. Úvod
2. Zvláštní podmínky na vodárenských stavbách
3. Požadavky na stavbu specifické pro vodárenství
3.1 Nádrže - vodotěsnost a trhliny
3.2 Vhodnost pro styk s pitnou vodou
4. Technologie, materiály, prvky a konstrukce
4.1 Prefabrikace - některé typické i neobvyklé jevy.
4.2 Úpravy povrchů – odolnost, životnost hygienické a provozní požadavky
5. Závěr – podmínky úspěšného projektu

1. Úvod

V hlavní televizní zpravodajské relaci vysílané 7.2. t.r. byla poměrně obsáhlá reportáž věnována chystané rekonstrukci dálnice D1. Významný odborník na dopravní stavby v ní na pozadí zprávy o miliardové zakázce vysvětloval reportérovi i divákům fakt, že řada úseků stavby je ve stáří 35 až 40 let, přičemž v době vzniku se předpokládala životnost cca 25 let, a to při tehdejší úrovni provozu. Převážná většina diváků, kteří tuto reportáž zaznamenali, v duchu jistě pokývla a řekla si „To je přece jasné, že se s tím musí něco udělat. Bude to sice stát majlant, ale jinak to nejde, ani já už přece nechci další léta drncat z Prahy do Brna tak, jako dosud.“ Každou chvíli jsme terčem zpráv z té či oné obce nebo toho či onoho regionu, v nichž se dozvídáme o katastrofálním stavu silnic nebo mostů. Informace o špatném stavu a stáří vodohospodářských staveb se objevují podstatně řidčeji, obvykle v souvislosti s nějakou havárií na větším vodovodním řadu, a občas i o nutnosti postavit nebo rekonstruovat nějakou čistírnu odpadních vod. Ale vodárny, vodojemy, čerpací stanice? Mediálně prakticky neexistují a tak i odborná veřejnost dospívá k přesvědčení, že až na pár maličkostí je vše v pořádku, a že když opravíme nebo doplníme pár drobností v technologii té které stavby, můžeme provozovat bezstarostně dál.

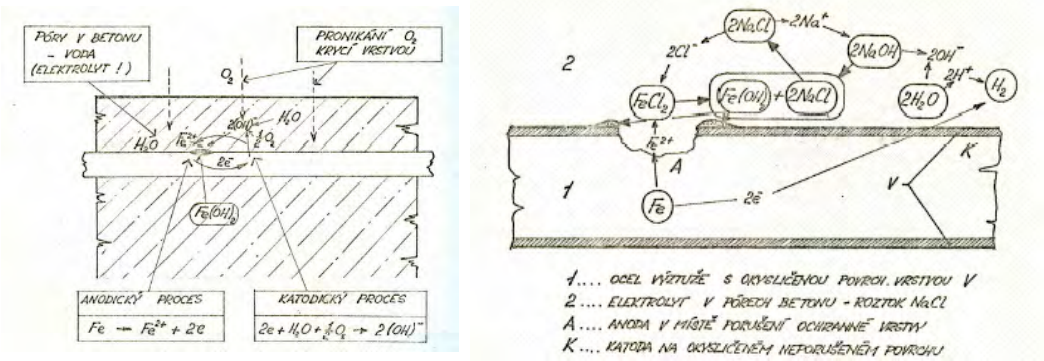
Realita je pochopitelně jiná. Jako každé dílo lidských rukou i vodárenské objekty stárnou, mají svou reálnou životnost, a v důsledku podmínek, které bychom na jiných stavbách považovali za extrémní, výrazně rychleji, než si obvykle připouštíme. V příspěvku se soustředíme na některé z faktorů, které hrají důležitou roli v projektovém řešení, při výstavbě i za provozu vodárenských objektů. Souhrnný pojmem „stavební“ pak podle souvislosti zahrnuje celou šíři hledisek od architektonických, přes stavebně fyzikální, stavebně technická a konstrukční až po statická.

2. Zvláštní podmínky na vodárenských stavbách

Příčinou mimořádných podmínek působení a nejvážnějším problémem na vodárenských stavbách je, což jistě nepřekvapí, voda. V kapalném skupenství, tedy jako obsah nádrží různého účelu, je rozhodujícím prvkem z několika hledisek:

A. Uvažovaná zatížení. Hydrostatický tlak je obvykle nejvýznamnějším vnějším silovým účinkem na stěny nádrží; mimo potrubí a jeho součásti se jen v omezené míře projeví účinky hydrodynamického tlaku a/nebo hydraulického rázu. Základní standardní požadavky pro uvažování zatížení vodním tlakem pro mezní stavy únosnosti (MSU) i použitelnosti (MSP) jsou od roku 2012 obsaženy v nové normě ČSN 75 0250 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí vodohospodářských staveb. Tato norma, ač zařazena do třídy 75, navazuje a doplňuje základní řadu standardů platných pro spolehlivost stavebních konstrukcí, tzv. Eurokódy (ČSN EN 1990 a 1991) a musí být při návrhu použita spolu s nimi.
Zde můžeme upozornit pouze na jedno důležité ustanovení – norma zavádí diferenciaci spolehlivosti pomocí součinitele K_{FI} v závislosti na významu stavby, který vyjadřuje v souladu s ČSN EN 1990 tzv. třída spolehlivosti.

B. Korozní účinky. Vodu neodborník považuje vcelku přirozeně za chemicky nezajímavou a neškodnou látku a tento pohled – bohužel – sdílí i řada stavebních specialistů působících ve vodním hospodářství. I zde je realita mnohem složitější – vlastnosti vody jsou významně proměnné v závislosti na obsahu jiných chemikálií a s tím se mění i působení a vliv na omočené konstrukce.
Koroze – soustředíme se na dominantní stavební materiál ve vodním hospodářství, tedy beton - závisí na komplexním chemickém složení vody (resp. vodní suspenze), na rychlosti proudění, na teplotě a dalších faktorech. Rozhodujícími účinky jsou:
Vyluhování, resp. tzv. hydrolytická koroze I. druhu. Hydroxid vápenatý $Ca(OH)_2$ vzniklý při hydrataci a dlouhodobém styku složek cementu s vodou je postupně uvolňován z povrchových vrstev betonu s následným poklesem pH i strukturními změnami. Obvykle lze zejména surovou povrchovou vodu charakterizovat jako hladovou, tedy s nízkou tvrdostí, která ve směru toku stoupá. Extrémní hodnoty byly zjištěny např. v nádrži Fláje – 0,38 mmol/l v ročním průměru, i na dolních tocích je voda hodnocena jako měkká – např. zdroj Chřibská Kamenice má celkovou tvrdost 0,7 až 1,0 mmol/l. K vyluhování ale dochází i působením vody již upravené, tedy po ztvrzování, prakticky ve všech nádržích. Účinek stoupá s rychlostí proudění a výměny vody. Vyluhování může způsobovat i kondenzovaná, tedy prakticky destilovaná voda na chladném povrchu konstrukcí.
Koroze výztuže. Setkáme se jak s běžnou oxidací, tak s korozí bez přístupu kyslíku - pod hladinou. Ta hrozí ve vodárenských objektech s vysokou koncentrací chlóru (Cl_2) ve vodě.



Obr. 1: *Schéma koroze výztuže při přístupu kyslíku k oceli a za přítomnosti chloridů v elektrolytu*

Chemická koroze II. a III. druhu vlastního betonu účinkem radikálů obsažených ve vodě. Běžnou základní vlastností surové vody z povrchových zdrojů je kyselost, především opět v horních částech toků. Na zdroji Bílá Desná (ÚV Souš) byly naměřeny extrémní hodnoty pH v měsíčním průměru 2,7 (!!!, údaje ze 70. let minulého století), tehdejší roční průměr se pohyboval kolem pH = 4,5! U výrazně kyselých vod začíná převažovat koroze II. druhu – kyselinová. Surová podzemní voda používaná pro vodárenské účely může obsahovat vysoké koncentrace CO_2 způsobující uhličitanovou korozi III. druhu.
V upravované vodě je chemická koroze II. a III. druhu způsobována obsahem dávkovaných chemikálií s různými redukčně oxidačními potenciály. Ve vodárenství se běžně nebo občas dávkují: fluorid sodný (NaF), fluorokřemičitan sodný (Na_2SiF_6), chlornan sodný (NaClO), chlorid železitý ($FeCl_3$), kyselina sírová (H_2SO_4), manganistan draselný ($KMnO_4$), síran hlinitý $Al_2(SO_4)_3$, síran železnatý $FeSO_4$, plynný chlór (Cl_2), chlordioxid (ClO_2), chlornan sodný (NaClO), ozón (O_3) a další chemikálie (síran amonný, polymerní flokulanty aj.).
Alkalická reakce kameniva ve zvláštních případech nesouvisí přímo s vodárenským účelem stavby. Vzhledem k trvalé přítomnosti vody v betonu, která je pro vznik výsledných gelů podmínkou, je ale ve vodním hospodářství řádově významnějším účinkem, než v jiných stavbách.

C. Jiné fyzikální účinky. K nejvýznamnějším z hlediska stavebního řešení patří:
Abraze je významná především v objektech s rychlým prouděním surové vody unášející nerozluštěné splaveniny (vtokové objekty, přívodní kanály).
Vliv teploty vody. Přirozené proměny teploty surové vody závisící na klimatických poměrech v průběhu roku ovlivňují od napjatosti ve vlastní konstrukci nádrží (od celkové změny i od spádu po tloušťce konstrukce), přes prostředí uvnitř vodárenských objektů (teplota a vlhkost v korelaci s venkovními podmínkami i se systémem temperování nebo klimatizace stavby) až po úpravy dávkování chemikálií a tím i změny korozního působení.
Účinky mrazu. Jsou významné na nedostatečně izolovaných prvcích, u kterých dochází k omočení povrchu nebo ke kondenzaci vnitřní vlhkosti. Stavebně fyzikální a materiálové řešení ovlivní např. na stropech vodojemů.

Obr. 2: *Vnitřní prostředí ve vodárnách – vlhkost a teplota*

Specifické podmínky budou nutně proměnné jak v čase, tak v prostoru. Např. při průtoku jednotlivými nádržemi technologické linky úpravny vody bude ve stejném čase pro různé prostory vodárny proměnná řada veličin – rychlost proudění (doba zdržení) a vlastnosti vody (pH, tvrdost, obsah různých chemikálií, teplota), a tím budou různé i vlivy na stavební konstrukce. Obdobně je třeba uvažovat s vlastnostmi proměnnými v průběhu času, např. v důsledku klimatických poměrů.

Další významnou roli hraje i vlhkost vzduchu nad hladinami ve vodárenských objektech (udávaná obvykle jako relativní vlhkost - RH) – viz Obr. 2. Hodnota RH je přitom výrazně proměnná znovu jak v čase, tak v prostoru, a souvisí úzce i s teplotou prostředí, která je silně ovlivněna jak teplotou vody v nádržích, tak provozováním vytápění, resp, temperování, a samozřejmě i objemem vody a plochou otevřené hladiny. Starší systematická měření prováděná v 90. letech minulého století uvádí např. v halách s otevřenými nádržemi až 95% průměrnou relativní vlhkost v období několika týdnů i vícekrát v kalendářním roce (Úpravna vody Želivka – Filtrace I). Naše vlastní nahodilá měření na řadě rekonstruovaných vodáren potvrdila běžné hodnoty RH v nadzemních částech mezi 70 a 80%, při praní filtrů v jejich blízkosti relativní vlhkost až 95% ovšem rychle klesající se vzdáleností – cca 10 m od praného filtru již byla naměřena „běžná“ hodnota RH. V hůře větraných suterénech dosahuje běžná hodnota RH 85 až 90%.

Z uvedeného přehledu je patrná složitost správného definování podmínek působení na konstrukce staveb vodního hospodářství a nelze je vyčerpávajícím způsobem popsat na malé ploše tohoto příspěvku. Budou se pro různé stavby či objekty i v rámci jediného objektu významně lišit v závislosti na funkci, dispozici, způsobu provozování a na dalších, často místních faktorech. Při navrhování novostaveb i rekonstrukcí z hledisek použitelnosti (trvanlivosti, životnosti) tedy musí být vždy individuálně brány do úvah všechny uvedené vlivy a místní podmínky a nestačí jen jednoduché přiřazení stupně vlivu prostředí např. podle platné ČSN EN 206-1.

3. Požadavky na stavbu specifické pro vodárenství

3.1 Nádrže - vodotěsnost a trhliny

Základním funkčním požadavkem na nádrže v technologické lince úpraven vody a na vodojemy různého určení je schopnost zadržovat vodu, tedy ***vodotěsnost***, z toho pak vyplývají detailní požadavky na jejich dispoziční, materiálové a konstrukční řešení. Pomineme-li materiály jako plasty nebo kovy, u kterých není problém vodotěsnost zajistit, pak jednoznačně převládajícím materiálem nádrží je beton, resp. železobeton, u kterých někdy nehovoříme o vodotěsnosti, ale spíše o vodonepropustnosti.

Požadovanou vodotěsnost nově budovaných betonových nádrží je možné zajistit jedině při jejich správném dimenzování zohledňujícím všechny návrhové situace, které mohou nastat během životnosti stavby. Tedy nejen při běžném provozování, ale i při zkouškách vodotěsnosti, případně při budoucích rekonstrukcích např. při odstranění části zemin obsypu vodojemu. Vodotěsnost nádrží samozřejmě ovlivňuje správný konstrukční návrh a provedení detailů, zejména pracovních a dilatačních spár. Beton je třeba chápat jako materiál v detailu heterogenní, pórovitý, zatížený řadou imperfekcí, jako jsou trhliny, nerovnosti, dutiny, spáry a podobně. Při dimenzování nádrží pak prakticky vždy rozhodnou požadavky mezních stavů použitelnosti (MSP), tedy především kritérium mezní šířky trhlin a kritérium mezního průsaku. Stále – bohužel se dá říci, že možná stále častěji - se ale setkáváme s nedoceněním problematiky trhlin při návrhu železobetonových nádrží. Aktuálně platné standardy přitom zjednodušily algoritmy pro výpočet trhlin od primárního (vnějšího) statického zatížení (srovnej původní ČSN 73 1201 a novou ČSN EN 1992-1-1), ale na rozdíl i od dřívějších českých norem se podrobněji zabývají i vlivem tzv. omezení přetvoření v důsledku objemových změn (ČSN EN 1992-3). Jasně je definováno i dodatečné kritérium MSP pro nádrže – omezení počátečního průsaku (tzv. zbytková norma ČSN 73 1208:2010).

Fenomén trhlin je možné zjednodušeně popsat pomocí několika tezí:

1. Vznik trhlin je přirozeným chováním betonových konstrukcí. Existence trhliny sama o sobě není důvodem k panické reakci.
2. Zásadním úkolem při návrhu i při realizaci konstrukce je omezení šířky trhlin tak, aby neohrožovaly spolehlivost, funkčnost a trvanlivost konstrukce / stavby.
3. Závažnost trhliny stoupá s její šířkou a s hydrostatickým tlakem vody v ní. Trhliny procházející celou tloušťkou konstrukce mohou být vodopropustné i při podlimitní šířce!
4. Normami jsou stanovené limitní šířky trhlin pro různé funkční požadavky. Statickým výpočtem určená šířka trhliny ve správně navržené konstrukci bude podlimitní. Na této realizované a zatížené konstrukci se ale mohou vyskytnout i trhliny „o něco“ větší šířky – výpočtová šířka je „průměrná“, odchylky reality budou způsobeny nehomogenitou betonu, odlišnými podmínkami působení apod.
5. Na rozdíl od jasných účinků „vnějšího“ zatížení neumíme úplně přesně určit vliv (síly, napjatosti, přetvoření) od tzv. objemových změn, resp. od omezení přetvoření při nich. Jedná se zejména o projevy v raném stáří betonu – autogenní smršťování, vývoj hydratačního tepla apod. Omezení trhlin od těchto účinků je jedním z primárních úkolů při návrhu konstrukce
6. Vznik a vývoj trhlin významně ovlivňuje výroba, ukládání a ošetřování betonu. Chyby v realizaci i správně navržené konstrukce mohou způsobit trhliny značně překračující limitní hodnoty.
7. Dotěsnění trhlin musí být součástí návrhu i provedení každé (železo)betonové nádrže, a to i při formálně bezchybném nadimenzování a správném provedení stavby. Volba způsobu utěsnění bude závislá na množství a šířkách trhlin, na jejich poloze, aktivitě, genezi atd. Návrh i provedení musí být na dostatečně odborné úrovni.

Všechny uvedené aspekty lze shrnout do konstatování, že u nádrží z betonu **nelze zaručit stoprocentní vodotěsnost**, což je i v souladu s normou EN 1992-3 a zatříděním nádrží dle této normy. Plnou vodotěsnost lze zaručit pouze použitím vystýlek (plastových, kovových, skleněných a podobně).

Totéž platí i při sanaci stávajících betonových konstrukcí. Ačkoli někteří výrobci sanačních materiálů tvrdí, že jejich materiály na bázi minerálních, polymercementových či epoxidcementových směsí ve formě stěrek či "tenkovrstvých" omítek zaručí vodotěsnost, není jejich tvrzení bez omezení pravdivé. Tyto materiály mají pouze omezenou pružnost, navíc obvykle velmi závislou na okolních podmínkách. Z toho je odvozena rovněž omezená schopnost překlenout trhliny různé šířky, a to především u aktivních trhlin. Vodotěsnost bude po tenkovrstvé adhezní sanaci nadále záviset na vlastnostech původní konstrukce a na charakteru jejího porušení. V případě, že původní konstrukce nezaručí požadovaný stupeň vodotěsnosti nebo je požadována úplná vodotěsnost, lze aplikovat do nádrží dodatečné vystýlky, které tento požadavek splní, a betonová konstrukce pak převezme již pouze statickou funkci.

3.2 Vhodnost pro styk s pitnou vodou

Pro vodárenské nádrže jsou rozhodující hygienické vlastnosti materiálů - **vhodnost pro styk s pitnou vodou** ve smyslu platné legislativy. I když se zdá, že stále přísnější hygienické požadavky již překračují reálnou potřebu, je nutné zvážit, že:

- Nejen hmoty v přímém styku s pitnou (a dokonce i s teprve upravovanou) vodou musí vyhovět požadavkům Vyhlášky 409/2005 Sb. Požadavek se přeneseně týká i např. prvků zastropení, bezprostředně nad nádrží, kde může docházet k odkapu

kondenzátu. Problémem pro projektanta i zhotovitele je často najít výrobek, u něhož je výrobce schopen doložit požadovanou vhodnost. Prakticky nemožné to je dostatečně včas při operativních změnách při realizaci.

- S ohledem na pokračující implementaci nadnárodních požadavků ve formě např. evropských norem je nutné se připravit na nutnost prokazovat vhodnost samotného betonu pro styk s pitnou vodou. Upozorňujeme na fakt, že již byly zavedeny dva díly evropské normy hodnotící vliv průmyslově vyráběných cementových výrobků na vodu určenou k lidské spotřebě – ČSN EN 14944 (viz Literatura). (Od 80. let platilo ustanovení původní normy ČSN 73 1209 o hygienické vhodnosti cementu ve vodárenských nádržích!).
- U materiálů pro sanace vodárenských betonových konstrukcí platí stejné zásady pro výběr z hygienického hlediska jako u nových konstrukcí. Projekt přitom musí jasně specifikovat technické a hygienické požadavky na materiály a postupy.
- Není jasná hranice, kdy ještě požadavek vhodnosti pro styk prokazovat – vrstvy, které budou překryty jinými tenkovrstvými úpravami při sanacích, by nutně nemusely přísná kritéria splňovat, rozhodující bude vhodnost povrchové úpravy a její schopnost zabránit vyluhování z překrytých vrstev.
- Zásadně je nutné vyhýbat se hmotám umožňujícím nebo dokonce podporujícím vznik mikroorganických znečištění (plísní), jako jsou např. akrylátové nátěry nebo tmely apod. Ve vodárenství tedy používat jen tzv. minerální hmoty bez a nebo s minimálním obsahem organických látek.

4. Technologie, materiály, prvky a konstrukce

4.1 Prefabrikace - některé typické i neobvyklé jevy.

Už od 60. let minulého století se v tehdejším reálně socialistickém stavebnictví začala prosazovat prefabrikace, která v průběhu 70. a 80. let zasáhla ve velké míře i vodárenské stavby. Zcela běžně se používaly pro konstrukci objektů vodáren různé halové systémy, či jejich části, zastropení nebo zastřešení pomocí panelů nejrůznějších typů. Obdobná byla situace u vodojemů – nejtypičtější tzv. krabicové Vodních staveb měly prefabrikovaný strop se sloupy, existovala celá řada obvykle lokálních variant plně prefabrikovaných nádrží. Pamětníci a samozřejmě někteří současní provozovatelé se setkali i s prefabrikovanými vodárenskými filtry (a tím nemyslíme jen vestavbu mezidna).

Systém prefabrikace má nesporně řadu komplementárních výhod, jak se ale ukázalo (bohužel – pochopitelně – pozdě), vnesl do vodárenských staveb řadu dalších chyb a problémů k těm, které plynuly ze samé podstaty tehdejšího provádění. Připomeňme si, že jako výsledek tehdejší úrovně poznání ale i na základě tlaku na snižování ceny staveb byla např. krycí vrstva betonu stanovována – a to v souladu s normativními požadavky! – běžně v hodnotě kolem 15 mm, resp. průměru výztuže, a to i u návodního líce nádrží a jejich stropů. Výrobny prefabrikátů pak měly normou povolené další snížení krytí prvků o 5 až 10 mm!

Další stranou problému bylo běžné použití konstrukčních prvků, které nebyly určeny pro vodní hospodářství, ale pro pozemní stavby s normálním nebo suchým prostředím. Tím byly určeny jejich vlastnosti, kromě již zmíněného nedostatečného krytí i nižší než potřebná kvalita betonu (hutnost, nenasákavost, mrazuvzdornost atd.), důsledkem byly následné poruchy. U vodárenských staveb s velkou vlhkostí je pokles alkality povrchových vrstev v důsledku karbonatace nebo vyluhování mnohem závažnější, než

u staveb pozemního charakteru. Zatímco u občanské nebo bytové stavby i po zkarbonatování betonu až za výztuž ke korozi prakticky nemůže docházet vzhledem k nízké vlhkosti prostředí, u vodárenských objektů už při dosažení k povrchu výztuže, která již tedy není chráněna alkalickým prostředím, dochází k rychlé korozi a následně k oddělování krycích vrstev.

Kromě těchto účinků, které již byly opakovaně popsány a snad jsou alespoň zčásti i zakotveny v povědomí odborné vodohospodářské veřejnosti, se setkáváme i některými neobvyklými a někdy i kuriózními jevy.

Dutinové panely

Panely obvykle typově označované zkratkou PZD jsou běžným prvkem ve vodárenských objektech z 60. až 80. let, byly jimi zakrývány různé kanály, chodby a další prostory menších světlostí. Často byly použity i jako prvek zastropení vodojemů nebo jako střešní konstrukce u jiných prostorů s otevřenými hladinami. Při stavebně technickém průzkumu (STP) na typickém krabicovém vodojemu bylo zjištěno, že v důsledku zatékání případně vlivem kondenzace vodních par při nedostatečné tepelné izolaci, resp. zemním násypu došlo k akumulaci vody v dutinách – viz Obr. 3. Tato vodní náplň přitěžuje stropní konstrukci, degraduje zevnitř nekontrolovatelně beton, zvyšuje mrazové namáhání a v neposlední řadě zde může dojít i k nekontrolovatelnému organickému znečištění - oživení této náplně a k následné kontaminaci náplně vodojemu. U stropů z těchto prvků tedy budeme nově vždy jednak upravovat program STP, jednak pečlivě zvažovat metodu rekonstrukce a v případě ponechání a sanace doporučíme doplnit o úpravu dutin.

Obr. 3: *Sonda do stropu vodojemu - zjištění vody v dutinách desek PZD*

Panely typu Spiroll

Předem předpjaté panely (typ PPD) byly standardní součástí typového řešení krabicových vodojemů ze 70. až 80. let a byly dlouhá léta považovány za bezproblémové prvky. Jejich dlouhá životnost je postavena na vysokém krytí předpínací výztuže, velké hutnosti vysokopevnostního betonu, a faktu, že u těchto prvků vzhledem k předpjetí nedochází k trhlinám. Přesto byl již na jedné rekonstruované vodárně zaznamenán případ, kdy se tento předpoklad nepotvrdil. Ačkoli byl spodní líc těchto

panelů vizuálně jako vždy prakticky bez poruch (intaktní), po odstranění vrstev střešního pláště bylo u řady panelů zjištěno významné narušení horního líce kavernami, vadami na homogenitě prvků a dalšími imperfekcemi. Několik panelů dokonce bylo porušeno příčnou trhlinou, což je u předpjatého panelu velmi závažná porucha. Po zřízení lešení a přístupu ke spodnímu líci byla provedena dodatečná diagnostika konstrukce, která odhalila významná snížení pevnosti i strukturní nedostatky betonu. Během realizace tak muselo být rozhodnuto o výměně značného počtu těchto panelů (cca 20 ks), pochopitelně s dopadem na cenu a proběh rekonstrukce.

Pouhé zjištění přítomnosti jinak kvalitních prvků, jakými bezesporu panely typu Spiroll jsou, tedy není dostatečnou informací pro rozhodování o sanaci a rekonstrukci, i zde musí být doplněno přímou diagnostikou a to – pokud možno - i z běžně nepřístupného horního líce.

Obr. 4: *Trhliny v panelech Spiroll a koroze táhel ve stropě nádrže*

Zatímco v případě monolitických vodojemů je celková tuhost objektu zajištěna provázáním výztuže stěn a stropu a zmonolitněním, případně zvýšenou tuhostí stěn, např, žebrových, u typových vodojemů z uvedené doby zastropených Spirolly byly klíčovým prvkem statického řešení táhla ve spárách mezi panely v jednom směru a provaření výztuže prefabrikovaných průvlaků s výztuží stěn ve druhém. Jen výjimečně byl tento princip nahrazen např. celoplošnou mřížovinou v nabetonované vrstvě na panelech. Taková řešení umožňují např. přípustnost stavu

Při výše zmíněné rekonstrukci vodojemu doplňkový STP zjistil havarijní korozní stav jak samotných táhel nedostatečně chráněných obetonováním mezi panely (viz Obr. 4), tak napojení těchto táhel i výztuže průvlaků na vyztužení stěn.

Během STP, prováděného v rámci projektové přípravy na jiném vodojemu jako součásti chystané rekonstrukce vodárny, se destruktivní sondou včetně bourání mezi panely zjistilo, že na tomto relativně velkém objektu (2x6000 m3) nebyla táhla mezi panely provedena vůbec.

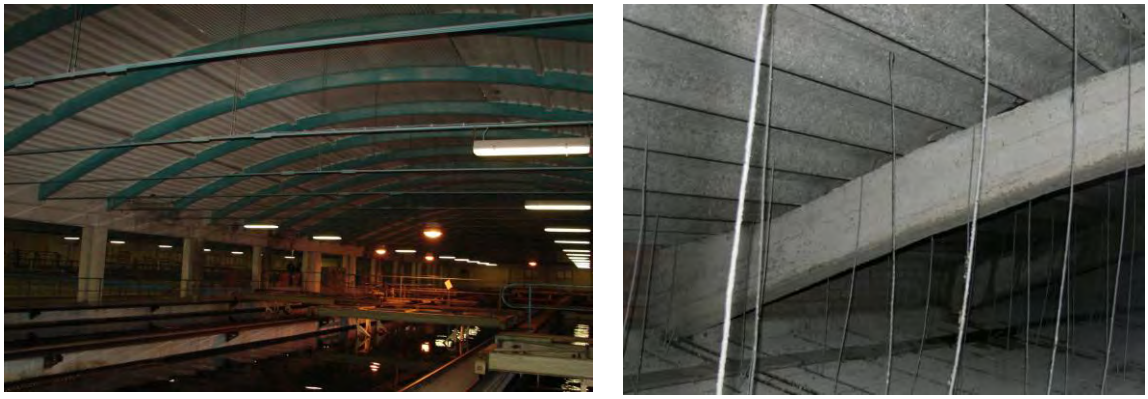
Při všech rekonstrukcích a opravách obdobných nádrží je tedy nezbytné věnovat existenci a stavu těchto klíčových prvků opatření mimořádnou pozornost. Při plánovaní rekonstrukce takového vodojemu jsme tedy nuceni v první řadě ověřit, jaká byla původní statická koncepce stavby / objektu. To není vždy možné, dostupnost relevantních podkladů je malá. Vždy musí následovat fyzické ověření vhodným postupem STP, jak byly rozhodující statické prvky skutečně realizovány a v jakém aktuálním stavu jsou, příp. jaká je jejich zbytková životnost. Diagnostika se v tomto případě neobejde bez destruktivní sondy do střechy vodojemu, měla by být provedena

a vyhodnocena již v době zpracování projektu, nejpozději během zadávací dokumentace. Na základě zjištěného stavu může dojít ke koncepčním úpravám řešení (například formou doplnění táhel nebo jiného vyztužení), ke změně technologických postupů (nemožnost odkopat provozovaný vodojem), či k nutnosti dalších dočasných opatření, které se mohou významně promítnout i do ceny a lhůty rekonstrukčních prací.

Čiževského desky

Jedná se o náhradu desek z vlnitého plechu betonovými prefabrikáty obdobného tvaru. Podobně jako u žebírkových panelů (typu PZS nebo SZD, častých na vodárenských halách ze 70. až 80. let) jde o tenkostěnnou železobetonovou prefabrikovanou desku s rozponem kolem 3 až 4 m, obvykle kladenou na železobetonové vazníky. Tloušťka desky v místě mezi vlnami je obvykle cca 20 mm, vyztužená tenkou ocelovou sítí, ve vlně je uložený prut ocelové výztuže. Subtilní průřezy jsou dnes již obvykle zkarbonatované na celou tloušťku. Systém se používal do konce 50. let, výjimečně i později, běžně u průmyslových staveb pro zastřešení halových objektů. V průmyslovém stavitelství tedy šlo o konstrukci známou a obecně považovanou za nebezpečnou pro majetek, zdraví i život lidí v těchto objektech pracujících.

Ve vodárenství šlo do nedávné doby o neznámý fenomén. Existence těchto desek a jejich rizikovost byly zjištěny téměř současně na dvou chystaných stavbách rekonstrukcí vodáren. V jednom případě byla střecha nepřístupná a „neviditelná“ vzhledem k celoplošnému podhledu, ve druhém případě (rozsáhlá dvoulodní hala nad nádržemi) nebyl optický dojem z trvale přístupného spodního líce narušen žádnými viditelnými příznaky koroze a teprve expert zúčastněný na STP sdělil překvapující informaci o rizikovosti systému provozovateli i projektantovi.



Obr. 5: *Číževského desky ve vodárenských halách*

V případech, kdy byl tento systém použit ve vodním hospodářství, jsou jeho negativa umocněna vlivem působícího prostředí. Díky vysoké relativní vlhkosti vzduchu se u nich naplno může rozvinout koroze výztuže, kde se můžeme setkat i s rozsáhlým korozním úbytkem. Vlivem technologické nekázně se u těchto panelů setkáváme i s nedostatečným uložením a s jeho statickým narušením. Dochází k němu i díky jemnozrnnému složení betonové směsi, ta má za následek i křehkost betonu, díky čemuž jsou práce na těchto střešních konstrukcích po sundání pláště vysoce rizikové a mimořádně náročné na zabezpečení pracovníků, kteří se na nich musí pohybovat.
Obecně jsou stropy z Čiževského desek považovány za nespolehlivé a jen obtížně sanovatelné. Opravy se tedy nedoporučují - v konstrukci by tak zůstávaly prvky s velmi nejistou životností. Navrhuje se tedy jejich totální výměna za jinou konstrukci.

4.2 Úpravy povrchů – odolnost, životnost, hygienické a provozní požadavky

Pro vodárenské stavby, kde dochází přímo ke styku s pitnou vodou, je velmi důležitou vlastností i charakter povrchu. Ten by měl být, co možná nejvíce kompaktní, rovný, "hladký", bez kaveren, dutin a velkých pórů, odolný vůči údržbě a současně i bezpečný pro občasný pohyb obsluhy. Přitom by měl mít antiseptické vlastnosti. Vlastnosti hmot takové, aby byly tyto požadavky splněny, jsou často protichůdné a je třeba volit přiměřený kompromis.

Když pomineme menší nádrže, které je možné vyrobit z nerezového plechu, kompozitu či plastu, je hlavním stavebním materiálem nádrží stále beton. Nicméně i v případě betonových konstrukcí lze dosáhnout různého druhu povrchů a to jak u samotného betonu, tak při užití jiného materiálu – „vystýlky“.

Maximální možnou „hladkost“ vlastní betonové konstrukce a povrch bez dutinek a pórů lze docílit pomocí speciálních technologických postupů při betonáži. Máme zde na mysli užití tzv. drenážních fólií. Je ovšem třeba počítat i cenou takové úpravy, která se bude pohybovat v řádu několika set Kč na m^2. Platí přitom jasná korelace mezi cenou použité fólie a výsledným efektem. Velmi dobré zkušenosti i na českých stavbách jsou s fólií značky Zemdrain od firmy DuPont, která se například v Německu stala synonymem pro drenážní fólie. Důležitý je i správný způsob aplikace, technologie je vhodná spíše na větší betonované plochy rovinného charakteru.

V současné době jsou již k dispozici materiály na bázi plastů, které je možno přímo osadit při betonáži přímo do bednění. Jedná se o plastové desky či fólie s natavenými nopy, které jsou pak integrovány přímo do povrchu betonu. Svařením těchto desek pak získáme zcela vodotěsnou konstrukci s hladkým povrchem, který splní požadavky nejen na hygieničnost, ale také na jeho čistitelnost, odolnost a těsnost. Nevýhodou tohoto řešení je cena dováženého materiálu i jeho zabudování, kterou lze do jisté míry kompenzovat snížením požadavků na vlastní beton i na tloušťky krycích vrstev. Rozsáhlé zkušenosti s tímto systémem jsou v sousedních germanofoních zemích.

Omezené – a ambivalentní - zkušenosti jsou i v českém prostředí s užitím jiných vystýlek – skleněných desek, volně uložených fólií, sklolaminátu apod.

Obr. 6: *Návodní líc vodojemů – mechanicky kotvené desky a fólie*

V případě sanovaných starších nádrží je možné „vylepšit“ povrch prostřednictvím dodatečně aplikovaných materiálů. I v tomto případě ale existuje řada možností, jak dosáhnout různé kvality povrchu. Obvyklou metodou opravy betonových konstrukcí je klasická adhezní a tenkovrstvá sanace správkovými, respektive sanačními maltami na různých materiálových bázích. Jejich volba je ovlivněna prostředím, do kterého budou aplikovány a několika dalšími parametry. Například materiály na bázi polymercementů nejsou vhodné pro proudící vody, protože ve vodě měknou a tím degraduje rychleji i jejich povrch. Dále velmi závisí na jejich finální úpravě, respektive technologii nanášení. Jinak vypadá povrch nanášený stříkáním bez další úpravy, jinak povrch nanesený ručně a jinak povrch zatažený ocelovým hladítkem. Z tohoto důvodu se již v projektu požaduje provedení referenčních ploch a jejich schválení účastníky výstavby – provozovatelem a investorem - aby finální povrch úpravy odpovídal představám a požadavkům.
Samozřejmě i v případě sanací je možno využít jiné materiály než sanační malty. Lze použít vystýlky různých materiálů od plastů, přes pryže, sklo, až po nerezový plech. V tu chvíli je pak vlastnost povrchu ovlivněna především volbou daného materiálu.

5. Závěr – podmínky úspěšného projektu

Jak je patrné z předchozích odstavců, můžeme během zdánlivě banálního projektu, jakým je např. rekonstrukce vodojemu, narazit na řadu „kostlivců“, kteří mohou stavbu značně zkomplikovat a někdy i zásadně ovlivnit rozpracované stavební řešení. Aby nedocházelo k takovým zvratům při samotné realizaci díla, případně v konečných fázích projektování, je třeba souhrnu řady podmínek, z nichž vybíráme:

A. Jasně definovaný cíl projektu ze strany investora v počátečních fázích přípravy, pouze v dílčích parametrech modifikovaný během postupu prací
B. Bezbariérová komunikace mezi účastníky projektu
C. Dostupnost co největšího množství archivních podkladů o stavbě. Ideálně projekt skutečného provedení doplněný o statické řešení, dokumentace předchozích úprav a rekonstrukcí.
D. Co nejdokonalejší ověření skutečného stavu – zaměření a odborný stavebně technický průzkum. Umožnění přístupu i realizace sond destruktivními postupy (samozřejmě s opravou) provozovatelem.
E. Co nejhlubší vhled řešitele - projektanta do problematiky vodárenských staveb. Zkušenosti s obdobnými objekty, znalost dobových podmínek, technologií a technických řešení.
F. Výběr vhodného zhotovitele, a to včetně dodavatelské struktury a výrobců rozhodujících materiálů (např. sanačních hmot)
G. Zkušenost a především „trvalá“ přítomnost Technického dozoru investora (TDI), resp. správce stavby. Ve speciálních případech doplněná o odborníka, např. na sanace nebo diagnostiku staveb.
H. Soustavný výkon autorského dozoru v souladu s požadavky projektové dokumentace a podle reálných potřeb a průběhu stavby.

Jednou ze základních podmínek pro zjištění maximálního množství informací je provedení a vyhodnocení **Stavebně technického průzkumu**. Jeho úkoly, hloubka a rozsah musí být správně definovány již v počátečních fázích přípravy projektu.

Vzhledem k šíři problematiky, která již byla na tomto fóru a při obdobných příležitostech samostatně prezentována, se omezíme na jen stručný nástin fázování STP:

a) **Předběžný průzkum** by měl být realizován v raných fázích projektové dokumentace, tedy ve studiích, či dokumentaci pro územní rozhodnutí. V jeho rámci se především vizuálně hodnotí jednotlivé konstrukce a stavba jako celek. Existují ovšem i případy, kdy odborný pohled na některé z atypických závad či prvků může již v této fázi zcela změnit koncepci rekonstrukce prvků, dílčí části nebo celé stavby.

b) **Podrobný průzkum** by měl být proveden v době zpracovávání dokumentace pro stavební povolení, nejpozději však v rámci dokumentace pro výběr zhotovitele. Jeho náplní je diagnostika jednotlivých konstrukcí za použití nedestruktivních i destruktivních metod. Jeho výsledky často ovlivňují rozsah, náročnost sanačních zásahů a v tedy i finanční náročnost těchto prací.

c) **Doplňkový průzkum** se provádí již v době realizace a jeho úkolem je doprůzkum do té doby skrytých nebo nepřístupných konstrukcí, případně při zjištěných anomáliích, poruchách, či při zjištění rozporů se závěry předchozích průzkumů.

Je třeba mít ale neustále na zřeteli, že ani sebelepší průzkum nemůže odhalit vše. Proto je při stavbě a rekonstrukci velmi důležitá zkušenost všech účastníků a jejich předsudky nezatížená komunikace.

Literatura

1. ČSN EN 206-1. Beton. Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda. Změna Z3, duben 2008
2. ČSN EN 14944-1 Vliv cementových výrobků na vodu určenou k lidské spotřebě – Zkušební postupy – Část 1: Vliv průmyslově vyráběných cementových výrobků na organoleptické vlastnosti.
3. ČSN EN 14944-3 Vliv cementových výrobků na vodu určenou k lidské spotřebě - Zkušební postupy - Část 3: Migrace látek z průmyslově vyráběných cementových výrobků
4. ČSN 75 0250 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí vodohospodářských staveb
5. ČSN EN 1992-3. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí. Část 3: Nádrže a zásobníky.
6. Vyhláška č.409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody
7. Schejbal: Speciální problémy navrhování betonových konstrukcí vodohospodářských staveb. Kloknerův ústav ČVUT, Praha, 1990

Kontakty

Ing. Richard Schejbal
Tel.: 261 102 458
Mobil: 606 485 800
e-mail: richard.schejbal@sweco.cz

Ing. Tomáš Parkan
Tel.: 261 102 452
Mobil: 606 613 501
e-mail: tomas.parkan @sweco.cz

adresa: Sweco Hydroprojekt a.s., Táborská 31, 140 00 Praha 4

Zhodnocení dosavadních zkušeností s instalací a provozem drenážního systému TRITON na filtrech č. 1 a 2 úpravny vody Kroměříž

Ing Pavel Adler, CSc.[1)]; Ing Zdeněk Hradil, CSc.[2)]

[1)] Voding Hranice, spol.s r.o., Zborovská 583, 753 01 Hranice
[2)] Johnson Screens pro ČR a SR, Soukenická 27, 110 00 Praha 1

Rekonstrukce ÚV Kroměříž byla zahájena v červnu 2012 oficiálním slavnostním poklepem na základní kámen.

Obr. 1 *Základní kámen rekonstruované ÚV Kroměříž*

1. Stávající stav a požadované parametry drenážního systému pro rekonstrukci ÚV

Původní ÚV v KM byla vybudována a uvedena do provozu v r.1978 pro úpravu převážně podzemní surové vody z pramenišť Hradisko, Postoupky, Miňuvky, Podzámecká zahrada, Břest, Břestský les, Plešovec a Hulín na pitnou vodu. Dodávaná voda z ÚV je největším zdrojem pitné vody na Kroměřížsku a má zásadní význam pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou v širokém okolí.

Stávající úpravna je v provozu více než 35 let a stav strojního a technologického zařízení odpovídá stáří ÚV, které je zapotřebí po letech nahradit novým, moderním zařízením.

Původní ÚV byla vybudována na výkon 200 l/s. Šlo o dvoustupňovou úpravu, kde jednotlivé stupně separace byly tvořeny sedimentací a následnou rychlofiltrací na otevřených pískových filtrech s mezidny s tryskovým drenážním systémem.

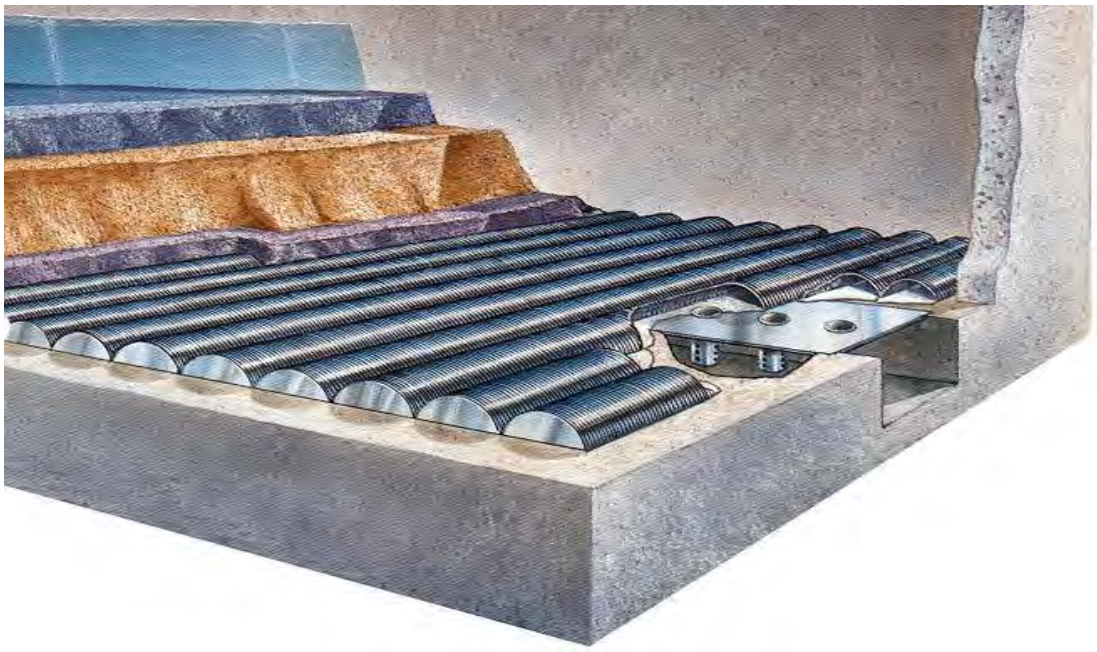
Technologie úpravy vody po rekonstrukci bude sestávat z oxidace Fe a Mn ozonem a dále z flokulace, sedimentace, filtrace, odkyselení filtrované vody na aeračních věžích a desinfekce plynným chlorem. Upravená voda bude čerpána do zemního vodojemu Barbořina o kapacitě cca 15.000 m^3.

Rekonstrukce ÚV v Kroměříži je navržena na maximální výkon 170 l/s, minimální množství se předpokládá 70 l/s. Jako drenážní systém pro 4 filtrační jednotky à 37 m^2 byl projektantem VODING Hranice, navržen moderní drenážní systém Triton od výrobce a dodavatele Johnson Screens Francie.

Rekonstrukce filtrů byla navržena ve 2 etapách: I.linka (2 filtry) – dokončení v listopadu 2012 a II.linka (2 filtry) – dokončení do poloviny r.2013.

2. Nový nerezový štěrbinový drenážní systém

Drenážní funkce štěrbinového systému je založena na filtrační technologii válcových štěrbinových filtrů pro vrtané studny na pitnou vodu s vinutým nerezovým drátem trojúhelníkového průřezu ve tvaru "V" (viz obr.3)



Obr. 2 *Štěrbinový drenážní systém na rekonstruované ÚV Kroměříž*

Charakteristika drenážního systému

Dnem filtrační komory vede centrální kanál kolmo na drenážní segmenty, kterým se odvádí filtrát ze všech segmentů systému do akumulace a současně slouží jako přívod pracího vzduchu a vody. Centrální kanál s rozváděcími rourami je překryt nerezovými deskami (distributory), na kterých jsou umístěny a zakotveny jednotlivé segmenty drenážního systému.

Veškerý materiál je vyroben z nerez oceli 304/304L nebo 316/316L (kromě těsnících prvků). Tím je zajištěna lepší odolnost proti korozi, mechanická pevnost a delší životnost drenážního systému. Díky technologii „V-drátu" a velké ploše otevření se riziko ucpávání štěrbin filtru snižuje a povrch filtračního segmentu se v případě potřeby snadno očistí.

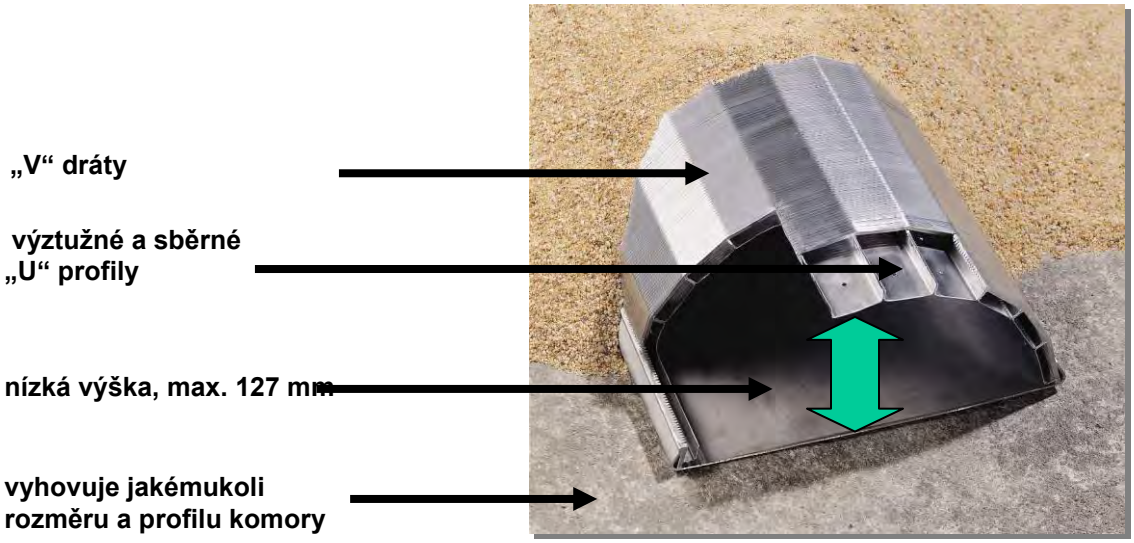
Spodní vrstva hrubozrnného štěrku není nutná, poněvadž lze vyrobit drenážní segment, který bude vhodný pro jakoukoli zrnitost filtrační vrstvy. Drenážní segmenty mají nízký profil (výška cca 121 až 127 mm). Z tohoto důvodu se může zvýšit výška filtrační vrstvy a tudíž i náklady na instalaci a údržbu tohoto drenážního systému se tak mohou snížit. Správná volba štěrbiny umožňuje změnit písek na aktivní uhlí nebo jiný filtrační materiál, aniž by bylo nutné změnit konstrukci drenážního systému.

V případě úpravny vody Kroměříž byla použita standardní šířka štěrbiny 0,3 mm, překrytí segmentů bylo provedeno původním pískem FP 2. Celková vrstva filtračního lože dosahuje cca 1,50 m.

Pokrytí vnější filtrační plochy drenážního systému filtračním mediem je větší až o 27% než je tomu u plochého filtru s tryskami a tím se redukují i mrtvé zóny. Průměrná filtrační plocha původních filtrů s plastovými tryskami je cca 36,97 m^2, filtrační plocha jednoho filtru s Tritonem je 40,81 m^2, tj. o 11,2% větší než u předchozího plochého tryskového systému.

Nové štěrbinové drenážní systémy jsou kompatibilní se zatížením filtrů tokem filtrátu o rychlosti 12 $m.h^{-1}$ (max. 15 $m.h^{-1}$ při výšce filtračního media 1,2 m) a mohou odolávat větším tlakům vody a vzduchu více než ploché drenážní systémy tryskového typu. To znamená, že lze aplikovat menší rozměr drenážních segmentů a ve srovnání s jinými drenážními systémy je tak možné snížit i stavební náklady.

Samonosná konstrukce jednotlivých filtračních modulů umožňuje snadnou a rychlou instalaci. Jednoduchá konstrukce zjednodušuje stavební operace (žádné podpěrné nosníky, vaznice: výšky filtrů jsou redukovány …). Patentovaný vnitřní povrch drenážního systému umožňuje během filtrační i prací fáze rovnoměrnou distribuci toku vzduchu a vody.



Obr. 3 *konstrukce štěrbinového drenážního systému*

Funkce drenážního systému

Konstrukce systému sestává ze dvou samostatných ploch, které plní funkci gravitační drenáže dna filtru.

Vnější drenážní povrch parabolického tvaru s navinutými dráty tvaru V, které zabraňují ucpávání štěrbin mezi dráty mechanickými nečistotami, se může v případě potřeby velice snadno očistit zpětným tokem filtrátu. Tento povrch má následující charakteristiky:

- ***zákazník si zvolí šířku štěrbiny*** tak, aby odpovídala zrnitosti filtračního materiálu
- ***značně velká plocha otevření*** vnějšího povrchu drenážního systému umožňuje vysokou průtočnost filtrátu, má vysokou schopnost zachycení mechanických částeček na obálce filtračního segmentu, a to během celé životnosti výrobku. Tato plocha zajišťuje velmi nízké průtočné rychlosti filtrátu a zachycení velice jemných částeček. Drenážní systém si tak udržuje svou vynikající výkonnost i při vysokých průtokových rychlostech filtrátu.

Vnitřní povrch drenážních segmentů (vyrobených z patentovaného U-profilu) poskytuje nutnou podpěru vnějšímu povrchu. Velmi pevná konstrukce montážních částí drenážních segmentů a různé průměry průtočných otvorů na vnitřních U-profilech má následující výhody:

- ***rovnoměrnou distribuci toku kapaliny*** v režimu filtrace i během fáze praní
- ***rovnoměrné rozdělení vzduchu*** během fáze praní
- ***vysokou mechanickou pevnost*** konstrukce drenážních segmentů

3. Stavební práce na přípravě komor pro montáž štěrbinového drenážního systému

V srpnu 2012 byly zahájeny stavební práce a posléze provedeno odvodnění komor, odtěžení starého filtračního písku FP2 a byla zahájena demolice mezidna v prvních 2 komorách I.linky. 2 filtry II.linky byly udržovány v normálním provozu.

Byly vyspraveny stěny komor betonovou mazaninou a koncem srpna 2012 byly zaměřeny délkové a šířkové rozměry hotových komor I.linky. Výkresová dokumentace byla upravena na skutečné rozměry filtrů.

Podle této projektové dokumentace byly provedeny potřebné prostupy pro odtok filtrátu a přívod prací vody a vzduchu, vyspravení stěn komory a betonáž centrálního kanálu. Poté byly zahájeny betonářské práce pro zhotovení centrálního kanálu.

Požadovaná kvalita betonu je C25/30 bez armatury.

Obr. 4 *pohled na centrální kanál s drážkou filtru č.1*

Požadavky na rovinnost betonového dna 2 mm/m na délku a 1mm/m na šířku byly dodrženy s přijatelnou přesností.

4. Instalace štěrbinového drenážního systému

Dne 29.10.2012 byla na ÚV Kroměříž zahájena příprava a montáž drenážního systému TRITON na filtrech č.1 a 2. Drenážní systém byl instalován do drážky v centrálním kanálu podle výkresové dokumentace projekční kanceláře VODING / KUNST a výrobní dokumentace JOHNSON Screens (JS).

Montáž drenážního systému provedla fy KUNST Hranice.Oba filtry byly provedeny pod supervizí zástupců fy JS. Z této supervize byla pořízen zápis s fotodokumentací, který byl předán montážní fy KUNST. Celková doba montáže 2 filtrů činila 8 dnů včetně bubl. testů

Obr. 5 *pryžové těsnící pásy EPDM 70 x 14 pod distributory*

Obr. 6 *pohled na montáž Tritonu ve filtru č.1*

Obr. 7 *každý drenážní segment se před zafixováním vyrovnává do roviny*

V dalším textu jsou shrnuty dosavadní výsledky a zkušenosti projektanta – provozovatele VaK KM a dodavatele drenážního systému.

Počátkem listopadu 2012 byly provedeny na filtrech č.1 a 2 bublinkový test v trvání cca 30´ a 120´. Oba bublinkové testy prokázaly m.j.těsnost osazení distribučních desek v drážce centrálního kanálu, dále vodorovné a těsné uložení drenážních segmentů Triton na distributorech a stejnoměrnou průtočnost drenážních segmentů Triton pro celé ploše filtru. Filtry byly po úspěšných bublinkových testech protokolárně převzaty fy KUNST.

Obr. 8 *Bublinkový test na filtru č.2*

5. Filtrace a praní filtrů

Dne 15.11.2012 bylo zahájeno plnění filtrů původním pískovým mediem a do konce 11/2012 byly filtry zavodněny a filtrační náplň byla ošetřena manganistanem draselným (2 kg na každý filtr).

V průběhu 1.dekády prosince 2012 byly oba filtry vyprány v 7mi pracích cyklech (vzduch – vzduch x voda – voda) s vynikajícími výsledky co se týká rovnoměrného rozdělení pracího media po celé ploše filtru .

Denně byly odebírány vzorky vody za každým filtrem. Obsah Fe od prvních odběrů v normě, hodnota Mn v důsledku počáteční koncentrované dávky zvýšená, časem se snižuje na předepsanou hodnotu.

V závěru roku 2012 byly nové filtry napojeny na zdroje surové vody, podařilo se vyrovnat hladiny vody v obou linkách a na všechny 4 filtry tj. dva stávající a dva po rekonstrukci, přitékalo stejné množství vody cca 15-20 $l.s^{-1}$. Výška hladin v nových filtrech byla již pod kontrolou ASŘ.

Přes Vánoce 2012 byly filtry provozovány v této sestavě, praní každého filtru probíhalo 1 krát za 6 dnů, bylo spotřebováno cca 125 m^3 prací vody na každý prací cyklus, což je úspora cca 35 m^3 ve srovnání se starými filtry. Kvalita vody za filtry celou dobu bez problémů.

S ohledem na blížící se odstávku II.linky se provoz ÚV na zkoušku převedl na jednu – novou linku I. Každým filtrem protékalo cca 30 – 35 l.s-1surové vody, tedy dohromady 70 $l.s^{-1}$. Filtrace probíhá bez problémů, kvalita filtrované vody je dobrá. Předpokládá se, že při provozu jedné linky se nové filtry budou prát každý čtvrtý den. Zprovoznění a vyladění ozonizace proběhlo za provozu pouze této I.linky.
Současný průtok vody přes 2 filtry I.linky je cca 72 $l.s^{-1}$, tj.259,2 $m^3.h^{-1}$, t.zn. že hodinová produktivita 1 filtru na I.lince je cca 130 m^3.h-1 při rychlosti filtrace 3,19 $m.hod^{-1}$. Praní probíhá zhruba po 3 dnech, spotřeba prací vody (BW) cca 140 - 150 m^3. Výkonnost jednoho filtru za 1 filtrační cyklus (F) je cca 9.360 m^3. Poměr BW/F je cca 1,6%.

Kvalita filtrátu je výborná – voda pod filtry splňuje požadavky vyhlášky na kvalitu pitné vody č.252/2004 Sb. v platném znění.Denní kontroly potvrzují, že obsah Fe je < 0,05 mg/l a obsah Mn < 0,03 mg/l (měřeno pod filtrem 1 a 2). Obsah volného chloru pod 0,03 mg/l.
Stejné hodnoty vykazuje výtlak vody do vodojemu Barbořina.

6. Závěr

Nerezový štěrbinový drenážní systém Triton je jedním z nejmodernějších a nejkvalitnějších drenážních systémů, který je v současnosti instalován v úpravnách vody v řadě zemí po celém světě.

Vzhledem k samonosné konstrukci drenážní segmentů a unifikaci jejich rozměrů je montáž drenážního systému velmi snadná a rychlá. Stavební úpravy pro montáž drenážních segmentů jsou minimální, segmenty se kladou na vyzrálý beton a velmi rychle (během několika minut) se vyrovnávají do horizontální polohy pomocí stavěcích šroubů a v této poloze se fixují k betonové podlaze.

Drenážní systém je snadno rozebíratelný. V případě ucpání např. železitými bakteriemi nebo mechanickými či biologickými nečistotami je možno segmenty rychle vyčistit. Nicméně za více než 10 let existence tohoto systému v různých zemích světa nedošlo ani v jednom případě k nevratnému ucpání štěrbin.

Poznatky z řešení zásobování vodou v rozvojových zemích

Ing. MUDr. Jindřich Šesták

Sweco Hydroprojekt a.s.

V průběhu uplynulého roku se autor tohoto příspěvku setkal s vodárenskou projektovou problematikou na několika místech v rozvojovém a z hlediska ČR poněkud exotickém zahraničí. Protože při tom narazil na některé otázky, se kterými se projektant v podmínkách ČR běžně nesetkává, a protože jde o problematiku zajímavou, odhodlal se k předložení tohoto příspěvku.

Mongolsko

Prvním místem, kam byly směrovány zahraniční aktivity, bylo Mongolsko, město Murun. Murun je správním centrem aimaku Chovsgul, který je nejsevernějším mongolským aimakem. Rozloha aimaku je 100 600 km^2, počet obyvatel v celém aimaku se pohybuje kolem 126 tisíc, z toho cca 1/3 žije ve městě Murun. Město Murun leží asi 800 km ZSZ od Ulánbátaru.

Většina současných obyvatel Murunu žije v jurtách nebo malých domcích obehnaných dřevěnou ohradou. Tento typ čtvrtí se nazývá jurtoviště (geroviště). Zbytek obyvatel žije v několika vícepatrových panelových domech postavených během sovětské éry. Tyto domy jsou napojeny na městský vodovod. Část obyvatel (několik tisíc) město v létě opouští a věnuje se pastevectví. Na zimní období se do města vracejí.
Zásobování vodou je v Murunu zajištěno třemi způsoby:

1. V centru města z centrálního zdroje vodovodním potrubím. Voda je čerpána ze čtyř vrtů do vodojemu (2 × 150 m^3) s čerpací stanicí, ze které je rozváděna ke spotřebitelům. Tímto způsobem je v současnosti zásobováno cca 2 500 obyvatel v bytech a přibližně 200 dalších objektů – drobných provozoven, obchodů, kanceláří, správních úřadů atd.
2. Nákup vody u odběrních míst (tzv. kiosků), kde si obyvatelé vodu čepují do přinesených nádob a obsluze kiosku platí podle odebraného množství. Celkem je ve městě 28 kiosků, 11 kiosků má vlastní studnu, ostatní jsou vybaveny rezervoárem a voda je do nich pravidelně dovážena cisternovými auty. Ta jsou plněna většinou ze studny v centru města.
3. Samozásobení z vlastních studní.

Úkolem, pro který byl členem řešitelského týmu také vodárenský projektant, bylo na základě provedených chemických rozborů navrhnout způsob úpravy vody v centrální části města (viz bod 1 výše).

Při podrobnějším průzkumu místa bylo zjištěno, že přijatelný je pouze stav stavebních konstrukcí a některých dílčích částí technologického vybavení. Alarmující byl naopak stav čerpací techniky (ze tří čerpadel bylo funkční jediné), zařízení k dávkování chlornanu sodného bylo zcela nefunkční, zařízení pro UV dezinfekci poskytnuté před několika lety německou stranou v rámci dřívější mezinárodní pomoci bylo ještě částečně zabaleno v originálních obalech, elektroinstalace byla zčásti neodborně demontována.

Z vodárenského hlediska bylo zajímavé, že už při výpadku jednoho ze čtyř vrtů (např. při provádění čerpacího pokusu) docházelo k rychlému vyprázdnění obou nádrží vodojemu, což ukazuje na nedostatečný objem akumulace.

Chemický rozbor vody provedený v rámci čerpacích zkoušek na stávajících i nově zřízených vrtech ukázal následující hodnoty, které překračovaly limity dané mongolskou legislativou:

Parametr	Mongolský limit	Jednotka	Nejvyšší zjištěná hodnota (ve všech zkoumaných vrtech)	Průměr
Hořčík	30	mg/l	55,20	54,1
Železo	0,3	mg/l	0,53	< 0,3
Mangan	0,1	mg/l	0,26	< 0,1
Fluoridy	0,7-1,5	mg/l	2,25	1,5+

Uvedený limit pro **hořčík** se nepodařilo blíže vysvětlit (doporučená hodnota?, maximální hodnota?). Za připomínku stojí poznamenat, že v České republice není koncentrace hořčíku omezena shora, existuje naopak doporučená hodnota, která představuje minimum (20-30 mg/l). Z hlediska zdravotního nejsou autorovi tohoto příspěvku známé negativní důsledky jeho zvýšené koncentrace.

Zvýšené koncentrace **železa** v některých vzorcích se podařilo uspokojivě vysvětlit delší stagnací vody v ocelovém potrubí. Navíc ani v případě železa nehrozí negativní vliv na zdraví.

Zvýšené hodnoty **manganu** byly zjištěny pouze v jednom vrtu, po smísení je výsledná koncentrace vyhovující mongolské legislativě, která je mírnější než česká (0,05 mg/l podle vyhlášky MZd 252/2004 Sb., která zase v poznámce připouští koncentraci manganu v upravené vodě až do 0,20 mg/l, pokud jsou vyšší hodnoty manganu způsobeny geologickým prostředím a nedochází k nežádoucímu ovlivnění organoleptických vlastností vody).

Jestliže v případě hořčíku, železa a manganu nešlo o prvky, jejichž výskyt ve vodě může významně negativně ovlivnit lidské zdraví, bylo nutno vyšší koncentraci **fluoridů**, než připouští mongolská legislativa (obdobně jako česká, maximální limit 1,5 mg/l) zjištěnou ve všech vrtech hodnotit ze zdravotního a tedy i z vodárenského hlediska mnohem opatrněji. Obvykle je pitná voda hlavním zdrojem fluoru, dalšími zdroji jsou např. čaj, mořské ryby, některá zelenina. Existuje doporučená denní dávka pro dospělého člověka (1,5 až 4 mg/den) – negativní zdravotní důsledky má totiž jak nedostatek, tak nadbytek fluoru. Nedostatek fluoridů se může projevit nadměrnou kazivostí zubů, zejména u dětí. Proto se v některých zemích včetně např. USA a také České republiky, respektive bývalého Československa, provozovalo tzv. fluoridování pitné vody. Dodnes se vedou diskuse o přednostech a nedostatcích fluoridování pitné vody – zpracovateli tohoto dokumentu není známo, že by v podmínkách České republiky byla fluoridace ještě prováděna, i když není zakázána. Vyšší koncentrace fluoridů (uvádí se 2 až 4 mg/l) mohou být příčinou chronického onemocnění, tzv. dentální fluorózy, nebo i změn v kostní dřeni, tzv. skeletální fluorózy. Hovoří se i o potenciální karcinogenitě, resp. cirhóze jater. Dentální fluoróza se projevuje

drobnými hnědými skvrnami na zubní sklovině a při vyšších koncentracích fluoridů až jejími defekty. Skeletální fluoróza se projevuje při koncentraci fluoridů přibližně nad 4 mg/l. Světová zdravotnická organizace (WHO) ve svých Guidelines for drinking water quality, 4th edition, 2011, uvádí fluoridy jako (ojedinělý) příklad látek, jejichž koncentraci je nutno odvodit z denního příjmu vody a příjmu fluoridů z jiných zdrojů (kapitola 8.2.9 a tabulka 8.8 uvedených Guidelines WHO). WHO uvádí jako směrnou (guideline) hodnotu 1,5 mg/l. Americká agentura Environmental Protection Agency (EPA) uvádí ve svých závazných předpisech (legislativou USA vynutitelných, tzv. National Primary Drinking Water Regulations) jako maximální povolenou koncentraci (MCL – maximum contaminant level) 4 mg/l, jako doporučenou hodnotu, která je však legislativou USA nevynutitelná, koncentraci 2 mg/l (National Secondary Drinking Water Regulations, SMCL – secondary maximum contaminant level). Legislativa USA je tedy podstatně méně přísná než legislativa mongolská (rozmezí 0,7-1,5 mg/l) i než legislativa česká (maximum 1,5 mg/l). V souladu s doporučením WHO, aby při stanovení limitu fluoridů bylo přihlíženo i k dennímu příjmu vody a k příjmu fluoridů z jiných zdrojů, je např. pro USA zpracována mapa optimálních koncentrací fluoridů v závislosti na zeměpisné šířce – předpokládá se, že s přibývající zeměpisnou šířkou klesá průměrná denní teplota a tím i denní příjem vody. Např. v jižních státech USA (např. Texas) jsou doporučené koncentrace 0,8 mg/l, v severních (např. Minnesota) 1,2 mg/l. Přitom v Minnesotě se průměrné roční teploty uvádějí v rozsahu 2 až 9°C (Wikipedie). Poznamenává se, že průměrné roční teploty v Mongolsku v dané oblasti jsou ještě nižší než v Minnesotě. Také ruská legislativa (Санитарно - эпидемиологические правила и нормативы, СанПиН 2.1.4.1074-01) rozeznává z hlediska fluoridů klimatické rajony, přičemž v rajonech I a II („nejstudenější“, průměrná měsíční teplota lednu -14 až -28, resp. -3 až -20°C, v červenci +0 až +21, resp. +8 až +21°C) je limit pro koncentraci fluoridů 1,5 mg/l, v rajonu III (průměrná měsíční teplota v lednu -5 až -20, v červenci +21 až +27 C) potom 1,2 mg/l.

Pokud se současně s výše uvedenými informacemi vezme v úvahu, že odstraňování fluoridů je technologicky obtížné a v daných podmínkách téměř s jistotou neudržitelné – v úvahu přichází reverzní osmóza, v literatuře se podařilo najít zmínku o adsorpci na aktivovaném oxidu hlinitém (activated alumina) a také je uváděna destilace, která je ovšem v praxi těžko představitelná – bylo rozhodnuto, že návrh vodárenských úprav nebude oproti původnímu předpokladu cílit na úpravu chemického složení vody, ale na nápravu hlavních nedostatků, tedy doplnění čerpadel, dezinfekci vody a elektrotechnologické části čerpací stanice. Ve druhé fázi je možno uvažovat o zvětšení akumulačního objemu vodojemu u čerpací stanice. Hrozící celkový výpadek dodávky vody při poruše jediného (!) funkčního čerpadla je podle názoru autora tohoto příspěvku mnohem větším nebezpečím než případné důsledky pokračující konzumace vody s vyšší koncentrací fluoridů. Pokud by bylo nutné za každou cenu dodržet mongolskou normu na koncentraci fluoridů, bylo by efektivnější uvažovat o jiném zdroji vody, příp. o odděleném zásobování zranitelnějších spotřebitelů (např. dětí) balenou pitnou vodou.

Irák

V souvislosti s aktivitami v oblasti hydrotechniky se naskytla příležitost navštívit moderní úpravnu vody v severním Iráku, v regionu Kurdistán. Jedná se o úpravnu vody pro správní centrum Duhok, výkon úpravny vody je 3 000 l/s.

Úpravna vody byla dokončena v roce 2011, projektové a stavební práce prováděly turecké společnosti.

Vybudování této moderní úpravny vody a rozsáhlého systému zásobování je stejně jako výstavba dalších úpraven a vodárenských systémů také odpovědí irácких orgánů na výskyt případů cholery, která byla v oblasti opakovaně zaznamenána. Také migrace Kurdů zejména ze Sýrie může být jednou z příčin poměrně rozsáhlé vodohospodářské výstavby v oblasti.

Surová voda je odebírána z přehradní nádrže Mosul, ležící na Tigridu. Odběrný objekt je břehový a právě s ním jsou spojené největší obtíže jinak dobře fungující úpravny vody. Zdrojem obtíží je nevhodné výškové umístění objektu vzhledem k hladině v přehradní nádrži. Příčinou je pravděpodobně udržování hladiny na trvale nízké úrovni z důvodu geologické nestability podloží hráze, v hovoru s iráckými vodohospodáři se však také uvádí možná chyba geodetického zaměření. V Iráku, přinejmenším v jeho severní, kurdské oblasti, totiž chybí síť bodů geodetického polohového i výškového pole, veškeré geodetické práce jsou odkázány na GPS a chybu v zaměření nelze – naprosto odlišně od českých podmínek – s uspokojivou pravděpodobností vyloučit.

Odebraná voda je přečerpána do provzdušňovací nádrže, odkud postupuje do kruhové nádrže předsedimentace. Důvodem uplatnění předsedimentace jsou zejména vysoké zákaly, dosahující i hodnot vyšších než 2 000 NTU. Následuje první separační stupeň – klariflokulátory. Jsou to kruhové nádrže o průměru v daném případě 48 m, v jejichž centrální části se připravuje suspenze, která se ve vnějším mezikruží usazuje. Jde o technologii, která byla iráckými odborníky označena za běžnou a která byla uplatněna i na některých dalších nových úpravnách vody v blízkém okolí. Druhým separačním stupněm je písková filtrace, navržená pravděpodobně na poněkud vyšší filtrační rychlosti než na 4 -5 m/hod. Budovy filtrace jsou „na vkus“ českého vodárenského projektanta poměrně malé. Voda je akumulována a čerpána do několik desítek kilometrů vzdáleného spotřebiště. Fotografie, které budou prezentovány na konferenci, doloží vysokou technickou úroveň projektové i stavební práce tureckých odborníků.

Etiopie

Zcela jinou zkušeností je pro vodárenského projektanta návštěva venkovských oblastí Etiopie, její jižní části, tzv. Southern Nations, Nationalities, and People's Region, zóny Sidama. Návštěva se uskutečnila v rámci rozvojové pomoci. Cílem bylo určit na základě jednání s místními vodohospodáři a vlastního místního šetření venkovské obce, v nichž by bylo vhodné (a možné) provést geofyzikální průzkum, na jehož základě by byl navržen vodovodní systém. Jedná se o oblast blízko rovníku, ovšem v nadmořské výšce nad 2 tisíce metrů. Podnebí je pro Evropana přijatelné, teploty během říjnové návštěvy se pohybovaly od 15°C v noci do 30°C ve dne.

Podmínky zásobování vodou jsou pro běžného Evropana jen těžko představitelné. Pro vodu docházejí pěšky s kanystry zejména (nikoliv však výhradně) ženy, cesta „tam i zpátky“ trvá až tři hodiny, přičemž jedna hodina není výjimkou. Zdrojem jsou přírodní prameny jednoduše upravené, příp. vodoteče. V uvedené oblasti rozhodně není celkový deficit vody, krajina je protkána vodotečemi, je v rozporu s běžnou představou o Africe svěže zelená, ovšem jímání a doprava vody jsou na velmi nízké úrovni.

V některých větších obcích existují systémy zásobování vodou, jejichž princip je jednotný: vrt osazený čerpadlem, ze kterého se čerpá do vodojemu, z něhož je voda rozváděna do tzv. „water points“, tedy výdejních míst. Za vodu odebranou do kanystrů z těchto „water points“ se obvykle platí obsluze částka, která při místních příjmech není zanedbatelná, ale je přijatelná. Z hlediska vodárenského projektanta je zjevné, že některé systémy vznikaly za pomoci odborníků v jiných oblastech lidské činnosti, kteří byli nepochybně vedeni snahou pomoci, ovšem méně již dbali na základní vodárenská

pravidla. Lze se tak setkat s vodojemy umístěnými zcela mimo optimální výšku vzhledem ke spotřebišti, v jednom případě byla po vzoru sousední obce navržena a dodána čerpadla, která dokázala vyčerpat vodu na povrch, ale nikoli do vodojemu, který je postaven cca o 60 m výše. Přítomnost rozvodu elektrické energie není v žádném případě samozřejmostí, v blízkosti řady vrtů jsou generátorové domky. Některé další postřehy a zajímavosti budou prezentovány spolu s fotografiemi na konferenci.

Shrnutí

Cílem příspěvku bylo upozornit na některé zajímavé skutečnosti z vodárenské praxe v poněkud exotickém zahraničí. Byla při té příležitosti uvedena otázka zvýšené koncentrace fluoridů v podzemní vodě v Mongolsku, stručně popsána moderně řešená velká úpravna vody v severním Iráku (region Kurdistán) a byly uvedeny některé zajímavosti z etiopského venkova.

Literatura

1. Vyhláška MZd 252/2004 Sb, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody
2. http:// www.epa.gov
3. http:// www.who.int
4. Санитарно - эпидемиологические правила и нормативы, СанПиН 2.1.4.1074-01
5. PITTER, P. *Hydrochemie.* 4. aktualizované vydání, 2009, Vydavatelství VŠCHT Praha
6. American Water Works Association, American Society of Civil Engineers. *Water Treatment Plant Design.* Fifth Edition. 2012. Mc Graw Hill 2012
7. Czech republic development cooperation, Geotest, 11/2012, Rozvoj vodovodního systému ve městě Murun, provincie Chovsgul

Inhibitory koroze

CORROSION INHIBITORS

Michal Skalický

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra zdravotního a ekologického inženýrství

Thákurova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice, *michal.skalicky@fsv.cvut.cz*

Abstract

Corrosion rate of metallic materials can be influenced by modifying the environment in which the corrosive action takes place. These modifications include the use of inhibitors of metal corrosion. Inhibitor is a substance addend in small concentrations in the environment reduces the corrosion rate.

Keywords

Corrosion inhibitor, anodic inhibitors, cathode inhibitors, absorbent inhibitors, volatle corosion inhibitors

1 ÚVOD

Využitím současných znalostí o zásadách a typech korozních procesů lze samotné korozi předcházet nebo jí řídit. Proto je pochopení těchto procesů základem pro vývoj celé řady opatření zabraňujících korozi.

Inhibitory jsou chemické látky, které reagují s kovovým povrchem a prostředím, jemuž je tento povrch vystaven, protože vytvoří na povrchu ochranný film a tím zvýší stupeň ochrany.

2 INHIBITORY

Klasifikace jednotlivých inhibitorů je rozdílná podle různých autorů. Nejpoužívanější organizační schéma spočívá v dělení inhibitorů koroze podle funkčnosti systémů. Někteří autoři například dělí inhibitory do skupin podle jejich chemických funkcí. Je možno je rozdělit například do následujících skupiny:

- anodické inhibitory
- katodické inhibitory
- adsorpční inhibitory

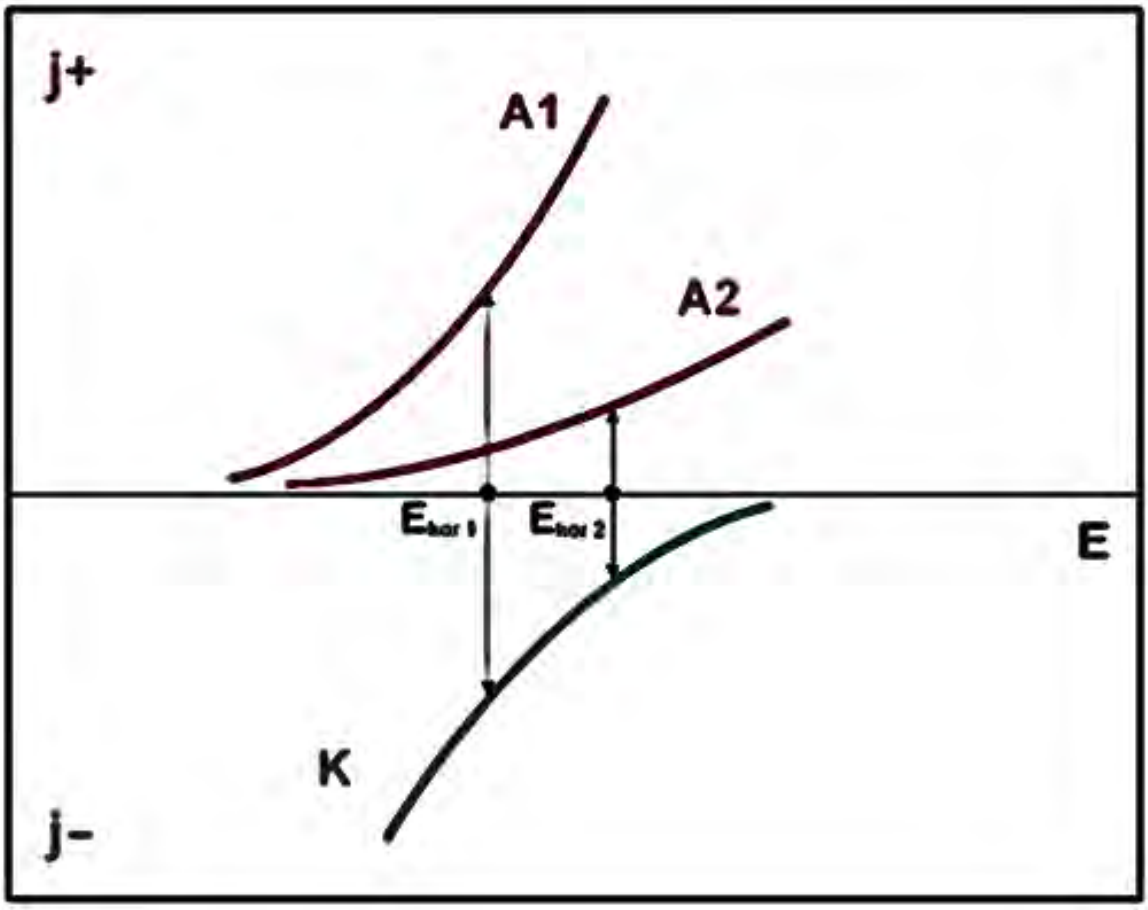
Vhodnost určité látky pro danou úlohu závisí na mnoha faktorech, počínaje chráněným materiálem, přes povahu látky, do které se inhibitor přidává, až po provozní teplotu.

2.1 Anodické inhibitory

Anodické inhibitory jsou látky, které brzdí anodickou (korozní) reakci. Tyto látky se používají hlavně v neutrálních roztocích a obvykle působí vznik nerozpustných produktů, které chrání povrch před další korozí (např. pasivní vrstva). Tyto látky musí

být přítomny v dostatečném množství, neboť při poklesu koncentrace pod určitou hodnotu korozi naopak podporují a způsobují nerovnoměrné napadení povrchu. Mezi tyto inhibitory patří dusitany, benzoany, chromany (tvoří pasivní vrstvu na povrchu hliníku a oceli – tato vrstva zabraňuje oxidaci kovu), fosforečnany a křemičitany.

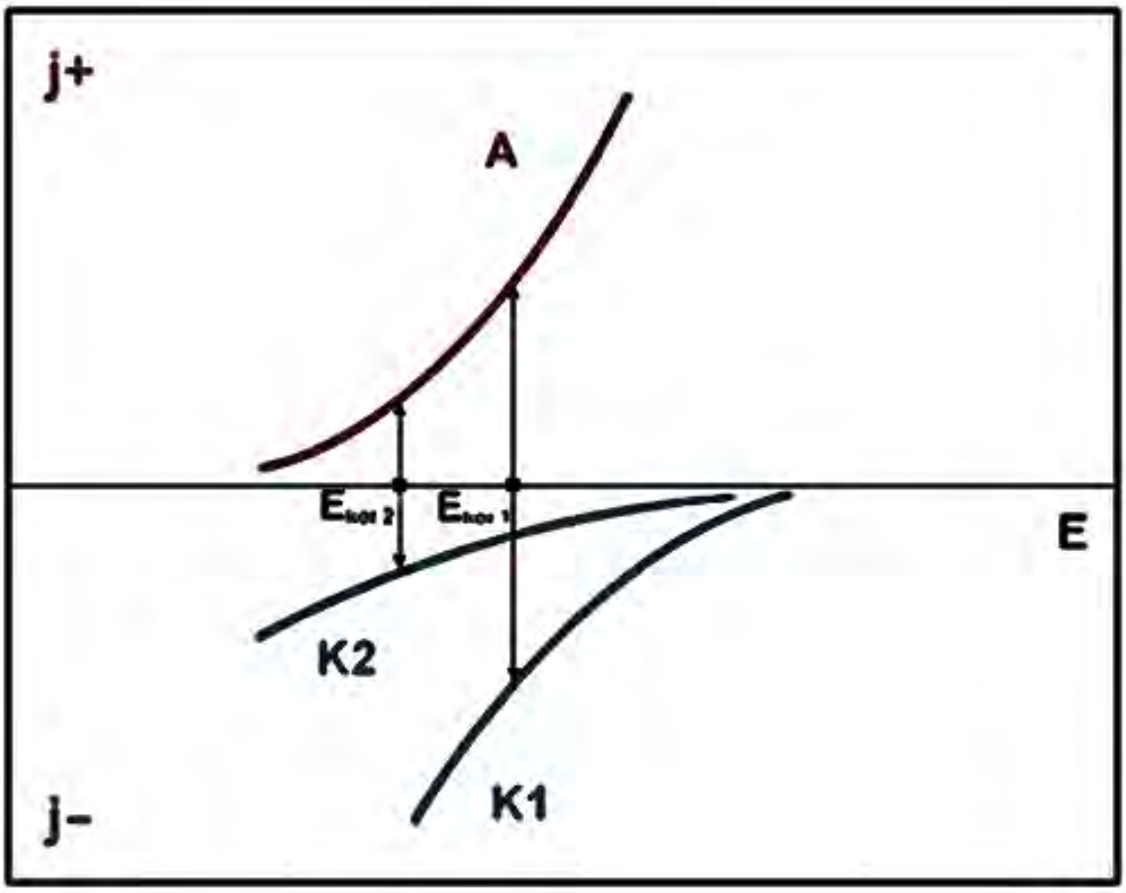
Použijí-li se anodové inhibitory v příliš nízké koncentraci, mohou způsobovat důlkovou korozi (lokální forma koroze, při níž se vytvářejí na povrchu důlky nebo otvory), protože tvoří nesouvislou vrstvu s místními anodami.



Obr. 1 *Vliv anodického inhibitoru pro kov korodující v aktivním stavu*

2.2 Katodické inhibitory

Katodické inhibitory zpomalují průběh katodické (depolarizační) reakce. V neoxidačních kyselinách takto působí při korozi sloučeniny antimonu a arzenu, které brzdí vylučování vodíku. V neutrálních roztocích vytvářejí vápenaté a zinečnaté ionty, spolu s produkty koroze vrstvy, které brzdí kyslíkovou depolarizaci. Takto působí i polyfosforečnany.



Obr. 2 *Vliv katodického inhibitoru pro kov korodující v aktivním stavu*

2.3 Adsorpční inhibitory

Adsorpční inhibitory brzdí korozní reakce (anodickou a katodickou) adsorpcí na povrchu kovu. Jedná se obvykle o organické látky, které obsahují skupiny s dusíkem a sírou např. aminy, merkaptany. Jejich hlavní uplatnění je při moření kovů.

Někdy jsou mezi inhibitory řazeny také látky k odstranění nežádoucích příměsí z roztoku (tzv. destimulátory), nejčastěji kyslíku z vody (hydrazin). Látky k odstranění kyslíku jsou účinné jen tam, kde je redukce kyslíku řídící reakcí korozního děje.

$$N_2H_4 + O_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O \quad (1)$$

$$2SO_3^{2-} + 2O_2 \rightarrow 2SO_4^{2-} \quad (2)$$

Obvykle se používá směsí inhibitorů zvlášť v systémech, kde je více kovů, případně aby se účinek různých druhů inhibitorů doplňoval a zesiloval.

Působení inhibitorů je často vázáno na určitý korozní systém (kov – prostředí) a ovlivněno je jak koncentrací prostředí, tak i teplotou.

K hodnocení účinku inhibitoru koroze se nejčastěji používá metoda hodnocení koroze podle hmotnostních a rozměrových změn po expozici kovu v korozním prostředí. Tento postup je dán ČSN 03 8102. K hodnocení vlivu inhibitoru je také možnost použít objemové metody, s úspěchem lze také užít elektrochemických metod jako měření polarizačního odporu či extrapolace lineárních částí polarizačních křivek.

Účinnost inhibitoru pro měření oceli se hodnotí podle ČSN 03 8191.

3 NOVÁ TECHNOLOGIE

Volatle Corosion Inhibitors (VCI – vypařovací inhibitory koroze) představují speciální skupinu látek, která zpomaluje korozní proces. Jejich princip spočívá v uvolňování aktivních molekul VCI z některých jejich složek do okolí kovu, který je třeba chránit a tím brání negativním účinkům elektrolytu. Produkty s VCI obsahují dokonalé složení netoxických látek, emitujících z mostného materiálu do okolí kovu jemný aerosol účinných molekul, které se v monomolekulární vrstvě usazují na povrchu kovu. Další část VCI působí jako plynná fáze, která nasytí vnitřní mikroklima obalu a je schopna chránit případná mechanická poškození pasivované vrstvy.

4 ZÁVĚR

Vědecká i technická literatura popisující korozi zmiňuje seznam mnoha chemických sloučenin, které vykazují inhibiční vlastnosti. Z nich je však jen velmi málo skutečně použitelných v praxi. To je částečně způsobeno tím, že žádoucí vlastnosti inhibitoru obvykle přesahují ty související s kovovou ochranou, týkající se nákladů, toxicity dostupnosti a šetrnosti k životnímu prostředí.

Velkou výhodou je možnost použití inhibitorů přímo na místě, kde je to zapotřebí nebo měnit druhy bez přerušení jakéhokoliv provozu.

Poděkování

Tento příspěvek byl zpracován s podporou grantu SGS12/172/OHK1/3T/11

LITERATURA

[1] http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/koroze_inhibitory/index.htm

[2] PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 2005. 560 s.

[3] http://www.corrosionist.com/corrosion_inhibitor.htm

[4] http://corrosion-doctors.org/Inhibitors/Introduction.htm

[5] http://electrochem.cwru.edu/encycl/art-i01-inhibitors.htm

[6] http://www.excor-zerust.cz/technologie

Ztráty vody v přivaděčích Brněnské vodárenské soustavy

Pavel Viščor

Brněnské vodárny a kanalizace, a.s., Hybešova 254/16, 657 33 Brno, *pviscor@bvk.cz*

Anotace
V roce 2012 byl proveden výpočet objemu ztrát vody v přivaděčích Brněnské vodárenské soustavy za rok 2011, v následujícím roce i za rok 2012. Byly popsány skutečnosti, které ovlivňují přesnost výpočtu, zejména vliv přesnosti používaných průtokoměrů. Byl proveden odhad chyb výpočtu ztrát vody v přivaděčích. Analyzován byl systém měření průtoků v přivaděčích, systém detekce úniků vody a odlišný provozní režim přivaděčů. Z provedené analýzy vyplynuly návrhy na zlepšení systému měření ztrát v přivaděčích.

1. Úvod

V roce 2011 byly zaznamenány velmi nízké hodnoty ztrát vody Brněnské vodárenské soustavy. Přispělo k tomu i zpřesnění měření průtoků na zdroji vody v Březové nad Svitavou. Kompletní roční časové řady průtoků roku 2011 bez výpadků, uložené v databázi dispečinku, umožnily vyčíslit objemy vody na vstupech a výstupech přivaděčů, porovnat je s objemem výroby vody a vypočítat objem ztrát vody v přivaděčích za rok. Výsledkem výpočtu celkových ztrát vody ve třech hlavních přivaděčích Brněnské vodárenské soustavy za rok 2011 byla malá záporná hodnota. Bylo třeba zodpovědět otázku, jak přesně jsme schopni ze vstupních dat vypočítat výslednou hodnotu ztrát.

2. Přivaděče Brněnské vodárenské soustavy

Voda je do hlavní části Brněnské vodárenské soustavy, tj. do Brna a dalších obcí, přiváděna ze zdrojů třemi přivaděči – viz obr. 1. V dalším textu se přivaděči rozumí:

- **přivaděč I. březovského vodovodu** (I. BV), úsek Březová n. S. - Brno, délka 57 km, DN 650 a DN 600, potrubí z šedé litiny,
- **přivaděč II. březovského vodovodu** (II. BV), úsek Březová n. S. - ČS Čebín, délka 42 km, DN 1200 a DN 1000, ocelové potrubí,
- **přivaděč Vírského oblastního vodovodu** (VOV), úsek ÚV Švařec - ČS Čebín, délka 30 km, DN 1400 ze sklolaminátových trub, DN 2100 železobetonové tlakové štoly.

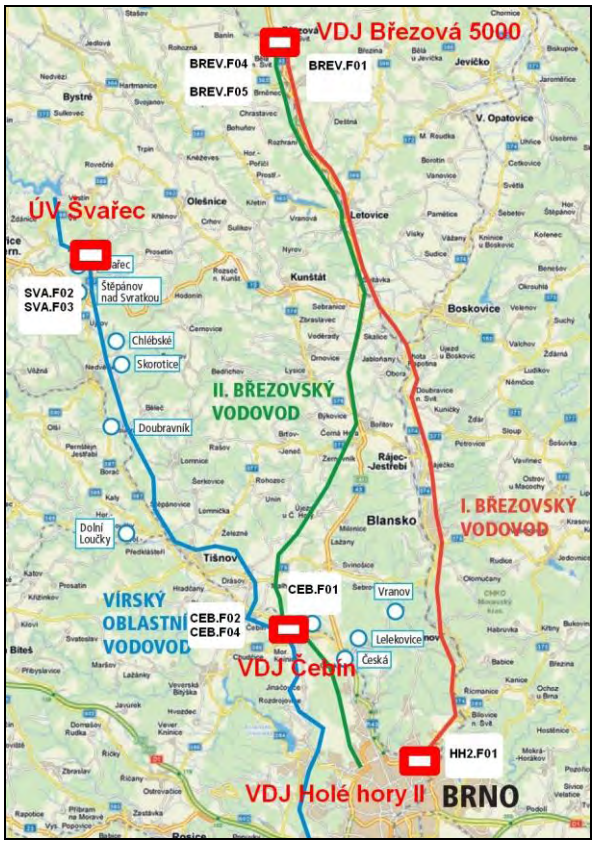
V roce 2011 byly zaznamenány pouze dvě poruchy na přivaděči VOV, na březovských přivaděčích žádné. V roce 2012 se vyskytly pouze 4 poruchy na přivaděči I. březovského vodovodu. Voda je odebírána i po trasách přivaděčů.

3. Definice chyb

Výpočet hodnot fyzikálních veličin je téměř vždy zatížen chybami. V případě stanovení objemu ztrát vody v přivaděčích lze vyloučit chyby matematického modelu i chyby numerické metody. Matematické vztahy jsou jasně dané a není potřeba použít zjednodušující numerické metody. Chyby zaokrouhlovací jsou velmi malé ve vztahu k výsledku výpočtu, takže je z dalších úvah lze vyloučit také. Zůstávají tak chyby vstupních dat, které jsou pro výpočet ztrát vody určující.

Je-li x_0 přesná hodnota nějakého čísla a x její aproximace, jejich rozdíl $E(x)$ se nazývá **absolutní chyba aproximace**.
$E(x) = x_0 - x$.

Relativní chyba, která se též často vyjadřuje v procentech, se počítá
$RE(x) = (x_0 - x)/x$.



Obr. 1 *Přivaděče Brněnské vodárenské soustavy – schéma včetně označení průtokoměrů*

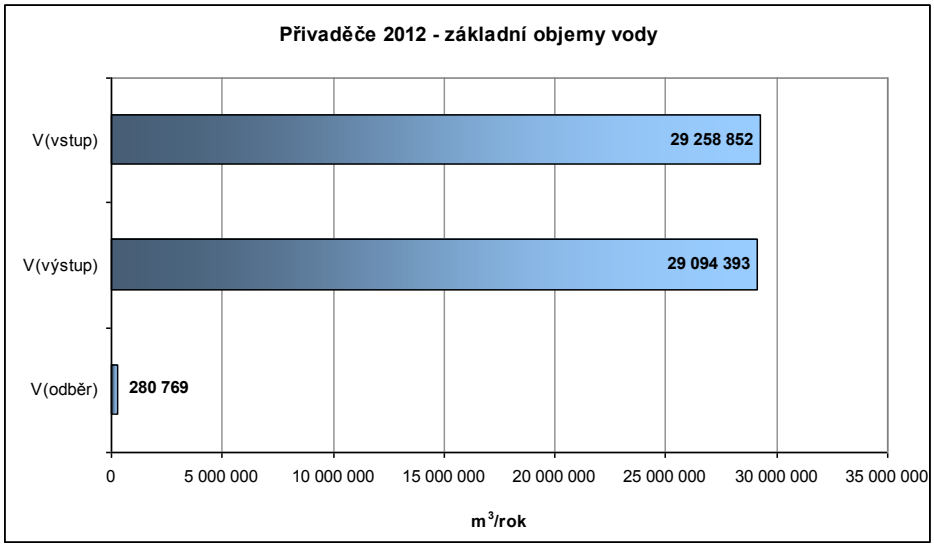
Každé nezáporné číslo $ME(x)$, pro které platí
$| x_0 - x| \leq ME(x)$,
nazýváme **odhad absolutní chyby** aproximace x nebo **mezní absolutní chyba**. Každé nezáporné číslo $MR(x)$, pro které platí
$|x_0 - x| / |x| \leq MR(x), x \neq 0$
nazýváme **odhad relativní chyby** nebo **mezní relativní chyba**. Odhad mezní absolutní chyby **součtu nebo rozdílu** dvou čísel je **součtem** mezních absolutních chyb obou čísel.

4. Výpočet ztrát vody v přivaděčích

Při výpočtu ztrát vody jsou používány jednoduché vzorce a aritmetické operace sčítání a odčítání.
Ztráty vody v přivaděčích $\mathbf{V_{ztr}}$ jsou počítány

$V_{ztr} = V_{vstup} - V_{výstup} - V_{odběr}$ [m^3/rok], kde

V_{vstup} je součet objemů vody na vstupech do přivaděčů,
$V_{výstup}$ součet objemů vody na výstupech z přivaděčů a
$V_{odběr}$ součet objemů vody odebírané po trasách přivaděčů.



Obr. 2 *Základní objemy vody pro výpočet (2012)*

Výpočet byl proveden celkově pro oba přivaděče březovských vodovodů, a to kvůli skutečnosti, že průtok na vstupu do přivaděče I. březovského vodovodu není dosud měřen a ve vodojemu Březová nad Svitavou 5000 m^3 dochází k rozdělení množství jímané vody do obou přivaděčů. Výpočet byl dále proveden pro přivaděč VOV. Pro zjednodušení je v tomto textu uvedena pouze celková tabulka pro všechny přivaděče, a to za roky 2011 a 2012.

Tab. 1 *Výpočet celkových ztrát vody přivaděčů včetně odhadu mezní chyby*

	Zdroj dat	Množství 2011 v m^3/rok	Množství 2012 v m^3/rok
Zdroj I. BV (BREV.F01)	odečet na místě	7 670 170	7 908 690
Zdroj II. BV (BREV.F04)	odečet na místě	19 901 979	19 778 903
ÚV Švařec (SVA.F02+SVA.F03)	odečet na místě	1 564 276	1 571 259
Odběr Březová n. S. z VDJ 5000 m^3	odečet na místě	86 786	51 479
Odběr z I. BV po Holé hory II (1)	voda předaná	4 985	7 747
Odběry z II. BV po Čebín (3)	voda předaná	118 846	122 480
Odběry z VOV po Čebín (5+4)	v. předaná + apl. Bilance	97 979	99 063
Přítok I. BV do HH II (HH2.F01)	apl. Bilance	8 198 604	7 976 103
Přítok II. BV do Čebína (CEB.F01)	apl. Bilance	19 405 885	19 636 652
Přítok VOV do Čebína (CEB.F02)	apl. Bilance	159 234	873 369
Přítok VOV do Čebína (CEB.F04)	apl. Bilance	1 228 592	608 269
Ztráty = (BREV.F01+BREV.F04+SVA.F02+SVA.F03)-(odběry BV+odběry VOV)-(HH2.F01+CEB.F01+CEB.F02+CEB.F04)		**-164 486**	**-116 310**
Ztráty včetně odhadu chyby měření (při rel. chybě měřidel 0,5%)		-160 000 ± 290 000	-120 000 ± 290 000
Ztráty včetně odhadu chyby měření (při rel. chybě měřidel 1,0%)		-160 000 ± 580 000	-120 000 ± 590 000
Ztráty včetně odhadu chyby měření (při rel. chybě měřidel 2,0%)		-160 000 ± 1 170 000	-120 000 ± 1 170 000
Ztráty včetně odhadu chyby měření (při rel. chybě měřidel 5,0%)		-160 000 ± 2 920 000	-120 000 ± 2 930 000
Odhad ztrát přivaděčů po korekci (viz text)		**220 000**	**280 000**
Objem vody nefakturované celk. (pro porovnání)		2 910 684	2 942 765

Tabulka 1 ukazuje, jaké přesnosti je možné dosáhnout pro různé vstupní relativní chyby měřidel. Jak bylo uvedeno výše, odhad mezní chyby výsledku, který je dán součtem nebo rozdílem několika čísel, je součtem odhadu mezních chyb všech vstupních hodnot. Pokud by byla relativní přesnost všech měřidel stejná, největší absolutní chybu by do výsledku vnášela měřidla s největším zaznamenaným průtokem. Zásadní je při výpočtu odčítání dvou blízkých čísel, vstupu a výstupu z přivaděče.

5. Používané průtokoměry

Pouze dva ze sedmi „velkých" průtokoměrů používaných pro výpočet ztrát v přivaděčích jsou stanovená měřidla – viz tabulka (kategorie B2). Jsou to průtokoměry pro odečet odebírané podzemní vody v Březové nad Svitavou BREV.F01 a BREV.F04. Ostatní byla zařazena do kategorie pracovní měřidla (D1 kalibrována při nákupu, D2 nejsou kalibrována). Právními předpisy ČR stanovujícími postupy v oblasti metrologie jsou zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii, v platném znění, a navazující právní předpisy.

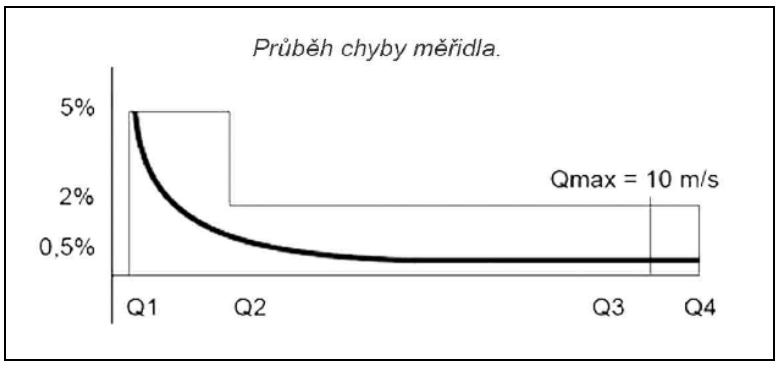
Tab. 2 *Průtokoměry*

Přivaděč	**Průtokoměr**	**Umístění**	**Typ**	**DN**	**Kateg. měř.**
I.BV+II.BV	BREV.F01 (výroba I.BV)	VDJ Březová 5000 m^3	ultrazvuk, UF321	600	B2
	BREV.F04 (výroba II.BV)	VDJ Březová 5000 m^3	indukční, ACQUAMAG F31	1000	B2
	HH2.F01 (přítok I.BV na Holé hory II)	VDJ Holé hory II	indukční, SIMA FC I	500	D1
	CEB.F01 (přítok II.BV)	VDJ Čebín (ZČS)	Ultrazvukový, Danfos-Sonoflo3000 F01	800	D2
VOV	SVA.F02 (odtok z ÚV do Čebína)	ÚV Švařec	indukční, Danfoss MAG 3000	1000	D2
	CEB.F02 (přítok VOV)	VDJ Čebín (ZČS)	Ultrazvukový, Danfos-Sonoflo3000 F02	1000	D2
	CEB.F04 (přítok VOV DN 300)	VDJ Čebín (ZČS)	indukční, Acquamag F04	300	D2
II. BV	BREV.F05 (vstup do II. BV)	VDJ Březová 5000 m^3	Indukční, ACQUAMAG F31	800	D1

Tab. 3 *Třídy přesnosti měřidel dle OIML R 49-1*

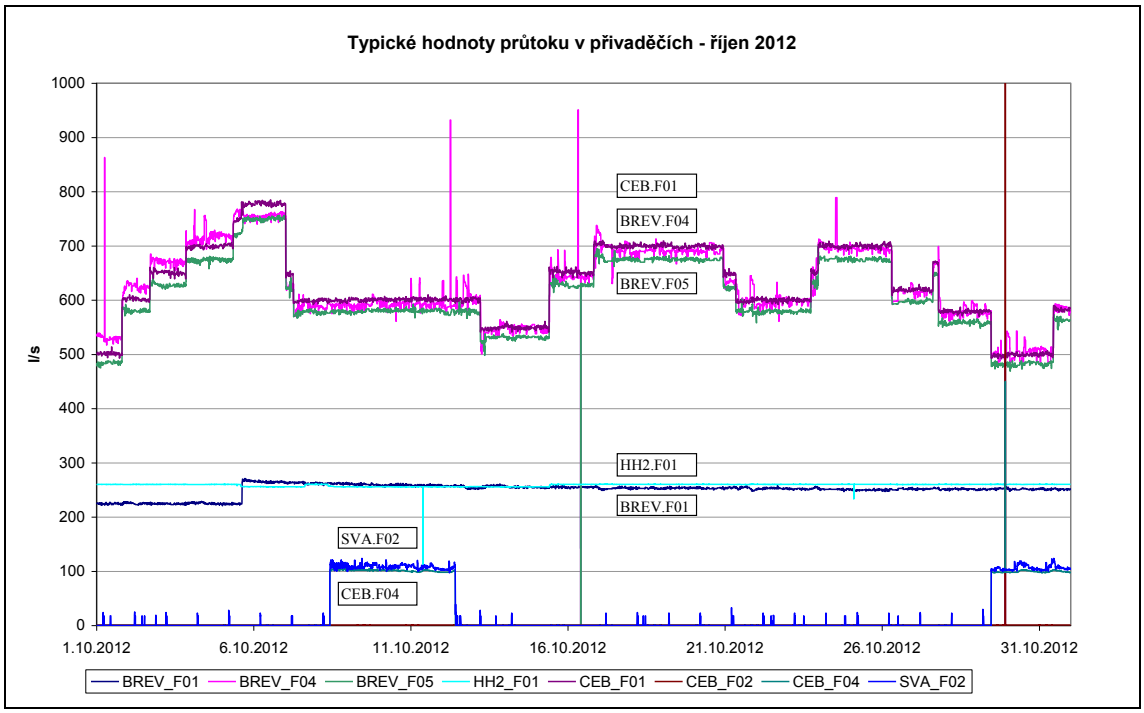
Třída přesnosti dle OIML R 49-1	**Maximální přípustná chyba v rozsahu průtoků Q1≤Q<Q2**	**Maximální přípustná chyba v rozsahu průtoků Q2≤Q≤Q4**
Class 1	3 %	1 %
Class 2	5 %	2 %

Relativní chyba měřidel se obvykle zvětšuje se snižujícím průtokem (rychlostí) – obr. 3. Například indukční průtokoměr DN 1000 SVA.F02 na výstupu z ÚV Švařec měří typicky v rozsahu 100-120 l/s, kdy rychlost nepřesahuje 0,15 m/s. To je dáno nevyužíváním plné kapacity úpravny i přivaděče VOV.



Obr. 3 *Průběh chyby průtokoměru AcquaMAG s vyznačením hranic přípustných chyb dle OIML R 49-1 (pro DN 1000: Q1 = 69 l/s, Q2 = 111 l/s, Q3 = 6944 l/s a Q4 = 8681 l/s)*

V rámci výpočtu ztrát vody v přivaděčích za rok 2011 a 2012 proběhla i kontrola časových řad nejdůležitějších průtokoměrů a byly určeny typické rozsahy průtoků měřidel – graf na obr. 4. Měřeny jsou v současné době všechny hlavní vstupy a výstupy z přivaděčů s výjimkou vstupu do přivaděče I. BV. Zatímco v přivaděči I. BV za normálních provozních podmínek proudí konstantní množství asi 264 l/s, přivaděčem VOV přitéká do vodojemu Čebín okolo 100 l/s, a to v době provozu ÚV Švařec. Přivaděčem II. BV je dopravována voda o průtoku od 500 do 800 l/s. Každý z přivaděčů tak pracuje v odlišném režimu.



Obr. 4 *Určení typického rozsahu měřených hodnot průtokoměrů (říjen 2012)*

V dubnu 2012, kdy probíhala rekonstrukce akumulace vodojemu Březová 5000 m^3 a voda ze zdrojů proudila přímo do březovských přivaděčů, bylo možné provést srovnání hodnot průtoku na třech průtokoměrech II. březovského vodovodu řazených sériově: BREV.F04, BREV.F05 a CEB.F01. Zatímco hodnoty z prvních dvou se téměř kryly, průtokoměr CEB.F01 vykazoval po dobu měření hodnoty vyšší. To korespondovalo se zjištěním, které bylo učiněno při ověřování průtokoměrů v roce 2009. Na základě

výsledků obou akcí byla hodnota objemu zaznamenaná průtokoměrem CEB.F01 snížena o 2 % a vypočten odhad ztrát, který je uveden na předposledním řádku tab. 1.
V dubnu 2012 bylo provedeno podobné ověřování průtokoměrů i na přivaděči I. březovského vodovodu s výsledkem, že je potřeba se zaměřit i na průtokoměr na vstupu do vodojemu Březová (BREV.F01).

6. Vyhodnocení

Z dostupných údajů můžeme odhadovat, že největší část ztrát vody Brněnské vodárenské soustavy připadá na distribuční vodovodní síť a na přivaděče zbývá jen část menší. Přivaděče i přes svou kratší celkovou délku obsahují velké profily s velkou celkovou plochou povrchu stěny potrubí, ale neobsahují přípojky.
Z tabulky výpočtu ztrát v přivaděčích je zřejmé, že do výpočtu vstupuje poměrně velký počet hodnot při použití mnoha měřidel. Podstatou výpočtu je odčítání dvou blízkých čísel, což klade velké nároky na přesnost vstupních dat. Čím jsou ztráty vyšší, tím je možné je přesněji změřit (relativní chyba výsledku je menší).
Výsledek je možné dále zpřesnit:

- výpočtem ztrát vody pro každý přivaděč zvlášť – nutné osadit průtokoměr na vstupu do přivaděče I. BV v Březové n. S. (připraveno k realizaci r. 2013),
- použitím přesnějších měřidel, např. náhradou starších ultrazvukových průtokoměrů indukčními (průtokoměr v ČS Čebín CEB.F01, BREV.F01 ve vodojemu Březová 5000 m^3, s menší prioritou CEB.F02),
- měřením hodnot průtoků mimo oblast nízkých rychlostí, kde je relativní chyba největší,
- eliminací výpadků dat při přenosu na dispečink (již by neměly existovat).

Doporučuje se provést kontrolní součty vstupů a výstupů za měsíc nebo za rok pro uzly vodojem Březová, vodojem Čebín, případně i ÚV Švařec a Holé hory II. Potřeba je zkontrolovat osazení měřidel – dodržení uklidňujících délek před a za měřidly. Neméně důležité je pravidelné ověřování měřidel.

7. Závěr

Systém měření průtoků na přivaděčích Brněnské vodárenské soustavy byl navržen pro potřeby řízení provozu dálkových přivaděčů. Výpočet hodnot ztrát vody v přivaděčích však klade na přesnost použitých měřidel vyšší nároky. Některé kroky, které vyplynuly z provedené analýzy, a které vedou ke zpřesnění výpočtu, jsou postupně realizovány.
Menší přesnost provozních průtokoměrů, použitých pro výpočet ztrát vody v přivaděčích, nemá vliv na vykazovaná množství nefakturované vody za celou provozovanou vodovodní síť.
Hodnoty průtoků snímané na začátku a na konci přivaděčů i hodnoty tlaku na konci přivaděčů jsou průběžně sledovány a vyhodnocovány. Slouží k včasnému odhalování viditelných poruch i skrytých úniků. Časové řady průtoků a tlaků jsou průběžně ukládány v databázi dispečinku a umožňují zpětnou analýzu vzniklých provozních stavů i výpočet měsíčních a ročních objemů vody.

Literatura

[1] Fajmon, B., Růžičková, I.: Matematika 3, VUT v Brně, 2005,

[2] zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii, v platném znění a navazující právní předpisy,

[3] OIML R 49-1 (OIML R 49-1 INTERNATIONAL RECOMMENDATION - Water meters intended for the metering of cold potable water and hot water, Part 1: Metrological and technical requirements),

[4] Viščor, P.: Ověření přesnosti hlavních vstupních průtokoměrů Brněnské vodárenské soustavy, Brněnské vodárny a kanalizace, a.s., 2009.

Hydrobiologické audity ve vodárenství – metodika I.

prof. RNDr. Alena Sládečková, CSc.[1)]; Ing. Jiří Palčík, Ph.D.[2)];
Ing. Eliška Maršálková, Ph.D.[3)]; Ing. Václav Mergl, CSc.[4)]

[1)] Havlovického 3, 147 00 Praha 4 - Hodkovičky, tel.: 241 727 588, *sladecek@chmi.cz*

[2)] ASIO, spol. s r.o., Tuřanka 1, 627 00 Brno, tel.: 548 428 111, *palcik@asio.cz*

[3)] Botanický ústav Akademie věd ČR, v. v. i., Lidická 25/27, 657 20 Brno, tel.: 530 506 744, *eliska.marsalkova@ibot.cas.cz*

[4)] 628 00 Brno, 603 581 844, *mergl@vasgr.cz*

Abstrakt

V průběhu uplynulého desetiletí se hydrobiologické audity u nás staly běžně používaným nástrojem pro detekci problémů v celých vodárenských soustavách (od zdroje ke spotřebiteli). Předběžná první část revize metodik, používaných při hydrobiologických auditech, obsahuje i návrh novelizovaných postupů pro hodnocení vzdušné kontaminace upravené vody v procesu její distribuce.

Klíčová slova

Hydrobiologický audit, vodárenská soustava, revize metodik, vzdušná kontaminace vody, návrh novelizovaných postupů.

Abstract

In course of the past 10 years hydrobiological audits have become a commonly used tool for the detection of problems in the whole water supply systems (from source to the consumer). The presented first part of the revision of methods used within hydrobiological audits comprises the proposal of innovated techniques for the evaluation of airborne contamination of the treated and distributed water.

Key words:

Hydrobiological audit, water supply systems, revision of methods, airborne contamination of water, proposal of innovated techniques

Hydrobiologický audit – historie a současná situace

Koncepce hydrobiologického auditu zůstala od návrhu v roce 2000 [1] prakticky nezměněna [2] až do současné doby, kdy je již potřeba ji přizpůsobit pro požadavky současné legislativy tuzemské i evropské a kdy je také nutno provést určité inovace a doplňky. Hydrobiologický audit (dále HA) je hloubkový kontrolní průzkum celé soustavy „od zdroje ke spotřebiteli“. Je založen především na mikroskopických rozborech vzorků vody, sběrů úsad, biofilmů a nárostů ze smáčených povrchů vodárenských objektů. Může zahrnout i jednoduché, mikroskopicky hodnotitelné biotesty.

Rychle dosažitelné, instruktivní výsledky HA odhalují příčiny různých technologických a hygienických závad biologického původu při odběrech a přívodech surové vody, při procesech úpravy vody v technologických linkách i v rozvodech pitné vody. Slouží jako podklady pro návrhy nápravných i preventivních opatření, pro návrhy optimalizace procesů úpravy vody a projekty rekonstrukcí provozů úpraven vody.

Vybavení není příliš náročné – pro účely HA postačí jednodušší, do terénu transportovatelný mikroskop a běžně dostupné potřeby a pomůcky. Vyšší nároky je však třeba klást na erudici auditora. Musí to být hydrobiolog se širším rozhledem v oblasti ekologie vodních organismů a zběhlý v jejich determinaci, musí mít praktické zkušenosti v oblasti vodárenské technologie a hygieny vody a musí umět z výsledků rozborů vyvodit pro vodárenskou praxi významné závěry. Některé mikroorganismy a částice abiosestonu mají tak vysoký indikační význam, že je možno na základě jejich nálezu zjistit příčinu i původ znečištění vody na zkoumané lokalitě.

V posledních letech bylo prokázáno, že je možné HA využít jako jeden z vhodných nástrojů pro zpracování plánů pro zajištění bezpečného zásobování vodou (Water Safety Plans) [3]. K tomuto účelu se však bude více hodit obdobně zaměřený, avšak svým rozsahem širší biologický audit, který zahrnuje kromě hydrobiologických ukazatelů i ukazatele mikrobiologické [4,5]. Tento typ auditu však vyžaduje laboratorní zázemí, vybavení pro kultivační a biochemické metody a pracovní tým odborníků. Bude proto záležet na podstatě a účelu zadání a na využití výsledků auditu.

Je zřejmé, že jednodušší, rychlejší a investičně méně náročný HA bude výhodnější pro orientační screening pro průzkum malých soustav a pro řešení různých havarijních situací biologického původu [6,7]. Komplexnější biologický audit pak může v případě potřeby následovat. Na Slovensku již mají pro tento účel vydanou metodickou příručku, podle které je možno výsledky všech rozborů vyhodnotit podle principů rizikové analýzy [8].

HA vodárenské soustavy s povrchovým zdrojem surové vody

U povrchových zdrojů surové vody je v rámci HA nutno navázat spolupráci s biologem příslušného Povodí a provést důkladnou terénní rekognoskaci všech známých zdrojů znečištění a eutrofizace vodárenské nádrže nebo úseku vodárenského toku. Přitom se často objeví i další, často utajené výústě nečištěných nebo nedokonale vyčištěných odpadních vod, různé ekologické zátěže apod. Následuje volba vhodných lokalit pro odběry vzorků vody a nárostů. Pokud se zjistí možnost kontaminace dešťovými splachy nebo výluhy z opuštěných dolů, skládek hlušiny z těžby rud nebo nebezpečného odpadu, je vhodné do HA začlenit jednoduchý orientační test toxicity, nejlépe na vláknitých zelených řasách rostoucích v daném povodí na neznečištěné lokalitě. Výluhy z podezřelých materiálů se pak v laboratoři připraví tak, aby simulovaly odtoky ze skládek při různé intenzitě srážek. Případné toxické účinky se hodnotí pod mikroskopem podle těchto příznaků: osmotické jevy v buňkách, granulace cytoplazmy, změna barvy pigmentů a při delší expozici i různé anomálie vzhledu vláken řas, způsobu větvení apod. Pokud se tyto příznaky projeví, je třeba doporučit zadavateli HA, aby předal problém některému akreditovanému ekotoxikologickému pracovišti k vyřešení.

Při mikroskopických kvalitativních rozborech vzorků nárostů se biolog soustřeďuje na nálezy mikroorganismů, představujících potenciální riziko pro vodárenské provozy a na indikátory organického znečištění (při vyšších stupních saprobity) vody.

Využití bioindikace pro tuto část HA je věnována samostatná publikace [9].

Metodické postupy pro HA technologických linek úpravy vody jsou zakotveny hlavně v TNV 75 5940 [10], založené na mikroskopickém hodnocení mikroorganismů a vloček koagulantu, zachycovaných nebo propouštěných separačními stupni vodárenské úpravy. Hlavním kritériem pro hodnocení separační účinnosti úpravy vody je stanovená velikostní mez částic 60 μm, snadno odhadnutelná při normovaném stanovení živých a mrtvých organismů v počítací komůrce Cyrus I. Metodické postupy odběru a hodnocení stěrů ze smáčených povrchů vodárenských objektů jsou sice obsaženy v TNV 75 5941 [11], zaměřené hlavně na rozvodnou síť upravené vody, ale běžně se používají při HA ostatních částí vodárenských soustav. Hlavní odběrovou pomůckou je stále laboratorní kartáček na teleskopickém držadle, ovinutý proužkem tenkého polyuretanu (molitanu). Materiál potřebný pro nastříhání těchto proužků je možno zakoupit v obchodní síti.

Pro zjišťování příčin zarůstání a ucpávání pískového lože vodárenských filtrů se již dříve osvědčily zonační hloubkové odběry geologickými (resp. pedologickými) sondami a mikroskopické rozbory vzorků filtrační náplně různých vrstev [12], doplněné o rozbory kalu, vyplavovaného při praní filtrů.

Již v průběhu komplexních hydrobiologických průzkumů, předcházejících návrh koncepce HA, byly opakovaně nacházeny závadné nálezy biologické povahy v objektech na distribučních sítích dodávané pitné vody [12]. Proto byly vodojemy a koncové hydranty začleněny do lokalit, navržených ke sledování v rámci HA. V souvislosti s revizí zastaralé normy o vodojemech byly zahájeny práce na výzkumných projektech, které vyústily v řadu publikací, zpráv a ve vydání Technického doporučení. Jako významný nástroj pro zjišťování závad a pro návrhy nápravných opatření se osvědčil biologický audit [13].

Na nežádoucím oživení vodojemů se podílejí mikroorganismy, procházející vodárenskou úpravou, i ty, které se ve formě trvalých stadií transportují vzdušnými proudy a po průniku ventilačním zařízením a různými otvory pronikají do vnitřního prostoru vodojemů a po smočení vodou klíčí a dále se množí. Tato vzdušná kontaminace upravené vody v procesu její distribuce se stala v posledních letech velmi aktuálním tématem. Do mnoha vodojemů byla instalována filtroventilční zařízení se vzduchovými filtry různých typů. Při hodnocení jejich filtrační kapacity a úrovně kontaminace vody se osvědčil biologický audit a byla vypracována stupnice na základě získaných výsledků [14].

V malých a starších vodojemech se již uvedené filtry v soustavě filtroventilačního zařízení stěží uplatní. Pro takové lokality byly po provedení HA doporučeny k odzkoušení vzorky rounové textilie, připevňované pod mřížky na otvorech ventilačních zařízení [15, 16]. Osvědčila se rounová textilie tepelně pojená, vyrobená pod tryskou z polyesterových, resp. polypropenových nekonečných vláken s plošnou hmotností 16 $g.m^{-2}$, běžně komerčně dostupná např. v prodejnách semen pro zahrádkáře, neboť se používá pro jarní zakrytí záhonků jako „netkaná textilie“ (dřívější název, dosud přetrvávající). Lze použít i zažehlovací vliselín. Vzhledem k tomu, že rounová textilie nepřichází do kontaktu s vyrobenou vodou, není nutné zohledňovat náležitosti dle vyhlášky č. 409/2005 Sb. V krajním případě vedle rounové textilie (rouniny) lze použít i tkaninu či pleteninu, ale s vědomím většího odporu tohoto druhu textilie vůči prosávanému vzduchu.

Pro hodnocení účinnosti záchytu vzdušných kontaminantů na povrchu exponované rounové textilie byly jako prozatímní navrženy metodické postupy, které sice již přinesly zajímavé výsledky, avšak měly i řadu nedostatků. Proto je v následujícím textu navrhujeme v této novelizované verzi:

Hodnocení vzorků exponované rounové textilie (rouniny):

vzorky suché – fotodokumentace,
vzorky zvlhčené – mikroskopický rozbor.

Komentář:

Suché vzorky:

fotodokumentace poskytne celkový obraz o účinnosti rouniny (proto je vhodná rounina světlé barvy, ještě lepší vjem je u nebarveného, režného vlákna) a ukáže i záchyt létajícího hmyzu a jiných velkých částic také rostlinného či antropogenního původu.

Mikroskopický rozbor se u těchto druhů vzorků neosvědčil – vyschlé částice se těžko identifikují.

Zvlhčené vzorky:

Zvlhčení vzorku se provede na místě odběru, a to vodou ze zkoumané lokality v plastové dóze, použité k transportu. V laboratoři následuje přímé pozorování části zvlhčené rouniny na Petriho misce preparačním mikroskopem.

Z většího vzorku vlhké rouniny se odebere stěr pinzetou do malého množství odstáté vodovodní vody. (Destilovanou vodu nelze použít, působí osmotický, šok např. u prvoků!). Při nedostatku materiálu pro přímý odběr na podložní sklíčko se připraví centrifugát. Následuje kvalitativní mikroskopický rozbor.

Biotest: prognóza potenciálního sekundárního pomnožení mikroorganismů ze vzdušné kontaminace v rozvodné síti.

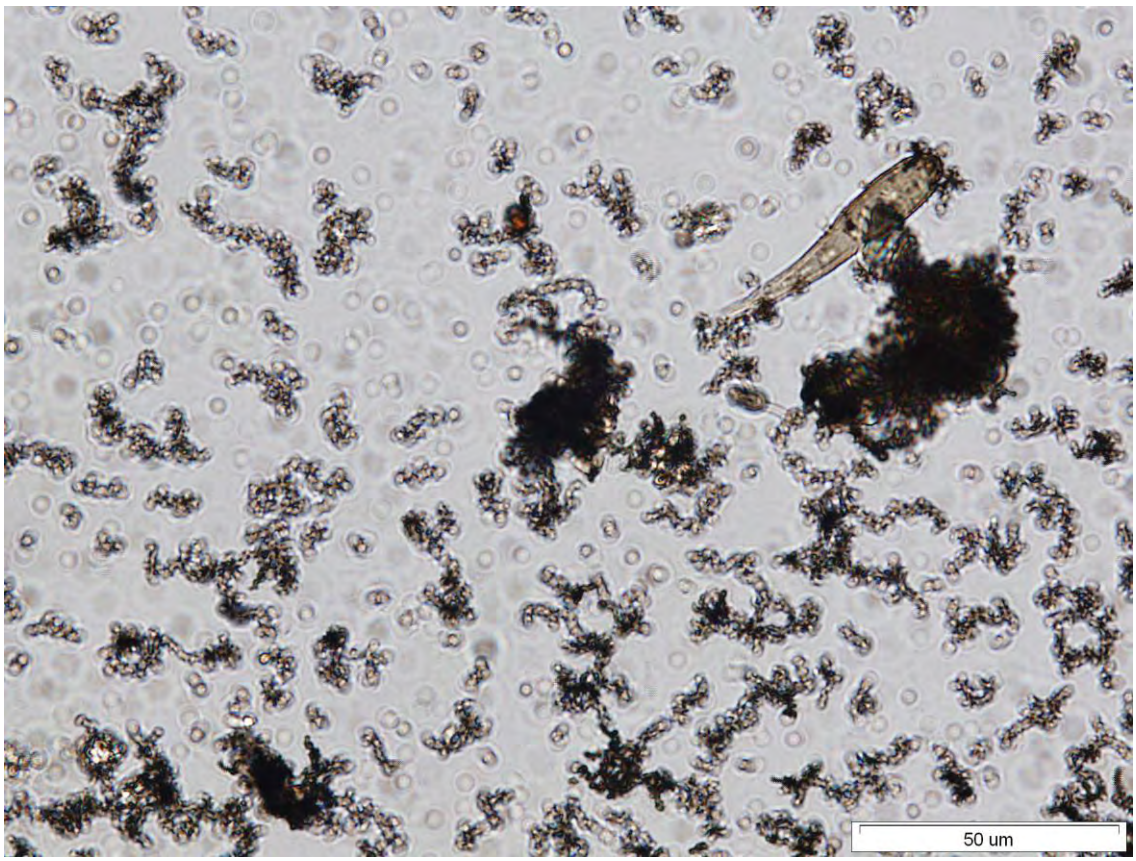
Princip: simulace poměrů při delší době zdržení vody ve vodojemu nebo při její stagnaci v koncovkách větvené sítě.

Velké vzorky 2x2 cm se zalijí 50 ml odstáté vodovodní vody v Petriho miskách (rozměry misky průměr 8 cm, výška 1,5 cm).

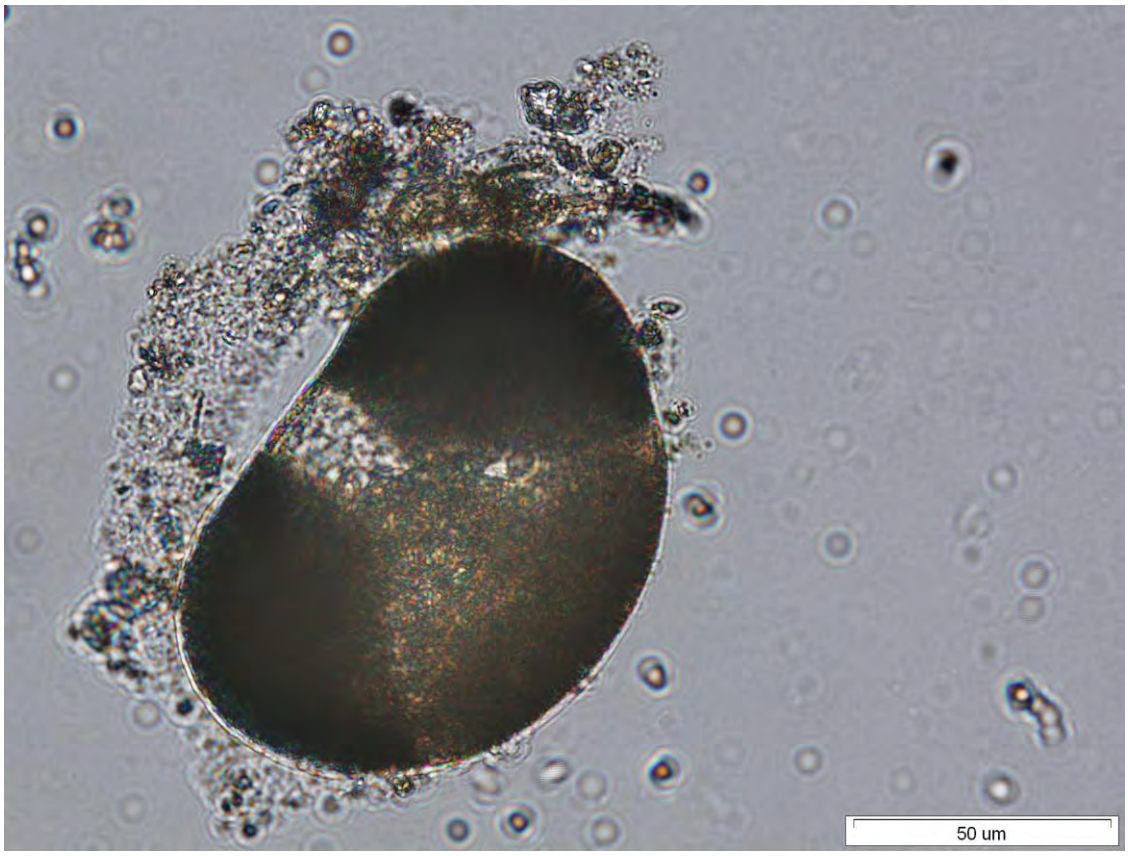
Termostat: kultivace ve tmě při 10±2 °C.
Kultivace 1 týden, případně déle podle poměrů na dané lokalitě.
Zpracování obdobné jako v hodnocení jednorázově exponované rouniny.
Při hodnocení je potřeba se zvláště zaměřit na volné bakterie, kolonie bakterií a hyfy mikromycet na rostlinných a živočišných zbytcích (živočišném substrátu), líhnutí pohyblivých prvoků z cyst, červů a jiných bezobratlých z vajíček.

HA vodárenské soustavy s podzemním zdrojem surové vody

Bude následovat v 2. části revize metodiky HA spolu s využitím navrhovaných novel postupů pro hodnocení aeračních technologií úpravy podzemní vody (tato část bude připravena pro konferenci v Trenčianských Teplicích).



Obr. 1 *Biologické oživení vzorku (vířník), volné bakterie*



Obr. 2 *Pylové zrno jehličnanu*

Literatura

[1] Sládečková, A. (2000): Návrh koncepce hydrobiologického auditu vodárenských systémů. Sborník semináře Aktuální otázky vodárenské biologie 2000: 122-126.

[2] Sládečková, A., Onderíková, V. (2009): Hydrobiologický audit ve vodárenství. – Sborník konference Modernizácia a optimalizácia úpraven vôd v SR, Stará Lesná 2009: 93-96.

[3] Sládečková, A., Pumann, P., Kožíšek, F. (2009): Hydrobiologický audit jako jeden z vhodných nástrojů pro zpracování Plánů pro zajištění bezpečného zásobování vodou. – Sborník konference Pitná voda, Trenčianské Teplice 2009: 143-150.

[4] Ambrožová, J. (2005): Potřeba hloubkových biologických auditů ve vodárenských systémech. Vodohospodársky spravodajca, Bratislava 2005, č. 5-6, s. 16-18.

[5] Tóthová, L., Prokšová, M. (2011): Biologický audit v úpravně vody. Sborník konference Pitná voda, Trenčianské Teplice 2011: 245-252.

[6] Ambrožová, J. (2011): Biologie – prvotní indikace stavu vodárenských procesů – Sborník semináře Aktuální otázky vodárenské biologie, Praha 2001: 29-31.

[7] Sládečková, A., Šťastná, G. (2006): Biologické nálezy ve vodárenských objektech informují i varují. – Sborník konference Pitná voda, Tábor, 2006: 45-50.

[8] Tóthová, L., Prokšová, M. (2011): Biologický audit vodárenských systémov. Metodická příručka. Účelová publikácia, projekt SK 0135, VÚVH Bratislava.

[9] Sládečková, A., Šťastná, G. (2009): Biologické hodnocení zdrojů znečištění a eutrofizace ve vodárenských povodích. Sborník konference VODA Zlín 2009, 33-38.

[10] TNV 75 5940 Mikroskopické posuzování separační účinnosti vodárenské biologie. – Hydroprojekt Praha, 1995, 13 str.

[11] TNV 75 5941 Mikroskopické posuzování jakosti vody dopravované potrubím. – Hydroprojekt CZ a.s., Praha, 2003, 28 str.

[12] Hubáčková, J., Matulová, D., Sládečková, A. (1996): Prevence a odstraňování biologických závad ve vodárenských provozech – Souhrnná závěrečná zpráva VÚV TGM Praha, 17 str., 16 příloh.

[13] Říhová Ambrožová, J., Hubáčková, J., Čiháková, I., Říha, J.: Informace o vydaném technickém doporučení pro vodojemy. Biologické aspekty a jejich význam pro kvalitu kumulované vody. Sborník konference Voda Zlín 2009: 45-50.

[14] Říhová Ambrožová, J., Říha J. a Martínek, R. (2011): Kapacita filtračních náplní vzduchových filtrů. Sborník konference Pitná voda, Trenčianské Teplice 2011: 83-90.

[15] Mergl, V., Kaupa, J. (2006): Rounová textilie proti vzdušné kontaminaci. Sborník konference Pitná voda Tábor 2006: 235-238.

[16] Mergl, V., Sládečková, A., Palčík, J., Maršálková, E. (2011): Význam rounové textilie ve vodárenství. Sborník konference VODA Zlín 2011: 189-192.

Tvárná litina ve výrobě vodárenských armatur

Ing. Zdeněk Brázda

Vedoucí úseku technologie, Jihomoravská armaturka spol. s r.o.

Litiny jsou materiálem, který se tradičně využívá pro výrobu armaturních odlitků pro rozvod vody, odpady i pro kanalizační sítě. Důvodem je vysoká odolnost litiny proti korozi, podstatně větší, než je odolnost ocelí, dále dobré mechanické vlastnosti a příznivá cena. Původně používanou litinu s lupínkovým grafitem v posledních létech nahradila litina s kuličkovým grafitem (LKG), která má výrazně lepší mechanické a zejména plastické vlastnosti. Díky vyšší houževnatosti jsou odlitky z tohoto materiálu mnohem odolnější proti praskání vlivem tlakových a mechanických rázů a vlivem deformací terénu, staveb nebo konstrukcí. Houževnatost je v těchto případech důležitější vlastností, než je samotná mechanická pevnost. Měřítkem plastických vlastností je tažnost, zjišťovaná při zkouškách pevnosti v tahu a vrubová houževnatost, hodnocená při rázových zkouškách.

Litiny s kuličkovým grafitem se podle normy ČSN EN 1563 vyrábí celkem ve 13 jakostních třídách s pevnostmi v tahu $R_{m\ min}$ od 350 do 900 MPa. (V českých slévárnách je velmi běžné označování druhu litiny pomocí norem DIN zkratkou GGG a pevností v tahu v kp/mm^2, např. GGG 40 apod. - 1 kp/mm^2 = 10 MPa) S rostoucí pevností vzrůstá i mez $R_{p\ 0,2}$ a tvrdost, naopak se snižují plastické vlastnosti a houževnatost. Litiny s nižšími hodnotami pevnosti tak lépe snáší provozní napěťové rázy a deformace a jsou podstatně odolnější proti praskání, než litiny s vysokou pevností. Z tohoto důvodu se houževnaté typy litiny používají na odlitky s vysokými požadavky na provozní bezpečnost, např. odlitky podvozků vozidel, odlitky vystavené dynamickému namáhání, rázům, otřesům, prudkým změnám provozních tlaků a teplot.

Rozdílných vlastností litin s kuličkovým grafitem se dosahuje zejména díky rozdílné struktuře kovu. Houževnaté litiny mají strukturu čistě feritickou s jemným, pravidelně rozloženým kuličkovým grafitem. Pro získání takové struktury je nutno tavit ze vsázky s vysokou čistotou, čímž se myslí především nízký obsah většiny doprovodných prvků. Feritické litiny vyžadují použití kvalitních vsázkových surovin, specielních surových železz, někdy též náročnějších metalurgických postupů. Litiny se strukturou ferito-perlitickou až čistě perlitickou mají vyšší pevností ale podstatně nižší plastické a dynamické vlastnosti. Na kvalitu vsázky jsou kladeny obvykle poněkud nižší nároky.

Mechanické vlastnosti litin jsou závislé nejen na struktuře, ale rovněž na teplotách, za nichž je odlitek provozován. Při nízkých teplotách litina ztrácí litina své plastické vlastnosti a křehne. Teplota, při které se původně tvárný materiál začne chovat jako křehký, se nazývá inverzní teplota. U odlitků pro použití za nízkých teplot se proto zkouší houževnatost i za nízkých teplot, obvykle při -20 ^oC, v některých případech až při – 40 ^oC. Pokles plasticity je obecně méně významný u litin feritických, než u litin perlitických. Čistě feritické litiny s nízkým obsahem křemíku jsou proto vhodným materiálem pro nízké teploty.

Z hlediska charakteru namáhání armaturních odlitků a požadavků na provozní spolehlivost jsou pro použití vhodné pouze feritické nebo ferito-perlitické litiny s dostatečnými plastickými vlastnostmi a houževnatostí. V úvahu přichází především následující 3 značky litin LKG.

Litina GGG 40.3 (EN-GJS400-18LT, číselně EN-JS1025) je čistě feritická litina s výbornými plastickými vlastnostmi, určená pro dynamicky namáhané odlitky a použití za nízké teploty. Vyznačuje se tažností min. 18% a vysokou houževnatostí i za minusových teplot. Litinu lze vyrobit v litém stavu při použití kvalitních vsázkových surovin s vysokou chemickou čistotou. Vyžaduje se nízký obsah manganu, karbidotvorných prvků a prvků souhrnně označovaných jako rušivé prvky, nebo nečistoty. Do vsázky se používají specielní surová železa a ostatní tříděné suroviny se zaručeným chemickým složením. Při tavení je obvykle nutné používat i náročnější metalurgické zásahy, zejména specielní způsoby grafitizačního očkování. Z ekonomického hlediska je vsázka a metalurgické přísady pro tavení litiny GGG 40.3 dražší, než pro ostatní druhy tvárných litin. V případě, kdy se u odlitků v litém stavu nedosáhne požadovaných vlastností, lze provést tepelné zpracování pomocí feritizačního žíhání. To je však spojeno se značnými náklady za energii, s opalem odlitků a je časově náročné. Feritizační žíhání lze proto považovat především za nápravné opatření, nikoliv za standardní technologický postup.

Litina GGG 40 (EN-JS 1030) je litina s feritickou až ferito-perlitickou matricí s minimálním obsahem 70 % feritu. Má dobré mechanické vlastnosti při pokojové teplotě, ve srovnání s GGG 40.3 má však nižší houževnatost a není určena pro použití za nízkých teplot. Je přípustné širší rozmezí chemického složení. Pro výrobu je nutno použít kvalitních surovin s nízkým obsahem doprovodných prvků. Obvykle se používají běžné metalurgické postupy. Ekonomicky je tato litina mírně příznivější, než materiál GGG 40.3.

Litina GGG 50 (EN-JS-1050) má perliticko-feritickou matrici. Má dobré statické pevnostní vlastnosti ale podstatně horší plastické vlastnosti a houževnatost. Tento materiál se proto nedoporučuje pro výrobu dynamicky namáhaných součástek. Chemické složení litiny připouští vyšší obsah manganu a ostatních doprovodných prvků. Obvykle je možné použít běžné vsázkové suroviny s kvalitou vyhovující pro výrobu LKG. Přípustné je širší rozmezí chemického složení. Při tavení se používají běžné metalurgické postupy. Výrobní náklady mohou být dosaženy nižší, než u předešlých typů litin.

Základní technické parametry a obvyklé chemické složení jsou uvedeny v následující tabulce:

Technické parametry	Tvárná litina GGG 40.3 (EN-JS 1025)	Tvárná litina GGG 40 (EN-JS 1030)	Tvárná litina GGG 50 (EN-JS 1050)
Mechanické vlastnosti			
Pevnost v tahu dle normy	min. 400 MPa	min. 400 MPa	min. 500 MPa
Mez kluzu dle normy	min. 250 MPa	min. 250 MPa	min. 300 MPa
Tažnost dle normy	**min. 18%**	**min. 15%**	**min. 7%**
Vrubová houževnatost -20°C dle normy	min 14J	není stanovena	není stanovena
Chemické složení			
Obsah C (uhlík)	3,5 – 3,8%	3,5 – 3,8%	3,5 – 3,8%
Obsah Si (křemík)	2,0 – 2,3%	2,2 – 2,8%	2,2 – 2,8%
Obsah Mn (mangan)	**0,10 – 0,18%**	**0,15 – 0,35%**	**0,55 – 0,80%**
Obsah P (fosfor)	0,020 – 0,035%	0,02% - 0,06%	0,02% - 0,06%
Obsah S (síra)	0,005 – 0,015%	0,010 – 0,025%	0,010 – 0,025%

Shrnutí

Armaturní odlitky jsou výrobním segmentem s vysokými nároky na dlouhodobou provozní spolehlivost. Poruchy armatur mohou vést k odstavení produktovodů, technických zařízení nebo technologických celků se značnými ekonomickými dopady. Opravy poruch a havárií armatur jsou často ztíženy jejich obtížnou přístupností a jsou finančně i časově náročné. Z tohoto hlediska je nutno považovat provozní spolehlivost armaturních odlitků za rozhodující kriterium jejich kvality a tento požadavek respektovat i volbou nejvhodnějších materiálů. Takovým materiálem je jednoznačně litina s kuličkovým grafitem s vysokými plastickými vlastnostmi a houževnatostí, představována zejména značkou GGG 40.3.

Aktualizácia účinných pesticídnych látok vo vodách

Ing. Zuzana Bratská

RÚVZ so sídlom v Košiciach, Ipeľská 1, 040 11 Košice

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. Zatiaľ čo v počiatkoch ich využívania boli pesticídne látky veľmi perzistentné (DDT, heptachlór, lindan), ktoré 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 (HŽP), 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 (pozri priloženú tabuľku) 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 a rozsah registrovaných prípravkov na ochranu rastlín a iných prípravkov, ktorého **súčasťou sú aj opatrenia na ochranu zdrojov pitnej vody.**

V 1. ochrannom pásme sú z používania vylúčené všetky prípravky na ochranu rastlín.

V 2. ochrannom pásme sú prípravky vylúčené z použitia vo vnútornej časti zdrojov podzemných aj povrchových vôd, v prípade ak nie je 2. ochranné pásmo rozdelené na vnútornú a vonkajšiu časť, platí zákaz ich aplikácie pre celé ochranné pásmo.

Vo vnútornej časti 2. ochranného pásma povrchových zdrojov môžu byť tieto prípravky použité len za nasledovných podmienok:

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 požitie na svažitých pozemkoch nad 15^{o}.

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 požité pre výrobu detskej výživy. Ich aplikáciu možno podľa daných podmienok povoliť v dávke na dolnej hranici. Ich aplikáciu nemožno povoliť na pozemkoch, ktoré sú spádované 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. Nemalo by ísť o rutinné analýzy vzoriek pitnej vody, ale o cielené stanovenia zamerané na tie pesticídne látky, ktoré sa môžu v konkrétnom vodárenskom zdroji vyskytovať. Pokiaľ sa podľa STN 757111 Pitná voda sledovalo povinne 7 pesticídnych látok (2,4–D, DDT, hexachlórbenzén, heptachlór, lindan, methoxychlór, pentachlórfenol), 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. Kritéria EÚ smernice 98/83/EC z r. 1998 pre vodu určenú na ľudskú spotrebu).

Aplikácia pesticídov
V SR evidujeme množstvo používaných pesticídnych látok, o ktorých nevieme 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 VÚVH Bratislava a laboratórne analýzy ZVS a. s. boli pri aktualizácii látok určených na ničenie hmyzu, burín a pod. vytypované nasledovné reziduá pesticídov, vyskytujúcich sa vo vodách v SR: atrazín, simazín, terbutylazín, chlórtoluron, izoproturón.
Ide o triazínové herbicídy, ktoré uvádza Ústredný skúšobný ústav poľnohospodársky v Bratislave v Zozname a rozsahu použitia registrovaných prípravkov na ochranu rastlín a iných prípravkov. VÚVH Bratislava už vykonáva pravidelné testovanie týchto látok, pričom používa metódy ako sú: (GC) plynová a (HPLC) kvapalná 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.
Žiada sa realizovať tzv. screeningový monitoring, nakoľko Európska komisia si tieto údaje môže kedykoľvek od nás požadovať. Je treba vytypovať významné zdroje pitnej vody, ktoré sa nachádzajú v poľnohospodársky intenzívne využívaných územiach a v spolupráci s HO hlavného hygienika SR pre chemické analýzy riešiť problém možnosti vykonávania laboratórnych skúšok (prístrojové vybavenie) v rámci Regionálnych úradov verejného zdravotníctva.

Spotreba prípravkov na ochranu rastlín v Slovenskej republike v roku 2011 podľa členenia FAO (v kg).

Pesticídy spolu	Total pesticides	3 552 760
1. Insekticídy	1. Insecticides	
1.1 chlórované ohľovodíky	1.1 Chlorinated hydrocarbons	0
1.2 organické zlúčeniny fosforu	1.2 Organo-phosphates	66 136
1.3 karbamátové insekticídy	1.3 Carbamates-insecticides	8 717
1.4 pyretroidy	1.4 Pyrethroides	52 502
1.5 biologické prípravky	1.5 Botanical products and biologicals	2 344
1.6 ostatné insekticídy	1.6 Others	66 306
Insekticídy spolu	Total insecticides	196 005
insekticídne minerálne oleje	Mineral oils	0
2. Herbicídy	2. Herbicides	
2.1 fenoxykyseliny	2.1 Phenoxy hormone products	198 904
2.2 triazíny	2.2 Triasines	93 366
2.3 amidy	2.3 Amides	470 691
2.4 karbamátové herbicídy	2.4 Carbamates-herbicides	53 052
2.5 dinitrianilíny	2.5 Dinitroanilines	84 061
2.6 substituované močoviny	2.6 Urea derivates	59 182
2.7 sulfonylmočoviny	2.7 Sulfonyl ureas	62 878
2.8 bipiridily	2.8 Bipiridils	8 885
2.9 uracily	2.9 Uracil	1 578
2.10 ostatné herbicídy	2.10 Others	962 554
2.11 herbicídne minerálne oleje	2.11 Herbicides oils	96 909
Herbicídy spolu	Total herbicides	2 092 060
3. Fungicídy a baktericídy	3. Fungicides and bactericides	
3.1 anorganické fungicídy	3.1 Inorganics	84 019
3.2 ditiokarbamáty	3.2 Dithiocarbamates	38 460
3.3 benzimidazoly	3.3 Benzimidazoles	44 865
3.4 triazoly, diazoly	3.4 Triazoles, diazoles	365 678
3.5 diazíny, morfolíny	3.5 Diazines, morpholines	32 269
3.6 ostatné fungicídy	3.6 Others	164 338
Fungicídy a baktericídy spolu	Total fungicides and bactericides	729 629
4. Fungicídne moridlá	4. Seed treatments – fungicides	
4.1 ditiokarbamáty	4.1 Dithiocarbamates	11 057
4.2 benzimidazoly	4.2 Benzimidazoles	341
4.3 triazoly, diazoly	4.3 Triazoles, diazoles	30 418
4.4 biologické fungicídne moridlá	4.4 Botanical products and biologicals	1 053
4.5 ostatné fungicídne moridlá	4.5 Others	38 793
Fungicídne moridlá spolu	Total seed treatments – fungicides	81 662
5. Insekticídne moridlá	5. Seed treatments – insecticides	
5.1 organické zlúčeniny fosforu	5.1 Organo-phosphates	0
5.2 karbamátové insekticídy	5.2 Carbamates-insecticides	0
5.3 pyretroidy	5.3 Pyrethroids	49 825
5.4 ostatné insekticídne moridlá	5.4 Others	2 313
Insekticídne moridlá spolu	Total sed treatments - insecticides	52 138
6. Morforegulačné prípravky	6. Plant growth regulators	195 452

7. Rodenticídy	7. Rodenticides	
7.1 antikoagulanty	7.1 Anti-coagulants	0
7.2 kyanidy	7.2 Cyanide Generators	0
7.3 hypercalcaemics	7.3 Hypercalcaemics	0
7.4 narkotiká	7.4 Narcotics	0
7.5 ostatné rodenticídy	7.5 Others	2 446
Rodenticídy spolu	**Total rodenticides**	**2 446**
8. Iné prípravky	**8. Other preparations**	
8.1 desikanty a defolianty	8.1 Desiccantes	112 862
8.2 prípravky na obmedzenie strát pri zbere	8.2 Losses limitation	27 529
8.3 repelenty	8.3 Repellentes	465
8.4 tenzidy	8.4 Tensides	9 032
8.5 aditíva, špeciálne látky	8.5 Aditives, special agens	51 338
8.6 antitranspiranty	8.6 Anti-transpirants	0
8.7 prípravky na asanáciu pôdy	8.7 Soil disinfectans	0
8.8 prípravky na ochranu skladov	8.8 Product to control store pests	2 142
8.9 atraktanty hmyzu	8.9 Insect attractants	0
8.10 štepárske vosky	8.10 Grafting waxes	0
8.11 dezinfekčné a konzervačné prostriedky	8.11 Disinfectants and preservatives	0
8.12 prípravky proti fyziologickým chorobám	8.12 Products for nutrition insufficiency remedy	0
Iné prípravky spolu	**Total other preparations**	**203 368**

Centralizace zařízení vodárenského dispečinku ŠPVS a.s. za pomoci virtualizace dispečerských serverů

Ing. Josef Fojtů

QLine a.s.

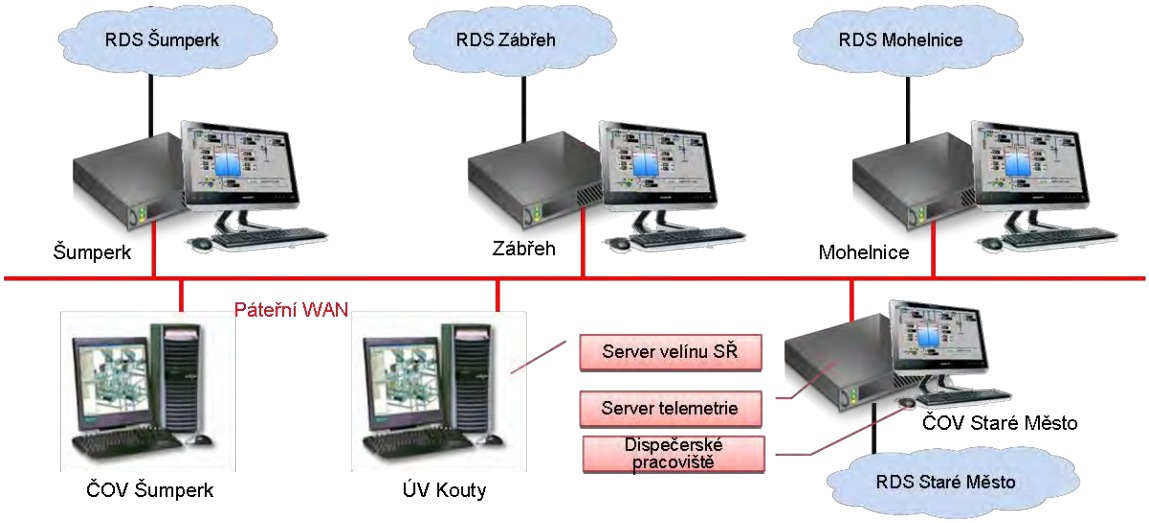
Námětem příspěvku je modelový příklad, jak byla pro modernizaci dispečerského systému ŠPVS - Šumperské provozní vodohospodářské společnosti, tvůrčím způsobem využita technologie počítačové virtualizace a jednotného datového centra ŠPVS s cílem snížit investiční a provozní náklady. Použitá architektura jde nad rámec běžných technických řešení ve vodárenství a rozšiřuje prostor praktické využitelnosti dispečerské technologie k novým hranicím.

Provozní souvislosti modernizace dispečerského systému ŠPVS

ŠPVS je provozní společností, která na základě dlouhodobých smluv spravuje a provozuje vodohospodářský majetek měst, obcí šumperského regionu a přilehlých oblastí. Zejména pak akciové společnosti Vodohospodářská zařízení Šumperk, a.s. sdružující 6 měst a 24 obcí okresu Šumperk. ŠPVS je od roku 2001 součástí skupiny ONDEO Services, vodohospodářské divize GDF SUEZ. Organizačně jsou výrobní činnosti členěny do 4 provozních regionů – Šumperk, Zábřeh, Mohelnice a Hanušovice a samostatný útvar dispečinku.

Poslední větší změna dispečerského systému ŠPVS proběhla v roce 2005, kdy byla provedena integrace telemetrických sítí do tří provozních celků s regionálních dispečinky v Šumperku, Mohelnici a Zábřehu. Hlavní dispečink je v Šumperku, shromažďuje veškerá provozní data a dohlíží na provoz místních center. V roce 2007 byl uveden do provozu místní dispečink ve Starém Městě pro region Hanušovice a od této instalace byl dispečerský systém provozován bez podstatných změn až do modernizace v 2012.

Schéma původního uspořádání dispečinku:



Zpracování návrhu modernizace bylo reakcí na potřebu nezbytné výměny HW platformy serverů telemetrie provozních uzlů. Doba provozu těchto zařízení již významně překročila hranici bezpečné životnosti a s obnovou technického vybavení byl logicky spojen i přechod na novou systémovou platformu. Protože dodavatelé původní SW platformy ukončili podporu jednak operačního systému Windows 2000 a jednak dispečerského software Retos_NT (dodavatel Qline a.s.). Byly oba produkty nahrazeny novějšími generacemi SW stejných výrobců.

Otázky spojené s návrhem modernizace

Výše uvedené nezbytné změny se tak staly příležitostí pro hlubší prověření technických možnosti, jak v rámci projektu modernizace dispečinku, účelně využít stávající komunikační a informační infrastruktury i nově dostupné IT technologie pro snížení provozních i investiční nákladů. Návrh nového řešení se tak zabýval možným provozem serverů telemetrie ve virtuálním prostředí. V této souvislosti byla rovněž analyzována provozní rizika spojená s novým řešením a stanovena koncepce dalšího rozvoje dispečerského systému ve střednědobém časovém horizontu.

V rámci návrhu nové architektury byly posouzeny dvě alternativní varianty uspořádání dispečinku centrální i distribuovaná. Architektura distribuovaného řešení zachovávala původní uspořádání a spočívala v prosté obměně původních prostředků s doplněním nových provozních funkcionalit dispečinku. Projektový tým, složený ze zástupců provozovatele a dodavatele, odvážně zvolil pro realizaci centrální uspořádání s jediným řídícím serverem a hlavním dispečinkem v Šumperku. K centrálnímu dispečinku jsou vzdáleně po WAN připojena dispečerská pracoviště v provozních uzlech Mohelnice, Zábřeh a Staré Město. Řídící server dispečinku navíc není provozován na samostatném fyzickém stroji, jak je to v dosavadní praxi obvyklé. Ale ve virtuálním prostředí společného datového centra ŠPVS, jako jedna ze šestnácti samostatných aplikací běžících na společném HW (účetnictví, ZIS, GIS, atd.). Takové řešení je ovšem podmíněno naplněním určitých předpokladů. Dispečerský systém ***Retos.net***®, je provozován v konfiguraci s odděleným serverovým SCADA jádrem a databází, dispečerskými pracovišti a vzdáleným připojením jednotlivých telemetrií po ethernetu – viz komunikační schéma dispečinku. Páteřní komunikační prostředky musí být provozně zálohovány s automatickým záskokem.

Virtualizační technologie

Virtualizaci můžeme zjednodušeně popsat jako vytvoření zdánlivého (virtuálního) počítače uvnitř počítače skutečného (fyzického). Umožňuje nám to vhodný software – virtualizační technologie. Tato technologie byla vyvinuta a použita společností IBM už v 60-tých létech minulého století. Nyní dochází k její renesanci díky nárůstu výkonu osobních počítačů, vytváření datových center a rovněž vstupem společnosti Microsoft do tohoto oboru, která tuto technologii zpopularizovala.

Proč se tím vůbec zabýváme? Dříve šlo především o lepší využití výpočetní kapacity počítačů. Na současných virtuálních technologiích navíc oceňujeme i snížení počtu fyzických serverů a s tím související snížení provozních nákladů – menší spotřeba energií (elektřina, klimatizace), menší prostorové nároky a s tím i nižší náklady na další zabezpečení pracovního prostředí serveru. Významnou předností virtuálního prostředí je možnost snadno uchovávat celou aktuální konfiguraci nainstalovaného dispečerského software formou speciálního souboru, který lze spustit na jiném hardware bez časově náročného postupu reinstalace v případě klasického fyzického serveru a tím je

minimalizována doba výpadku při potenciálních haváriích. Důlečitá je i skutečnost, že hardware datového centra je provozován v redundantní bezvýpadkové konfiguraci např. tří strojů. Porucha jednoho stroje neznamená výpadek celého centra nýbrž dojde jen ke snížení výkonu.

Technologickým standardem je virtuální platforma vSphere 4 od společnosti VMware, kterou následuje Hyper-V od společnosti Microsoft.

Dispečerský systém před modernizací

V roce 2005 byl vytvořen centralizovaný dispečink složený ze tři místních dispečerských systémů na SW platformě RETOS_NT. V roce 2007 byla infrastruktura doplněna o místní dispečink Staré Město. Dispečerský systém ŠPVS měl původně distribuované uspořádání (*systém propojení množiny nezávislých uzlů, který poskytuje uživateli dojem jednotného systému*) s ústředím v Šumperku a místními dispečerskými pracovišti v lokalitách provozních center Mohelnice, Zábřeh a Staré Město. Místní dispečinky řídily objekty v rámci samostatných územních celků. Všechna provozní data jsou rovněž soustředěna na centrálním dispečinku v sídle společnosti Šumperku, odtud je možné i všechny objekty dálkově ovládat.

Řídící modemy radiových sítí byly a jsou umístěny rovněž v těchto centrech. Vzdáleně je do centra v Šumperku připojena radiová síť provozu Staré Město. Na centrálním dispečinku v Šumperku jsou všechna provozní data získaná telemetrickými sítěmi ukládána do společného datového uložiště.

Páteřní WAN

Dispečerský systém ŠPVS pro svoji činnost využívá i IT infrastrukturu, důležitou roli v ní hraje páteřní síť WAN. Technické prostředky sítě jsou ve vlastnictví ŠPVS, uspořádání je zřejmé z komunikačního schéma.

Datový provoz mezi uzly páteře je zálohován dvěmi nezávislými provozovateli datových sítí. Oba provozovatele navíc pracují ve vzájemném automatickém záskoku (propojení je na uzlu Šumperk), takže se mohou v čase nouze zcela zastoupit. Přepínání mezi provozovateli internetu je řízeno protokolem OSPF. Proti výpadku napájení jsou uzlové komunikační body zálohovány akumulátory s dobíječem 24V/45Ah s provozní kapacitou 24 hodin.

Výše uvedené skutečnosti byly důvodem, proč se zabývat možností koncepce dispečinku ŠPVS v centrálním uspořádání s jedním serverem telemetrie v Šumperku, který bude mít pomocí páteřní WAN vzdáleně připojeny řídící radiomodemy v Mohelnici, Zábřehu a Starém Městě.

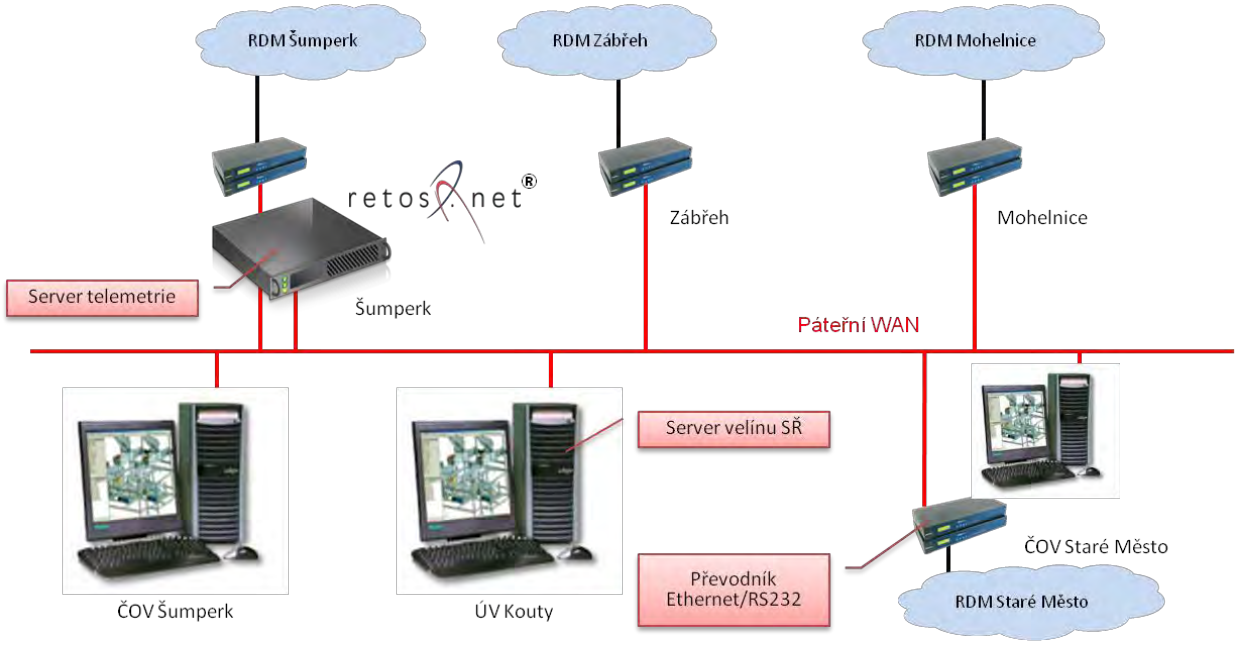
Architektura centrálního řešení s využitím virtualizace a datového centra ŠPVS

Protože základní prvky dispečerského systému ŠPVS byly budovány na modulárním principu a navazují na sebe pomocí standardních komunikačních rozhraní, bylo možné navrhnout nové uspořádání dispečinku bez celkové výměny dispečerské infrastruktury.

Pro modernizaci dispečinku byly zvoleny tyto základní principy:

- Využití již hotového datového centra ŠPVS pro provoz serveru centrálního dispečinku a s tím související redukce zařízení center telemetrie v provozních uzlech
- Využití virtuální platformy VMware na centrálním dispečinku,

Centrální řešení se vyznačuje se tím, že v celém dispečerském systému je jediná instance serveru telemetrie a to na centrálním dispečinku. V provozních uzlech jsou pouze komunikační převodníky ethernet/seriová linka pro připojení řídících radiomodemů. V tomto uspořádání se nepředpokládá vnitřní odolnost dispečerského systému proti výpadku segmentu páteřní WAN. WAN i hlavní a jediný server telemetrie musí být dostatečně provozně zabezpečeny.



Uživatelé dispečinku v provozních uzlech mají možnost volby mezi dvěmi typy klientských stanic **Dispečerská stanice – těžký klient Retos** nebo **Manažerská stanice** – webový klient Retos. Hlavní dispečink je vybaven plnou verzí SW– **těžký klient Retos,** pro řízení a ovládání celého systému. Uživatelé dispečerských center provozů Mohelnice, Zábřeh, Staré Město využívají **webového klienta Retos (Manažerská stanice)**.

Virtuální prostředí je pro toto uspořádání technicky nezbytné, protože je nutné vzdáleně přistupovat k převodníkům ethernet/seriová linka na které jsou napojeny i řídící radiomodemy. Server je provozováván ve virtuálním prostředí VMware instalovaném v robustním datovém centru ŠPVS. Datové centrum má tyto základní parametry:

Datové centrum - HW platforma

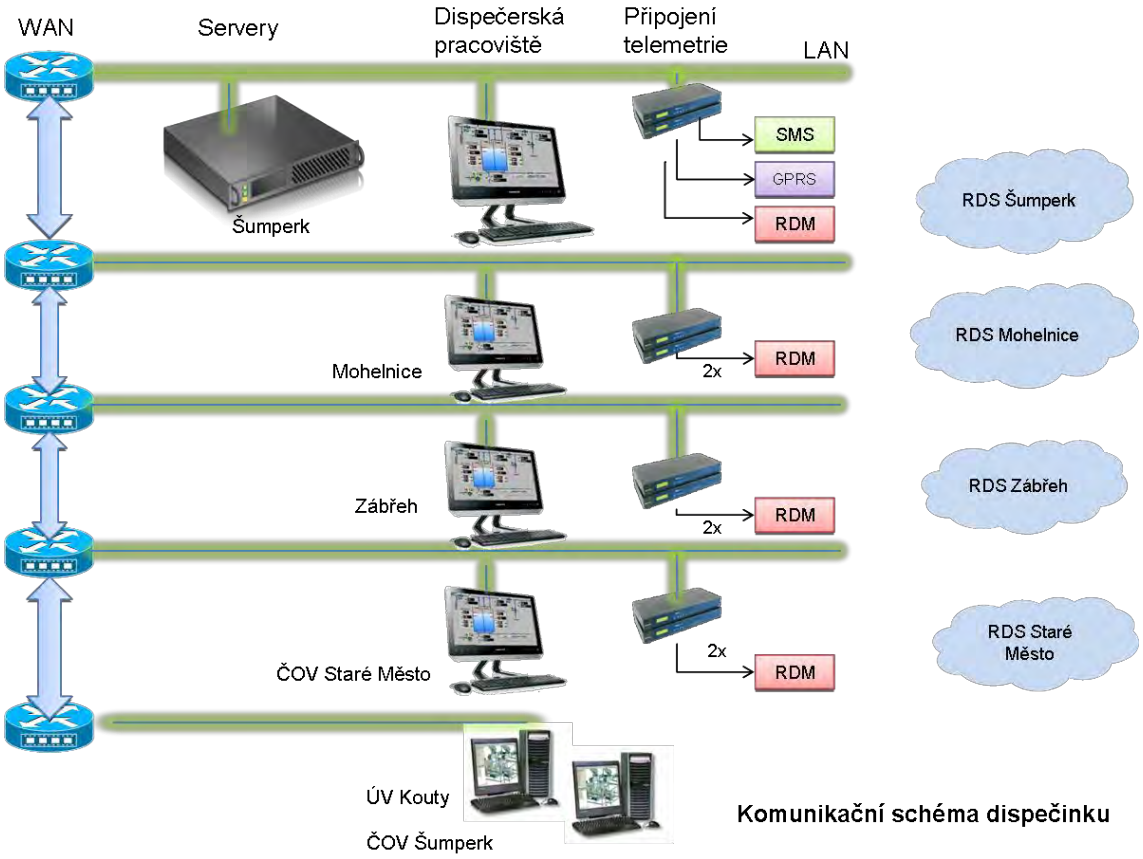
Jedná se o tři servery provozované v jednom celku – „cluster“. Při poruše libovolného HW jsou běžící aplikace automaticky migrovány na další stroje/zařízení bez jakéhokoliv výpadku. Konkrétně je použita technologie IBM v konfiguraci IBM Blade Center H - 6x Ethernet switch, 2x FC switch, 4x PWR, 2x KVM, 3x Blade server HS22 - 2xXEON E5620 , 73GB RAM, 6xLAN, 2x FC- 8 Gb/s, 3x disková pole připojená k BC pomocí FC - 11 TB SAS HDD, RAID 10, Moxa NPort server NP6610-8 a IA5450AI. Napájení datového centra je energeticky zálohováno dieselagregátem s dlouhodobou provozní kapacitou.

Systémová platforma - SSW+DB

Virtuální platformou je VMware vCenter Server 4.1.0. Záloha virtuální strojů se provádí SW - Veeam Backup verze 6.5 na NAS SYNOLOGY 10 TB SATA RAID 10. Aplikace dispečerského SW Retos.net® včetně webového portálu dispečinku je provozována ve virtuálním prostředí MS Windows 2008R2 - 8GB RAM, 4 CPU, 100 GB HDD a využívá databázové prostředí Oracle 11g SEO běžící na dalším virtuálním stroji s Linux RedHat. Instance samostatná ***Retos.net***® má parametry - 8GB RAM, 100GB HDD.

Vzdálené připojení přenosových sítí

Nové řešení zachovává původní strukturu přenosových sítí včetně přístupových bodů. Připojení přenosových sítí k serverům je provedeno nikoliv přímo (jak tomu bylo původně) ale vzdáleně přes komunikační převodníky ethernet/seriová linka (server seriových portů).



Komunikační schéma dispečinku

Součástí virtuálního serveru telemetrie ***Retos.net***® je rovněž i specifické napojení SW telemetrie GDF, které v jediné instanci souběžně provádí sběr dat ve dvou vzdálených radiových sítí – Šumperk a Mohelnice. Funkcionality původního modulu GDF WinKom byly nahrazeny novým software GDF, který může být provozován m.j. i na aktuální platformě Windows2008-R2-64.

Přínosy a úskalí virtualizace

Životaschopnost prezentovaného řešení je úspěšně ověřena rutinním provozem na dispečinku ŠPVS. Instalace na datovém centru proběhla v listopadu 2012 a od tohoto okamžiku je dispečerský systém v plném provozu bez kritických událostí. Při úvahách o využití virtuální platformy je vždy třeba vzít do úvahy konkrétní provozní situaci, zejména:

- Hlavním kritériem je otázka stupně provozního rizika výpadku klíčových komponent dispečinku. V případě výpadku serveru telemetrie je provozně spolehlivější distribuované uspořádání dispečerských center. V případě ŠPVS, je díky již existujícím provozním a technickým opatřením (datové centrum s redundantním HW v clusteru, WAN s 2 stupňovým nezávislým záskokem), možné označit za provozně bezpečné i centrální uspořádání. Nicméně je třeba připomenout, že výpadek centra by byl v tomto případě výpadkem totálním.
- Použití virtuální platformy s sebou na druhé straně přináší i vyšší stupeň provozní bezpečnosti. A to odolnost proti výpadku HW prostředků a minimalizace doby obnovení instalovaného SW dispečinku. Což je navíc podpořeno i možností provádět průběžné zálohování kompletní instalace aplikace za plného provozu.
- Pozitivem virtualizace ve zmíněném případu jsou i nižší pořizovací náklady – využití HW a SSW datového centra, páteřní WAN. Redukce vybavení regionálních center. A tím i nižší provozní náklady na provoz infrastruktury dispečinku.

Společnost QLine jako zkušený dodavatel dispečerských řešení se od roku 1996 úspěšně podílí na přípravě i vlastním provedení řady aplikací provozních informačních systémů svých obchodních partnerů (Aqualia, Veolia, Ondeo, Energie AG). V příspěvku jsou využity zkušenosti z této praxe.

Literatura

[1)] Současné trendy v řešení dispečerských center, Konference Voda Zlín 2010

Kontakt

Tel.: 604 223 671, e-mail: *fojtu@qline.cz*, www.telemetrie.cz

Možnosti využití on-line simulačního modelu vodovodu pro zkvalitňování jeho provozu

Ing. Lubomír Macek, CSc., MBA; Ing. Ján Škripko

Aquion, s.r.o.
Osadní 3324/12a, 170 00 Praha 7, e-mail: *info@aquion.cz*

Abstrakt
Příspěvek se zamýšlí nad možnostmi aplikace offline a zvláště on-line simulačního modelu vodovodu v reálném čase v provozu vodovodu v programu SiteFlow. On-line simulační model vodovodu je aktualizován na základě aktuálních dat z GISu. Okrajové a kontrolní podmínky přebírá z dispečerského měření a dispečerům po předpovědi chování sítě předává alarmy s upozorněním na porušení optimálních podmínek zásobování vodou. Tento model umožňuje, aby zákaznické centrum dávalo kvalifikovanější odpovědi na stížnosti zákazníků, co se týká nedodávky vody. Nasazení modelu umožní minimalizovat investice a provozní náklady na získání úplných informací o chování sítě, kdy je měření nahrazeno simulací. Udržovaný on-line simulační model umožňuje uspořit náklady při plánování investic, kdy pro tyto účely není nutné sestavovat nebo aktualizovat offline model.

Úvod

Zamýšlíte se nad tím, jak zlepšovat provoz a snižovat provozní náklady v podmínkách, kdy jste nuceni stále snižovat provozní náklady nebo to ponecháváte jiným? Zamýšlíte se nad tím, jak zefektivnit projektování a posuzování investic? Řešením je simulační model v SiteFlow a pro snižování provozních nákladů vodovodu je to modul on-line simulační modelu vodovodu SiteFlow, pracující v reálném čase. Po jeho nasazení dosáhnete na úspory investičních a provozních nákladů, souvisejících s rozšiřováním měřící sítě na vodovodu. Dojde k úsporám plynoucím z proaktivního řízení – tj. k snížení počtu období, kdy neteče odběratelům voda nebo má slabý tlak, díky tomu nedojde k výpadku ve fakturaci a ke snížení počtu stížností. Zákaznické centrum může tento model využít ke kvalitnějšímu odpovídání na dotazy odběratelů týkajících se otázek spojených se zásobováním vodou, zejména mohou lépe zjistit, zda je problém ve veřejné části vodovodu, nebo ve vnitřních instalacích. Průběžně aktualizovaný model je pak dobrou základnou pro odpovědi na otázky týkající se budoucích investic.

Co je to SiteFlow?

SiteFlow je program, který vyvíjíme a je určen pro správu, projektování a simulační modelování vodovodů. Jedná se o řešení, založené na modelu. Jeho součástí jsou podpůrné moduly digitálního modelu terénu, webových mapových služeb a polygonů a rozšiřující moduly – roboti, v případě vodovodu je to modul on-line simulačního modelu, který pracuje v reálném čase. Pro simulační výpočty využíváme US EPA EPANET a programujeme uživatelské prostředí a rozšiřující služby spojené se správou, projektováním a simulačním modelováním vodovodů.

Řešení založené na modelu – co to je?

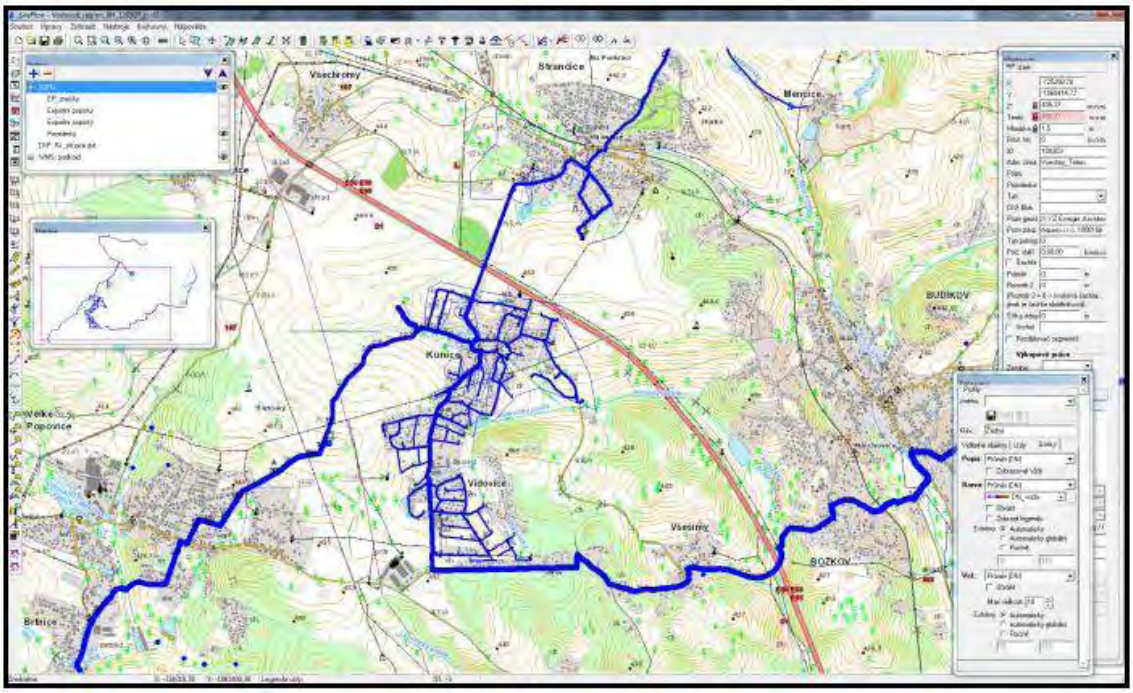
Řešení založené na modelu znamená, že všechny vlastnosti vodovodu jsou uloženy v datové struktuře, která vodovod popisuje. Tato datová struktura se projevuje na jedné straně jako výkresová dokumentace – například v podobě stavebních nebo hydrotechnických

situací, podélných profilů, zároveň jsou tato data dostatečná k tomu, abychom mohli spočítat velikost výkopových prací nebo rychlosti a průtoky, tlaky, dobu zdržení či změny kvality vody při její dopravě a rozvodu.

On-line simulační model vodovodu – co to je?
On-line simulačním modelem se rozumí simulační model vodovodu, který je propojen s dispečerským měřením. V okamžiku, kdy je dokončeno kolečko dispečerského měření, a tato data jsou zaznamenána do databáze dispečinku, SiteFlow převezme tyto nové údaje, přiřadí je okrajovým a kontrolním podmínkám a provede předpověď chování vodovodu v nejbližších 24 hodinách. Pokud jsou při tomto výpočtu porušeny kontrolní podmínky, po dokončení výpočtů předává alarm dispečerského systému, který se projeví obdobně jako alarmy z měřených míst.

Simulační model v reálném čase – co to je?
Běžný simulační model můžeme usadit do určitého času, většinu časového řízení nebo časových řad odběrů využijeme jen za určitý interval, za 24 hodin, za týden apod. a simulační výpočty proběhnou v tomto daném časovém intervalu. Na rozdíl od toho je simulační model v reálném čase vázán pevně na existující datum a čas. Díky tomu je možné ověřovat, co se dělo v minulosti na vodovodní síti a vracet se dle potřeby zpět. Obdobně předpověď chování systému je svázaná s budoucím časem.

Záznamy o manipulacích na síti
Nedílnou součástí simulačního modelu v reálném čase je přebírání informací o plánovaných a skutečných uzavírání uzávěrů vodovodní sítě. Tento záznam je nutný proto, aby model pracoval se skutečnou konfigurací sítě, se stávajícími či plánovanými uzavírkami. Sběr dat probíhá pomocí manuálních hlášení, zatímco sběr dat o změnách objektů, poháněných nebo spínaných dálkově přebíráme z dispečerského měření.



Obr. 1 *SiteFlow pro správu VaK*

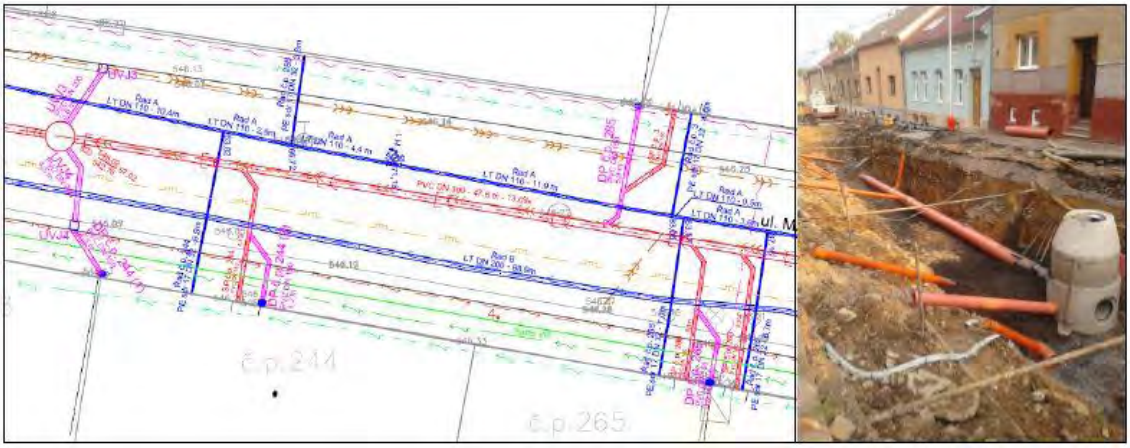
MOŽNOSTI VYUŽITÍ OFFLINE MODELU

Jak využijeme model pro správu VaK?

Pro správu vodovodů a kanalizací může řešení založené na modelu SiteFlow plnit funkci GIS, a to zejména u malých a středních vodáren. Uživatelé využijí funkce pro zobrazení, analýzy a editaci dat, která představují úplný popis vodovodu. U těchto uživatelů dojde k úsporám plynoucích zejména z redukce počtu používaných programů a díky úspoře prostředků na specialisty provozující tyto programy. SiteFlow plní dostatečně funkce správy majetku a umožňuje současně posuzovat provozní stavy sítě a plánovat investice.

Co to přinese projektantovi?

Projektantovi přináší řešení založené na modelu zrychlení práce. V počátku práce je nutné přivyknout tomu, že nekreslíme situaci, ani nesestavujeme podélný profil, ale tvoříme model vodovodu, z něhož výkresovou dokumentaci vygenerujeme. Z počátku nám tento postup může připadat pracnější, zejména proto, že vyžaduje pečlivěji pracovat na datovém modelu vodovodu. Po zácviku a pochopení principů práce dochází k velkému nárůstu produktivity práce při tvorbě situací, podélných profilů a dalších částí dokumentace. V současné době používáme SiteFlow pro projektování vodovodů, kanalizací a dalších sítí a to pro projekty všech velikostí od nejmenších až po největší. Proti stávajícím způsobům dosáhnete se SiteFlow zvýšení produktivity práce o dvoj až pětinásobek.



Obr. 2 *Využití SiteFlow pro zvýšení produktivity projektování*

Aplikace pro plánování rozvoje VaK a generely zásobování vodou a odvodnění

Model sítě, ať se jedná o vodovodní síť nebo síť splaškové, dešťové nebo jednotné kanalizace včetně prvků povrchového odvodnění je správným způsobem reprezentována v datech programu SiteFlow. Potom je možné posuzovat stávající stavy a po menších úpravách také různé scénáře výhledových stavů s cílem zohlednit při plánování rekonstrukcí a rozvoje výhledové potřeby řešené lokality.

Aktualizace modelu z GIS, fakturace vodného a dispečinku

Pokud pracujeme s offline modelem nebo on-line provozním simulačním modelem v reálném čase, potřebujeme, aby co nejvěrněji odpovídal aktuální situaci vodovodu. Topologická data jsou průběžně aktualizována podle změn v GISU. Údaje o odběrech jsou aktualizovány z fakturace vodného a dispečerského měření. Z dispečerského

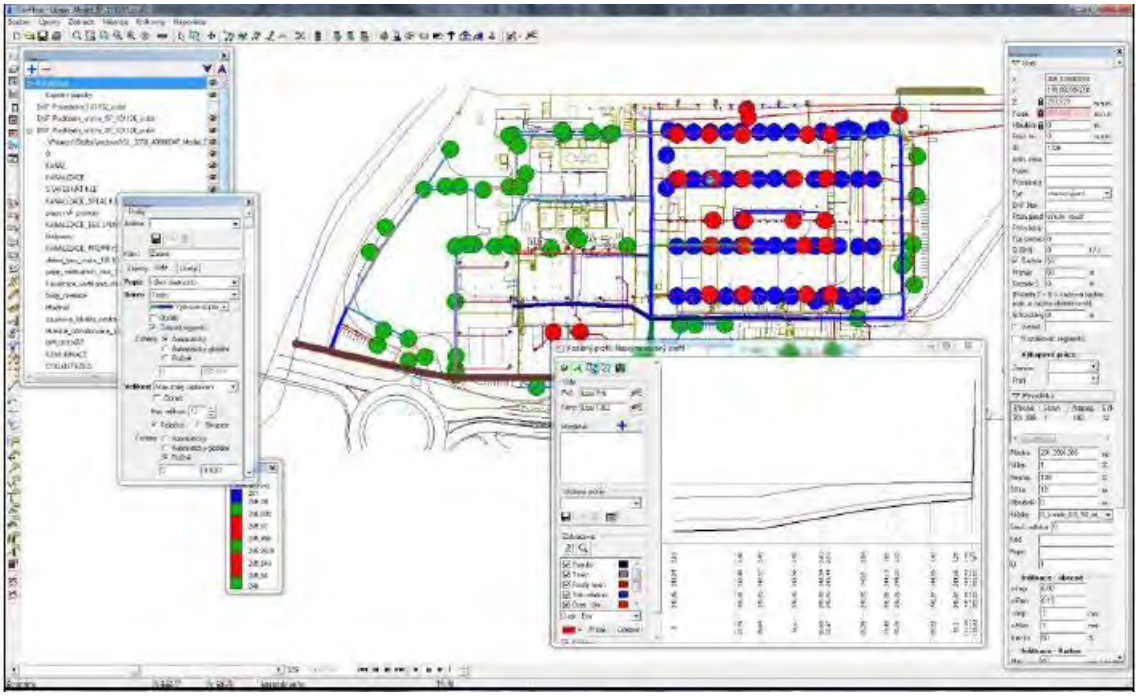
měření přebíráme také informace o hladinách, zapnutých čerpadlech, stavu uzávěrů a dalších vodárenských údajích souvisejících s hydraulikou vodovodní sítě a její kvalitou.

APLIKACE ON-LINE MODELU V REÁLNÉM ČASE

Časové simulace offline (periodické) a on-line (reálný čas)

V běžných offline simulačních modelech vodovodu pracujeme s faktorem času tím způsobem, že tento čas neodpovídá skutečnému času, ale můžeme pro simulované období zadat průběhy určitých parametrů, které se pak periodicky opakují. Typicky se jedná o odběry, které zadáváme s periodou 24 hodin, někdy s periodou jednoho týdne. Obdobné časové řízení je například pro otevírání a uzavírání přípojek, které odebírají technologickou vodu.

Na rozdíl od toho v modelu, který pracuje v reálném čase, přebíráme údaje o skutečných odběrech a z nich sestavujeme předpověď chování sítě. On-line model v reálném čase přebírá skutečně naměřené okrajové podmínky, které získáme z dispečerského měření. Část dispečerského měření slouží jako kontrolní podmínky.



Obr. 3 *Využití pro simulační modelování – posouzení dešťové kanalizace*

Možnosti a příležitosti pro provoz vodovodu – úspory na instalaci a provozu měření

On-line simulační model přináší rozšíření pohledu na provozovaný vodovod. Běžným dispečerským měřením vidíme jen na ta místa, která jsou měřena. Simulační model dává dobrou informaci o chování vodovodu ve všech místech, i tam, kde není dispečerské měření. To znamená, že můžeme ušetřit značné množství investičních i provozních nákladů, které bychom jinak, kdybychom chtěli mít podrobné informace o chování vodovodu ve všech místech, museli vynaložit na instalaci měřících míst, jejich údržbu a přenosy dat do dispečerského centra. On-line simulační model umožňuje

uspořit, respektive minimalizovat množství měřených míst a veličin na vodovodní síti, s tím, že dispečer a další uživatelé mají kvalitní informace o chování vodovodu v čase a místě. U kanalizačních sítí je program SiteFlow rozšířen o dva moduly – citlivostní analýzu a historické/hromadné výpočty. Oba moduly šetří velké množství práce při tvorbě, kalibraci a verifikaci modelů odvodnění.

Další možnosti pro provozní pracovníky
Vedle využití toho, co přináší on-line simulační model, mají provozní pracovníci příležitost sledovat chování sítě přehledně na celkové situaci v mapě zásobovaného území nebo v potřebném detailu. V těchto situacích je možné zobrazovat průběhy a změny provozních veličin – tlaků, stáří vody, jejich minima a maxima apod. Obdobně je možné sledovat kolísání tlaků a průtoků v podélných profilech jednotlivých řadů.

Pohled do budoucnosti – předpovídání budoucího chování umožní proaktivní řízení
On-line simulační model spolu s plánem uzavírek a hlášením o uzavírání a otevírání uzávěrů na vodovodní síti, spolu s předpokládaným chováním odběratelů, umožňuje předvídat kritické provozní stavy, způsobené plánovanými i neplánovanými manipulacemi. Díky tomu má dispečer dostatek času k tomu, aby mohl zorganizovat práce na vodovodní síti tak, aby nedošlo k výpadku zásobování vodou. To znamená, že nedojde k výpadku fakturace v těch místech, které by mohly být bez vody. Současně dojde ke snížení nebo eliminaci stížností na problémy se zásobováním vodou.

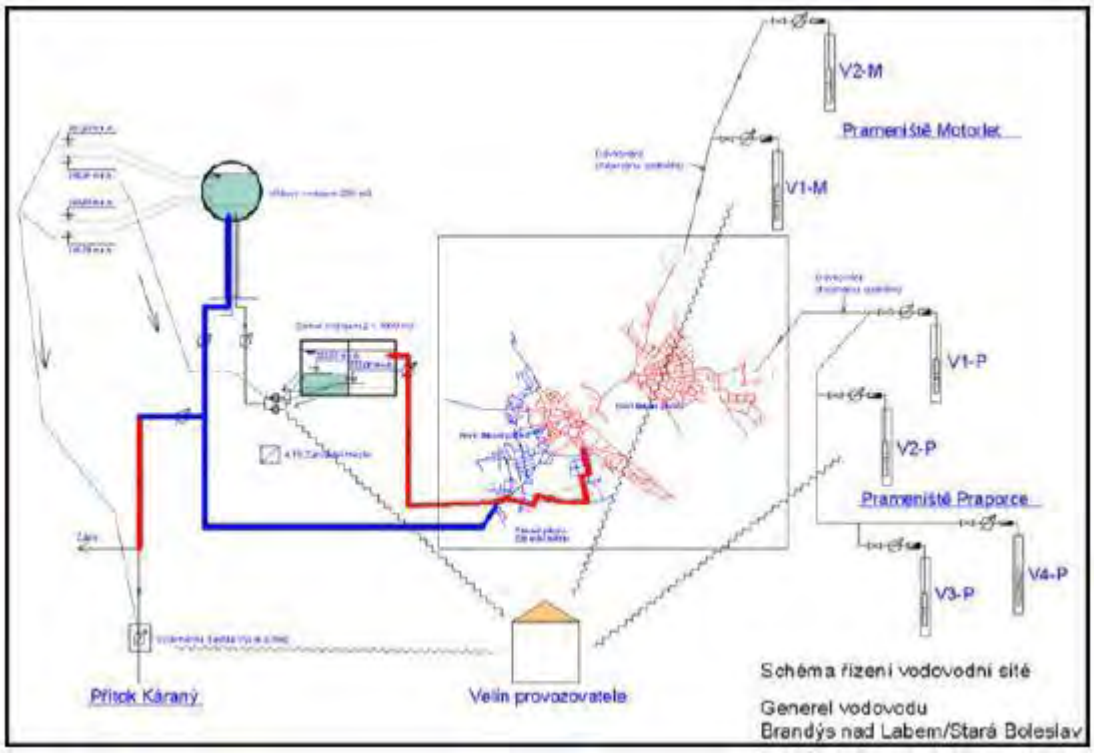
Návrat do minulosti – informace o chování vodovodu
Zákaznické centrum může využít simulačního modelu vodovodu, který funguje v reálném čase k tomu, aby mohlo kvalifikovaněji odpovědět na stížnosti zákazníků a pomoci jim rozlišit, zda výpadky v zásobování vodou jsou způsobeny veřejnou částí vodovodu, nebo je problém ve vnitřních instalacích.

Základ pro posuzování investic pro rozšiřování nebo rekonstrukce vodovodu
Díky tomu, že je simulační model průběžně aktualizován na základě aktuálních dat z geografického informačního systému, a doplňovány okrajové podmínky z dispečerského měření a záznamu manipulací na síti, představuje tento model dobrý základ pro budoucí plánování investic. Úspora práce, času a financí je v tom, že nemusíte sestavovat individuální model pro plánování investic, použijete kopii aktuálního on-line simulačního modelu vodovodu, s kterou budete pracovat v offline režimu.

Co znamená proaktivní řízení
Dnes v běžném provozu dispečer čeká, zda se vyskytne narušení podmínek zásobování vodou, kterou nahlásí většinou některý z odběratelů. Teprve poté organizuje dispečer opatření k eliminaci této události. Pokud by chtěl jednat dříve, než k události dojde, nemá dostatečné informace. Nasazení on-line simulačního modelu v reálném čase umožňuje, aby mohl část těchto narušení podmínek zásobování vodou, zejména spojených s plánovanou nebo právě realizovanou činností na síti, předpovědět. Díky tomu může proaktivně koordinovat práci vodáků v terénu tak, aby k očekávanému narušení nedošlo.

Jaké jsou úspory

Prvotní investice do on-line simulačního modelu v reálném čase se zaplatí díky úsporám ze snížení počtu stížností uživatelů na narušení podmínek dodávky vody, ve zrychlené a kvalifikovanější odpovědi zákaznického centra na některé stížnosti zákazníků, v eliminaci výpadků fakturace vodného, ve snížení investičních a provozních nákladů na rozšiřování měřených míst do distribuční sítě, ve snížení nákladů na tvorbu modelu při posuzování investic a v úplnější informaci o chování vodovodní sítě v prostoru a čase.



Obr. 4 *Schéma dispečerského řízení*

Závěr

Použití on-line simulačního modelu vodovodu, který pracuje v reálném čase a je aktualizován z dat GISu, fakturace vodného, dispečerského měření a evidence manipulací s uzávěry na síti, je vhodným nástrojem, který pomůže se zlepšením informací o provozních parametrech vodovodu, dá provozním pracovníkům větší jistotu při plánování a provádění manipulací na síti a zároveň umožní snižovat provozní náklady při některých vykonávaných činnostech díky možnosti proaktivního řízení v těch případech, které je možné předpovědět. Společnost Aquion dlouhodobě programuje software SiteFlow, a modul On-line vodovod, který využijte jako základ pro tvorbu on-line simulačního modelu vodovodu v reálném čase.

PE100 RC potrubí a jeho současné využití v praxi

Ing. Daniel Šnajdr

WAVIN OSMA s.r.o.

Potrubí z polyetylenu se díky svým vlastnostem stalo v posledních letech nejpoužívanějším materiálem pro výstavbu tlakových rozvodů vody, plynu a kanalizace. Tuto pozici si polyetylen získal především díky svým dobrým fyzikálním vlastnostem a díky možnosti svařování, což se mezi různými způsoby spojování ukázalo jako nejbezpečnější řešení. Stejně jako u jiných stavebních materiálů i v segmentu polyetylenových potrubí probíhá dynamický vývoj, který přináší nová a nová vylepšení.

Nové standardy

Zatímco v roce 1990 se na trhu objevila a záhy plně etablovala novinka v podobě potrubí z materiálu PE100, v roce 2000 už bylo představeno potrubí z nového typu materiálu, který odolává mechanickému poškození - PE100 RC. Z počátku byl přístup k tomuto materiálu spíše zdrženlivý, protože se vyčkávalo, zda se osvědčí. Dnes však už je zcela zřejmé, že nový materiál postupně nahradí původní PE100 standard.

Tím hlavním impulsem pro rychle rostoucí podíl využívání potrubí z materiálu PE100 RC je především neoddiskutovatelný přínos v podobě odolnosti proti mechanickému poškození (RC – resistant to crack) či pomalému šíření trhlin a zároveň nevelký cenový rozdíl oproti původnímu potrubí PE100. Navíc zatímco původní potrubí z materiálu PE100 umožňovalo pouze pokládku do pískového lože, nový typ PE potrubí otevírá možnosti pro nejrůznější moderní způsoby pokládky, například bezvýkopové, které dokáží výrazně zrychlit celou realizaci projektu a snížit náklady na zemní práce.

Česká republika patří společně s Německem a Polskem mezi ty evropské trhy, kde je podíl ve využití PE100 RC potrubí největší a nyní se pohybuje někde na úrovni 25 % z celkového trhu PE potrubí. PE100 RC potrubí dnes nabízí všichni výrobci a dodavatelé na trhu a každý má k dispozici alespoň dvě varianty. Potrubí může být buď jednovrstvé nebo vícevrstvé, dále potrubí dodatečně opláštěné nebo neopláštěné, potrubí celobarevné nebo černé s pruhem atd. Otázkou však zůstává kvalita, která bohužel není vždy stejná.

PAS1075 - jak otestovat RC potrubí

Každé potrubí PE100 RC může mít totiž různé vlastnosti, především pak míru odolnosti proti mechanickému poškození. Tyto tzv. RC vlastnosti se mohou výrazně měnit v závislosti na podmínkách a kvalitě výroby.

V současné době existuje jediný univerzální nástroj jak ověřit, že má potrubí RC vlastnosti, a tím je technický předpis PAS1075. Jde o nezávazný a dobrovolný dokument, který poskytuje návod, jak otestovat potrubí PE100 RC po výrobě. Je jen logické, že investoři, provozovatelé či projektanti začali po dodavatelích PE100 RC potrubí tuto certifikaci vyžadovat a je jen otázkou času, kdy se stane standardem.

Jen na základě provedeného testu mohou mít odběratelé jistotu, že bude použito potrubí odpovídající kvality. Použití nekvalitního PE100 RC potrubí pro bezvýkopové technologie nebo jiné moderní způsoby pokládky by mohlo mít fatální následky již po pár letech provozování.

Moderní způsoby pokládky

Pluhování

a) nekonečné pluhování

Při pokládce potrubí z materiálu PE 100 RC, tzv. nekonečným způsobem, dochází vlivem hnací síly na pluh k vytváření rýhy. Potrubí je následně přes hlavu vtaženo do pokládací šachty spojené s radlicí a poté položeno do radlicí vytvořené rýhy. Podle stálosti příslušné půdy se může zemina více či méně sesouvat. Tím již dochází k částečnému zasypávání (uzavírání) rýhy. Tímto způsobem může být položeno potrubí do maximálního průměru d 315 mm a do max. hloubky 2 m. Při nekonečném pluhování není potrubí v zemině taženo, ale do rýhy se pokládá.

Obr. 1 *Pluhování nekonečným způsobem*

b) raketové pluhování

Při tomto způsobu pokládky je potrubí namontováno přímo na vytlačující rydlo a vtahováno do rýhy, která je tímto rydlem vytvářena. Největším vytlačujícím rydlem je možné vytvářet dutiny až do průměru 500 mm. Při raketovém pluhování jsou pokládány svařené úseky potrubí s maximální délkou do 300 m před startovací výkop a za současného ražení rýhy jsou zataženy za raketou do vzniklého výkopu. Raketovým pluhováním je možná pokládka potrubí z materiálu HDPE i velkých průměrů.

Řízené horizontální vrtání

Je v současnosti zřejmě nejvíce používaný, bezvýkopový způsob pokládky nových potrubí. Postup je takový, že se vybuduje pilotní vrt malého průměru, který horizontálně spojuje dva body. K průniku vrtné hlavy se používá vysokotlakých vodních trysek a poloha vrtací hlavy je kontrolována navigačním systémem. Následně je třeba vrt rozšířit na požadovaný průměr. K tomu se využívají rozšiřovací hlavy opatřené vysokou vrstvou z tvrdého kovu a zabudovanou rotační spojkou pro napojení zatahovaného potrubí. Posledním krokem je pak protažení potrubí, kdy se na rotační spojku rozšiřovací hlavy připojí protahované potrubí.

Obr. 2 *Řízené horizontální vrtání HDD*

Relining

Pokládka technologií Relining spočívá v zatažení PE potrubí menšího průměru do stávajícího potrubí. Před samotným zatažením se musí připravit startovací a koncový výkop. Startovací výkop musí mít takové rozměry, aby bylo možné potrubí, svařené v délku celého úseku, vtáhnout do stávajícího potrubí. Stávající potrubí je před zatažením nutné prohlédnout kamerou, vyčistit a odstranit překážky, které by mohly poškodit potrubí během zatahování. Potrubí lze opatřit středícími kroužky, ty zajistí vystředění polohy nového potrubí uvnitř stávajícího. Podle způsobu provozování a budoucích nároků na potrubí se rozhodne o tom, jestli se mezikruží mezi novým a stávajícím potrubím vyinjektuje.

Obr. 3 *Relining*

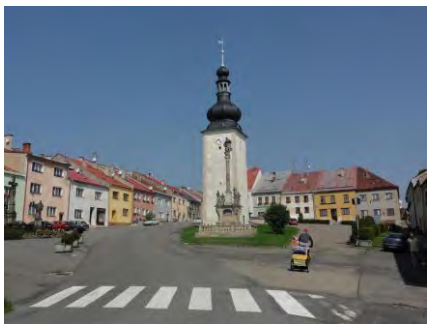
Berstlining (Cracking)

Berstlining je způsob sanace potrubí, který spočívá ve využití trasy stávajícího potrubí, které se rozruší rozbíjecí hlavou, úlomky potrubí se roztlačí do stran, vytvoří tunel pro zatažení nového potrubí. Touto technologií lze jako jednou z mála docílit zvětšení průměru potrubí po sanaci. Technologií Berstlining je možno vyměňovat pouze přímočaré úseky potrubí. Délka úseku vyměňovaných během jedné technologické operace závisí na druhu / typu použitých zařízení (například tahové síle navijáku, max. délce lana, soutyčí nebo vedení napájení k úderné hlavici). Místa změny směru potrubí určují lokalizaci technologických výkopů. Armaturu, která se nalézá na renovovaném úseku potrubí, je třeba před prováděním prací demontovat (současně s výměnou potrubí je třeba vyměnit i armaturu). Domovní přípojky je třeba odpojit, zde je také nutné provedení lokálních výkopů. Úseky PE potrubí vtahované do starého potrubí musí být svařené do sekcí o délce odpovídající délce vyměňovaných úseků potrubí. Ke spojení je nutné použít svařování natupo.

Obr. 4 *Berstlining*

Reference

- Městečko Potštát a jeho okolí se dlouhodobě potýkalo s nedostatkem kvalitní pitné vody z místních zdrojů a tak bylo třeba kvalitní vodu přivést. Výstavba nového vodovodu probíhala v dost složitých podmínkách a z tohoto důvodu se investor i projektant rozhodli pro potrubí PE100 RC. V rámci výstavby nového vodovodu bylo položeno celkem 10 kilometrů potrubí v průměrech od d63mm do d160mm .



- 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.

- Město Ostrava a místní vodárny řešily opravu vodovodního přivaděče a zvolily technologii Relining. Do stávajícího ocelového potrubí DN630 se zatahovalo potrubí PE100 RC d560 SDR17 v celkové délce cca 5000m. Od zahájení stavby do dneška je již sanována větší část celé trasy. Využitím potrubí PE100 RC dosáhneme i při takto rizikové metodě pokládky předpokládanou životnost a zároveň splníme požadavky na optimální investiční náklady.

- Řízené horizontální vrtání HDD je nejvíce používanou bezvýkopovou technologií pro pokládku nového potrubí. Postup je takový, že se vybuduje pilotní vrt malého průměru, který horizontálně spojuje dva body. Následně je třeba vrt rozšířit na požadovaný průměr a nakonec se protáhne samotné potrubí. Takto byl vybudován i nový přivaděč vody pro společnost Kofola Holding a.s. v Krnově, pro který bylo využito potrubí PE100 RC+DOQ d225 o délce cca 2000m.

- Výstavba vodovodu Zličín Rudná měla za úkol přivést vodu z Prahy pro potřeby Technických sítí města Rudná. Navržené potrubí PE100 RC bylo určeno nejprve pro klasickou pokládku a pluhování, poté se dodavatel stavby rozhodl pro instalaci řízeným horizontálním vrtáním HDD. Celkem bylo použito kolem 7 km vodovodního potrubí d315 a asi 2 km potrubí d225. Do výkopu se pokládalo potrubí PE100 RC a pro HDD protlaky se volilo potrubí PE100 RC+DOQ.

- Výstavba kanalizačního výtlaku o průměru d160 SDR11, mezi obcí Skoronice a Kyjovem v délce asi 2000m, byla provedena pluhováním kanalizačního potrubí PE100 RC. Potrubí bylo dodáno i v takto velkém průměru ve 100m návinech a bylo spojováno pomocí elektrospojek. Když pomineme přípravné práce, tak samotné pluhování proběhlo během několika hodin.

- Rekonstrukce vodovodů v Jižních Čechách má celkovou délku kolem 25 km. V úseku kolem Plané nad Lužnicí bylo třeba sanovat stávající azbestocementové potrubí průměru DN400. Zvolená technologie Relining byla díky významu přivaděče doplněna o požadavek na potrubí PE100 RC+DOQ d315 SDR17. Vzhledem k měnící se teplotě přiváděné vody se potrubí jistilo po úsecích fixačními body.

- V Kopřivnici bylo třeba provést rekonstrukci litinového vodovodního potrubí DN400 ve stávající trase. Požadavek provozovatele na zachování kapacity potrubí vedl k použití technologie Berstlining. Nové potrubí PE100 RC+DOQ d450 SDR11 bylo instalováno v délce 240m, rozdělené na několik přímých úseků. Aby nedošlo k výpadkům v dodávkách pitné vody, tak se během realizace stavby voda převáděla by-passem.

Použitá literatura

- Katalog „Moderní způsoby pokládky tlakových potrubí z polyetylenu“ verze 2011, WAVIN OSMA s.r.o.
- DIN e.V., Stabsabteilung Technik, 2008 : PAS 1075 „Rohre aus Polyethylen für alternative Verlegetechniken, Abmessungen, Technische Anforderungen und Prüfung“
- Technisches Handbuch Druckrohrsysteme, Version 09.2009, Wavin GmbH
- Článek Mikroregionu Hranicko „Zásobování obcí Potštátska napojením na SV Hranice“, 2012
- Wavin intercompany seminar Wavin TS and SafeTech Twist, Germany, 2011: extract

Stanovení ochranných pásem vodních zdrojů opatřením obecné povahy

Jiří Novák[1)], Petra Oppeltová[2)]

[1)] VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s.,
Brno, Soběšická 820/156, PSČ 638 01, telefon 545 532 373, *novak@vasgr.cz*

[2)] Mendelova univerzita v Brně, Ústav aplikované a krajinné ekologie
Zemědělská 1, Brno, 613 00, telefon 545 132 471, *oppeltova@mendelu.cz*

Úvod

Obor vodního hospodářství podléhá režimu speciálního zákona. V nedávné minulosti to byl zákon o vodách č. 138/1973 Sb., v platném znění (dále jen zákon o vodách), nyní jde o zákon č. 254/2001 Sb., v platném znění (dále jen vodní zákon) [1]. Tyto speciální zákony řeší kromě jiného ochranu vod, kdy se jedná se soubor velkého množství opatření, která lze v podstatě rozdělit do tří hlavních skupin takto: ochrana obecná, zvláštní a speciální.

Obecná ochrana vod zahrnuje veškerá zákonná ustanovení, která vedou k zajištění co nejlepšího stavu vod v přírodním prostředí v množství i jakosti, bez ohledu na to, zda se jedná o vodní zdroje pro zásobování pitnou vodou. Za její dodržování nenáleží žádné kompenzace.

Zvláštní ochrana vod je obdobně dána právními přepisy a jde o vodohospodářsky významné oblasti, na jejichž ochraně má stát zájem. Jsou to především chráněné oblasti přirozené akumulace vod – CHOPAV, tedy oblasti, které pro své přírodní podmínky tvoří významné akumulace vod. Jejich charakteristiku uvádí vodní zákon v § 28 a vyhlašuje je vláda nařízením. Dále jde o citlivé oblasti podle § 32 vodního zákona (v současné době jsou všechny povrchové vody, tedy celé území ČR, prohlášeno za citlivou oblast) a o zranitelné oblasti podle § 33 vodního zákona (stanovuje je vláda opět svým nařízením). Donedávna šlo o nař. vl. č. 103/2003 Sb., v platném znění, s účinností od 1.8.2012 o nař. vl. č. 262/2012 Sb. Jejich respektování je rovněž povinné a bez nároků na náhrady.

Speciální ochrana vodních zdrojů je nadstavbou nad ochranou obecnou a zvláštní. Týká se přednostně vod využívaných nebo využitelných jako zdroje pitné vody. Nestanovuje se právními předpisy. Speciální ochranou jsou především ochranná pásma (dále jen OP) vodních zdrojů, resp. z minulosti pásma hygienické ochrany, která na základě zmocnění ve speciálním zákoně stanovuje vodoprávní úřad. Dlouhou dobu se jednalo o správní řízení ukončené rozhodnutím, nyní stanovuje vodoprávní úřad OP opatřením obecné povahy – viz [1], § 30.

Historie ochrany vod

Vodní právo má poměrně dlouhou a bohatou historii viz [4]. Současná generace vodohospodářů má v oblasti vodoprávních předpisů zažitý především zákon č. 138/1973 Sb., v platném znění a současný zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, v platném znění. Někteří vodohospodáři mohou pamatovat ještě zákon č. 11/1955 Sb.

Zmíněný zákon č. 11/1955 Sb., o vodním hospodářství byl účinný od 1. ledna 1955 a zrušil celkem 10 dosavadních právních předpisů.

Před nynější právní úpravou platil zákon o vodách z roku 1973, který mj. zrušil:

- zákon č. 11/1955 Sb., o vodním hospodářství, ve znění zákona č. 12/1959 Sb.
- vládní nařízení č. 14/1959 Sb., kterým se prováděl zákon o vodním hospodářství.

Platný vodní zákon z roku 2001 zrušil především své tři předchůdce:

- zákon o vodách č. 138/1973 Sb., účinný od 1.4.1975 (a s ním většinu jeho prováděcích předpisů)
- zákon č. 14/1998 Sb., který měnil a doplňoval zákon o vodách (známý jako Malá novela), účinný od 6.3.1998
- zákon ČNR č. 130/1974 Sb., o státní správě ve vodním hospodářství, účinný od 1.4.1975.

Již **zákon č. 11/1955 Sb.** obsahoval Část třetí nazvanou „**Ochrana vod“**. Její § 12 se nazýval „Péče o vody a jejich ochrana proti znečišťování a změně teploty“ a nařizoval při nakládání s povrchovými nebo podzemními vodami pečovat o uchování jejich přirozeného stavu a zakazoval jejich znečišťování. Ukládal plánovitě odstraňovat dosavadní znečišťování investiční výstavbou potřebných čistících zařízení a vhodným rozmísťováním výrobních zařízení. K ochraně vod přiřadil rovněž péči o prameny, koryta toků, nádrže, studny a jiná zařízení pro jímání podzemní vody.
Následující § 13 pojednával o „Ochraně proti škodlivým účinkům zvláštních druhů vod“, podle něhož Ústřední správa vodního hospodářství měla stanovit všeobecné podmínky pro ochranu povrchových a podzemních vod.
Paragraf 14 – „Ochrana vodních zdrojů“ byl již předchůdcem ustanovení o ochranných pásmech a říkal, že k ochraně vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti vodních zdrojů vodohospodářský orgán stanoví podle potřeby po provedeném řízení **ochranná území**. Vodohospodářský orgán byl rovněž zmocněn určit, jakým způsobem se taková ochrana v ochranném území provádí a dokonce mohl omezit užívání nemovitostí na tomto území, popřípadě nařídit provedení potřebných úprav. Zákon rovněž hovořil o úhradě nákladů spojených se zřízením ochranného území tak, že v případě obecného zájmu hradí tyto náklady vodohospodářský orgán, naopak v případě zásadního nebo převládajícího zájmu určité organizace hradí náklady právě tato organizace.
V posledním ustanovení části pojednávající o ochraně vod – v § 15, „Opatření ke zlepšení vodohospodářských poměrů“, zákon nařizoval hospodařit na pozemcích v povodí toků tak, aby to zároveň přispívalo ke zlepšení odtokových poměrů, k udržení půdní vláhy, ke zlepšení poměrů podzemních vod a k ochraně proti erozi. Podrobnosti k vymezení dotčených pozemků a způsobů jejich úpravy a o hospodaření na nich se měly upravovat mj. podle zásad státního vodohospodářského plánu.

Rovněž **zákon o vodách č. 138/1973** Sb. obsahoval část nazvanou **Ochrana vod.** V § 17 řešil „Zlepšení vodohospodářských poměrů“ mj. tak, že ukládal správcům zemědělských či lesních pozemků a rybníků obhospodařovat je takovým způsobem, který by nejen uchovával vodohospodářsky vhodné podmínky z hlediska množství a jakosti vod, ale i napomáhal ke zlepšení vodohospodářských poměrů. Bylo třeba zabránit nepříznivým odtokovým poměrům, splavování půdy, dbát o udržování půdní vláhy a zlepšování retenční schopnosti rybníků. K tomu byl vodohospodářský orgán zákonem zmocněn ukládat potřebná opatření.
Tzv. „Chráněnými oblastmi přirozené akumulace vod“ (dále jen CHOPAV) jakožto oblastmi, které pro své přírodní podmínky tvoří významnou přirozenou akumulaci vod, se zabýval § 18 zákona o vodách. Zákon zmocňoval vlády jednotlivých republik ke stanovení takových CHOPAV svými nařízeními, ve kterých se vymezí rozsah a popřípadě zakáží činnosti, které v nich ohrožují vodohospodářské poměry.

Pouze pro úplnost je třeba uvést, že v současné době stále ještě platí celá řada takových nařízení vlády k zákonu o vodách (viz www.mze.cz).
Problematikou „**Ochranných pásem“** se poprvé zabýval § 19 zákona o vodách. Vodohospodářský orgán byl zmocněn stanovovat rozhodnutím OP k ochraně vydatnosti, jakosti nebo zdravotní nezávadnosti vodních zdrojů a mohl v nich zakázat nebo omezit dosavadní užívání nemovitostí nebo činnosti ohrožující zmíněnou vydatnosti, jakost nebo zdravotní nezávadnost. Náklady spojené s technickými úpravami v OP nesla podle tohoto zákona organizace, které ochrana vodního zdroje sloužila k plnění úkolů.
Do oblasti ochrany vod tohoto zákona spadala i ustanovení o „Vodárenských tocích a jejich povodí“ v § 20 a o „Úhradě nákladů“ v § 21.

Současná právní úprava – **zákon č. 254/2001 Sb. v platném znění** se zabývá **problematikou ochranných pásem vodních zdrojů v § 30.** Je třeba připomenout, že výše zmiňovaná Malá novela zákona o vodách (č. 14/1998 Sb.) byla připravena právě z důvodu řešení problematiky OP vodních zdrojů a přinesla změnu koncepce tohoto procesu, kterou následně vodní zákon z roku 2001 převzal a která v podstatě platí dosud. Tato změna spočívala v opuštění celoplošné (tedy tzv. pásmové) ochrany vodních zdrojů, kdy do jednotlivých stupňů OP bylo zahrnuto celé povodí zdroje, a problematika přešla do pojetí ochrany zonální (někdy také nazývané bodové), při níž se v rámci povodí zdroje vytypovávají jednotlivá rizika – oblasti a činnosti, kde může dojít k ohrožení vydatnosti, jakosti nebo zdravotní nezávadnosti vodního zdroje.
Vzhledem k tomu, že speciální zákon obsahuje pouze zmocnění vodoprávního úřadu k tomu, aby na základě správního řízení řešil speciální ochranu vodních zdrojů, nelze tuto dosavadní ochranu – tj. ochranná pásma, resp. pásma hygienické ochrany (dále jen PHO) zrušit (nebo změnit) přímo zákonným ustanovením, ale pouze na základě nového vodoprávního řízení. Proto se v současné době lze v praxi setkat se třemi formami speciální ochrany vodních zdrojů:

1. s PHO stanovenými jako celoplošnou (pásmovou) ochranu vodních zdrojů rozhodnutím vodohospodářského orgánu na základě kladného závazného posudku hygienického orgánu,
2. s ochrannými pásmy vodních zdrojů ve smyslu současné zonální koncepce, stanovenými vodoprávními úřady rovněž rozhodnutím,
3. s ochrannými pásmy vodních zdrojů – opět ve smyslu současné koncepce, ale stanovenými opatřením obecné povahy (dále jen OOP).

Je třeba zdůraznit, že koncepce speciální ochrany vodních zdrojů i její detaily vychází vždy ze speciálního zákona (zákon o vodách, vodní zákon), ale forma správního řízení a jeho zásady jsou poplatné obecnému zákonu – správnímu řádu – viz [3]. Stručně shrnuto to znamená, že správní řízení ukončené rozhodnutím má své účastníky řízení, pro které je takové rozhodnutí závazné – tedy PHO (ad. 1) a OP stanovená rozhodnutím (ad. 2) jsou skutečně závazná pouze pro účastníky příslušného vodoprávního řízení o stanovení (resp. změně) PHO a OP.

Změna koncepce speciální ochrany vodních zdrojů souvisí s vývojem právních předpisů po roce 1989. Především byla podstatně posílena oblast obecné i zvláštní ochrany vod a do ochrany speciální je třeba zahrnovat pouze skutečnou speciální nadstavbu nad těmito typy ochrany. Současně to souvisí i s tím, že za dodržování obecné a zvláštní ochrany neleze požadovat (resp. poskytovat) žádné finanční kompenzace, naopak současná právní úprava (vodní zákon v § 30 odst. 11) říká, že za prokázané omezení užívání pozemků a staveb v OP náleží jejich vlastníkům náhrada.

Vodní zákon za dobu své účinnosti doznal řadu změn, které se dotkly i problematiky ochranných pásem vodních zdrojů. Na nejdůležitější má tento příspěvek upozornit.

Po celou dobu, kdy speciální zákony zmocňovaly vodohospodářské orgány (resp. vodoprávní úřady) ke stanovení tohoto typu ochrany rozhodnutím, se jednalo o dlouhodobě zažitý proces, avšak odborná veřejnost pociťovala nedostatek v tom, že takové rozhodnutí je závazné pouze pro účastníky předmětného řízení, a tedy OP, jejich rozsah a podmínky v nich, nebyla závazná obecně. Změnu přinesla až tzv. Velká novela vodního zákona – zákon č. 150/2010 Sb., účinný od 1.8.2010. **Od tohoto data se OP stanovují, mění nebo ruší opatřením obecné povahy a jsou tak závazná obecně** [5].

Právní podstata a postup při stanovení OP

OOP vychází ze správního řádu, §§ 171 – 174 – viz [3]. OOP je na rozhraní mezi rozhodnutím, neboť řeší konkrétní otázky (OP určitého vodního zdroje) a právním předpisem, protože má neurčitý okruh adresátů (obecně určený). K OOP lze dále stručně uvést:

Správní řád, § 172, odst. 1: „*Návrh OOP s odůvodněním správní orgán po projednání s dotčenými orgány .... doručí veřejnou vyhláškou….“*. Návrh dokumentace pro stanovení OP, který je vodoprávnímu úřadu předložen společně se žádostí o stanovení OP, použije vodoprávní úřad jako podklad pro svůj **návrh OOP**, který musí řádně **zdůvodnit** a **projednat s dotčenými orgány** (platí i pro změnu nebo zrušení OP).

Návrh OOP a následně i vlastní OOP se doručuje veřejnou vyhláškou a musí být zveřejněno na úřední desce příslušného (tedy vodoprávního) úřadu, případně na úředních deskách obecních úřadů v obcích, jejichž správních obvodů se OP dotýká.

K návrhu OOP může kdokoli, jehož práva, povinnosti nebo zájmy mohou být OOP přímo dotčeny, uplatnit u správního orgánu připomínky. Správní orgán je povinen se připomínkami zabývat jako podkladem pro OOP a **vypořádat se s nimi v jeho odůvodnění**. Vlastníci nemovitostí, jejichž práva, povinnosti nebo zájmy související s výkonem vlastnického práva, mohou být OOP přímo dotčeny, nebo, určí-li tak správní orgán, i jiné osoby, jejichž oprávněné zájmy mohou být OOP přímo dotčeny, mohou podat proti návrhu OOP písemné odůvodněné námitky ke správnímu orgánu ve lhůtě 30 dnů ode dne jeho zveřejnění. Rozhodnutí o námitkách, které musí obsahovat vlastní odůvodnění, se uvede jako součást odůvodnění OOP.

Proti OOP nelze podat běžný opravný prostředek (odvolání). Lze však podat žalobu ve správním soudnictví, nebo soulad s právními předpisy nechat posoudit v přezkumném řízení (posoudí nadřízený vodoprávní úřad prvoinstančního úřadu).

Pro ilustraci uvádíme zkušenosti VODÁRENSKÉ AKCIOVÉ SPOLEČNOSTI, a.s.:

- jako první vodoprávní řízení v režimu OOP byla změna původních PHO – konkrétně jedné ze stanovených podmínek. Zde jsme získali hned dva nové poznatky. Prvoinstanční vodoprávní úřad naformuloval na základě žádosti nové znění podmínky v PHO a tuto změnu vydal opatřením obecné povahy. Protože v regionu působí občanské sdružení s komplikovaným přístupem k většině vodoprávních problémů, požádalo o přezkumné řízení, zda bylo OOP vydáno v souladu s právními předpisy. Krajský úřad, který přezkumné řízení vedl, měl na problematiku postupu odlišný názor a vydané OOP zrušil s odůvodněním, že vodoprávní úřad první instance nesprávně pochopil ustanovení vodního zákona (podle názoru krajského úřadu nebylo možné provést změnu podmínky rozhodnutí „přímo“ opatřením obecné povahy, ale vodoprávní úřad měl nejprve celé rozhodnutí zrušit a následně stanovit nová OP včetně předmětné změny, a to vše opatřením obecné povahy). Po

podrobném projednání tohoto problému s ústředními vodoprávními úřady se nakonec podařilo získat písemné vyjádření MŽP, že názor a postup krajského úřadu nebyl správný a byl by zbytečně administrativně náročný (což se obecně vodnímu zákonu před velkou novelou vytýkalo). Prakticky se však jednalo o řadu zbytečných a náročných úkonů.

- VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s. požádala o zrušení PHO dvou povrchových zdrojů vody – přímých odběrů z toků ve dvou sousedních povodích. Tyto zdroje byly delší dobu vedeny pouze jako záložní a v současné době již přestaly plnit i tuto funkci a staly se nepotřebnými. Stručnou dokumentaci na zrušení PHO jsme přiložili k žádosti a vodoprávní úřad nejprve doručil veřejnou vyhláškou návrh OOP, ke kterému nebyly v termínu vzneseny žádné připomínky ani námitky. Následně stejným způsobem doručil OOP, které je již pravomocné – máme tedy zkušenost a vzor OOP pro zrušení PHO (OP).
- VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s. v dalších šesti případech požádala o změnu OP, původně stanovených rozhodnutím. Většinou se jednalo i o zmenšení rozsahu OP ve smyslu současné koncepce ochrany, samozřejmě šlo i o nově formulovaná ochranná opatření v OP. Jednak musí odpovídat znění vodního zákona § 30 odst. 10: „*V opatření obecné povahy o stanovení nebo změně ochranného pásma vodního zdroje vodoprávní úřad stanoví, které činnosti poškozující nebo ohrožující vydatnost, jakost nebo zdravotní nezávadnost vodního zdroje nelze v tomto pásmu provádět, jaká technická opatření jsou v ochranném pásmu povinny provést osoby podle odstavce 12, popřípadě způsob a dobu omezení užívání pozemků a staveb v tomto pásmu ležících.“,* jednak, na rozdíl od minulosti, musí být ochranná opatření formulována tak, aby ‚měla obecnou závaznost a nebyla tedy směřována ke konkrétní osobě (vyjma zásady, že lze ukládat konkrétní technická opatření vlastníkovi povolení k nakládání s vodami). Z těchto šesti případů jsou již dvě OOP pravomocná, k jejich návrhům nebyly vzneseny připomínky ani námitky, další tři jsou ve stadiu doručených návrhů OOP veřejnou vyhláškou a v jednom případě byly k návrhu OOP vzneseny námitky. K jejich řešení svolal vodoprávní úřad jednání za účasti zemědělsky hospodařícího subjektu, který námitky vznesl, provozovatele vodovodu, vlastníka vodovodu a zpracovatele návrhu dokumentace pro změnu OP. Na jednání došlo ke kompromisní dohodě a v současné době byl doručen opravený návrh OOP veřejnou vyhláškou.

Zákaz vstupu a vjezdu do OP I. st.

Do OP I. st. platí dle velké novely vodního zákona § 30 odst. 7 zákaz vstupu a vjezdu mimo osoby, které mají právo z vodního zdroje vodu odebírat (vlastní povolení k odběru), u vodárenských nádrží jsou to vlastníci tohoto vodního díla. Vodoprávní úřad však mohl stanovit rozhodnutím i další výjimky ze zákazu vstupu a vjezdu. Mezi odbornou veřejností převládal názor, že zákonodárce měl původně na mysli výjimkami umožnit vstup do OP I. st. vlastníkům pozemků v tomto OP, pokud nedošlo k jejich vykoupení. U infrastruktury (mimo vodárenské nádrže), která má vedle vlastníka (obce, města, jejich svazky) i provozovatele, je zpravidla povolení k nakládání s vodami vydáváno vodoprávním úřadem na vlastníka. Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu sice umožňuje, aby vlastník řadu svých povinností přenesl tzv. provozní smlouvou na odborného provozovatele, ale o podmínkách vstupu do OP I. st. se ani v tomto zákoně, ani ve vodním zákoně nebo v provozních smlouvách nehovoří. Vedle provozovatele se v praxi vyskytuje potřeba umožnit vstup různým službám prováděným dodavatelsky (např. hydrogeologické práce, specializované opravy, údržba vodních děl, porostů atd.), obdobně jako vstup různých kontrolních orgánů. Zejména

pro tyto případy nebyla forma rozhodnutí vodoprávního úřadu o možné výjimce ke vstupu reálná. Na upozornění z praxe reagovaly ústřední vodoprávní úřady a našlo se nakonec řešení, které do textu vodního zákona přinesla novela stavebního zákona č. 350/2012 Sb. (tedy šlo o nepřímou novelu vodního zákona). Poslední věta § 30 odst. 7 nyní zní: *„Vodoprávní úřad může stanovit rozhodnutím* ***nebo opatřením obecné povahy*** *i další výjimky ze zákazu vstupu a vjezdu“*.

VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s. již do svých návrhů dokumentací pro stanovení nebo změnu OP přímo navrhuje, komu má být OOP povolen vstup a vjezd do OP I. st. Každá lokalita je specifická, ale obdobné bývají následující výjimky ze zákazu: „Ve smyslu vodního zákona § 30 odst. 7 mohou do OP I. st. vstupovat vedle osob, které mají právo vodu z vodního zdroje odebírat (v tomto případě jde o vlastníka vodovodu, který je nositelem povolení k nakládání s vodami), dále tyto osoby:

- zaměstnanci provozovatele vodovodu za pracovním nebo kontrolním účelem
- osoby, které na základě smluvního ujednání provádí pro vlastníka nebo provozovatele vodovodu nezbytné pracovní úkony na vodárenském zařízení, porostech apod., související s využíváním jímacího území a provozem vodovodu. Tyto osoby musí být poučeny o existenci OP I. st. a podmínkách v něm
- osoby kontrolních orgánů.

Prováděcí vyhláška č. 432/2001 Sb., v platném znění, k vodnímu zákonu
Tato vyhláška byla po velké novele vodního zákona změněna vyhl. č. 336/2011 Sb. z konce roku 2011 a mj. obsahuje vzor žádosti o stanovení (změnu, zrušení) OP a vyjmenovává soubor dokladů, které musí být přílohou takové žádosti [2].
Bez použití vzoru žádosti dnes již nelze žádat o vodoprávní projednání OP. Je však na dohodě s příslušným vodoprávním úřadem, jaké doklady budou k žádosti přiloženy, neboť ve vyhlášce je uveden výčet možností, ale každá lokalita má svá specifika.

Prováděcí vyhláška č. 137/1999 Sb. k vodnímu zákonu
Tato vyhláška, ač je v mnohém již překonána zákonnými ustanoveními, stále platí a dosud nebyla novelizována. Důležité je připomenout, že v současné době se jako podklad pro stanovení OP nezjišťují vlastníci nemovitostí (jde o všeobecnou platnost).

Závěr

Problematika OP je stále aktuální a je třeba sledovat její právní vývoj. Jak bylo uvedeno, některé legislativní změny mohou přinést i novely jiných právních předpisů (nepřímá novela).
Osvědčila se úzká spolupráce s ústředními vodoprávními úřady (MŽP, MZe). Je samozřejmostí, že výklad právních předpisů může provádět pouze soud, ale v rámci metodického řízení mohou být názory ústředních vodoprávních úřadů či jinde získané zkušenosti velkým přínosem a ulehčením pro praxi.
Potvrzuje se stará zkušenost, že udržování dobrých vztahů a aktivní spolupráce s prvoinstančními vodoprávními úřady je cesta k úspěchu.

Literatura

[1] Zákon č. 254/2001 Sb., v platném znění, dále jen vodní zákon
[2] Vyhl. č. 432/2001 Sb., o dokladech žádostí o rozhodnutí ….. vodoprávního úřadu, v platném zn.
[3] Zákon č. 500/2004 Sb., v platném znění, dále jen správní řád
[4] VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ 7/2008: Novák, Oppeltová. Ochrana vod. Ochranná pásma vodních zdrojů
[5] VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ, 12/2012: Novák, Oppeltová. Ochranná pásma vodních zdrojů po velké novele vodního zákona

Experimentálne sledovanie korózie a nárastu koróznej vrstvy na potrubí

Ing. Vanda Dubová, Ph.D.

Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, Stavebná fakulta STU v Bratislave, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, *vanda.dubova@stuba.sk*

Abstrakt

Článok sa zaoberá interakciou prepravovanej vody a materiálu potrubia so zameraním na korózne javy, ktoré výrazne vplývajú na poruchovosť a životnosť vodovodného systému, na hydraulické podmienky v distribučnej sieti a kvalitu prepravovanej vody.

V článku je uvedená metodika koróznych skúšok, ktoré sú vykonávané na vodnom zdroji Pernek. Sledovaná je hrúbka koróznej vrstvy a jej vplyv na drsnosť potrubia a v závislosti na čase je sledovaná korózna rýchlosť. V článku sú uvedené výsledky krátkodobých a dlhodobých koróznych skúšok.

1 Úvod

Pri preprave pitnej vody k spotrebiteľovi dochádza k vzájomnému pôsobeniu prepravovanej vody a materiálu potrubia, dôsledkom čoho často býva zvýšená aktivita koróznych procesov. Zvýšená aktivita koróznych procesov výrazne ovplyvňuje nie len životnosť potrubia, jeho poruchovosť a spoľahlivosť, ale mení aj hydraulické podmienky vodovodného systému a môže spôsobiť zhoršenie kvality vody. Vo všeobecnosti sa dá povedať, že s problémami, ktoré spôsobuje korózia sa stretávajú všetci prevádzkovatelia vodovodného systému, či už pri verejnom zásobovaní obyvateľstva pitnou vodou alebo pri zásobovaní vodou v priemyselných podnikoch. Preto je aj v záujme prevádzkovateľov, aby poznali interakciu prepravovanej vody a materiálu potrubia.

2 Určovanie agresivity vody

Metodika koróznej skúšky je uvedená v STN 75 7151 „Požiadavky na kvalitu vody dopravovanej potrubím“ a je založená na meraní rozdielu úbytku hmotnosti skúšobnej vzorky na 30.a 60. deň po jej vystavení účinkom prúdiacej vody. Namerané korózne úbytky (g/vzorka) sa v závislosti od veľkosti (plochy) skúšobných vzoriek prepočítajú na jednotku g/m^2 a následne, pomocou hustoty ocele (7,86 g/cm^3) sa korózne úbytky z g/m^2 prepočítajú na jednotku μm/čas expozície (10^{-6}m/doba expozície). Podľa STN 75 7151 sa na každý časový pokus/ meranie použije 5 skúšobných vzoriek rozmerov 42 x 42 x 1 mm a ich spriemerovaná hodnota sa použije na výpočet koróznej rýchlosti.
Z nameraných koróznych úbytkov sa vypočítajú korózne rýchlosti, ktoré v podstate znamenajú o akú hrúbku sa zníži pôvodná hrúbka steny potrubia. Na základe koróznej rýchlosti v μm za 1 rok medzi 30. a 60. dňom sa voda ohodnotí stupňom agresivity.

Pokiaľ sa chce okrem korózneho úbytku zistiť aj typ korózie, t.j. či je potrubie napadnuté koróziou rovnomernou (plošnou) alebo nerovnomernou (miestnou), resp. aký typ koróznej vrstvy sa vytvorí, doba skúšky sa predĺži až na rok. Výhodou skúšky je, že voda komplexne pôsobí na skúšobnú vzorku tak ako na potrubie.

3 Experimenty na vodnom zdroji

Naša katedra vykonala v spolupráci s BVS, a.s. korózne skúšky na vodnom zdroji Pernek. Vodný zdroj Pernek tvoria 4 studne, z ktorých sa v súčasnosti využíva už iba jedna studňa (HL-1), a to na zásobovanie obcí Jablonové a Pernek. Na tejto studni sme vykonali dvojročné korózne skúšky. V minulosti sa z tohto vodného zdroja voda čerpala do Záhorského skupinového vodovodu, avšak vzhľadom na to, že voda z tohto zdroja vykazuje agresívne účinky a celá táto oblasť prešla pod správu BVS, a.s., je po prepojení Záhorského skupinového vodovodu na Bratislavský vodovod Záhorský skupinový vodovod dotovaný vodou z kvalitných bratislavských vodných zdrojov.

V priebehu experimentov dosahovala podzemná voda z hľadiska vápenato-uhličitanovej rovnováhy tieto rozsahy parametrov: Index nasýtenia -0,52 až -0,74, voľný CO_2 6,60 až 10,12 mg.l^{-1}, rovnovážny CO_2 2,19 až 4,52 mg.l^{-1}, agres. CO_2 na Fe 4,41 až 5,60 mg.l^{-1} a agres. CO_2 na $CaCO_3$ 2,58 až 3,24 mg.l$^{-1.}$.

Hodnota pH podzemnej vody sa pohybovala v rozsahu 7,30 až 7,42, teplota vody 9,8 až 10,5^{o}C, $KNK_{4,5}$ 2,10 až 2,43 mmol.l^{-1}, $ZNK_{8,3}$ 0,15 až 0,23 mmol.l^{-1}, Fe pod 0,03 mg.l^{-1}, Mn pod 0,01 mg.l^{-1}, Ca^{2+} 69 až 74 mg.l^{-1}, NH_4^+ pod 0,02 mg.l^{-1}, NO_3^- 18 až 22 mg.l^{-1}, SO_4^{2-} 74 až 78 mg.l^{-1}, a Cl^- 10 až 14 mg.l^{-1}.

Na studni HL-1 sme osadili skúšobné zariadenie s 1,5 m dlhou sklenenou trubicou, do ktorej sme vložili až 6 držiakov/stojanov so skúšobnými vzorkami. Do každého držiaku bolo zasunutých 5 vzoriek navzájom od seba oddelených nevodivou vložkou. Skúšobné vzorky boli vyrobené z oceľového plechu triedy 11, hrúbky 1mm, o veľkosti 42 x 42 mm.

Pri koróznych skúškach sme vyhodnocovali v súlade s STN 75 7151 korózne úbytky, korózne rýchlosti, koróznu vrstvu, ako aj rýchlosť prúdiacej vody v skúšobnom zariadení. Pod koróznou vrstvou rozumieme slabo priľnutú vrstvu produktov korózie, ktorá obsahuje okrem skorodovaného materiálu potrubia aj prímes látok pochádzajúcich z vody.

Postup stanovenia množstva koróznych produktov uchytených na skúšobných vzorkách sme vykonali podľa STN 75 7151. Po ukončení príslušnej expozície sme z korózneho zariadenia vybrali držiak s piatimi skúšobnými vzorkami. Skúšobné vzorky sme opatrne vybrali so stojana tak, aby nedošlo k stratám v dôsledku odlúpnutia a odpadnutia časti koróznych vrstiev. Vzorky s koróznou vrstvou sme v sušiarni vysušili pri teplote105^{o}C do konštantnej hmotnosti. Po zvážení jednotlivých vzoriek s koróznou vrstvou sme zo vzoriek mechanicky koróznu vrstvu odstránili a skúšobné vzorky sme očistili spôsobom uvedeným v STN pre zisťovanie koróznych úbytkov. Množstvo koróznych produktov uchytených na jednotlivých skúšobných vzorkách sme potom vypočítali z rozdielu hmotnosti skúšobnej vzorky s koróznou vrstvou a hmotnosti skúšobnej vzorky po vyčistení.

Celkovo sme vykonali : dve dvojročné merania (dve sady skúšobných vzoriek), tri ročné merania, tri polročné merania, jedno štvormesačné meranie, jedno trojmesačné meranie, osem 60-dňových meraní a šestnásť 30-dňových meraní. Každá 60 dňová skúška sa skladá z dvoch 30-dňových meraní a jedného 60-dňového merania. Na 60-dňovú skúšku boli používané dva najvyššie umiestnené stojany so vzorkami, ktoré po vybratí boli nahradzované novými stojanmi s novými vzorkami. Na polročné skúšky boli použité tretie stojany a na ročné skúšky boli raz použité štvrté stojany so vzorkami, ktoré boli tiež po vybratí nahradené novými stojanmi s novými vzorkami a druhý raz boli použité tretie a štvrté stojany. Na dvojročné skúšky boli použité piate a šieste stojany.

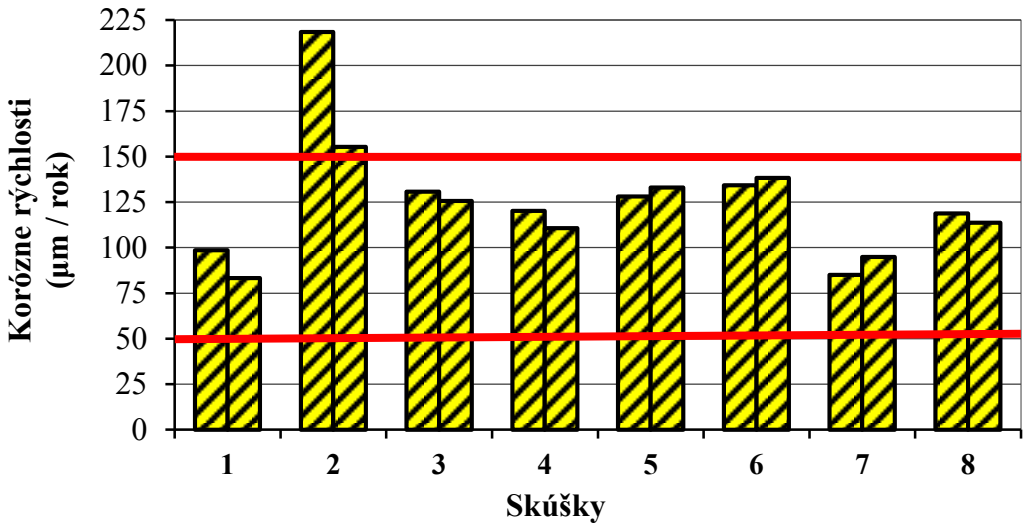
Aby sme zistili, či niektoré meranie nie je zaťažené hrubou chybou (či už v oblasti minima alebo maxima) a tým zabránili prípadnému skresleniu výsledkov priemerného korózneho úbytku daného testu, boli namerané hodnoty koróznych úbytkov (g/vzorka, resp. g/m^2) testované testami extrémnych odchýlok. Použili sme Grubbsov a Dixonov test. Z celkového počtu 170 testovaných hodnôt nevyhovelo a bolo z hodnotenia vylúčených 8 nameraných hodnôt, pričom všetky boli v oblasti maxima.

Výsledky z meraní sú znázornené v tabuľke č. 1 a na grafoch č.1 -3**.**

Tab. 1: *Korózne rýchlosti dosiahnuté počas sledovaného obdobia.*

dni	korózna rýchlosť v_t (µm.rok^{-1} = 10^{-6}m. rokr^{-1})		
	rozpätie	priemer	%
30 - 60	90,94 – 219,14	134,86	100,0 %
30 - 180	48,31 – 87,92	73,00	54,1 %
30 - 365	59,85 – 67,27	63,10	46,8 %
30 - 730	50,29 – 53,84	52,23	38,7 %
365 – 730	41,52 – 43,54	42,25	31,3 %

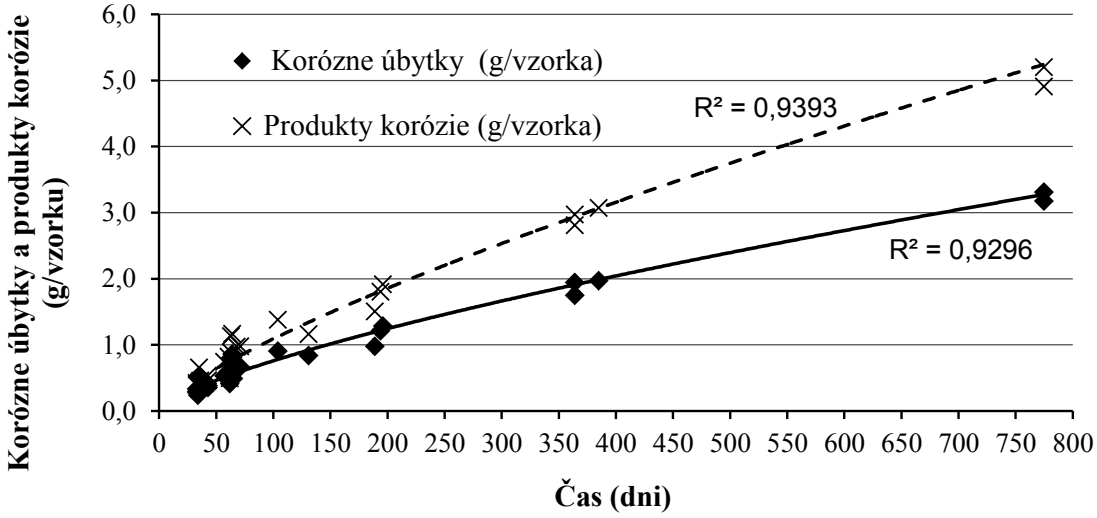
V tabuľke 1 sú zaznamenané pre jednotlivé dĺžky trvania testov rozpätia koróznych rýchlostí a aj priemery dosiahnuté počas dvojročného merania koróznych skúšok. Najväčší a výrazný rozptyl koróznych rýchlostí bol zistený pri krátkodobých 30 – 60 dňových skúškach (graf 1), pričom s predlžujúcou sa dobou sledovania rozptyl, ako aj korózna rýchlosť výrazne klesali. Je to v dôsledku vytvorenia sa koróznych vrstiev, ktoré aj keď nie sú kvalitne priľnuté, vytvárajú bariéru medzi potrubím a prepravovanou vodou a znižujú koróznu rýchlosť.



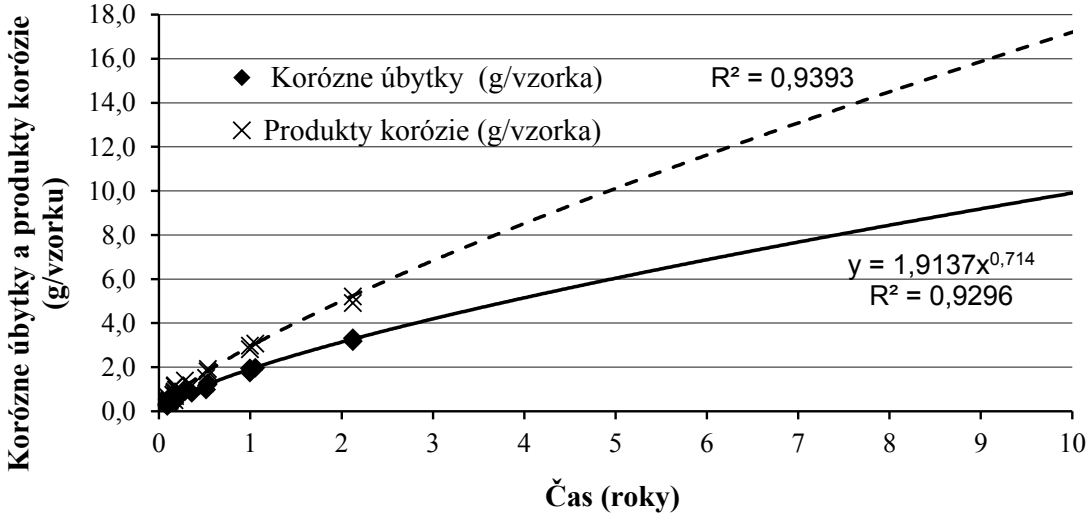
Graf 1: *Korózne rýchlosti dosiahnuté počas I. –VIII. 60-dňového cyklu*

Ako je z grafu 1 zrejmé, agresivita vody sa v priebehu sledovaného obdobia menila. K výraznému zvýšeniu koróznych rýchlostí došlo najmä počas druhého 60-dňového pokusu, čo bolo pravdepodobne spôsobené výrazným stúpnutím hladiny podzemnej vody vplyvom dlhodobých výdatných zrážok. Naopak, korózne rýchlosti namerané v tých istých mesiacoch ale s ročným posunom (pokus 1 a 7) sa od seba veľmi nelíšia. Z vyhodnotených 60-dňových meraní vyplýva, že voda sa pohybuje v II. a III. stupni agresivity.

Nárasty koróznych úbytkov a koróznej vrstvy (produktov) nie sú lineárne, ale majú s dobou expozície klesajúci charakter. Ich vývoj počas dvojročného sledovania je znázornený na grafe 2 a trend ich predpokladaného vývoja na grafe 3. Ako je však z grafu 2 vidno, namerané množstvá koróznych produktov a koróznych úbytkov neboli pri 30 ani pri 60- dňových meraniach rovnaké, ale sa počas roka výrazne menili, pričom tieto zmeny neboli ovplyvnené prietokovými pomermi. Napr. pri ôsmich 60 dňových normových meraniach boli namerané korózne úbytky v rozpätí 0,397 až 0,804 g/vzorka a korózne produkty v rozpätí 0,479 až 1,095 g/vzorka. Pri ročných meraniach bol rozptyl výrazne menší, pričom korózne úbytky sa pohybovali od 1,755 do 1,974 g/vzorka a korózne produkty od 2,815 do 2,978 g/vzorka. Pri dvojročných meraniach oproti ročným skúškam bol rozptyl koróznych úbytkov ešte menší a pohyboval sa od 3,173 do 3,309 g/vzorka, avšak rozpätie koróznych produktov bolo o niečo väčšie (4,906 – 5,199 g/vzorka). Pri predpokladanom vývoji (graf 3) by priemerný korózny úbytok, ktorý predstavuje rovnomernú koróziu, dosiahol po 10 rokoch hodnotu cca 9,9 g/vzorka, resp. 357 μm/10 rokov.



Graf 2: *Vývoj koróznych úbytkov a koróznych produktov*



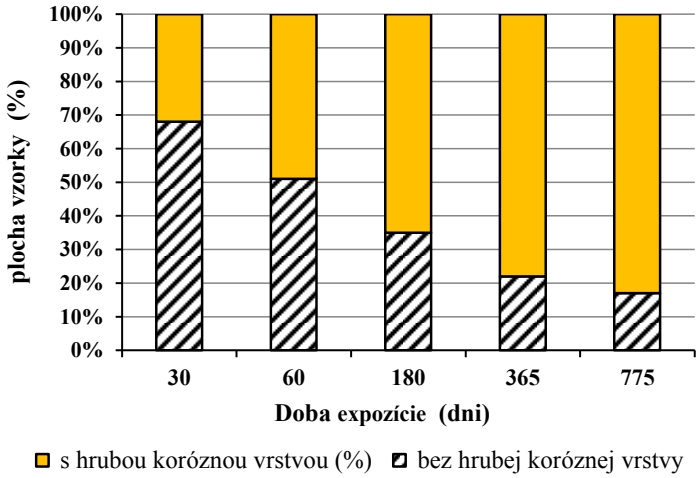
Graf 3*: Trend vývoja koróznych úbytkov a koróznych produktov*

Korózne rýchlosti pri dlhodobejšom ročnom pokuse sú výrazne nižšie ako pri krátkodobých 30 - 60 dňových pokusoch predpísaných normou STN 75 7151 (pokles o viac ako polovicu) a pohybujú sa tesne nad hranicou II. stupňa agresivity, resp. v spodnej polovici II. stupňa. Pri dvojročných skúškach dokonca poklesli na hranicu I. a II. stupňa a dosahujú iba 39% z pôvodných krátkodobých 30-60 dňových meraní. Nárast koróznych úbytkov a produktov je medzi 30 a 60-dňovým meraním približne dvojnásobný. Pokles koróznych úbytkov poukazuje na to, že pri dlhodobejších pokusoch nadobúda korózna vrstva určitý ochranný účinok napriek tomu, že je veľmi slabo priľnutá a aj pri opatrnej manipulácií so vzorkami veľmi ľahko odpadáva.

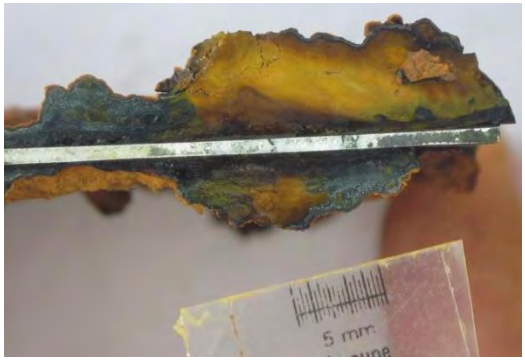
Z hľadiska vývoja korózie a veľkosti koróznych úbytkov je dôležitá tvorba koróznej vrstvy a jej ochranné účinky. Korózna vrstva mení hydraulickú drsnosť a prierez potrubia, preto sme sa zamerali aj na mapovanie ich vývoja. Hrúbku koróznej vrstvy zisťujeme pomocou digitálneho fotomikroskopu so 180 až 300 násobným zväčšením. Korózna vrstva nie je rovnomerne rozmiestnená po plochách skúšobných vzoriek ale najčastejšie je sústredená po okrajoch vzoriek, kde sú vzorky uchytené do rámikov. S predlžujúcou sa dobou expozície koróznych skúšok vzrastá aj plocha s väčšou hrúbkou koróznej vrstvy. Spriemerované plochy „s“ a „bez“ hrubých vrstiev koróznej vrstvy sú uvedené v tabuľke 2 a na grafe 4. Obrázky 1 a 2 dokumentujú detail koróznej vrstvy vytvorenej po 2 rokoch.

***Tab. 2 a graf 4**: Priemerná plocha pokrytá s koróznou vrstvou väčšej hrúbky*

Doba expozície	Plocha vzorky s koróznou vrstvou (%)	
	tenkou	hrubou
30 dní	68	32
60 dní	51	49
6 mesiacov	35	65
1 rok	22	78
2 roky	17	83



***Obr. 1** – Detail dvojročnej koróznej vrstvy na najnižšie umiestnenom PVC držiaku (šiestom) v sklenenej trubici.*



***Obr. 2** – Fotomikroskopický detail dvojročnej koróznej vrstvy*

4 Záver

Z nameraných koróznych rýchlostí je zrejmé, že agresivita vody sa v priebehu sledovaného obdobia menila. Výsledky dvojročného sledovania agresivity vody na vodnom zdroji Pernek poukazujú na pokles koróznej rýchlosti pri dlhodobejších skúškach (30 - 730 dňových) oproti normovým (30 - 60 dňovým). Kým pri normových skúškach sa korózne rýchlosti pohybovali v II. až III. stupni agresivity a treba vážne uvažovať s protikoróznymi opatreniami, pri dlhodobejších skúškach korózne rýchlosti výrazne poklesli a pohybovali sa na prelome I. a II. pásma agresivity. Priemerná korózna rýchlosť pri ročnom meraní dosahovala iba 48,4 % z koróznej rýchlosti stanovenej z krátkodobej 30-60 dňovej skúšky a u dvojročných skúšok iba 38,75%.

Aj na základe týchto skúšok môžeme konštatovať, že krátkodobé 30-60 dňové korózne skúšky môžu nadhodnocovať agresivitu vody. V prípade, že voda pri normovej skúške vykazuje výraznejšie agresívne účinky, je dobré vykonať dlhodobejšie merania, ktoré tieto účinky preveria a potvrdia alebo upravia.

S predlžujúcou sa dobou expozície koróznych skúšok vzrastá aj plocha vzoriek, ktorá je pokrytá väčšou hrúbkou koróznej vrstvy. Pri ročných skúškach hrubá korózna vrstva pokrývala v priemere až 78% plôch vzoriek, pri dvojročných až 83% čo je viac ako 2,5 násobok 30 dňových skúšok a viac ako 1,5 násobok 60 dňových skúšok.

Napriek tomu, že korózne úbytky mali medzi 30. a 60. dňom takmer lineárny priebeh a korózna vrstva aj po dvoch rokoch bola veľmi slabo priľnutá, došlo pri dlhodobejších skúškach k spomaleniu prírastku koróznych úbytkov a tým aj koróznej rýchlosti.

Experimentálne merania boli uskutočnené za finančnej podpory projektu APVV-0379-07 a v spolupráci s BVS, a.s. a prevádzkou výroby vody západ v Malackách.

Tento príspevok bol spracovaný za podpory agentúry MŠ SR v rámci projektu VEGA 1/1243/12 na Katedre zdravotného a environmentálneho inžinierstva Stavebnej fakulty STU v Bratislave.

Literatúra

[1] DUBOVÁ, V., ILAVSKÝ, J., BARLOKOVÁ, D. Priebežné výsledky z osemmesačného sledovania korózie. In *Sborník z XV. medzinárodnej vodohospodárskej konferencie Voda Zlín 2011*, Zlín, marec 2011, s. 183-188, ISBN 978-80-254-9113-3.

[2] DUBOVÁ, V. : Životnosť potrubia. In *Zborník z odbornej konferencie s medzinárodnou účasťou Nové trendy v zásobovaní vodou, odkanalizovaní a nakladaní s domovým odpadom,* Žiar, september 2006, s. 21-28. ISBN 80-227-2469-6.

[3] DUBOVÁ, V., ILAVSKÝ, J., BARLOKOVÁ, D. Spolupôsobenie prepravovanej vody a materiálu potrubia – vyhodnotenie koróznych skúšok. In *Zborník z konferencie 10. Zdravotno-technické stavby- malé vodné diela – krajina a voda.* Tatranská Javorina ,SR, 23.-25.11. 2011, Elsewa, s.r.o., 201, s. 18-25, ISBN 978-80-89385-17-1.

[4] DUBOVÁ, V., ILAVSKÝ, J., BARLOKOVÁ, D. Evaluation of annual corrosion test for aggressive water. In *Slovak Journal of Civil Engineering*, vol. XIX, 2011, no 4, p. 24-27, ISSN 1210-3896.

[5] STN 75 7151 Požiadavky na kvalitu vody dopravovanej potrubím

KUNST

Váš partner ve vodním hospodářství

Dodávky technologických celků na klíč

- Čistírny odpadních vod komunálních a průmyslových
- Úpravny vody pitné a užitkové
- Systémy vodního hospodářství
- Rekonstrukce,intenzifikace a modernizace stávajících vodohospodářských zařízení a provozů

- Kompletované kusové dodávky strojů a zařízení pro komunální a průmyslové využití

- Filtrační drenážní systém Triton™

KUNST, spol. s r. o, Palackého 1906, 753 01 Hranice
e-mail: kunst@kunst.cz http://www.kunst.cz tel.: +420/581 699 999 GSM.:+420/602 588 953 fax: +420/581 699 921

CzWA The Czech Water Association

HOBAS® Make things happen.

Trubní systémy pro vodovody a vodojemy

Vodojem Cetkovice

Vodojem Bílka

HOBAS CZ spol. s r. o.
Za Olšávkou 391
686 01 Uherské Hradiště | Česká republika
T +420.572.520 311
F +420.572.555 661
hobas.czech@hobas.com
www.hobas.com

ENVI-PUR, s.r.o.

Dodavatel strojně technologických celků úpraven vod pro teplárny a energetiku

Projekce, výroba, montáž, uvedení do provozu a servis

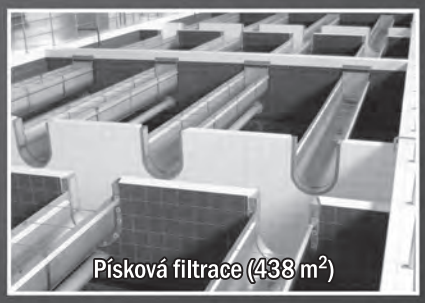
envi-pur

... because we care

Membránová mikrofiltrační jednotka AMAYA 5 pro provozní testování

Flotace (430 m^3/h)

Čiřič EP-C (200 m^3/h)



Písková filtrace (438 m^2)

Membránová mikrofiltrace (440 m^3/h)

ENVI-PUR, s.r.o. dodává zejména tyto moderní technologie:

- Pro předúpravu povrchových a podzemních vod
  - Flotace rozpuštěným vzduchem (DAF)
  - Čiřiče EP-C s lamelovou vestavbou EP-K
  - Systémy membránové mikrofiltrace a ultrafiltrace (mikrofiltrační keramické moduly AMAYA)
  - Otevřené vícevrstvé pískové a sorpční filtry s drenážním systémem Leopold (typ S/SL)
  - Tlakové vícevrstvé pískové a sorpční filtry
  - Moderní filtrační materiál Filtralite s částečně pórovitou strukturou a volitelnou hustotou, vhodný pro otevřené, tlakové i biologické filtry
- Pro změkčování, deionizaci a demineralizaci vody
  - Iontexové systémy plných kolon s protiproudou regenerací
  - Reverzní osmózu
- Pro kondicionování cirkulačních okruhů chladících vod a jejich stabilizaci
  - Automatické systémy monitorování a dávkování
  - Boční flotaci nebo filtraci
- Chemické hospodářství úpraven

ENVI-PUR, s.r.o.

Sídlo společnosti:
Na Vlčovce 13/4, 160 00 Praha 6
envi-pur@envi-pur.cz

www.envi-pur.cz

Hlavní kancelář a výroba:
Wilsonova 420, 392 01 Soběslav
tel.: 381 203 211, fax: 381 251 739

POZNÁMKY

ŽÁDNÉ KOMPROMISY

Oběžné kolo S-tube nedělá kompromisy mezi velkou průchodností a účinností hydrauliky

- **Účinnost:** bezkonkurenční účinnost bez kompromisu snížení volné průchodnosti
- **Průchodnost:** oběžné kolo S-tube umožňuje čerpání vody s obsahem větších pevných částic bez rizika ucpání
- **Jednoduchost:** robustní a jednoduchý design prodlužuje životnost a snižuje náklady na údržbu

Řada čerpadel SE a SL má v současnoti nejlepší celkovou účinnost na trhu. Inovativní technologie od Grundfos spojují inteligenci, motory, hydrauliku a funkce tak, aby čerpadla obstála ve výzvách čerpání odpadních vod s maximalní hydraulickou, elektrickou a mechanickou učinností.

S|tube

www.grundfos.cz

be
think
innovate

GRUNDFOS

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

Nová řada generátorů ozonu WEDECO SMOevo
Nižší spotřeba elektrické energie
Nižší provozní náklady

WEDECO
a xylem brand

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

voding Hranice spol. s r.o.

PROJEKTOVÁ, INŽENÝRSKÁ, GEODETICKÁ A PORADENSKÁ ČINNOST, PROVÁDĚNÍ STAVEB

ZBOROVSKÁ 583, 753 01 HRANICE, tel. - spojovatelka: 581 675 211
http://www.voding.cz, e-mail: voding@voding.cz

Voding Hranice je projektově inženýrská společnost vycházející z více než stoleté tradice přípravy a realizace vodohospodářských staveb v Hranicích, městě, které dodnes je centrem vodárenství v České republice. Vždyť první vodovody v Rakousku-Uhersku byly připravovány v Hranicích a odtud stavěny po celém tehdejším mocnářství.

Dnešní společnost Voding Hranice je přímým pokračovatelem této vodohospodářské tradice a je si vědoma odpovědnosti za její uchování v současných potřebách, výši technické úrovně a kvalitě. Dnešní Voding Hranice vznikl v roce 1991 z předních odborníků vodohospodářské projekce SmVaK Ostrava. Bez přerušení činnosti bylo v nové společnosti započato s přípravou celé řady projektů vodovodů a kanalizací s rozsahem od těch nejjednodušších komunálních až po vodovody skupinové a nadoblastní. Stavbou největší snad v historii projektování vodovodů v Hranicích byla stavba nadoblastního Vodovodu Pomoraví, zásobujícího obyvatelstvo v okresech Šumperk, Olomouc a Prostějov.

V rámci oboru Vodárenství se Voding Hranice zejména zaměřil na projektování úpraven vody. V období posledních cca 15 let se jednalo o tyto významné úpravny vody (Bzenec, Černovír, Hamry, Hosov, Hradec Králové, Hrdibořice, Karolinka, Klečůvka, Knežpole, Koryčany, Kouty n/Desnou, Krnov, Lednice, Leskovec, Lhota u Vyškova, Nová Říše, Ostrožská Nová Ves, Rožnov pod Radhoštěm, Seč, Štítna n/ Vláří, Těmice, Tlumačov, Troubky n/Bečvou a další).

Voding Hranice je vybaven profesně tak, že může nejsložitější projekty zabezpečovat ve všech profesích vlastními pracovníky. Je vybaven pro činnost hlavního projektanta a dílo může nabídnout komplexně, t. j. včetně zpracování studie, investičního záměru, dokumentace pro územní rozhodnutí a stavební povolení včetně výkonu autorského dozoru, vedení zkušebního provozu, závěrečného vyhodnocení stavby a provozního řádu.

Současný Voding Hranice nabízí rovněž komplexní inženýrskou činnost ve všech stupních přípravy a realizace stavby. V posledním období Voding Hranice rovněž realizuje drobnější stavby vlastními prostředky. Velké a náročné stavby pak nabízí ve spolupráci s týmem předních firem v oboru stavebnictví, strojně-technologickém, elektromontážním, MaR, ASŘTP a sehrává v týmu funkci koordinátora postupu prací.

Společnost MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a. s. vznikla fúzí společností Středomoravská vodárenská, a. s. a Zlínská vodárenská, a. s. k 1. 1. 2008.

MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a. s. působí na Olomoucku, Prostějovsku a Zlínsku, kde je dlouhodobým partnerem měst, obcí a průmyslových podniků při provozování vodohospodářské infrastruktury. Hlavní činností je úprava a dodávka pitné vody, odkanalizování a čištění odpadních vod.

Poskytuje služby pro 406 000 obyvatel a tisíce podnikatelských subjektů.

MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a. s.
Tovární 41 • 772 11 Olomouc

Zákaznická linka 840 668 668 • www.smv.cz • smv@smv.cz