

VODA ZLÍN 2016



XX. MEZINÁRODNÍ VODOHOSPODÁŘSKÁ KONFERENCE

HOTEL MOSKVA 17. – 18. 3. 2016

NATURAL

PAM

Trubky a tvarovky z tvárné litiny
pro vodovodní a požární systémy



TRUBKY NATURAL – BioZinallium

Vnější povrch:

400 g/m² žárově nanášené slitiny Zn/Al (Cu)
s kyslíkem vodou ředitelným nátěrem Aquacoat®

Vnitřní povrch:

odstředivě nanášená cementová výstýlka

Úhlové vychýlení:

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

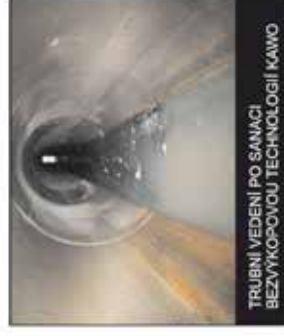
TVAROVKY NATURAL

Vnější a vnitřní povrch:

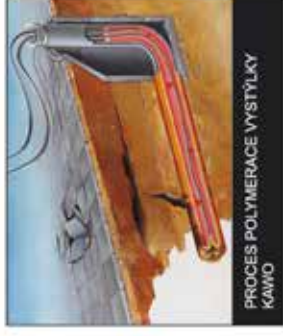
modrý epoxid nanášený katarforézou

ČSN EN 545

PAM
SAINT-GOBAIN



TRUBNÍ VEDENÍ PO SANACI
BEZVÝKOPOVOU TECHNOLOGIÍ KAWO



PROCES POLYMERACE VÝSTÝLKY
KAWO



SANACE PRŮLEZNÝCH PROFILŮ
NAVJEKNOU TECHNOLOGIÍ SPR - SYSTÉM



SANACE VODOVODNÍCH POTRUBÍ
TECHNOLOGIÍ KAWEX



SANACE POTRUBÍ EPOXIDOVÝM
NÁSTRÍKEM - TECHNOLOGIE M SYSTÉM



DIAGNOSTIKA PODZEMNÍCH TRUBNÍCH
VEDENÍ TV - KAMEROU



PRÁCE KANALIZAČNÍM ROBOTEM KAWO
PRO LOKÁLNÍ OPRAVY POTRUBÍ



ÚPRAVA NÁPOJNÍCH DOMOVNÍCH KANALIZAČNÍCH
PŘÍPOJEK NA HLAVNÍ ŘAD - Tzv. KAWO - KLOBOUK



VODOVODNÍ POTRUBÍ S NECHRÁNĚNÝM
VNITŘNÍM POKRYTÍM



ČISTĚNÍ KANALIZAČNÍCH SBĚRAČŮ
KOMBINOVANÝMI VOZY AQUATECH



SCHEMA INSTALACE VÝSTÝLKY
KAWO DO PORUŠENÉHO POTRUBÍ



SANACE BEZVÝKOPOVOU TECHNOLOGIÍ
OMEGA LINER



SANACE LOKÁLNÍCH PORUCH POTRUBÍ
TECHNOLOGIÍ KAWO - LOCAL



SANACE POTRUBÍ NÁSTRÍKEM
TECHNOLOGIE SS SYSTÉM

Sborník příspěvků
VODA ZLÍN 2016

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 2016

Náklad: 250 ks

ISBN 978-80-905716-2-4

Odstranění výjimek v zákoně a zpoplatnění odvádění srážkových vod	
Barák František	5
Zásobování pitnou vodou v suchých obdobích	
Kyncl Miroslav	7
Změny ve směrnici o jakosti vody určené k lidské spotřebě a implementace v ČR; Registr právních předpisů SOVAK ČR	
Hušková Radka, Palasová Zuzana	11
Zdravotní a hygienická nezávadnost výrobků ve styku s pitnou vodou: vývoj národní a evropské regulace na příkladu cementových materiálů	
Kožíšek František	23
Chystané změny v regulaci vodohospodářského oboru	
Beneš Ondřej	29
Hodnocení technického stavu vodárenské infrastruktury	
Tuhovčák Ladislav, Kučera Tomáš, Sucháček Tomáš	35
Meteorologické podmínky a denní potřeba vody Brněnské vodárenské soustavy	
Višcor Pavel, Prokop Ladislav	41
Modernizácia úpravni vôd v Slovenskej republike	
Pelikán Pavol, Buchlovičová Jana	47
Pozitivní vliv 160 let inovačních procesů výroby produktů z litiny na kvalitu současných vodovodních a kanalizačních sítí	
Barborik Juraj	53
Legislativa pro armatury používané v rozvodech pitné vody	
Slavíček Jaroslav, Hauner Ivo	59
Opravy potrubí a spojů potrubí bez nutnosti vypouštění vody ze systému	
Sobotka Jaromír	63
Technologicko – provozní problémy s „tvrdou vodou“, co s ní?	
Látal Milan, Jedličková Zdeňka, Novák Jiří	67
Odstraňovanie fluoridov z vody	
Barloková Danko, Ilavský Ján	73
Poznatky z využití metody ozonizace při předúpravě podzemních vod	
Coufal Marek, Beneš Jiří	79
První aplikace drenážního systému TRITON na Slovensku	
Kundrátek Jan, Houdková Lucie, Novotný Václav, Boráň Jaroslav, Náhlík Ján, Džavoronková Elena	86
Porovnanie adsorpčných kapacít a filtračných dĺžok sorpčných materiálov na báze železa pri odstraňovaní As a Sb z vody	
Ilavský Ján, Barloková Danko, Munka Karol	91
Úprava vody Hertník. Návrh technologie pro malou úpravnu vody	
Drbohlav Josef, Písek Lukáš, Riganová Nataša	97

Rekonstrukce a intenzifikace ÚV Souš	
Drda Milan, Rainiš Ladislav	105
Jak účinně odstraňovat železo a mangan při úpravě pitné vody	
Macek Lubomír	111
20 let rekonstrukcí vodojemů	
Schejbal Richard	117
Modernizace úpravny vody Valašské Meziříčí: technologie výroby pitné vody	
Korabík Michal, Adler Pavel	123
Rekonstrukce výtlačného řadu ÚV Valašské Meziříčí – VDJ Štěpánov	
Jurenka Milan, Šnajdr Daniel	129
Snižování energetické náročnosti v oblasti jímání vody	
Horký Filip, Čiháková Iva, Šťastný Bohumil	135
Je možné ochránit kvalitu vody před znečištěním z potrubia?	
Bratská Zuzana	141
Korozní odolnost trub z tvárné litiny v agresivním horninovém prostředí a proti vlivu bludných proudů	
Krejčí Petr	145
Využití webových technologií pro provoz vodárenského dispečinku	
Fojtů Josef	151
Řízená bezvýkopová metoda pokládky potrubních systémů podle GPS	
Cimr Robin, Šnajdr Daniel	155
Interpretace minimálních nočních průtoků ve vodovodní síti	
Ručka Jan, Sucháček Tomáš, Zvejška Tomáš	161
Posouzení dopadů plánovaného rozšíření těžby ložiska Turów na zásobování regionů Hrádecko-Chrastavsko a Frýdlantsko pitnou vodou	
Porš Evžen, Kasal Rostislav, Cihlár Jan	167
Ice-pigging	
Fochtová Lucie, Hruška Tomáš, Rutar Ludvík	173
Jaký vodojem za spotřebištěm ovlivňuje kvalitu vody a jaké jsou možnosti vylepšení	
Macek Lubomír	179
Poznámky	185
Inzerát JAKO, s. r. o.	186
Inzerát GDF spol. s r. o.	187
Inzerát GRUNDFOS	188
Inzerát Jihomoravská armaturka, spol. s r. o.	188

Odstranění výjimek v zákoně a zpoplatnění odvádění srážkových vod

Ing. František Barák

Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR

Dámy a pánové, vážení kolegové a milí hosté,

je pro mne ctí, že mohu jako první vystoupit a pozdravit jménem našeho Sdružení oboru vodovodů a kanalizací jubilejní - již 20. ročník vodohospodářské konference VODA ZLÍN.

Tato konference je stálíci v kalendáři významných akcí našeho sdružení.

Dovolte mi, abych vyjádřil poděkování organizátorům a partnerům konference, a vám, účastníkům, popřál příjemné dva dny ve Zlíně.

V minulém roce jsme po dlouhé době pocítili sucho. Došlo k významnému snížení zdrojů povrchové i podzemní vody. V reakci na to se okamžitě objevily návrhy na řešení problematiky sucha a zásobování obyvatel pitnou vodou.

Na nebezpečí sucha jsme jako profesní sdružení upozorňovali již několik let a bohužel až nedostatek vody v některých oblastech republiky přiměl úředníky ministerstev a politiky se touto věcí zabývat. Pro naše sdružení SOVAK je zásadním řešením zadržení vody v krajině, zadržení vody ve stávajících a nově vybudovaných přehradních nádržích a jezerech v blízkosti vodovodních přivaděčů a její snadný a rychlý přístup do vodovodních sítí.

Samozřejmě, musíme lépe hospodařit s vodou, omezit betonování a asfaltování, zvýšit recyklaci vody tam, kde je to vhodné, zvýšit vsaky dešťových vod vhodnou retencí, vhodně upravit osevní plány zemědělců a omezit hnojení v citlivých oblastech

Dosud však nepadl návrh rychlého řešení posílení vodních zdrojů.

Tím je odstranění nesmyslných výjimek v par. 20 zákona 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích a zpoplatnění odvádění srážkových vod na plochách dálnic, silnic, místních a účelových komunikacích veřejně přístupných, na plochách drah celostátních a regionálních, na plochách nemovitostí určených k trvalému bydlení a u domácností.

Pokud jsou srážkové vody odváděny kanalizací pro veřejnou potřebu, podléhají obecně zpoplatnění, a to ve výši stočného, které je platné v příslušné lokalitě. Za subjekty bez povinnosti platit za odvádění srážkových vod v konečném důsledku platí poplatky za čištění dešťových vod občané a podnikatelé napojení kanalizací na čistírny odpadních vod v cenách stočného, přestože žádné srážkové vody do kanalizace nevypouštějí nebo dokonce v případě podnikatelů za srážkové vody platí. Objem fakturované odkanalizované vody je v České republice zhruba dvakrát vyšší než objem vyrobené pitné vody. Spotřebitelé platící stočné platí tak téměř dvojnásobek jim poskytnuté služby.

Odstraněním výjimek začnou nově zpoplatněné subjekty jinak uvažovat. Vyplatí se jim začít s budováním retenčních nádrží a vsakovacích míst, s budováním oddílné kanalizace, umožňující, že dešťové vody neskončí na čistírnách. Dosud vše ignorují, službu za ně platí občané a podnikatelé připojení na veřejnou kanalizaci.

Zmizí-li výjimky, dojde během krátké doby k výraznému posílení povrchových i podzemních zdrojů vody.

Dosud obyvatelé a podnikatelé platí za vyčištění dešťové vody, která se k nám dostane ve splaškové kanalizaci jako voda odpadní, ale platí rovněž za objem vyčištěné a vypouštěné vody do vodotečí. Tyto poplatky však inkasuje stát. Zkrátka vše, co proteče přes čistírny odpadních vod, jde do nákladů stočného včetně vyčištěných srážkových vod z dálnic, silnic, železnic a nemovitostí určených k trvalému bydlení.

Odstranění výjimek výrazně zlevní stočné u většiny obyvatel. Dalším důvodem zrušení výjimek je nastavení dlouhodobé ekonomické motivace pro vlastníky, aby srážkové vody ze svých nemovitostí od jednotné stokové sítě odpojovali.

Nejdále je v Evropě v této oblasti Německo. Vodu ze silnic ve městech zde obvykle nesvádějí kanály do kanalizace a následně do čistíren odpadních vod. Odvádění dešťových vod do kanalizace je zpoplatněno. Poplatek se obecně řídí velikostí a nepropustností napojené plochy a násobí váhovým faktorem závislým na zóně (veřejná dopravní plocha, centrum, obytná zóna, průmyslová zóna). Shrnutí - existuje propracovaný motivační systém, který nutí všechny subjekty k tomu, aby byla dešťová voda co nejvíce využívána.

Česká legislativa sice transponuje evropskou legislativu, ale její účinnost snižuje široké spektrum výjimek. V ČR tak není důsledně uplatňován evropskou legislativou vyžadovaný princip, že znečišťovatel platí. Bohužel, české státní orgány dosud navrhované zrušení výjimek odmítají.

Stát zodpovídá za zdroje vody, jejich ochranu, využití a rozdělování. Od loňského roku je snahou vlády, především pak ministerstva životního prostředí, maximálně zpoplatnit již tak nad míru vysoké odvody, poplatky a daně plynoucí státu z vody. Služba za vyšší cenu, tedy zlepšení a zkvalitnění vodních zdrojů zůstává ovšem zatím na neměnné úrovni.

Bez dostatečných zdrojů vody nejsme schopni v případě nedostatečných srážek zajistit plynulé zásobování obyvatel pitnou vodou. Moje vystoupení přináší návrh možného posílení vodních zdrojů.

Dámy a pánové, vážení kolegové, milí hosté, přeji vám chutnou a kvalitní vodu z kohoutku kdykoliv si to budete přát.

Zásobování pitnou vodou v suchých obdobích

prof. Dr. Ing. Miroslav Kyncl

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Úvod

Změny klimatu v posledních letech jsou důkazem, že prognózy klimatických modelů se naplňují. Dochází k nárůstu průměrných teplot, suchá období trvají déle a zasahují stále větší území. Rok 2015 je hodnocen jako nejteplejší v celé historii měření. Pro období do roku 2039 klimatické modely předpokládají další zvýšení teploty vzduchu o cca 1°C a pokles budoucích srážek o 20 %. Pro období 2040-2069 je modelované oteplení ještě výraznější. V minulých letech byla po zkušenostech z let 1997 a 2002 pozornost zaměřena hlavně na protipovodňová opatření. Prevenci proti dopadům sucha a jeho vlivu na zásobování pitnou vodou nebyl věnován takový zájem. Důvodem byla zejména dostatečná kapacitní rezerva ve veřejných vodovodech po výrazném poklesu potřeby vody začátkem devadesátých let minulého století.

Suchá období posledních dvou let obrátila pozornost k preventivním opatřením. Vláda schválila koncepci ke zmírnění následků sucha, která zahrnuje organizační, legislativní, technická a další opatření. Cílem je omezit jeho negativní dopady jak na vodní hospodářství, tak i na zemědělství a další obory. Pro zásobování pitnou vodou je důležité zlepšit stav vodárenských systémů a být připraven operativně reagovat na suchá období.

Poznatky ze suchých období na našem území

V minulosti se suchá období střídala v různých periodách s obdobími vlhkými i s povodněmi. Ve dvacátém století se sucha vyskytovala asi v jedenáctiletých cyklech. Z pohledu zásobování pitnou vodou nás zajímají novější epizody. Příkladem může být suché období v letech 1982-1984, které nezasáhlo území republiky stejnoměrně. Na Severní Moravě a ve Slezsku byly v roce 1983 suché měsíce červenec až listopad a v roce 1984 březen a duben. Rok 1983 byl sedmý nejsušší za posledních 100 let. K zesílení srážkového deficitu přispěly i vysoké teploty vzduchu. Léto roku 1983 je považováno v západní části republiky za nejteplejší léto 20. století.

Sucho se projevovalo výrazným poklesem průtoku v tocích, nedostatkem vody ve studních lokálního zásobování a poklesem vydatnosti některých podzemních zdrojů. Hlavní problémem se ukázal trvalý pokles zásob vody ve vodárenských nádržích, které tvořily základ v zásobování pitnou vodou na Ostravsku. Opatření realizovaná v té době se soustředila na omezování odběru pitné vody u spotřebitelů. Snižování spotřeby u obyvatelstva probíhalo na bázi výzev k šetření pitnou vodou a zákazu používání pitné vody např. pro zalévání, mytí vozidel apod. Pro průmysl bylo zavedeno omezení odběru spočívající nejprve ve snížení odběru o 30 % a později o 50 %. V té době byly specifické potřeby vody výrazně vyšší a průmysl odebíral celou polovinu objemu vyráběné pitné vody. Celkový pokles odběrů v důsledku omezujících opatření se pohyboval kolem 20 %. Spolu s omezením odtoku z vodárenských nádrží se podařilo situaci zvládnout.

Další suchá období, např. v letech 1992 a 2003, již zásobování pitnou vodou tak výrazně neovlivňovala. Loňské hydrologické sucho, které ještě neskončilo, lze z historických dat srovnávat spíše se suchy v letech 1904 a 1947. Z hlediska zásobování

pitnou vodou se projevovalo zejména u lokálních zdrojů. Malý vliv na hromadné zásobování je způsoben výrazně nižší potřebou vody, než jaká byla v období do začátku devadesátých let.

Suché období ve Španělsku

Z globálního pohledu nás zajímá hlavně situace v Evropě. Nárůst teplot v posledních letech zde probíhá rychleji než je celosvětový trend. Nejrychleji se teplota zvyšuje na Pyrenejském poloostrově a ve střední a severovýchodní Evropě. Mezi významné suché periody se závažnými dopady na zásobování pitnou vodou patří situace ve Španělsku, kdy dlouhotrvající sucho od roku 1991 až do roku 1995 postihlo celou Andalusii. Situace byla tak vážná, že nejčastěji přijímaným opatřením bylo přerušování dodávky vody na několik hodin denně. To mělo celou řadu vážných důsledků, jako je zvýšený počet poruch a vyšší ztráty vody. Výrazně také vzrostlo riziko průniku patogenů infiltrací vody do potrubí. Situace byla tehdy charakterizována citátem: „Jedná se o řešení přijaté zoufalci v relativně nevládnutelné situaci“.

Toto krizové období odhalilo další problémy nedostatečné přípravy z hlediska krizového plánování. Tehdejší systém byl založen na výzvách k racionálnímu užívání vody a na následném přerušování dodávky vody na několik hodin denně, v poměru odpovídajícím množství, které má být ušetřeno. Nedostatečné měření odběru vody u spotřebitelů ani potřebné databáze neumožňovaly zavést funkční jednotný přidělový systém.

Uvedený krizový stav vedl k zásadnímu zhodnocení celé tehdejší situace, které vyústilo v zavedení nové legislativy a zpracování pohotovostních plánů pro období sucha. Plány jsou zaměřeny na získávání nových zdrojů vody, organizační opatření a na provozní oblast. Zde se jedná hlavně o zlepšení stavu vodárenské infrastruktury a systém efektivního hospodaření s vodou. S ohledem na klimatické a hydrologické podmínky Pyrenejského poloostrova byl zaveden systém racionálního hospodaření s vodou pomocí cenových limitů. To znamená stanovit cenu vody pro jednotlivá množství pásma s tím, že nejnižší množství odběrové pásma má nejnižší cenu za m³. Každé vyšší pásmo má pak vyšší jednotkovou cenu. U domácností je množství vody pro jednotlivé odběratele stanoveno podle počtu obyvatel na jednotlivém odběrném místě. Systém není jednotný, je upraven dle místních podmínek. Sledování a vyhodnocování je prováděno většinou v dvouměsíčních cyklech.

V případě vážnějších krizových situací je hlavním úkolem dále snížit poptávku po vodě. Děje se to za pomoci zavedených limitů, které mohou být zpřísněny a na jejichž základě může být nadměrná spotřeba proti běžnému stavu více zpoplatněna. V období extrémního sucha mohou být předem stanovené limity změněny také u velkoodběratelů. Vedle toho jsou realizovány kampaně směřující k šetření s vodou a uplatňovány zákazy zalévání zahrad, napouštění bazénů apod.

Příprava opatření pro suchá období

Prognózy klimatických změn i zkušenosti z posledních let ukazují, že je nezbytné se problematikou sucha vážně zabývat i u nás. Na situaci reagovala vláda svým usnesením z července minulého roku, kterým schválila materiál, jenž obsahuje padesát opatření k naplnění cílů ochrany před suchem. Opatření zahrnují celou škálu úkolů z oblasti informační a monitorovací, legislativní, organizační a provozní, dále jsou uváděna opatření ekonomická, technická a environmentální. Většina úkolů je termínována na konec letošního roku. Na základě výsledků řešení uložených úkolů budou stanovována konkrétní opatření orgánů státní správy, jako je úprava legislativy a zabezpečení

finančních zdrojů. Pro financování se počítá s úpravou operačních programů z národních i evropských zdrojů, a to na principu kofinancování.

Důležité je zmínit také časové hledisko. Celá řada opatření, zejména investičního charakteru, vyžaduje mnoho let jak na přípravu, tak i na realizaci. Jedná se hlavně o stavby liniové a stavby, které vyžadují velké zábory pozemků. Existuje zde mnoho negativních zkušeností zejména z dopravních staveb, jejichž příprava a realizace trvá neúměrně dlouho. Z toho vyplývá, že je nutno důsledně postupovat v přípravě adaptačních opatření a nespolehat na to, že dosavadní suchá období se podařilo zvládat.

Opatření k zajištění zásobování pitnou vodou

Adaptační opatření pro zásobování pitnou vodou v suchých obdobích jsou dostatečně známá a jsou součástí materiálů Evropské unie a také součástí vládních materiálů. Existuje také řada výzkumných zpráv, které problematiku podrobně analyzují. Jedná se o opatření monitorovací a informační, legislativní a organizační, ekonomická, provozní a technická. Všechna tato opatření obsahují celou řadu dílčích úkolů.

Pro vlastní zajištění plynulého provozu v krizových situacích potřebujeme mít v principu zabezpečeny tyto základní články:

- Zabezpečené kapacitní zdroje vody
- Spolehlivý a odolný vodárenský systém
- Možnosti v případě potřeby efektivně regulovat odběr vody.

Výhodou stávajících zdrojů pitné vody je rezerva v jejich kapacitě, která vznikla výrazným snížením odběrů vody v minulých letech. To přispělo i k překonání suchého období loňského roku, i když situace ještě není stabilizována. Zkušenosti z minulosti ukazují, že suchá období mohou být víceletá. Je proto třeba připravovat a realizovat navrhovaná opatření. Patří mezi ně prověřit možnosti a pak vybudovat propojení vodárenských soustav. To umožní v suchých obdobích při nedostatku vody v některých zdrojích optimálně využít volné kapacity dalších zdrojů. Mnohem složitějším úkolem je výstavba vodárenských nádrží. V současné době je hájeno 65 lokalit pro výstavbu nádrží pro akumulaci povrchových vod. Mezi klíčové zdroje je zařazeno 21 z nich. Perspektiva výstavby však není příliš optimistická. Problémem jsou vysoké investiční náklady, velký odpor veřejnosti proti výstavbě a dlouhá doba přípravy a realizace investice. Bude úspěchem, jestli se do deseti let podaří vybudovat aspoň jednu nádrž.

Další nutnou podmínkou pro plynulé zásobování pitnou vodou je spolehlivost vodárenských systémů. V případě krizových situací jsou na spolehlivost kladeny ještě větší nároky. Poruchy na lokálních sítích nepředstavují zásadní problémy. Horší situace může nastat v případě poruch a problémů na dálkových řadech vodárenských soustav, na oblastních a skupinových vodovodech. V současné době je v České republice více než 2700 km dálkových přivaděčů o profilu 400 - 1600 mm. Z toho jedná třetina je starší padesáti let. Velká část těchto přivaděčů byla budována z ocelových trub, v osmdesátých letech bez vnitřní izolace. Ta byla většinou nanášena dodatečně později. Což určitě životnosti přivaděčů neprospělo. Stojíme tedy před úkolem připravovat se na jejich budoucí obnovu. Prognózy klimatických změn jsou zpracovávány pro dlouhodobý výhled, takže i adaptační opatření musíme připravovat z tohoto hlediska. Musíme mít představu, jak budeme postupovat, aby naše kroky byly efektivní. V případě zmiňovaných dálkových přivaděčů je zde i otázka budoucího financování této obnovy. Vedle vysokých jednotkových nákladů na obnovu je nepříznivou skutečností i fakt, že většina této infrastruktury byla budována v relativně krátkém období. Obnovu bude proto nutno realizovat také v podobných časových intervalech.

V krizových situacích, kdy zdroje vody již nestačí dodávat potřebné množství vody, je nutno v zájmu bezpečného provozu regulovat odběr jeho snížením u spotřebitelů. Vhodným a ověřeným řešením je cenová regulace pomocí blokových cen. Znamená to zavedení cenových pásem odstupňovaných podle velikosti odběrů. U domácností s přihlédnutím k počtu zásobených členů. Vyžaduje to úpravu příslušné krizové legislativy a důkladnou organizační přípravu. Aby byl systém funkční, je nezbytná efektivní kontrola měření. Vhodným způsobem by bylo měření pomocí moderních vodoměrů s dálkovým odečtem. Vzhledem k velkému počtu zabudovaných vodoměrů to však bude proces nákladný, odhadem asi 4-5 miliard korun. Schůdná by byla cesta pomocí jeho financování ze zdrojů EU. Příklady financování takových aktivit v Evropě již existují. Každopádně je to opatření, kterému je nutno věnovat náležitou pozornost.

Závěr

Vývoj klimatických změn v posledních letech urychlil práce na přípravě adaptačních opatření směřujících k zabezpečení dodávky pitné vody v prognózovaných suchých obdobích. V zásadě existuje jak ve státní správě, tak i v odborné veřejnosti shoda o druhu a charakteru potřebných opatření. Nyní je nutno zabezpečit přechod do realizační fáze a řešit otázku financování těchto adaptačních opatření.

Literatura

Punčochář, P. a kol. Sucho - vážná hrozba pro Českou republiku, MZE Praha 2015

Cabrera, E. M. La tarrification, herramienta esencial la gestion sostenible del agua, Universidad Politécnica de Valencia

Cubilo, F. G. Planes de emergencia por sequías, Canal de Isabel II

Mrkvičková, M. Navrhování adaptačních opatření pro snižování dopadů klimatických změn na hydrologickou bilanci v České republice, VÚV Praha 2012

Změny ve směrnici o jakosti vody určené k lidské spotřebě a implementace v ČR; Registr právních předpisů SOVAK ČR

Ing. Radka Hušková, Dr. Ing. Zuzana Palasová

Pražské vodovody a kanalizace, a.s.

Směrnice 98/83/EC o jakosti vody určené k lidské spotřebě (dále jen Směrnice) byla vydána v roce 1998 a je založena na směrnících pro jakost pitné vody Světové zdravotnické organizace (WHO) a na stanovisku Vědeckého poradního výboru Komise pro zkoumání toxicity a ekotoxicity chemických sloučenin. Po vydání Směrnice měly členské státy EU dva roky na její implementaci do národních předpisů. Směrnice uvádí a limituje 48 mikrobiologických a chemických parametrů, dále zahrnuje pravidla pro monitoring a systém podávání zpráv EK o jakosti pitné vody (pro lokality > 5000 spotřebitelů).

Podle Směrnice se řídí též česká legislativa v oblasti požadavků na jakost a kontrolu pitné vody. Směrnice kromě jiného obsahuje ustanovení, že každých pět let musí být přezkoumán obsah jejích příloh, zda odpovídají novému vědeckému poznání. Protože od jejího vydání uplynulo v roce 2003 právě pět let, rozhodla se Evropská komise uspořádat široké setkání odborníků, aby diskutovali o potřebných změnách.

Z jednání odborníků vyplynulo, že směrnice 98/83/EC bude muset být revidována. Rozsah změn však nebylo možné odhadnout. Evropská komise shledala, že „dílčí“ změny jako změny limitních hodnot, vypuštění nebo přidání ukazatelů apod. by bylo možné realizovat do cca 2 let, ovšem hlubší změny jako je např. zavedení preventivního přístupu (tzv. risk-based approach) k zabezpečení kvality pitné vody by znamenalo delší legislativní proces a veškeré změny by se posunuly.

Následně v roce 2003 EK dospěla k závěru, že je příliš brzy na revizi směrnice, neboť členské státy EU stále neprovedly dostatečně implementaci celé Směrnice. Nově přistupující státy EU se nalézaly teprve v přípravné fázi (k rozšíření EU došlo v dubnu 2004). Bylo tedy rozhodnuto přednostně plně implementovat celou Směrnici na národní úrovni ve všech členských státech EU.

Byly ustanoveny různé pracovní skupiny, které připravovaly podklady pro revizi Směrnice v různých oblastech (např. skupina pro odběr vzorků, expertní skupina pro mikrobiologii, expertní skupina pro chemické parametry a prioritní látky, expertní skupina pro zhodnocení rizik zásobování pitnou vodou, zejména malých vodovodů a další). V průběhu procesu přípravy revize Směrnice expertními skupinami byly vydány 2 změny Směrnice (1882/2003/ES a 596/2009/ES), které vyplynuly z jiných právních předpisů EU, ale Směrnice nedoznala významnou změnu.

V roce 2011 EK znovu rozhodla, že nebude provedena revize celé Směrnice, ale pouze revize příloh II a III. Rozhodnutí padlo i přesto, že dlouholetý proces přípravy revize celé Směrnice na straně expertních skupin byl téměř dokončen. Česká republika nesdílila stejný názor a v březnu 2011 adresovala stálému zastupiteli při EU panu Martinu Hlaváčkoví dopis hlavního hygienika ČR, kde se kromě jiného uvádí, že „ČR doporučuje

pokračovat v přípravě novely Směrnice o pitné vodě (98/83/ES) a rozhodnutí EK, že není potřeba tuto směrnici novelizovat, nepovažuje za dostatečně odůvodněné.“

Nakonec po vleklých diskusích byla 6. října 2015 vydána Směrnice komise EU 2015/1787, kterou se mění přílohy II a III směrnice Rady 98/83/ES o jakosti vody určené k lidské spotřebě. Tyto přílohy stanovují minimální požadavky na monitorovací programy pro veškerou vodu určenou k lidské spotřebě a požadavky na specifikace pro metody rozboru pro jednotlivé ukazatele. Vydaná revize Směrnice také uvádí obecnější pravidla pro implementaci do národních předpisů. Jako příklad uvádím vybrané články:

- *Příloha II směrnice 98/83/ES poskytuje určitou míru flexibility při provádění revizního monitorování a kontrolního monitorování, což za určitých okolností umožní provádět vzorkování s nižší četností.*
- *Směrnice Rady 2013/51/Euratom zavedla konkrétní požadavky pro monitorování radioaktivních látek v pitné vodě. Programy monitorování radioaktivních látek by proto měly být stanoveny výhradně podle této směrnice.*
- *Laboratoře, které uplatňují specifikace pro rozbor ukazatelů stanovených v příloze III směrnice 98/83/ES, by měly pracovat v souladu s mezinárodně schválenými postupy nebo pracovními normami založenými na kritériích a měly by v co největší možné míře používat schválené metody rozboru.*
- *Směrnice Komise 2009/90/ES stanoví, že jako schválené metody rozboru mají být používány normy EN ISO/IEC 17025 či jiné srovnatelné normy přijímané na mezinárodní úrovni. Norma EN ISO/IEC 17025 je také jednou z norem používaných v souladu s nařízením (ES) č. 882/2004 pro akreditace laboratoří určených příslušnými orgány členských států. Je proto nutné stanovit, že tato norma či jiné srovnatelné normy uznávané na mezinárodní úrovni jsou v kontextu směrnice 98/83/ES schválenými metodami rozboru. S cílem uvést do souladu přílohu III směrnice 98/83/ES se směrnicí 2009/90/ES by měly být jakožto pracovní charakteristiky zavedeny mezní hodnota, kvantifikace a nejistota měření. Členské státy by však měly mít možnost nadále po omezenou dobu povolovat užívat jako pracovní charakteristiky pravdivost, přesnost a mez detekce podle přílohy III směrnice 98/83/ES, aby tak laboratořím poskytly dostatek času na přizpůsobení se technickému pokroku.*
- *Pro účely rozboru mikrobiologických ukazatelů byla zavedena řada norem ISO. Veškeré nezbytné specifikace pro provádění rozboru tedy stanoví normy EN ISO 9308-1 a EN ISO 9308-2 (pro vyčíslení E. coli a koliformních bakterií) a norma EN ISO 14189 (pro rozbor Clostridium perfringens). Tyto nové normy a technický pokrok by se měly odrazit v příloze III směrnice 98/83/ES.*

Novela přílohy II původní Směrnice je vydána jako příloha I novelizované Směrnice a zabývá se monitorováním. Část A uvádí obecné cíle a monitorovací programy pro vodu určenou k lidské spotřebě. Část B uvádí Seznam ukazatelů a četnost vzorkování. Část C nazvaná Posouzení rizik se týká možnosti odchýlit se od ukazatelů a četnosti vzorkování uvedené v části B Směrnice. Část D se věnuje Metodám vzorkování a místům vzorkování.

Konkrétní porovnání rozdílů, které přinesla novela přílohy II směrnice Rady 98/83/ES uvádí následující tabulka.

Směrnice 98/83/ES – Příloha II - Monitorování

Původní příloha	Nová příloha
-	Část A: obecné cíle a monitorovací programy pro vodu určenou k lidské spotřebě - zavedení <u>monitorovacího systému</u> v celém řetězci zásobování vodou - <u>monitorovací programy</u> : * odběr a analýza bodových vzorků * kontinuální měření vybraných ukazatelů * kontrola záznamů funkčnosti a stavu údržby zařízení * kontroly ochranných pásem, odběru vody, úpravy a distribuce - využití výsledků <u>posouzení rizik</u> podle části C - přezkoumání a aktualizace monitorovacích programů min. 1x5 let
-	Část B: Ukazatele a četnost <i>1. Obecný rámec</i> - systém monitorování přizpůsobit místním podmínkám každého systému zásobování vodou
Tabulka A: analyzované ukazatele	Část B: Ukazatele a četnost <i>2. Seznam ukazatelů</i>
- <u>Kontrolní monitorování</u> * základní ukazatele: amonné ionty, barva, vodivost, koncentrace vodíkových iontů, pach, chuť, zákal, <i>Clostridium perfringens</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , počet kolonií při 22°C a při 37°C, koliformní bakterie * navíc podle použitého flokulačního činidla: Al, Fe * navíc při desinfekci chloraminem: dusitany	- <u>Ukazatele skupiny A</u> * základní ukazatele: barva, konduktivita, pH, pach, chuť, zákal, <i>Escherichia coli</i> , počet kolonií při 22°C, koliformní bakterie * navíc podle použitého flokulačního činidla: Al, Fe * navíc při desinfekci chloraminem: dusitany, amonné ionty
- <u>Revizní monitorování</u> * účel – prověřit dodržování hodnot všech ukazatelů směrnice * předmět - všechny ukazatele stanovené podle čl. 5, odst. 2+3 (pokud není příslušným orgánem stanoveno jinak) * nevztahuje se na ukazatele radioaktivity	- <u>Ukazatele skupiny B</u> veškeré ukazatele, u nichž, se neprovádí rozbor v rámci skupiny A, které jsou určeny dle článku 5 směrnice a monitorují se s četností podle tabulky 1, bod 3

Směrnice 98/83/ES – Příloha II - Monitorování (pokračování)

Původní příloha	Nová příloha
Tabulka B1: minimální četnost vzorkování a rozborů vody určené k lidské spotřebě dodávané z rozvodné sítě nebo z cisteren nebo využívané v potravinářských podnicích * stanovuje počet vzorků/rok pro kontrolní a revizní monitorování v závislosti na objemu vody dodávané/produkované v zásobované oblasti/den	Část B: Ukazatele a četnost 3. Četnost vzorkování <u>Tabulka 1:</u> minimální četnost vzorkování a rozborů pro účely monitorování souladu * stanovuje počet vzorků/rok pro ukazatele skupiny A nebo B v závislosti na objemu vody dodávané/produkované v zásobované oblasti/den * <u>změna pro rozmezí > 1000 a $\leq 10\,000$ m³/den</u> ukazatele skupiny B, počet vzorků ročně: 1+1 na každých 4500 m ³ /den (dříve 3300 m ³ /den) * <u>změna pro rozmezí $> 100\,000$ m³/den</u> ukazatele skupiny B, počet vzorků ročně: 12+1 na každých 25 000 m ³ /den (dříve 10+1)
Tabulka B2: minimální četnost vzorkování a rozborů u vody stáčené do lahví nebo kontejnerů za účelem prodeje	Zrušena na tyto výrobky se nyní vztahuje nařízení evropského parlamentu a Rady (ES): - č. 178/2002 (obecné požadavky potravinového práva) - č. 882/2004 (analýza rizik HACCP)
-	Část C: Posouzení rizik * podle <u>EN 15975-2</u> – zabezpečení dodávky pitné vody – pravidla pro rizikový a krizový management * <u>rozšíření seznamu ukazatelů (část B, bod 2) a/nebo zvýšení četnosti vzorkování</u> – např. sledování výskytu látky nezahrnuté mezi běžnými parametry, dodatečný monitoring * <u>omezení seznamu ukazatelů (část B, bod 2) a/nebo snížení četnosti vzorkování</u> – na základě výsledků sledování z posledních 3 let při výskytu nižším než 60% limitní hodnoty ukazatele, úplné odstranění ukazatele ze seznamu pokud výsledky sledování z posledních 3 let byly nižší než 30% jeho limitní hodnoty (nelze uplatnit u E.coli) * posouzení rizik musí být <u>schváleno příslušným orgánem</u>
-	Část D: Metody a místa vzorkování * <u>odběr vzorků pro stanovení Cu, Pb, Ni</u> – 1l bez odtočení v náhodnou denní dobu (alternativně metoda pevně stanovené doby stagnace) * <u>mikrobiologické vzorky</u> – odběr dle EN ISO 19458 – účel vzorkování B * <u>vzorkování rozvodné sítě (mimo z kohoutku spotřebitele)</u> – v souladu s ISO 5667-5, u mikrobiologických ukazatelů odběr a zpracování dle EN ISO 19458 – účel vzorkování A

Srovnání je dále uvedeno i ve vazbě na stávající vyhlášku č. 252/2004 Sb. v platném znění, kterou se stanoví hygienické limity mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů jakosti pitné vody včetně pitné vody balené a teplé. Vyhláška dále stanoví rozsah a četnost kontroly dodržení jakosti pitné vody a požadavky na metody kontroly jakosti pitné vody.

**Porovnání rozsahu ukazatelů Směrnice – příloha II versus Vyhl. č. 252/2004 Sb.
v platném znění**

	Směrnice komise (EU) 2015/1787	Vyhláška č. 252/2004 Sb.
1)		Vyhláška č. 252/2004 Sb., musí být nejpozději do 27. října 2017 dle článku 2, odstavec 1 v souladu se směrnicí komise (EU) 2015/1787
2)	Povinnost vyhodnocovat efektivitu kontroly kvality vody v celém řetězci zásobování	Vyhláška č. 252/2004 Sb. nezahrnuje
3)	EU podle části B, bodu 2: Ukazatele skupiny A obsahují 9 definovaných ukazatelů a dále další ukazatele, které jsou v monitorovacím programu označeny za relevantní v souladu s čl. 5 odst. 3 a případně v posouzení rizik, jak stanoví část C a další ukazatele dle použité technologie (Fe, Al, použitá dezinfekce - N_{amon} , dusitany)	Krácený rozbor obsahuje minimálně 24 ukazatelů podle přílohy č. 5, přičemž některé z nich lze vynechat na základě použité technologie
4)	Za účelem určení souladu se všemi hodnotami ukazatelů stanovenými v této směrnici se veškeré ostatní ukazatele, u nichž se neprovádí rozbor v rámci skupiny A a které jsou určeny podle článku 5, monitorují nejméně s četností uvedenou v tabulce 1 bodě 3.	
5)	Při určení minimální četnosti vzorkování kvality pitné vody je prioritním faktorem spotřebovaný objem vody a počet obyvatel je pouze alternativa	Při určení minimální četnosti vzorkování kvality pitné vody je vybrán méně příznivý parametr z dodaného objemu vody nebo zásobovaného počtu obyvatel
6)	Při objemu vody denně dodávané či produkované v zásobované oblasti ≤ 100 je četnost u ukazatelů skupiny A i B > 0	Řeší četnost kráceného a úplného rozboru i u objemu vody ≤ 10 , v rozmezí >10 až ≤ 20 a v rozmezí >10 až ≤ 100 m ³ /den
7)	Při objemu vody denně dodávané či produkované v zásobované oblasti v rozmezí > 100 a ≤ 1000 Ukazatele skupiny B, počet vzorků ročně: 1	Při objemu vody denně dodávané či produkované v zásobované oblasti v rozmezí > 100 a ≤ 1000 Ukazatele skupiny B, počet vzorků ročně: 2
8)	Při objemu vody denně dodávané či produkované v zásobované oblasti v rozmezí > 1000 a $\leq 10\ 000$ Ukazatele skupiny B, počet vzorků ročně: 1+1 na každých 4500 m³/den	Při objemu vody denně dodávané či produkované v zásobované oblasti v rozmezí > 1000 a $\leq 10\ 000$ Ukazatele skupiny B, počet vzorků ročně: 1+1 na každých 3300 m³/den
9)	Při objemu vody denně dodávané či produkované v zásobované oblasti v rozmezí $>100\ 000$ Ukazatele skupiny B, počet vzorků ročně: 12+1 na každých 25000 m³/den	Při objemu vody denně dodávané či produkované v zásobované oblasti v rozmezí $>100\ 000$ Ukazatele skupiny B, počet vzorků ročně: 10+1 na každých 25000 m³/den

Posouzení rizik Směrnice – příloha II versus Vyhl. č. 252/2004 Sb. v platném znění

	Směrnice komise (EU) 2015/1787	Vyhláška č. 252/2004 Sb.
1)	Ve směrnici (část C, odst. 2) je udáno, že posouzení rizik se provádí ve vztahu k mezinárodním normám např. EN 15975-2	Posouzení rizik není specifikováno
2)	Posouzení rizik musí zohledňovat výsledky monitorovacích programů	Posouzení rizik nezávisí na výsledcích monitorovacích programů
3)	Na základě zjištěných rizik se provede úprava sledovaných ukazatelů (dle části C, odst. 4) – např. při důvodném podezření na výskyt látky, jejíž monitoring není zahrnut mezi běžnými sledovanými parametry.	Rozsah sledovaných ukazatelů nezávisí na zjištěných rizicích
4)	Připouští možnost snížení četnosti sledovaného ukazatele (nikoliv však E. coli) – na základě dlouhodobých výsledků z posledních 3 let nižších než 60 % limitní hodnoty daného ukazatele. Úplné odstranění sledovaného ukazatele je možné, pokud výsledky daného parametru jsou během posledních tří let pod 30 % jeho limitní hodnoty.	Ano, viz § 11, odstavec 1, 2 Vyhlášky
5)	Posouzení rizik schvaluje příslušný orgán a výsledky posouzení musí být dostupné	Posouzení rizik není řešeno

Novela přílohy III původní Směrnice je vydána jako příloha II novelizované Směrnice a zabývá se metodami analýz a jejich pracovními charakteristikami (nejistota měření). Pro Mikrobiologické ukazatele jsou stanoveny metody rozboru. Pro chemické a indikační ukazatele jsou stanoveny pracovní charakteristiky spočívající v tom, že použité metody rozboru musí být přinejmenším schopny měřit koncentrace na úrovni hodnoty ukazatele s mezní hodnotou kvantifikace. Jsou zde uvedeny i aktuálně používané pracovní charakteristiky: „pravdivost“, „preciznost“ a „mez detekce“, které lze používat do 31. prosince 2019.

Přehledně jsou rozdíly, které přináší novela přílohy III Směrnice uvedeny v následující tabulce/tabulkách:

Směrnice 98/83/ES - Příloha III – Specifikace pro rozboru ukazatelů

Původní příloha	Nová příloha
Požadavek na laboratoře - zavedení systému řízení kvality rozborů, občasná kontrola nezávislou osobou	- Metody rozboru musí být validovány a dokumentovány v souladu s normou EN ISO/IEC 17025 - pokud není dostupná metoda splňující minimální pracovní kritéria dle části B, zajistit monitorování za využití nejlepších dostupných technik s ohledem na náklady
Část 1.: Ukazatele, pro které jsou stanoveny metody rozboru * koliformní bakterie a <i>Escherichia coli</i> (ISO 9308-1) * enterokoky (ISO 7899-2) * <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (EN ISO 12780) * počet kolonií při 22°C (EN ISO 6222) * počet kolonií při 37°C (EN ISO 6222) * <i>Clostridium perfringens</i>	Část A: Mikrobiologické ukazatele, pro které jsou stanoveny metody rozboru - doplnění nových mikrobiologických metod vydaných od roku 1998 * koliformní bakterie a <i>Escherichia coli</i> (EN ISO 9308-1 nebo EN ISO 9308-2) * enterokoky (ISO 7899-2) * <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (EN ISO 16266) * počet kolonií při 22°C (EN ISO 6222) * počet kolonií při 36°C (EN ISO 6222) * <i>Clostridium perfringens</i> (EN ISO 14189)
Část 2.: Ukazatele, pro něž jsou stanoveny pracovní charakteristiky - použité metody musí být schopny měřit koncentrace na úrovni hodnoty daného ukazatele správně, přesně, s určenou mezí detekce	Část B: Chemické a indikační ukazatele, pro něž jsou stanoveny pracovní charakteristiky -mez detekce, pravdivost, preciznost byly nahrazeny mezí stanovitelnosti (nesmí být vyšší než 30% limitní hodnoty) a nejistotou měření (specifikována pro každý chemický ukazatel – <u>Tabulka 1</u>) - minimální pracovní charakteristiky (MD, pravdivost, preciznost – <u>Tabulka 2</u>) lze používat do 31. 12. 2019 - nejistota měření nesmí být používána jako dodatečná tolerance pro hodnocení shody výsledku s limitní hodnotou (příloha I Směrnice)
Část 3.: Ukazatele, pro které není metoda rozboru stanovena *barva, pach, chuť, zákal, TOC	Zrušeno

**Ukazatele, pro které jsou stanoveny metody rozborů nebo pracovní charakteristiky;
Směrnice – příloha III versus Vyhl. č. 252/2004 Sb. v platném znění**

	Směrnice komise (EU) 2015/1787	Vyhláška č. 252/2004 Sb.	Poznámka
1)	Metody rozboru nejsou stanoveny pro mikroskopický obraz, atypická mykobakteria, <i>Legionella</i> spp. a <i>Staphylococcus aureus</i>	Jsou stanoveny požadavky na analytické metody pro mikroskopický obraz, atypická mykobakteria, <i>Legionella</i> spp. a <i>Staphylococcus aureus</i>	
2)	Metoda stanovení <i>Clostridium perfringens</i> včetně spor dle normy EN ISO 14189	Stanovení <i>Clostridium perfringens</i> včetně spor je dle popsaného postupu	
3)	Mez detekce (<u>viz poznámka 4</u>) % hodnoty ukazatele (kromě pH) 1,2 dichlorethan 10 Oxidovatelnost 10 Tetrachlorethen 10 Trichlorethen 10 Trihalomethany celkem 10 Absence ukazatelů: Beryllium Barva Chloritany Hořčík TOC Vápník a hořčík Vápník Stříbro Ozon Microcystin-LR	Mez detekce (<u>viz vysvětlivka 3</u>) % hodnoty ukazatele (kromě pH) 1,2 dichlorethan 25 Chemická spotřeba kyslíku manganistanem 25 Tetrachlorethen 25 Trichlorethen 25 Trihalomethany (+chloroform) 25	Od 1. 1. 2020 musí být minimální pracovní charakteristiky pravdivost, preciznost a mez detekce nahrazeny minimální pracovní charakteristikou nejistota měření Možnost snížení množství ukazatelů ve vyhlášce č. 252/2004 Sb.
4)	Preciznost (<u>viz poznámka 3</u>) % hodnoty ukazatele (kromě pH) Rtuť 10	Preciznost (<u>viz vysvětlivka 2</u>) % hodnoty ukazatele Rtuť 20	
5)	Validace a dokumentace metod rozborů dle mezinárodních norem např. EN ISO/IEC 17025 a řízení jakosti v laboratořích dle mezinárodních norem např. EN ISO/IE 17025.	Validace a dokumentace laboratorních metod, jakožto řízení jakosti laboratoří, není ve vyhlášce uvedeno.	
6)	Pokud není dostupná daná metoda rozboru, postupovat podle nejlepších dostupných technik, které nebudou vyžadovat přílišné náklady.	Není zmínka o využití nejlepších dostupných technik, které nebudou vyžadovat přílišné náklady v případě výběru laboratorních metod.	

Poznámka 3: Preciznost je míra náhodné chyby obvykle vyjádřená jako směrodatná odchylka (v rámci skupiny měření a mezi skupinami měření) výsledků od střední hodnoty. Přijatelná preciznost je dvojnásobek relativní směrodatné odchylky. Tento termín je dále specifikován v normě ISO 5725.

Poznámka 4: Mez detekce je buď:

- trojnásobek relativní směrodatné odchylky jedné skupiny měření přírodního vzorku s nízkou koncentrací daného ukazatele, nebo
- pětinásobek relativní směrodatné odchylky (jedné skupiny) měření slepého vzorku.

Vysvětlivka 2: Preciznost je těsnost shody mezi nezávislými výsledky zkoušek získanými za předem specifikovaných podmínek. Preciznost vyjadřuje míru rozptylu pozorování kolem střední hodnoty. Preciznost závisí pouze na rozdělení náhodných chyb a nemá vztah ke skutečné hodnotě. Výrok o preciznosti může být vztažen na jakýkoliv soubor měření uskutečněných za daných experimentálních podmínek, které mohou být zvoleny libovolně (opakovatelnost, reprodukovatelnost). Preciznost souboru měření může být vyjádřena kvantitativně některou z výběrových charakteristik rozptylu, například jako výběrová směrodatná odchylka.

Vysvětlivka 3: Mez detekce daného analytického postupu je dána nejmenším množstvím analytu ve vzorku, které může být detekováno (při zadané hodnotě chyb I. a II. druhu).

Vydání Směrnice komise EU 2015/1787, kterou se mění přílohy II a III Směrnice 98/83/ES v roce 2015 odstartovalo další diskusi o nutnosti revize celé Směrnice pro pitnou vodu. Na různých úrovních jsou iniciovány diskuse zainteresovaných stran s možností vyjádřit se k variantním návrhům revize. K takovéto diskusi se připojil i SOVAK ČR a stanovisko bude možné nalézt na webových stránkách SOVAK ČR.

Registr právních předpisů SOVAK

Na webových stránkách SOVAK ČR, které jsou určeny zejména jeho členům, byla v lednu 2015 spuštěna přepracovaná aplikace nazvaná Registr právních předpisů (RPP).

SOVAK
SDRUŽENÍ OBORU VODOVODŮ A KANALIZACÍ ČR

Registr právních předpisů s vazbou na vodní hospodářství

Dobrý den,
vítáme Vás v aplikaci Registr právních předpisů. Informace k jejímu používání naleznete v nápovědě. Své zkušenosti a postřehy můžete zasílat na mail: registr@sovak.cz.
Děkujeme.

[Stanoviska](#) »
[Odkaz na Sbírku zákonů a mezinárodních smluv](#) »
[Evropské právní předpisy a ostatní veřejné dokumenty EU](#) »

Legislativní novinky v registru

Oblast:	Druh:	Číslo:	Název:
⚡	Vyhláška	9/2016	o postupech registrace podpor u operátora trhu a provedení některých dalších ustanovení zákona o podporovaných zdrojích energie (registrační vyhláška)
⚡	Vyhláška	8/2016	o podrobnostech udělování licencí pro podnikání v energetických odvětvích
🚿	Vyhláška	1/2016	kteou se mění vyhláška č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity pisku v pískovištích venkovních hracích ploch...
⚡	Vyhláška	408/2015	o Pravidlech trhu s elektřinou
🏠	Vyhláška	406/2015	kteou se mění vyhláška č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší,...

Vyhledávání v předpisech registru

Právní předpisy podle oblasti

BOZP	Doprava	Energetika	Chemické látky	Integrovaný registr znečišťování
Krizové řízení	Metrologie	Odpadové hospodářství	Ochrana ovzduší	Požární ochrana
Prevenice závažných havárií	Stavebnictví	Vodní hospodářství	Životní prostředí všeobecně	Ostatní

Kontakt
Kontaktní email: registr@sovak.cz [Nápověda](#) »

SOVAK
SDRUŽENÍ OBORU VODOVODŮ A KANALIZACÍ ČR
Novotného lávka 5, 116 88 Praha 1
Telefon: 221 082 207, 221 082 346
E-mail: sovak@sovak.cz

Partnerské organizace
[EurEau.org](#)
[Vodarenství.cz](#)
[Nase-voda.cz](#)

Chcete být informováni o novinkách SOVAK ČR?

Odhlášení z odběru novinek

RPP obsahuje výběr právních předpisů s vazbou na oblast vodního hospodářství, důležitých zejména pro provozovatele vodovodů a kanalizací.

Ty jsou rozděleny podle jejich zaměření do 15 oblastí: BOZP, Doprava, Energetika, Chemické látky, Integrovaný registr znečišťování, Krizové řízení, Metrologie, Odpadové hospodářství, Ochrana ovzduší, Požární ochrana, Prevence závažných havárií, Stavebnictví, Vodní hospodářství, Životní prostředí a Ostatní.

Každá oblast obsahuje vybrané zákony a jejich prováděcí předpisy, tj. příslušné vyhlášky a nařízení vlády. Případně i vybraná přímo použitelná nařízení EU, pokud se k danému zákonu vztahují.

V případě vodního zákona a zákona o vodovodech a kanalizacích jsou k dispozici i odkazy na jejich výklady a metodické pokyny, které zveřejňuje na svých webových stránkách MŽP.

Úvod
O nás
Katalog členů
Oborové informace
Legislativa
Normy
Naše publikace
Objednávka publikací
Sekce pro členy
Registr právních předpisů
Kalendář akcí
Stanoviska
Ceny vody
Časopis SOVAK
Kontakt

Partnerské organizace

EurEau.org
Vodarenství.cz
Nase-voda.cz

Chcete být informováni o novinkách SOVAK ČR?

Odhlášení z odběru novinek

Registr právních předpisů s vazbou na vodní hospodářství			
Vodní hospodářství			
Zákon			
120/2002	<u>o podmínkách uvádění biocidních přípravků a účinných látek na trh a o změně některých souvisejících zákonů</u>		
Účinnost:	1. 7. 2002		
Poznámka:	republikován: 86/2009		
Oblast právních předpisů:	Chemické látky, Vodní hospodářství		
Posl. změna:	18/2012	Účinnost změny:	1. 1. 2013
+ Vyhláška			
+ Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES)			
274/2001	<u>o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a změně některých zákonů</u>		
Účinnost:	1. 1. 2002		
Poznámka:	Vodní hospodářství		
Oblast právních předpisů:	Vodní hospodářství		
Posl. změna:	39/2015	Účinnost změny:	1. 4. 2015
+ Zákon			
+ Vyhláška			
+ Metodické pokyny, výklady a stanoviska			
254/2001	<u>o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)</u>		
Účinnost:	1. 1. 2002		
Poznámka:	republikován: 273/2010		
Oblast právních předpisů:	Chemické látky, Prevence závažných havárií, Vodní hospodářství		
Posl. změna:	39/2015	Účinnost změny:	1. 4. 2015
+ Zákon			
+ Vyhláška			
+ Nařízení vlády			
+ Metodické pokyny, výklady a stanoviska			

Jednotlivé právní předpisy jsou propojeny odkazem na portál veřejné správy GOV, kde je uvedeno jejich aktuálně platné znění.

Registr právních předpisů je průběžně aktualizován v návaznosti na uveřejnění legislativních novinek ve Sbírce zákonů ČR. Změny v Registru jsou uváděny v rubrice „Legislativní novinky v registru“, která se zobrazuje na jeho titulní straně.

Zde je rovněž nastaven odkaz na portál Ministerstva vnitra ČR, s náhledem na Sbírku zákonů, kde jsou k dispozici veškeré vydané novely právních předpisů nebo i na Sbírku mezinárodních smluv.

Dále je možné vyhledávat evropské právní předpisy a to prostřednictvím nastaveného odkazu na databázi Eurlax, která umožňuje bezplatný přístup k právu EU. Vyhledávací formulář je k dispozici v českém jazyce, jeho součástí je i přehled nově vydaných dokumentů EU.

Práce s Registrem je velice jednoduchá, jeho struktura přehledná s možností postupného rozbalování požadovaných informací, ovládání prvků intuitivní. Jednotlivé kategorie jsou označeny i pomocí piktogramů.

Doporučujeme využívat s ohledem na požadavky certifikace integrovaného systému řízení dle ČSN EN ISO 9001, ČSN OHSAS 18001, ČSN EN ISO 14001, případně ČSN EN ISO 50001.

Literatura

- [1] Směrnice Rady 98/83/ES o jakosti vody určené k lidské spotřebě. Úřední věstník č. 1998L0083, 20. 11. 2003.
- [2] Kožíšek F., V čem spočívá chystaná novela směrnice Rady 98/83/ES o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu? In: Sborník z konference VODA ZLÍN 2014, XVIII. Mezinárodní vodohospodářská konference 13. - 14. 3. 2014. Vydal: Moravská vodárenská, a.s., 2014; str. 161-166
- [3] Meeting of the Member States Experts under Directive 98/83/EC of 18/12/2014; Agenda point 3: revision of the technical annexes II / III of the Drinking Water Directive
- [4] Směrnice komise (EU) 2015/1787, kterou se mění přílohy II a III směrnice Rady 98/83/ES o jakosti vody určené k lidské spotřebě. Úřední věstník Evropské unie č. L260/6, 7. 10. 2015.
- [5] Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, v platném znění.
- [6] Study supporting the revision of the EU Drinking Water Directive, Background Document, Brussels – December 8, 2015. <http://www.safe2drink.eu>

Zdravotní a hygienická nezávadnost výrobků ve styku s pitnou vodou: vývoj národní a evropské regulace na příkladu cementových materiálů

MUDr. František Kožíšek, CSc.

Státní zdravotní ústav, Šrobárova 48, 100 42 Praha 10; e-mail: voda@szu.cz

Úvod

Dokud se ve vodárenství používalo k dopravě vody především dřevo, kámen či kamenina a krátké kovové spojky či přípojky, nebyl důvod se zabývat jejich vlivem na kvalitu a nezávadnost pitné vody – a to přesto, že analytické možnosti chemiků a hygieniků byly dosud velmi omezené. Prudký rozvoj měst spojený s rychlým technickým rozvojem vodárenství ale začal koncem 19. století přinášet v tomto směru první problémy. Přivedení pitné vody do domácností bylo jedním z nejefektivnějších opatření v oblasti veřejného zdraví za posledních 150 let [1] – zlepšení hygienických podmínek vedlo k výraznému výskytu některých infekčních onemocnění – ale mělo i svou stinnou stránku: domovní rozvody vody a přípojky z olova a jeho slitin vedly v některých místech, kde měla voda více korozivní charakter, k vysokým koncentracím olova v konzumované vodě, což se projevovalo hromadnými otravami dětí i dospělých. Otravy se projevovaly jednak postižením nervů a nervového systému (křeče, třes, později zjištěn vliv na snížení IQ u dětí a poruchy jejich chování), jednak poškozením krve tvorby (anémie).

Se zaváděním nových materiálů ve 20. století a se zlepšováním analytických možností se okruh zkušeností s negativním ovlivněním vody ze strany výrobků, se kterými přichází voda do styku, postupně rozšiřoval.

Vliv materiálů na kvalitu pitné vody

Za posledních cca 130 let bylo nashromážděno mnoho poznatků o možném nepříznivém ovlivnění kvality vody, způsobeném kontaktem s různými materiály. Stručné shrnutí jednotlivých materiálů a souvisejících polutantů je uvedeno v tabulce č. 1.

Zde je na místě vysvětlit pojmy „zdravotní nezávadnost“ a „hygienická nezávadnost“ materiálů (výrobků) ve styku s vodou, protože nejde o synonyma, ale moderní odborná literatura i některá legislativa oba pojmy rozlišuje:

- Zdravotní závadnost: z materiálů se do vody louhují (uvolňují) určité toxické látky (např. olovo, měď, nikl, vinylchlorid ad.), které mohou přímo poškodit lidské zdraví;
- Hygienická závadnost: z materiálů se louhují určité (převážně organické) látky, které v dané koncentraci ještě nelze označit za nebezpečné pro zdraví, ale již mohou nepříznivě ovlivnit pach, chuť či barvu vody, mohou podporovat růst mikro- a makroorganismů ve vodě (což může vést opět k organoleptickým závadám vody nebo k viditelnému nárůstu plísní na povrchu ve styku s vodou), mohou vést k rychlejší inaktivaci dezinfekčního prostředku (chloru) apod.

Pokud se jedná o mechanismus ovlivnění kvality vody, pak se rozlišují dva základní děje:

- 1) Louhování – většinou nezávislé nebo jen omezeně závislé na složení vody; nejvyšší je u nových výrobků, s postupem doby kontaktu s vodou migrace látek

klesá, i když může být stále patrná – v závislosti na materiálu a polutantu – ještě po měsících, výjimečně i letech používání.

- 2) Koroze – silně závisí na složení vody; obvykle roste se zvyšujícím se stářím výrobku (materiálu), ale neplatí to stejně pro všechny druhy materiálů.

Tabulka 1. Přehled hlavních druhů známých nebezpečí z materiálů ve styku s pitnou vodou [doplněno podle 2].

Materiál	Hlavní nebezpečí
Olovené potrubí, přípojky a pájky	olovo
Měděné potrubí	měď, problémy s chutí vody
Pájky a fitinky (slitiny mosazi a bronzu)	olovo, měď, kadmium, nikl, cín
Ocelové a litinové potrubí	železo (oxidy železa), arsen ¹ , zákal a zbarvení vody
Galvanizované ocelové potrubí	zinek, olovo, chrom, kadmium, nikl, problémy s chutí vody
PVC potrubí (fólie)	vinylchlorid (u starších typů též olovo)
PE potrubí, výstelky ad.	organické látky, problémy s pachem a chutí vody
Těsnící a spárovací hmoty	organické látky, viditelné nárůsty plísní, problémy s pachem a chutí vody
Pryžová těsnění	organické látky, primární aromatické aminy, PAU, baryum, problémy s pachem a chutí vody, NDMA ²
Polymerní flokulanty	NDMA ² , akrylamid
Iontoměniče	epichlorhydrin, NDMA ²
Membrány	akrylamid a jiné organické látky
Nátěrové hmoty (různé druhy)	organické látky (včetně těkavých), epichlorhydrin, fenoly, problémy s pachem a chutí vody, primární aromatické aminy, kovy podle pigmentů
Cementové materiály (výstelky potrubí a nádrží)	hydroxid vápenatý (zvýšení pH), hliník, chrom, arsen, amonné ionty, problémy s chutí vody

¹ Arsen se nelouhuje z ocelových trub, ale bylo zjištěno, že hydroxidy železa, které po korozi sedimentují na dně potrubí, mohou absorbovat a koncentrovat některé látky z dopravované vody, např. arsen, i když je ho v surové vodě relativně málo. Pokud se změní hydraulické poměry v síti (při a po proplachu potrubí) nebo se změní způsob a obsah dezinfekčního přípravku, dochází k resuspendaci a uvolnění arsenu do distribuované vody, které může znamenat i překročení hygienického limitu. Jedna studie z USA [3] zjistila, že po zahájení chlorování vodovodu s podzemní vodou (který nebyl předtím chlorován) došlo k uvolnění arsenu ze železitých sedimentů v potrubí a koncentrace ve vodě u spotřebitele dosáhly nárazově až 5 mg/l.

² NDMA (N-nitrosodimethylamine) se nelouhuje přímo z materiálu, ale může vznikat reakcí vyloužených (uvolněných) organických látek s chloraminy, pokud se používají k dezinfekci vody.

Národní legislativa a její vývoj

Známky hromadné otravy olovem pozorované ve druhé polovině 19. století v některých městech zásobovaných měkkou a korozivní vodou vedly již na počátku 20. století k prvním pokusům testovat kvalitu olovených trub [4] a později, okolo poloviny století, ve většině zemí k zákazu použití čistě olovněných výrobků ve styku s vodou. Další změna nastala po druhé světové válce se zavedením plastických (makromolekulárních) hmot do vodárenství. Tyto hmoty, jejichž kvalita a vhodnost pro vodárenské účely se mezi

jednotlivými druhy výrazně lišila, se staly prvním objektem systematické hygienické regulace v této oblasti. Až později se s přibývajícimi toxikologickými poznatky a analytickými možnostmi některé vyspělejší státy rozhodly regulovat také další materiály (kovové, cementové a další), které byly do té doby považovány za bezproblémové.

V ČSSR byly sice právní podmínky pro testování a schvalování těchto materiálů obecně upraveny již zákonem č.4/1952 Sb. (o hygienické a protiepidemické péči), ale reálně bylo hygienické testování nových makromolekulárních hmot pro vodárenství (jako podklad pro schválení Hlavním hygienikem) zahájeno až v roce 1960 v Ústavu hygieny v Praze (tehdejší název části dnešního Státního zdravotního ústavu – SZÚ). Podle nového zákona č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, si pak musel každý dovozce nebo výrobce výrobku (materiálu) pro styk s pitnou vodou před uvedením výrobku na trh obstarat tzv. „hygienický atest“ (správně „závažný posudek orgánu hygienické služby“). Vydání atestu předcházelo laboratorní testování hygienické nezávadnosti, které až do poloviny 90. let prováděl jako výhradní pracoviště SZÚ a to nejdříve na základě odborné úvahy, od roku 1992 na základě publikované stručné metodiky [5].

K zásadní změně pak došlo od 1. 1. 2001 po přijetí zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví (dnes platný s mnoha novelami). Tento zákon v § 5 definuje obecné požadavky na výrobky přicházející do přímého styku s pitnou a surovou vodou, dále na chemické látky, chemické přípravky a vodárenské technologie (podrobně byly tyto požadavky specifikovány v prováděcí vyhlášce MZ č. 37/2001 Sb., která byla v roce 2005 nahrazena vyhláškou č. 409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody). Zákon zároveň definuje povinnosti jejich výrobců, popř. dovozců – pokud si ověří (resp. nechají ve způsobilé laboratoři ověřit), že jejich výrobek odpovídá stanoveným požadavkům, mohou ho uvést na trh bez schvalování jakýmkoli hygienickým orgánem.

Podle téhož zákona (§ 5, odst. 11) mohou provozovatelé vodovodů k jímání, odběru, dopravě, úpravě, rozvodu, shromažďování a měření dodávky surové, pitné a teplé vody a pro obdobné účely používat jen výrobky, které vyhovují hygienickým požadavkům podle tohoto zákona.

Evropská legislativa a její vývoj

I když díky jednotnému trhu dosáhly technické předpisy na úrovni EU značného stupně harmonizace, dosud to neplatí pro hygienické požadavky pro výrobky ve styku s pitnou vodou – zde dosud žádná jednotná legislativa EU neexistuje. V roce 1998 byla vydána nová směrnice na pitnou vodu (98/83/ES), která v článku 10 požadovala, aby si členské země EU, pokud ho už nemají, vytvořili nějaký systém hodnocení nezávadnosti výrobků ve styku s pitnou vodou – s odkazem na směrnici EU o stavebních výrobcích. V polovině 90. let totiž mělo takový systém zavedeno jen asi 10 evropských zemí.

Existující národní předpisy (systémy posuzování) byly a jsou jen částečně slučitelné, a protože v praxi neexistovalo vzájemné uznávání schválených výrobků mezi jednotlivými zeměmi, musel a většinou dodnes musí případný výrobce – zájemce o export do více zemí nejdříve absolvovat v každé zemi specifickou testovací a schvalovací proceduru, což přirozeně představuje překážku volného obchodu. Proto se v roce 1998 vložila se do záležitosti Evropská komise (EK) a pozvala čtyři hlavní země (hlavní co do propracovanosti zkušebních požadavků a systémů – Velkou Británii, Francii, Nizozemí a Německo) ke zpracování tzv. studie proveditelnosti, která měla ukázat, zda je vůbec dohoda a vzájemná kombinace stávajících metod (či vypracování nových metod tam, kde je to potřebné) průchodná.

Když tyto země souhlasily s vývojem jednotného systému testování a posuzování, EK založila v roce 1999 pracovní skupinu odborníků (tzv. Regulatory group for construction products in contact with drinking water), která na novém systému ve spolupráci s CEN (Evropským výborem pro standardizaci, který připravuje a vydává evropské normy) začala pracovat. Nový systém dostal název European Acceptance Scheme (EAS) a v roce 2004 byl představen jeho první ucelený návrh. I když ještě zbývalo vyřešit řadu technických i právních otázek, zdálo se, že v roce 2007 či 2008 by mohl být systém spuštěn.

Předpokládalo se, že EAS bude právně vycházet jak ze směrnice Rady 89/106/EHS o sblížování zákonů, právních předpisů a správních ustanovení členských států v oblasti výrobků pro stavebnictví, tak z článku 10 směrnice Rady 98/83/ES o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu. EK ale v roce 2006 celý projekt EAS zpochybnila a zastavila, oficiálně z důvodů:

- a) právních (směrnice o stavebních výrobcích údajně není vhodnou právní oporou pro vznik EAS, jak se do té doby předpokládalo – podle EK (DG Enterprise) je směrnice o stavebních výrobcích jen nástrojem k nastolení „společného technického jazyka“ a nemůže definovat žádné zdravotní či environmentální požadavky, ani k tomu dávat mandát jinému prováděcímu předpisu; navíc EAS by měl zahrnout veškeré výrobky ve styku s vodou, nejen ty, které jsou stavebními výrobky) a
- b) finančních (nedostatek finančních prostředků na zajišťování funkčnosti EAS do budoucna).

Ve skutečnosti zřejmě stál za zastavením prací na EAS nátlak některých lobbistických skupin výrobců. Nadále pokračovala jen tvorba některých harmonizovaných technických norem, ke kterým měl CEN již mandát.

V reakci na výše uvedené kroky se čtyři členské země (Německo, Nizozemí, Francie a Velké Británie), které během předešlých let patřily nejen k největším podporovatelům EAS, ale zároveň investovaly nejvíce prostředků do potřebného výzkumu a platily nejvíce odborníkům, kteří se zúčastňovali práce v jednotlivých pracovních skupinách, dohodly na náhradním společném řešení: využijí dosavadních odborných podkladů a budou je dále rozvíjet tak, aby je mohly zabudovat do svých národních metodických a legislativních systémů a tím je vzájemně harmonizovat, resp. si poté vzájemně uznávat certifikaci svých výrobků – bez ohledu na mínění EK.

Proto tyto země v roce 2011 podepsaly „Declaration of Intent“, dokument definující oblasti spolupráce, výhody, základ společného přístupu a organizace. K těmto 4 zemím se později oficiálně připojilo i Portugalsko – proto je dnes tento systém označován jako „iniciativa 4/5 MS“ (MS = členský stát). Tyto země vyzývají ostatní země EU, aby se k jejich společnému systému také připojily. Všechny relevantní dokumenty této iniciativy, právní, organizační i technické povahy, jsou zveřejňovány na společné webové stránce (v angličtině):

<http://www.umweltbundesamt.de/en/topics/water/drinking-water/drinking-water-distribution-guidelines-evaluation/approval-harmonization-4ms-initiative>.

V současnosti jsou v konečné podobě definovány požadavky na kovové a organické materiály, dokončeny obecné požadavky na cementové materiály, pracuje se na pozitivním listu (seznamu povolených látek k výrobě) cementových materiálů a provádí se výzkum uvolňování kovů z cementových materiálů. Pracuje se také na způsobu hodnocení testů podpory mikrobiálního růstu (enhancing microbial growth) a také na způsobu, jakým budou posuzovány a vybírány nové látky na pozitivní listy pro jednotlivé materiály. Teprve se začíná s pracemi na jiných materiálech (smalty,

keramika atd.). Na národní úrovni probíhají průběžně konzultace se zástupci příslušného průmyslu, včetně vodárenského.

Celý systém vzájemné harmonizace 4(5) MS se má budovat postupně, v jednotlivých krocích, tak jak budou průběžně dokončovány technické požadavky a systémy hodnocení. Dohodnuté podmínky pak budou muset tyto země zavést do své národní legislativy a notifikovat Evropské komisi – v tom zatím udělaly v letech 2014-5 první kroky Německo a Nizozemí, které zaslaly k notifikaci první část týkající se kovových materiálů.

V současné době se zdá, že systém posuzování výrobků ve styku s pitnou vodou, jak je postupně vyvíjen v rámci 4/5 MS, je moderní a vědecky odůvodněný systém, který na jednu stranu zajišťuje vysoký stupeň ochrany zdraví (kvality pitné vody), na druhé straně je realisticky nastaven vzhledem k výrobcům i uživatelům těchto výrobků. Proto se zdá být nepochybné, že vznikne-li v budoucnosti v EU (v rámci zemí EFTA apod.) nějaký jednotný systém schvalování zdravotní nezávadnosti výrobků ve styku s pitnou vodou, bude vycházet ze systému 4/5 MS.

Cementové materiály

Na příkladu cementových materiálů lze dobře ilustrovat, jak se systém hygienických požadavků vyvíjel a jak se dále vyvíjí. Přitom nejde jen o změny vyplývající z nových toxikologických poznatků nebo dokonalejších analytických metod. Ve skutečnosti se vyvíjejí i tradiční cementové materiály. Jednak tím, že se do výrobků na bázi cementu přidávají různé (nové) organické přísady, které mají zlepšit některé jejich technické vlastnosti, jednak dochází k určitým změnám i v technologii výroby samotného cementu.

Když se v 80. letech začaly v ČR poprvé testovat výrobky na bázi cementu z hlediska jejich vhodnosti pro styk s pitnou vodou, spočíval rozbor výluhu ve stanovení pouhých čtyř ukazatelů: oxidovatelnost (CHSK-Mn), pH, fenoly a „styren“ (pod tímto pojmem se rozuměly všechny aromatické látky zjištěné v UV oblasti při cca 250 nm). V průběhu 90. let se okruh vyšetřovaných ukazatelů postupně rozšiřoval o další látky (také v závislosti na složení toho kterého výrobku): amonné ionty, benzo(a)pyren, aminy, nepolární extrahovatelné látky, vodivost, sírany, TOC, kovy (Hg, Al, Cd, Cr, Pb, V, Zn) a další.

Protože okolo roku 2000 již provádělo testování v ČR více laboratoří, bylo potřeba sjednotit jejich postup co do minimálního vyšetřovaného okruhu ukazatelů. Proto se ve vyhlášce č. 409/2005 Sb. objevila na konci přílohy 1 (Výluhová zkouška) nová kapitola, která definovala minimální rozsah stanovovaných ukazatelů pro jednotlivé okruhy nejpoužívanějších druhů materiálů. Pro cementové výrobky je rozsah následující: Cr, Pb, Cd, Al, As, pH, TOC, CHSK-Mn, dusitany, amonné ionty, vodivost, zákal, barva, pach, chuť (výběr případných dalších sledovaných ukazatelů se provádí na základě předloženého specifického složení každého výrobku).

Podle vytvářeného systému 4/5 MS [6] bude možné k výrobě cementových výrobků použít pouze komponenty, které budou uvedeny na schváleném Pozitivním seznamu cementových materiálů (Positive List – Cementitious Materials), který bude zahrnovat jak komponenty anorganického, tak organického charakteru. Sestavení seznamu bude podobné jako u již existujícího seznamu pro organické materiály. To znamená, že každá položka zařazovaná na seznam bude muset projít toxikologickým hodnocením, které zohlední způsob využití této komponenty.

Kontrola či schvalování jednotlivých složek budou probíhat na dvou úrovních. Jednak vznikne seznam složek obecně povolených k výrobě cementových výrobků (tzv. Accepted Generic Constituents). Protože ale někteří výrobci mohou uvádět na trh jen

určité směsi určené k výrobě finálních výrobků, budou moci být tyto specifické směsi od jednotlivých výrobců (na jejich žádost, budou-li o to stát) také samostatně testovány a v případě přijatelného hodnocení budou zařazeny na seznam tzv. Approved Constituents Products.

U cementů a anorganických přísad se předpokládá testování (příprava vzorků, provedení výluhu atd. se řídí postupy podle již schválených norem, především EN 14944) v rozsahu pachu, chuti, tvorby pěny, kovů a specifických organických látek. U ostatních přísad, vláken, modifikátorů na bázi polymerů apod. budou sledovány pach, chuť, tvorba pěny, TOC, specifické organické látky (s využitím nové metody identifikace neočekávaných organických látek podle ČSN EN 15768) a podpora mikrobiálního růstu podle ČSN EN 16421.

Rovněž každý finální cementový výrobek bude muset být testován, přičemž rozsah testování bude záviset na složení a na tom, zda jednotlivé součásti již byly testovány a kladně posouzeny. Pokud bude finální výrobek vyroben pouze z již posouzených komponent, bude jeho testování spočívat pouze v migraci organického uhlíku (TOC) a posouzení vlivu na organoleptické vlastnosti vody.

Závěr

Česká republika patří k těm nemnoha evropským zemím, které mají vybudován, právně pevně zakotven a funkční systém posuzování zdravotní a hygienické nezávadnosti výrobků ve styku s pitnou vodou. Odborné požadavky na tyto výrobky a jejich testování byly definovány před více než 10 lety a v současné době již v některých směrech začínají odborně i morálně zastarávat.

K jeho samostatné a komplexní obměně však chybí v současné době jak politická vůle, tak i dostatečné vlastní odborné zázemí. Další vývoj se může ubírat třemi směry: a) postupná dílčí aktualizace těch částí, které už přestanou nejvíce vyhovovat; bez harmonizace s jinými zeměmi; b) připojení se k budovanému harmonizovanému systému 4 (5) zemí EU; c) za cca 5-7 let bude přece jen vytvořen a přijat společný harmonizovaný systém EU, který budeme muset následně převzít.

Poděkování: Příspěvek byl zpracován v rámci projektu Technologické agentury ČR TH01031196 „Výzkum a vývoj procesu „umělé karbonatace“ pro hodnocení trvanlivosti a ekologické bezpečnosti stavebních materiálů v provozní praxi“ v programu na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje EPSILON.

Literatura

- [1] Ferriman A. BMJ readers choose the „sanitary revolution“ as greatest medical advance since 1840. *British Medical Journal*, 2007; 334: 111.
- [2] Cunliffe D. (ed.) Water Safety in Distribution Systems. WHO, Geneva 2014.
- [3] Reiber S.H., Dostal G. Well water disinfection sparks surprises. *Opflow*, 2000; 26(3): 1, 4–6, 14.
- [4] Růžička S. Soustavné studie pokusné o porušování olověných trubek vodovodních vodou. *Časopis pro veřejné zdravotnictví*, 1901, 3(7-8): 197-213. Růžička S. Systematische Untersuchungen über die Angreifbarkeit des Bleies durch das Wasser. *Archiv für Hygiene*, 1902, 41: 23-45.
- [5] Metodická příručka pro analýzu pitných vod a jejich zdrojů. Vydalo MZ ČR a MŽP ČR, Praha 1992; příloha č. 4.
- [6] Assessment of Cementitious Products in Contact with Drinking Water. 4MS Common Approach (April 2012). Dostupné on-line: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/dokumente/4ms_assessment_of_cementitious_products_in_contact_with_drinking_water_2.pdf.

Chystané změny v regulaci vodohospodářského oboru

Ondřej Beneš, Ing. Ph.D. MBA LL.M.

Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR, Novotného Lávka 5, 116 68 Praha 1, benes@sovak.cz

Anotace: příspěvek se zabývá historickými změnami v regulaci oboru vodovodů a kanalizací („VaK“), hodnotí i aktuální vývoj a budoucí směřování legislativních aktivit a opatření, směřující na zvýšenou regulaci oboru a to v širším kontextu působnosti oboru v prostoru EU.

Abstract: the following article is devoted to the issue of water utility regulation in the Czech Republic. The history, the current status and finally the new foreseen development in the industry regulation is discussed in the context of EU.

1. Úvod

Česká republika se v roce 1993 vydala na cestu relativně složité transformace a liberalizace státní ekonomiky. Mimo proces transformace či privatizace nezůstaly ani společnosti, poskytující veřejné služby a tedy i vodohospodářské společnosti, působící v oblasti zajištění dodávek pitné vody a odkanalizování. Nejednotnost přístupu v rámci přípravy a schvalování privatizačních projektů vedla k vzniku prostředí, kde působí široké spektrum subjektů a to jak na straně vlastníků veřejných vodovodů a kanalizací, tak i jejich provozovatelů. Regulační mechanismy oboru jsou každoročně zpříšňovány až do úrovně, která je více než srovnatelná s ostatními státy EU a to zejména z pohledu počtu regulujících orgánů státní správy a státních institucí. Přesto je stále vytvářen některým jednotlivci či zájmovými sdruženími [1] pocit, že v českém vodárenství je regulace nedostatečná a neumožňuje kvalitní kontrolu nad všemi zúčastněnými subjekty. Velmi kvalitní sumarizaci regulatorního prostředí sektoru VaK v ČR provedla studie [2]. Závěrem posouzení současného stavu regulace a možných budoucích scénářů je konstatování, že pro daný počet regulovaných subjektů a rozmanitost modelů zajištění služeb VaK není vhodné následovat modelové schéma např. z Velké Británie, ale naopak se soustředit maximálně na zvyšování transparentnosti prostředí povinným zpřístupněním dat o oboru a jednotlivých subjektech, zvýšit efektivitu poskytovaných služeb (např. cestou zvýšení konkurenčního prostředí či porovnání jednotlivých poskytovatelů) a hlavně koordinaci jednotlivých prvků regulace pod gescí oborového regulátora – Ministerstva zemědělství.

2. Vývoj regulace oboru VaK

V roce 2015 překročil počet individuálních vlastníků infrastruktury VaK v ČR 6 300 a počet provozovatelů je přes 2 600. Přesto přetrvává významná míra koncentrace činností, neboť 89 % fakturovaného vodného a 75 % tržeb za stočné vytváří největších 50 podniků VaK. Vlastní historie regulace oboru VaK je zajištěna řadou zákonů i orgánů státní správy a orgány přeneseného výkonu státní správy. Existuje tak vícekolejnost regulace, soustředěná zejména do oblasti cenotvorby (Ministerstvo financí, částečně Ministerstvo zemědělství a také Státní fond životního prostředí přes podmínky OPŽP), povinností kvality služby, správy a obnovy majetku, efektivitu, péče o zákazníka (Ministerstvo zemědělství), kvality pitné vody (Ministerstvo zdravotnictví),

kvality čištění odpadních vod, odpadů a dalších emisí (Ministerstvo životního prostředí) a další subjekty. Je zřejmé, že právě z důvodu vysokého počtu regulujících i regulovaných subjektů je optimální volbou cenové regulace formou věcného usměrňování, založeného na zahrnování pouze ekonomicky oprávněných nákladů a přiměřeného zisku do cen, kde hlavním regulátorem zůstává Ministerstvo financí. Zde ovšem zůstává problém pro oblast cen v rámci OPŽP [3], kde je podmínkou čerpání v případě provozního modelu se soukromým sektorem aplikace speciálních finančních modelů, jejichž užití je velmi problematické [4]. Harmonizace postupů cenotvorby z hlediska formálních a administrativních postupů pro jednotlivé subjekty na trhu však není provedena a odlišný přístup pro ně představuje administrativní zátěž. Je zcela logické, že po době ochranných lhůt pro jednotlivé dotované projekty se tyto navrátí k běžnému způsobu regulace. Oborová regulace pod vedením Ministerstva zemědělství se soustřeďuje zejména na oblast sběru a vyhodnocení dat v souladu s vyhláškou č. 428/2001 Sb. (VÚME a VÚPE, kalkulace cen pro vodné a stočné) a návazné kontroly u jednotlivých subjektů [5].

3. Nutí nás dále Evropská komise ke zřízení samostatného regulačního úřadu?

Tato otevřená otázka má jedinou odpověď – NE. Naopak Evropská komise jasně deklaruje pro vodohospodářský sektor nezávislost členských států, co se týče jak formy zajištění služeb, tak nastavené cenové politiky [6].

Ovšem vzhledem k historickému fiasku Ministerstva životního prostředí při dojednávání podmínek Operačního programu životní prostředí („OPŽP“) pro programovací období 2007-2013 se dostala Česká republika do problematického vlivu Evropské komise v oblasti podpory vodohospodářských projektů s účastí soukromého sektoru. „Kapitulační“ podmínky byly specifikovány v podobě tzv. Podmínek přijatelnosti, odsuzující *a priori* řadu žadatelů mimo rámec podpory a rozdělující žadatele do tří kategorií – těch, kde je kontrolní podíl soukromého sektoru na vlastnictví majetku VaK či délka provozní smluv překračující rok 2022 (tedy tzv. „nežadatelé“ projekty), těch s kontrolním podílem soukromého sektoru na zajištění provozu, které splní zásadní omezující podmínky (tedy „omezené“ projekty)¹ a konečně těch, kde je dominance veřejného sektoru a které nemusí plnit mimo základní finanční požadavky na reprodukovatelnost majetku žádné další podmínky. Vznikl tak trojkolejný systém selektivní podpory některých subjektů, který se díky uplatňování tržního principu při výběru provozovatele s účastí přímo dotovaných subjektů může dostat či přímo dostává do konfliktu s veřejnou podporou [7]. I proto musí Státní fond životního prostředí pro dotované subjekty právě oblast veřejné podpory řešit formou omezení působnosti dotovaných podniků pouze v rámci stávajícího regionu tak, aby nedocházelo k využití konkurenční výhody při poskytování vodohospodářských služeb na základě volné soutěže (např. v koncesním řízení) [8].

Je nutné připomenout, že jedním z požadavků průběžných zpráv k OPŽP 2007-13 byl požadavek na zlepšení regulace oboru VaK. Zásadní problém tak ČR řešila i při přípravě OPŽP pro programovací období po roce 2014, kde byla ze strany Ministerstva životního prostředí uvedena Vláda ČR do omylu konstatováním tohoto resortu

¹ Zejména omezení délky smluv, povinnost plnit rozsáhlé smluvní, technické a ekonomické podmínky – tyto podmínky byly tvořeny a rozšiřovány postupně zejména společností Mott MacDonald

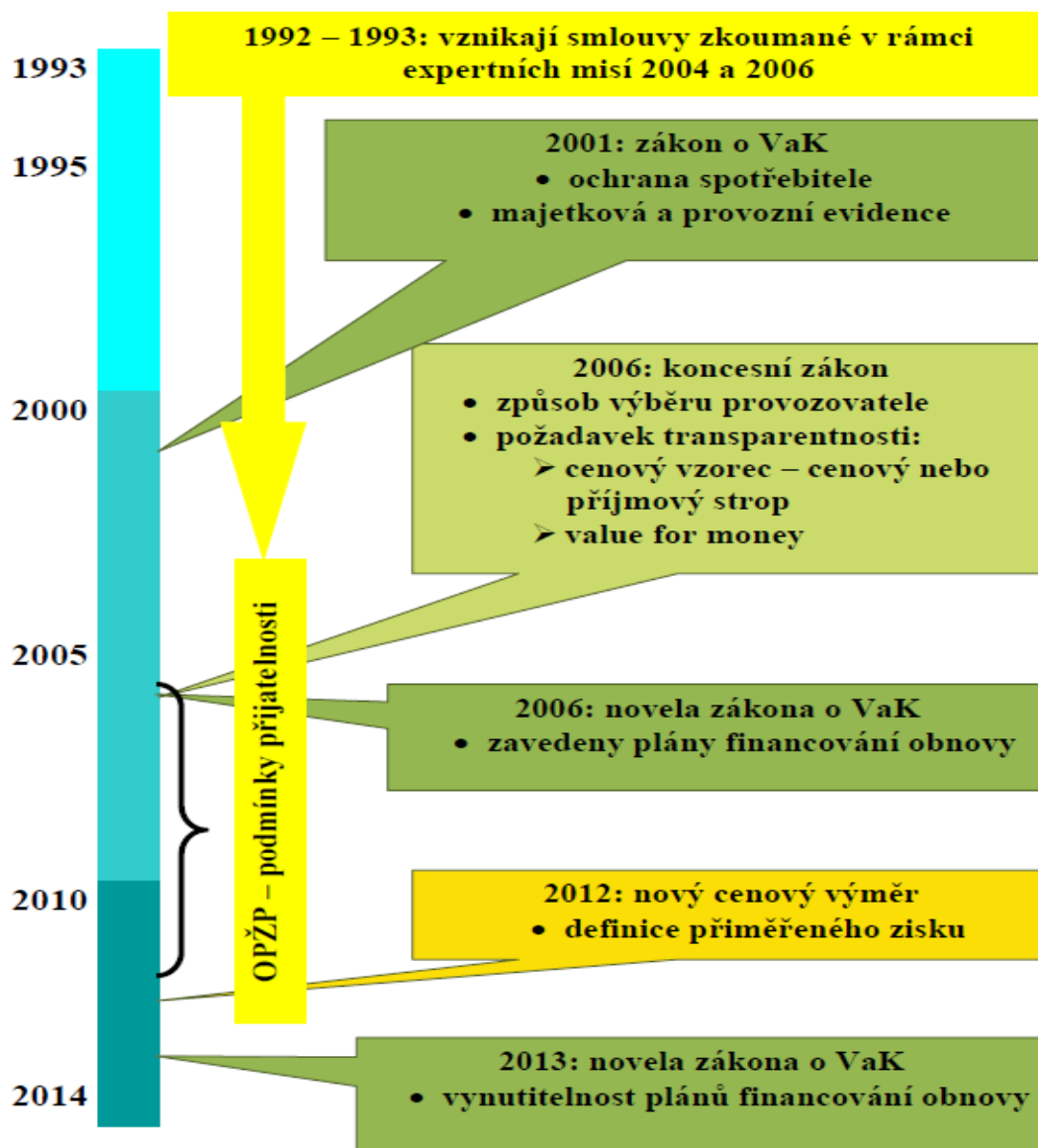
v důvodové zprávě k předloženému návrhu podmínek nového operačního programu tím, že Evropská komise „vyžaduje zřízení jednotného regulátora VaK“. Ovšem po celou dobu čerpání OPŽP 2007-2013 byla ze strany Evropské komise v této otázce deklarována možnost zachování stávajících podmínek, která byla potvrzena i souhlasem Evropské komise s vypořádáním tzv. *ex ante* podmínek pro OPŽP 2014-21. Při zachování omezujících podmínek z předchozího programovacího období (existence Přílohy č. 7, nyní Přílohy č. 6) pro zajištění provozu infrastruktury VaK (jakkoli jsou diskriminačních) tak není nutné v oblasti regulace VaK v ČR činit žádné kroky. V praxi již nyní neexistuje ze strany Evropské komise žádná podmínka ani tlak na další regulaci oboru (naopak dle [1] zachovává v této oblasti Evropská komise plnou neutralitu) a veškeré kroky, které Česká republika v této oblasti činí, jsou čistě dobrovolné. Z pohledu kondicionality OPŽP 2014-2021 je nyní nutné průběžně plnit podmínkou č. 6.1, požadující nastavení cenové politiky za vodu, tak aby podporovala její efektivní využívání a zajištění přiměřeného příspěvku všech uživatelů k návratnosti nákladů za vodárenské služby v souladu s mírou určenou plánem daného povodí pro podpořené projekty.

4. Regulatorní rámec soutěže v oboru VaK, efekt v režimu přirozeného monopolu

Pokud se vrátíme k sdělení [6], tak je vhodné ocitovat pasáž, kterou Evropská komise jasně vymezuje pravomoc EU „Členské státy EU a jejich orgány veřejné správy mají neomezenou pravomoc k zajištění vodohospodářských služeb samy či při jejich zajištění prostřednictvím veřejných jimi ovládaných („*in-house*“) subjektů. Mohou se také rozhodnout převést vodohospodářské služby, zčásti nebo zcela, na soukromé nebo smíšené provozovatele tak, aby byly v příslušném území dodrženy předepsané standardy. Vliv EU se přitom omezuje na dozor nad dodržováním základních principů Smlouvy – jako je transparentnost a rovné zacházení.

Zde je nutné podotknout, že právě v oblasti soutěžního práva je oblast vodohospodářských služeb vyňata z působnosti Směrnice 2014/23/EU o udělování koncesí. Česká republika je ovšem i zde regulatorně v oblasti VaK výrazně přísnější než jsou požadavky směrnice a jak ve stávajícím koncesním zákoně č. 139/2006 Sb., tak i v novém zákoně o zadávání veřejných zakázek, který prošel na počátku roku 2016 druhým čtením v Poslanecké sněmovně Parlamentu ČR, je evropská výjimka pro koncese VaK výslovně vyloučena. Dohled v této oblasti je zajišťován Úřadem pro ochranu hospodářské soutěže, a zároveň jsou PPP („*public-private-partnership*“) projekty sledovány ze strany Ministerstva financí i vyhodnocovány Ministerstvem pro místní rozvoj, které spravuje i rejstřík koncesních smluv (<http://www.isvz.cz/>), kde právě smlouvy v oblasti VHS jsou dominantní jak z pohledu počtu (162 ks), tak i realizovaného obrátu.

Obr. 1. Změny ve vývoji regulace oboru VaK [2]



Dle [9] jsou v oblasti služeb v obecném hospodářském zájmu v EU uplatňovány rozdílné modelové přístupy regulace, zejména typů „Rate of return“, případně „Performance based regulation“. Pokud se podíváme na obor VaK, je zřejmé, že v ČR převážila v rámci věcného usměrňování ceny regulace, zohledňující návratnost investovaného kapitálu [10]. Řada historických návrhů z dílem Ministerstva životního prostředí či Ministerstva průmyslu [11] ovšem naivně směřovala k centrálnímu určování cen, které je v prostředí oboru VaK z řady důvodů [12] nerealizovatelné a cílilo populisticky hlavně na snížení ziskových marží poskytovatelů služeb. Varianta „Performance base“ ovšem oproti stávající regulaci umožní dále provázat do příjmů soutěžitelů postupné dosahování stupňů efektivity a to v různých oblastech – od oblasti technické (např. ztráty z trubních sítí), přes oblasti zákaznickou (např. rychlost vyřízení stížností) až po čistě ekonomickou (např. snížení objemu pohledávek a pracovního kapitálu). Stanovení jednoho či druhého typu regulace v oboru VaK ovšem zpochybňuje

i autor a guru moderní britské vodohospodářské regulace S. Littlechild. Jeho koncept stanovení cen systémem RPI-X, který v případě plné privatizace oboru kombinuje návratnost investovaných prostředků s možností „výběru“ efektivity, byl přitom přejat bez dalších otázek a často chybně do jiných zemí EU. Přitom sám autor [13] nyní přiznává, že tento koncept se přežil a je nutné docházet k cenovým dohodám na nižších (decentralizovaných) úrovních! Větší slovo v procesu stanovení cen by tak měly hrát i zájmové skupiny, vázané na poskytovatele veřejných služeb – tedy např. spotřebitelské asociace, tak jako tomu je např. v systému služeb letecké dopravě v UK.

5. Jak dále v regulaci?

Jak bylo výše uvedeno, existuje v oboru VaK v ČR významně odlišná míra regulace jednotlivých typů vodohospodářských společností. Je určitě vhodné diskuzi nad tímto tématem přenést do Výboru pro koordinaci regulace vodovodů a kanalizací, mezi jehož hlavní cíle patří dohled nad dlouhodobou udržitelností sektoru vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu, zlepšení ochrany spotřebitelů a zvýšení transparentnosti regulace cen pro vodné a stočné.

Zásadním prvkem při volbě regulace je určení vlastního regulovaného subjektu. Ve službách veřejného zájmu [14] je přirozený monopol nejčastěji spojen s vlastnictvím infrastruktury – zde není výjimkou ani obor VaK. Nad touto úrovní již řada studií, podporujících vertikální separaci utilit (tzv. decoupling) [15] doporučuje v případě existence konkurenčního prostředí ponechat maximální prostor pro snížení realizačních cen konkurenčnímu boji. Zastropování odměny za efektivitu [13] je poté realizováno kombinací fixace nabídkové ceny za smluvní období a podmínky plnění kvalitativních smluvních parametrů [16].

Ovšem jak je tomu v ČR? Bohužel princip volné soutěže je pro řadu koncesních soutěží eliminován v případě použití prostředků z OPŽP souběžnou aplikací principů Finančních modelů, založených od počátku na chybném kompletním přenesení regulatorního modelu společností Mott MacDonald [4]. Souběžně působí negativní informační kampaň proti oddílnému modelu, a tak není možné vyloučit, že v horizontu 10-15 let opět v ČR vznikne bez dalšího zásahu prostředí bez reálné konkurence, založené na regionalitě a monopolu poskytovatelů služeb, kdy bude jedinou reálnou cestou vyhodnocení poměru hodnoty služby/cena velmi detailní benchmarking. V takovém případě se stávají naprosto reálné úvahy o superregulačním úřadu tak, jak zní úkol pro vládu ČR, vytyčený usnesením vlády č. 86 ze dne 9. 2. 2015.

Pokud vyjdeme z prezentovaných změn v přístupu k regulaci oboru VaK [17], tak se naskýtají otázky, zda mění navrhované zlepšení kvality benchmarkingu kvalitu cenové regulace? Jestli opravdu umožní tvorba nového odboru dozoru a regulace vodárenství na Ministerstvu zemědělství lepší kontrolu kvality poskytovaných služeb a účinnější ochranu spotřebitele? Bude převod zaměstnanců ze Specializovaného finančního úřadu Na tyto otázky přinese odpověď již rok 2016, ve kterém celý obor VaK očekává četnější a důslednější kontroly ze strany jak Ministerstva zemědělství, tak i Ministerstva financí a také řadu dopadů připravované legislativy v oblasti životního prostředí.

6. Literatura

- [1] Compas Capital Consult (2012). Neplaťme za vodu dvakrát! Dostupné z <http://www.novinky.cz>.
- [2] IREAS centrum, s.r.o. RIA k návrhu koncepčního řešení regulace ve vodárenství, součástí Usnesení vlády ČR č.j. 91/15.
- [3] Ministerstvo životního prostředí (2007). Podmínky přijatelnosti vodohospodářských subjektů pro OPŽP v programovacím období 2007 – 2013. Dostupné z <http://www.mzp.cz>.
- [4] Rubáš, S. a Beneš, O. (2016). Porovnání nároků na žadatele z OPŽP s různou formou provozních vztahů včetně doporučení směrem k novým finančním nástrojům. Konference „Financování vodárenské infrastruktury“, 9.2.2016, Praha.
- [5] Ministerstvo zemědělství (2015). Ročenka VaK 2014. Dostupné z <http://www.eagri.cz>.
- [6] European Commission (2014). COM (2014) 177 final. Dostupné z <http://ec.europa.eu>.
- [7] European Commission (2015). Analytical Grids on the application of State aid rules to the financing of infrastructure projects. Dostupné z <http://ec.europa.eu>.
- [8] Státní fond životního prostředí (2016). Pravidla pro žadatele a příjemce podpory v Operačním programu Životní prostředí pro období 2014-2020. Dostupné z <http://www.opzp.cz>.
- [9] Doležalová, H. a Halásek, D. (2011). Služby v obecném hospodářském zájmu v EU. VŠB TU, Ostrava.
- [10] Ministerstvo financí (2015). Cenový věstník. Dostupné z <http://www.mfcr.cz>.
- [11] MPO (2015). Návrh koncepčního řešení regulace ve vodárenství, č.j. 91/15. Vláda ČR, 9. 2. 2015.
- [12] Heřman, J. a Barák, F. (2014). Regulace oboru VaK z pohledu vlastníků. Konference SOVAK ČR „Provoz vodovodů a kanalizací“, 4-5/11/2014.
- [13] Littlechild, S. (2014). RPI-X, competition as a rivalrous discovery process, and customer engagement. The British Utility Model Conference, London 31/3/2014.
- [14] Evropská komise (2004). Bílá kniha o službách veřejného zájmu (KOM (2004)/374, dostupné z www.europa.eu.
- [15] NARCU (2007). Decoupling For Electric & Gas Utilities: Frequently Asked Questions. Dostupné z <http://www.naruc.org>.
- [16] OECD (2015). OECD (2014), Water Governance in Jordan: Overcoming the challenges to private sector participation. Dostupné z <http://www.oecd.org>.
- [17] Macková, Ž. (2016). Změny v oblasti regulace ve vodárenství 2015. Konference „Financování vodárenské infrastruktury“, 9. 2. 2016, Praha.

Hodnocení technického stavu vodárenské infrastruktury

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.; Ing. Tomáš Kučera, Ph.D.;
Ing. Tomáš Sucháček

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí, Žižkova 17, Brno
tel.: 541 147 721, 541 147 727, tuhovcak.l@fce.vutbr.cz, kucera.t@fce.vutbr.cz, suchacek.t@fce.vutbr.cz

ÚVOD

Stárnutí vodárenské infrastruktury a její obnova je celosvětovým problémem. Kontinuální obnova vodárenské infrastruktury a investice do této obnovy vyžadují obrovské finanční prostředky. Odhaduje se, že v průběhu následujících 20 let bude třeba investovat do vodovodních sítí v USA 77 mld. amerických dolarů. Obdobně bude třeba do vodovodních sítí v následujících 15 letech na území Kanady investovat 12,5 mld. dolarů ročně (Al-Barqawi, 2008). V České republice se ročně do obnovy vodárenské infrastruktury investuje cca 592 milionů EUR (Barák, 2012). Obdobná situace je i v dalších evropských zemích.

Finanční prostředky na kontinuální obnovu jsou omezené, a proto je potřeba je vynakládat efektivně tam, kde jsou potřeba nejvíce. Rozhodování o investicích do vodárenské infrastruktury je založena na *infrastructure asset management*. V důsledku snahy o hodnocení prvků vodárenské infrastruktury byly vyvinuty některé systémy hodnocení založené na výkonostních ukazatelích (Tuhovčák, 2000). Z nejvýznamnějších PI systémů lze jmenovat systémy vyvinuté pod hlavičkou International Water Association (Alegre et al, 2000, 2006) a Světovou bankou (Světová banka, 1999, 2006), ale i několik jiných.

Hodnocení technického stavu vodárenské infrastruktury je do jisté míry limitováno legislativními požadavky jednotlivých zemí. V některých zemích legislativa stanovuje poměrně přesný postup a doporučuje způsob hodnocení technického stavu vodárenské infrastruktury (UKWIR, 2009, US EPA, 2009). Jiné země, jako například Česká republika, však v legislativě nemají zakotvený způsob ani metodu hodnocení technického stavu.

V platné české legislativě jsou zakotveny víceméně dvě pasáže dotýkající se technického stavu. Jednak jde o technický audit, kdy je dáno co má takový audit obsahovat, avšak není dán postup jak při auditu postupovat. Dále v souvislosti se sestavováním plánů financování obnovy se objevuje v legislativě pojem procento opotřebení, které si však každý zpracovatel plánu stanovuje vlastní cestou.

Proto byla v rámci řešení výzkumných projektů, zejména Metodika technického auditu vodárenské infrastruktury měst a obcí a ve spolupráci s vybranými českými vodárenskými společnostmi vyvinuta metodika **TEA Water**, která byla zapracována do stejnojmenné webové aplikace umožňující hodnocení technického stavu vodárenské infrastruktury tak, aby bylo možné nejen efektivně vytipovat problémová místa a části systémů zásobování pitnou vodou, ale také vzájemně porovnat posuzované systémy a jejich jednotlivé části mezi sebou.

Návrh metodiky (Tuhovčák et al. 2006, 2014, 2015) předběžného hodnocení technického stavu prvků vodovodů vychází z obecné metody FMEA. Metoda FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) umožňuje semikvantitativní hodnocení posuzovaných systému a jeho prvků. Pro hodnocení vodárenských systémů metodou FMEA je nutno stanovit konkrétní **technické ukazatele** pro jednotlivé části a objekty systémů zásobování pitnou vodou. Pro každý technický ukazatel se následně definují způsoby jeho stanovení, potřebná vstupní data, fyzikální rozměr a způsob jeho hodnocení a prezentace.

Aby bylo možno posuzovat jednotlivé části a objekty vodárenských distribučních systémů je metodika, stejně jako vodárenský systém, rozdělena na následující samostatné moduly:

- **Modul TEAR** – Vodní zdroje
- **Modul TEAT** – Úpravny vody
- **Modul TEAM** – Přiváděcí řady
- **Modul TEAA** – Vodojemy
- **Modul TEAP** – Čerpací stanice
- **Modul TEAN** – Vodovodní síť
- **Modul TEAS** – Vodovodní řady

Princip hodnocení

Oproti standardní metodě FMEA je navrhovaná metodika rozšířena o další úroveň – faktory (F). Technické ukazatele se zde nehodnotí přímo, ale pro jejich ohodnocení se využívá sada navržených faktorů pro každý jednotlivý technický ukazatel. Pro každý jednotlivý faktor je navržen jednotný čtyřbodový systém hodnocení se specifikací a doporučením pro konkrétní bodové hodnocení každého faktoru. Ke každému bodovému hodnocení jsou definovány podmínky pro získání daného bodového hodnocení. Každému faktoru (ukazateli) je stanovena jeho váha v rámci hodnocení příslušného ukazatele (základní části objektu). Faktory jsou jediná úroveň, ve které se do hodnocení zadávají data, hodnocení na vyšších úrovních jsou vypočteny z dat zadaných na úrovni faktorů.

Zvolené bodové hodnocení faktorů je následující:

- 0 – faktor není hodnocen, není dostatek informací pro hodnocení tohoto faktoru
- 1, 2 nebo 3 – přičemž hodnota 1 znamená nejpriznivější stav, naopak hodnota 3 stav nejméně příznivý stav v hodnocení faktoru

Celkové hodnocení posuzovaného objektu resp. části posuzovaného vodárenského systému je založeno na hodnocení dvou základních částí:

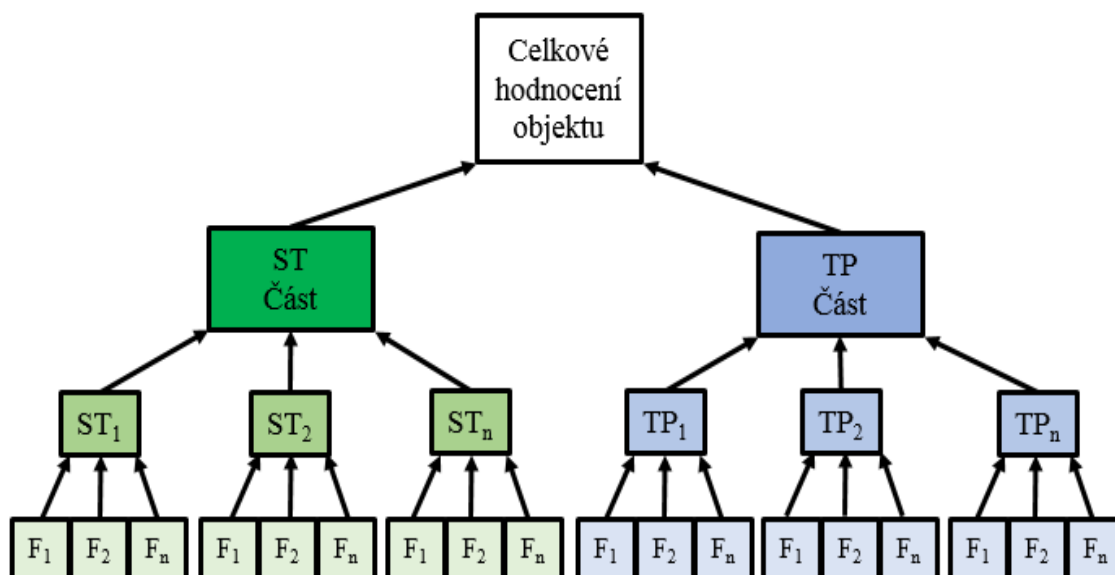
- **Stavebně-technické (ST)** – souhrn stavebních a technických ukazatelů,
- **Technologicko-provozní (TP)** – souhrn technologických a provozních ukazatelů.

Strukturu hodnocení technického stavu dle navržené metodiky prezentuje obr. 1.

Při hodnocení mohou hodnocené objekty, jejich stavebně-technická, technologicko-provozní části a jejich jednotlivé ukazatele spadat do následujících hodnotících kategorií:

- A ... optimální stav, nevyžaduje žádná opatření vedoucí ke změnám hodnocení tohoto objektu (ukazatele);
- B ... velmi dobrý stav objektu (ukazatele), nevyžaduje žádná zásadní okamžitá opatření;
- C ... jedná se o průměrné hodnocení, které nevyžaduje okamžitá řešení, výhledově je však vhodný objekt (ukazatel) sledovat;
- D ... kritické hodnocení stavu, měla by být realizována případně neprodleně plánována opatření na řešení tohoto stavu;
- E ... nežádoucí stav, který vyžaduje okamžité řešení, které povede ke zlepšení stavu objektu, jeho části nebo příslušného ukazatele;
- N ... pro hodnocení tohoto objektu nebo jeho části není dostatek vstupních informací.

Obr. 1 Struktura hodnocení technického stavu



Jedná se tedy o multikriteriální hodnocení. Navržená metodika hodnocení technického stavu vychází z metody váženého součtu. V metodě váženého součtu je zvláště důležité nastavení vah jednotlivým faktorům a ukazatelům. V navrhované metodice byly stanoveny váhy na základě poznatků a zkušeností řešitelského týmu získaných i z konzultací s pracovníky vodárenských společností a na základě citlivostní analýzy vlivu jednotlivých faktorů a ukazatelů na celkové hodnocení objektu.

UKAZATELE TECHNICKÉHO STAVU

Celá metodika hodnocení je zpracována pro výše zmíněných 7 základních objektů vodovodů. Pro každý z těchto objektů je v rámci příslušného modulu navržena sada ukazatelů a faktorů pro obě základní části hodnocení daného objektu.

Skladba ukazatelů pro stavebně-technickou a technologicko-provozní část v případě modulu pro vodovodní síť (na úrovni tlakového pásma nebo měřicího okrsku) a úpraven vody je prezentována v tab. 1.

Hodnocení probíhá přidělením příslušného bodového ohodnocení na úrovni jednotlivých faktorů podle definovaných podmínek pro příslušné bodové ohodnocení. Jako příklad uvádíme podmínky bodového hodnocení *faktoru Větrání ukazatele Ochrana objektu proti vnějším vlivům stavebně technické části* objektu **Úpravy vody** (Modul TEAT).

V případě úpraven vody lze za nežádoucí považovat i vzdušnou kontaminaci a osvit hladiny vody slunečním svitem. Pro *faktor Větrání* jsou v metodice modulu TEAT definovány následující podmínky pro jeho jednotlivá bodová ohodnocení:

- 0 ... Nehodnoceno;
- 1 ... Objekt je odvětrán funkčními průduchy, větrání je osazeno vzduchovým filtrem, zabezpečeno proti vniku živočichů a dešti;
- 2 ... Některý z průduchů není funkční, chybí vzduchový filtr, větrání je zabezpečeno proti vniku živočichů nebo průduchy nejsou chráněny proti dešti;
- 3 ... Odvětrání objektu má omezenou funkci, chybí vzduchový filtr nebo není zajištěna dostatečná ochrana proti vniku živočichů nebo průduchy nejsou chráněny proti dešti.

Tab. 1 Struktura ukazatelů technické stavu pro vybrané prvky

Vodovodní síť (modul TEAN)	Úpravna vody (modul TEAT)
Stavebně-technické ukazatele	
Průměrné stáří trubního materiálu Stav armatur na síti Stav armaturních šachet	Stav stavební konstrukce Stav technologických prvků Ochrana objektu proti vnějším vlivům
Technologicko-provozní ukazatele	
Poruchovost řadů Ztráty vody Kvalita vody v síti Tlakové poměry v pásmu	Rozsah technologie úpravy vody Separační technologie Další procesy Čerpací technika Měření, monitoring a manipulace Efektivita provozu a bezpečnost

SOFTWAREVÁ APLIKACE TEA WATER

Návrh metodiky byl realizován s cílem jejího zprogramování do webové aplikace, která umožní průběžný přístup k informacím o technickém stavu posuzované infrastruktury a také možnost jednoduchého vkládání dat. Díky tomu jsou údaje o technickém stavu posuzovaného vodárenského infrastrukturního systému k dispozici prakticky kdykoliv a kdekoliv určeným osobám. Aplikace je projektově orientována, to znamená, že lze nastavit práva přístupu k jednotlivým projektům různým uživatelům s různými právy. Aplikace umožňuje vkládat a připojovat k hodnocení jednotlivých objektů a technických ukazatelů dokumenty různých formátů (doc., pdf, jpg) a generovat tiskové sestavy s výsledným hodnocením. V současné době je aplikace testována v pracovní verzi a předpokládáme, že v druhé polovině roku 2016 bude k dispozici potenciálním uživatelům. Podrobnější informace lze získat na www.teawater.cz.

ZÁVĚR

Předložená metodika je výsledkem snahy o návrh jednoduché, ale přesto efektivní metodiky pro předběžné hodnocení technického stavu vodárenské infrastruktury. Jednotlivé moduly slouží k hodnocení a semikvantitativní kategorizaci technického stavu jednotlivých prvků a objektů vodárenských systémů. Výstupy z této metodiky mohou posloužit jako podklad pro srovnávací analýzu, plánování oprav, plánování obnovy, zpracování plánů financování obnovy nebo jako podklad pro další podrobný stavebně technologický průzkum atd. Navržená metodika je schopná interpretovat technický stav posuzované infrastruktury, odhalit potenciální kritická místa a uspořádat provozované výše zmíněné objekty v pořadí podle stanovené kategorie technického stavu.

LITERATURA

- [1] TUHOVČÁK, L.; KUČERA, T.; TAUŠ, M. Technical Audit of Water Supply Systems. In *Water Management and Hydraulic Engineering 2015. WATER MANAGEMENT AND HYDRAULIC ENGINEERING*. 1. Brno: Institut of Water Structures, FCE, BUT, 2015. p. 245-253. ISBN: 978-80-214-5230-5. ISSN: 2410-5910.
- [2] TUHOVČÁK, L.; TAUŠ, M.; KUČERA, T. The Assessment of the Technical Condition of the Water Distribution Systems. *Procedia Engineering*, 2014, vol. 2014, no. 89, p. 1420-1427. ISSN: 1877-7058.
- [3] TUHOVČÁK, L.; KUČERA, T.; RUČKA, J.; SVOBODA, M.; SVITÁK, Z. Technical audit of the water distribution network. *Water Science and Technology*, 2006, vol. 6, no. 5, p. 129-138. ISSN: 0273-1223.
- [4] AL-BARQAWI, H. AND ZAYED, T. (2008). Infrastructure Management: Integrated AHP/ANN Model to Evaluate Municipal Water Mains' Performance. *Journal of Infrastructure Systems*, 14(4), pp. 305-318.
- [5] ALEGRE, H. AND COELHO, S. T. (2012). Infrastructure Asset Management of Urban Water Systems, *Water Supply System Analysis - Selected Topics*, Dr. Avi Ostfeld (Ed.), ISBN: 978-953-51-0889-4, InTech, DOI: 10.5772/52377. Available from: <http://www.intechopen.com/books/water-supply-system-analysis-selected-topics/infrastructure-asset-management-of-urban-water-systems>
- [6] US EPA. (2012). Condition Assessment Technologies for Water Transmission and Distribution Systems, Publication No. EPA/600/R-12/017.
- [7] TUHOVČÁK, L. Výkonnostní ukazatele systémů zásobování vodou. In *Voda Zlín 2000*. Zlín: Vodovody a kanalizace Zlín, a.s., 2000. s. 160 (s.)

Článek byl vytvořen v rámci řešení projektu č. LO1408 "AdMaS UP - Pokročilé stavební materiály, konstrukce a technologie" podporovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy v rámci účelové podpory programu „Národní program udržitelnosti I“ a projektu Metodika technického auditu vodárenské infrastruktury měst a obcí podporovaného VUT v Brně.

Meteorologické podmínky a denní potřeba vody Brněnské vodárenské soustavy

Pavel Višcor, Ladislav Prokop

Brněnské vodárny a kanalizace, a.s., Hybešova 254/16, 657 33 Brno, pviscor@bvk.cz, lprokop@bvk.cz

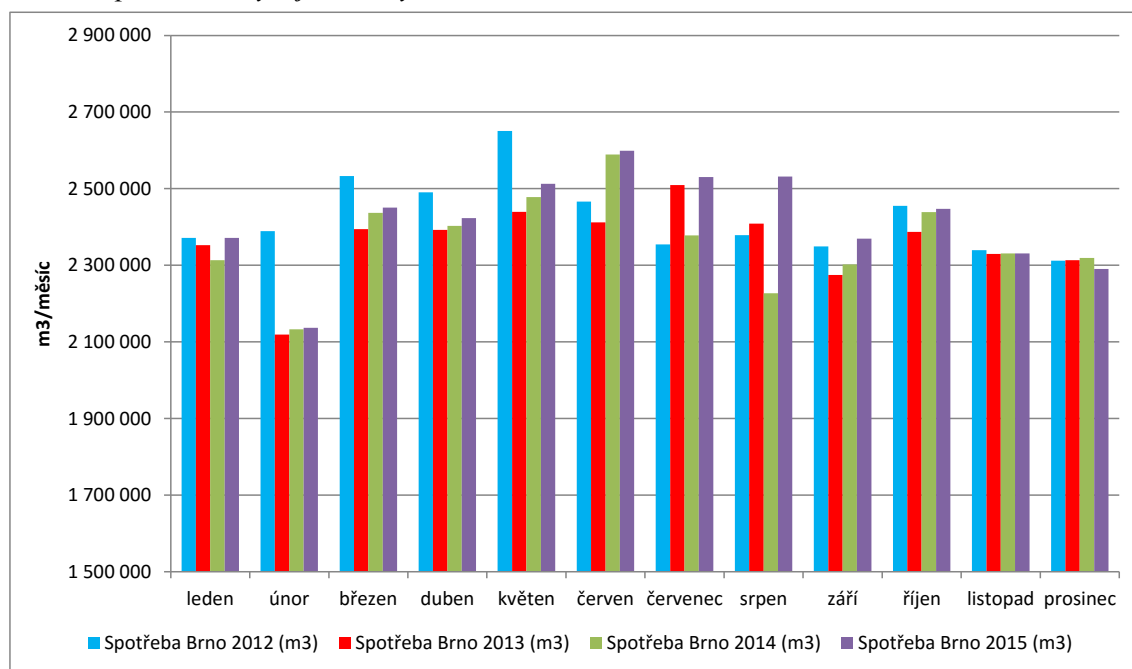
Anotace

V roce 2015, který byl teplotně nadprůměrný, bylo v Brněnské vodárenské soustavě dosahováno poměrně vysokých hodnot denní spotřeby pitné vody. V textu je zkoumána závislost denní spotřeby vody na meteorologických podmínkách, zejména na průměrné a maximální teplotě vzduchu ve spotřebišti v letech 2012 až 2015. Analyzována je i závislost spotřeby vody na denním úhrnu srážek. Popsány jsou vlivy dlouhodobé, sezónní a týdenní.

1. Úvod

V roce 2015, který v ČR patřil k nejteplejším rokům v historii, byly vysoké teploty v letním období doprovázeny zvýšenými denními spotřebami pitné vody Brněnské vodárenské soustavy. Na obr. 1 jsou uvedeny měsíční spotřeby vody v letech 2012-2015. Protože tak velký nárůst spotřeby vody byl neočekávaný, způsobil problémy nejen při výpočtu a následném plnění ročního plánu výroby vody. Již dříve při zkoumání časových řad z let 2012 a 2013 byl prokázán vliv teploty vzduchu ve spotřebišti na spotřebu vody [1]. Lze vliv teploty vzduchu na denní spotřebu vody nějak přesněji vyjádřit? Jaký je vliv denního úhrnu srážek?

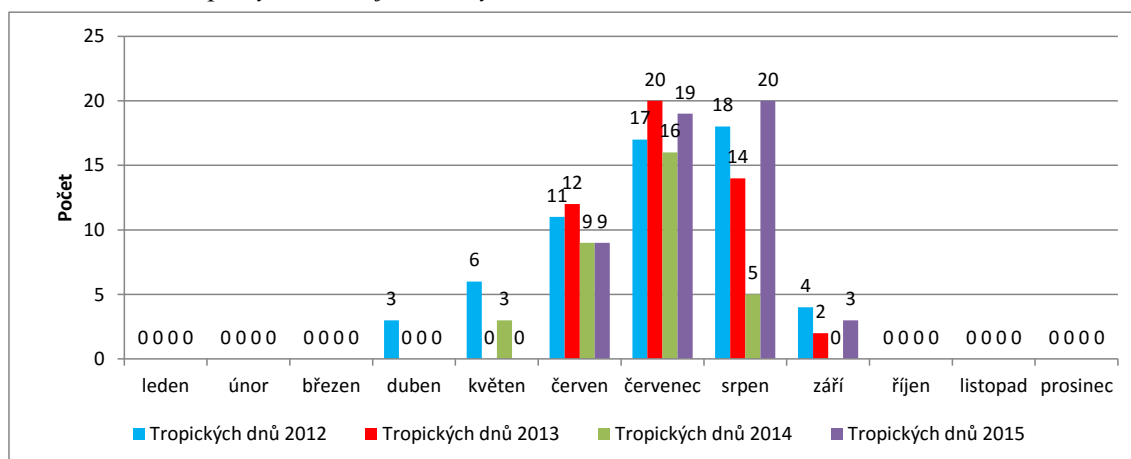
Obr. 1 Spotřeba vody v jednotlivých měsících let 2012-2015



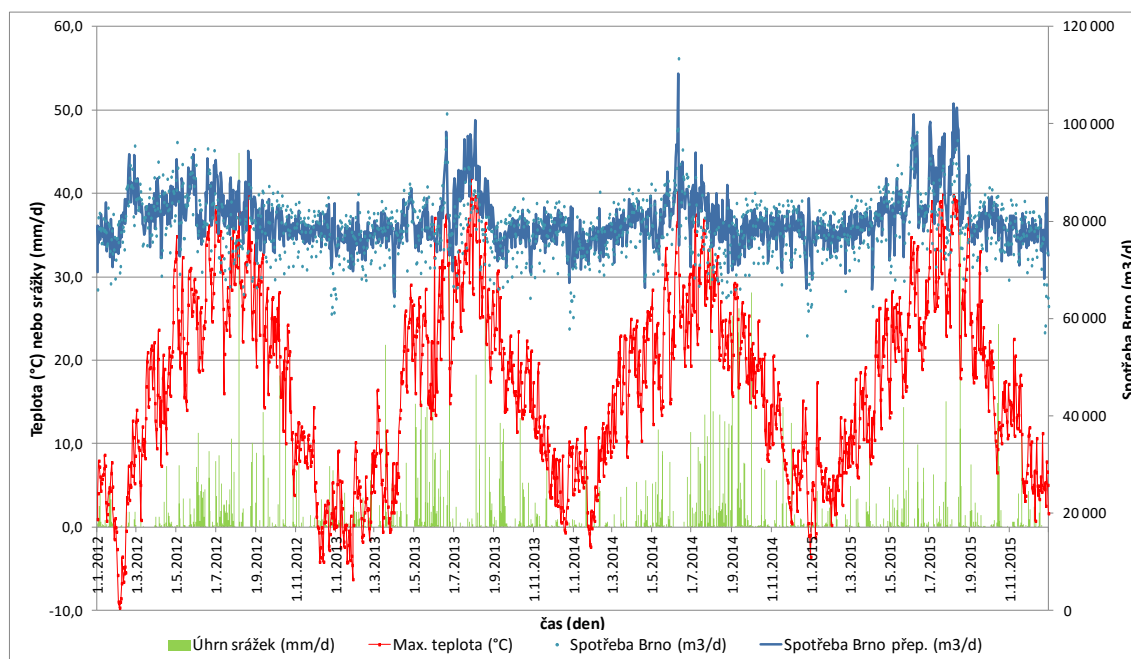
2. Zkoumané vlivy

Množství pitné vody v m³/den, které je potřeba na úrovni koncových vodojemů přiváděči denně dodat do Brněnské vodárenské soustavy (dále v textu též „spotřeba Brno“), se neustále mění, a to především na základě potřeby vody koncových odběratelů. Toto množství však podléhá určitým zákonitostem a vlivům. Vlivy dlouhodobého charakteru jako modernizace domácností, používání úsporných technologií při výrobě nebo zdražování ceny vodného a stočného způsobují mírný pokles nebo stagnaci celkové roční spotřeby vody, a to za předpokladu neměnicího se rozsahu spotřebiště. V době školních prázdnin dochází k sezónnímu poklesu spotřeby vody. A konečně denní spotřeba vody se mění v jednotlivých dnech týdne v týdenních cyklech – viz obr. 4. Nejvyšších hodnot je dosahováno v úterý, ve středu a ve čtvrtek, nejnižších hodnot v sobotu. V uvedené denní spotřebě vody vodárenské soustavy jsou zahrnuty i ztráty vody. Malé množství vody je předáváno do vodovodů jiného provozovatele. Potřeba vody je definována jako návrhová hodnota požadovaného množství vody za jednotku času. Spotřeba vody je množství vody skutečně odebrané za určité časové období.

Obr. 2 Počet tropických dnů v jednotlivých měsících let 2012-2015

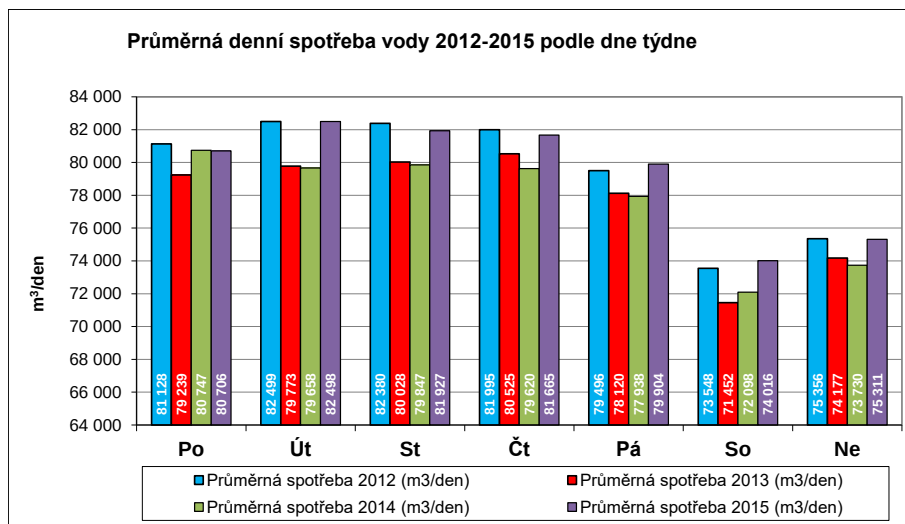


Obr. 3 Časové řady přepočtené denní spotřeby vody, maximální denní teploty a denního úhrnu srážek 2012-2015



Aktuální stav počasí je popisován tzv. meteorologickými prvky. Mezi základní prvky patří teplota vzduchu, srážky, vítr (rychlost a směr), vlhkost vzduchu a tlak vzduchu. Pro zkoumání vlivu meteorologických podmínek na spotřebu vody má dle zkušeností a kvůli dostupnosti dat největší význam teplota vzduchu a úhrn srážek za den.

Obr. 4 Průměrná denní spotřeba vody v letech 2012-2015 v jednotlivých dnech týdne



Dle sdělení Českého hydrometeorologického ústavu byl rok 2015 s průměrnou teplotou 9,4 °C teplotně mimořádně nadnormální, 2,0 °C nad dlouhodobým průměrem 1961–1990. V České republice se rok 2015 stal, společně s rokem předchozím, nejteplejším od roku 1775, kdy jsou průměry pro ČR připravovány. Teplotně mimořádně nadnormální srpen 2015 s průměrnou teplotou 21,3 °C byl nejteplejším srpnem od roku 1961. Jen měsíc říjen byl chladnější než dlouhodobý průměr. Roční srážkový úhrn 531 mm byl silně podnormální (21 % pod dlouhodobým průměrem).

Těmto skutečnostem odpovídají i změřené hodnoty teplot a srážek Brněnskými vodárny a kanalizací, a.s. V letních měsících roku 2015 bylo zaznamenáno i velké množství tzv. tropických dnů, tj. dnů, ve kterých byla dosažena nebo překročena teplota 30 °C – viz graf na obr. 2. Teploty vzduchu jsou měřeny na více provozovaných objektech, ale pro následující výpočty byly použity časové řady teplot s časovým krokem 1 h z centrální části spotřebiště v Brně-Pisárkách (s výjimkou roku 2012). Podprůměrné množství srážek bylo v roce 2015 zaznamenáno i na sedmi srážkoměrných stanicích umístěných v Brně a okolí na provozovaných objektech, ze kterých byla data jako průměr ze sedmi hodnot pro analýzu použita.

3. Analýza dat z let 2012-2015

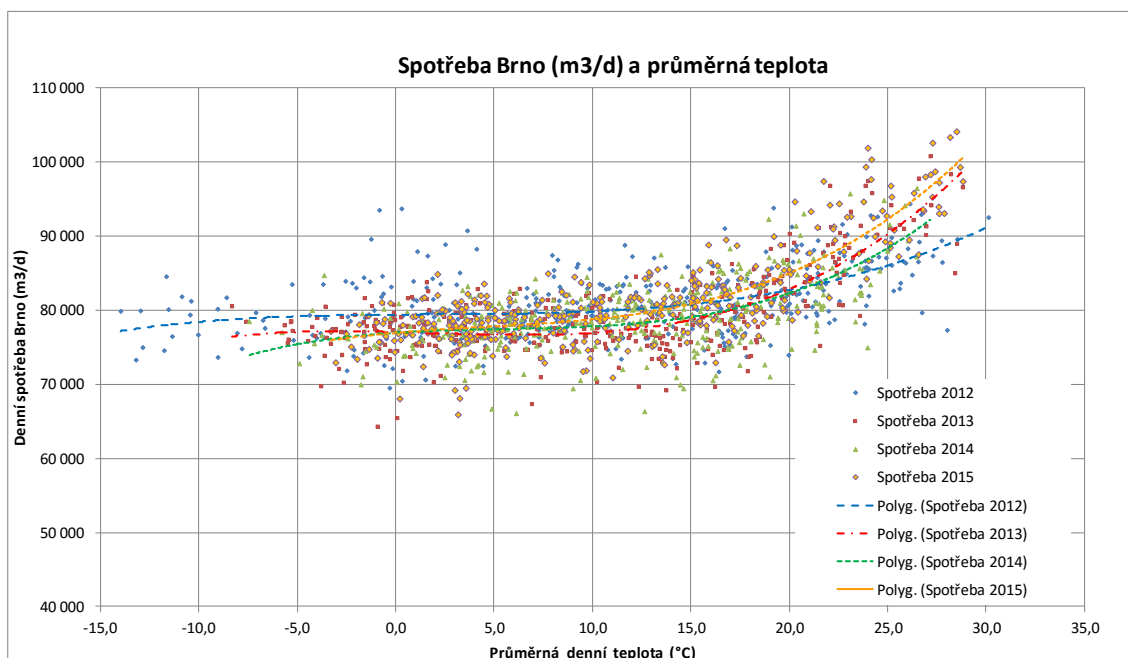
Analyzovány byly časové řady denních spotřeb vody Brněnské vodárenské soustavy, časové řady průměrných a maximálních denních teplot vzduchu a denní úhrny srážek. Ilustrativní graf s uvedenými časovými řadami je vidět na obr. 3, kde pro přehlednost jsou uvedeny pouze maximální denní teploty.

Hodnoty denních spotřeb vody byly upraveny tak, aby byly pro další analýzu minimalizovány sezónní vlivy i vliv týdenních cyklů. Hodnoty tak byly nejdříve vyděleny poměrem mezi průměrnou hodnotou spotřeby daného dne týdne a celkové průměrné spotřeby v daném roce. Následně byla provedena korekce hodnot připadajících na prázdniny vynásobením koeficientem 1,10 (letní prázdniny), 1,20

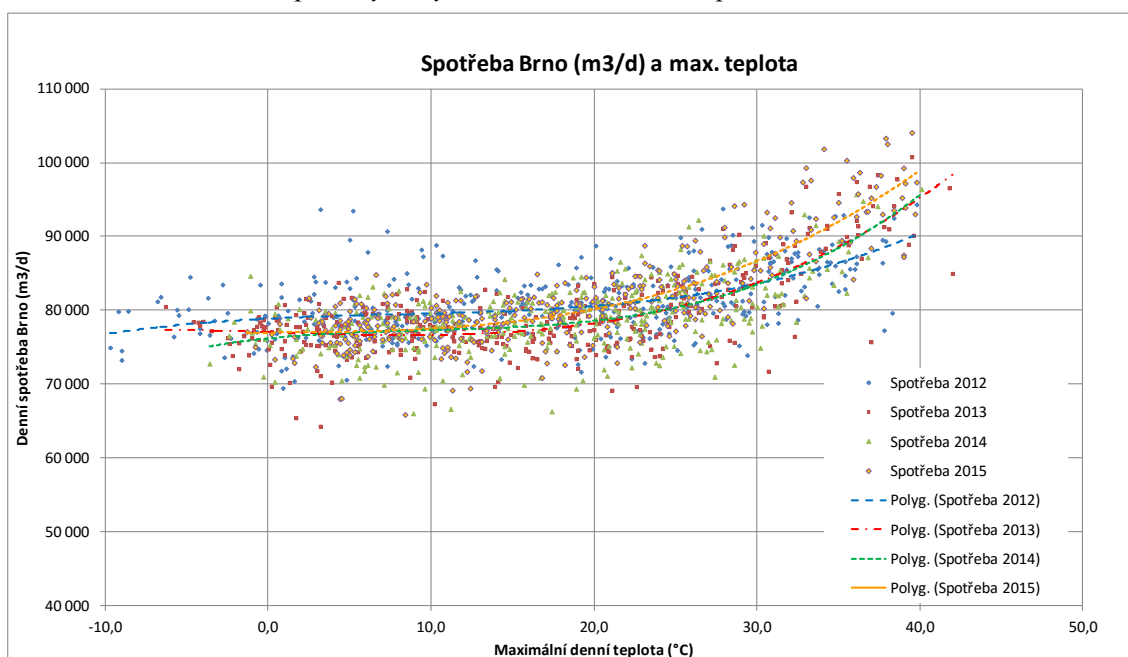
(zimní prázdniny) a 1,05 (jarní prázdniny). Koeficienty odpovídají poměru, v jakém dochází ke snížení spotřeb v těchto obdobích.

Takto získané upravené hodnoty spotřeb vody byly vyneseny do bodových grafů. Zkoumána byla závislost denní spotřeby vody na průměrné teplotě vzduchu ve spotřebišti (obr. 5) a závislost na maximální teplotě vzduchu ve spotřebišti (obr. 6). Jednotlivé roky byly analyzovány zvlášť, ale pro porovnání byly vyneseny vždy do jednoho grafu. Pro každý rok byla jako spojnice trendu použita křivka polynomu třetího stupně.

Obr. 5 Závislost denní spotřeby vody na průměrné denní teplotě v letech 2012-2015



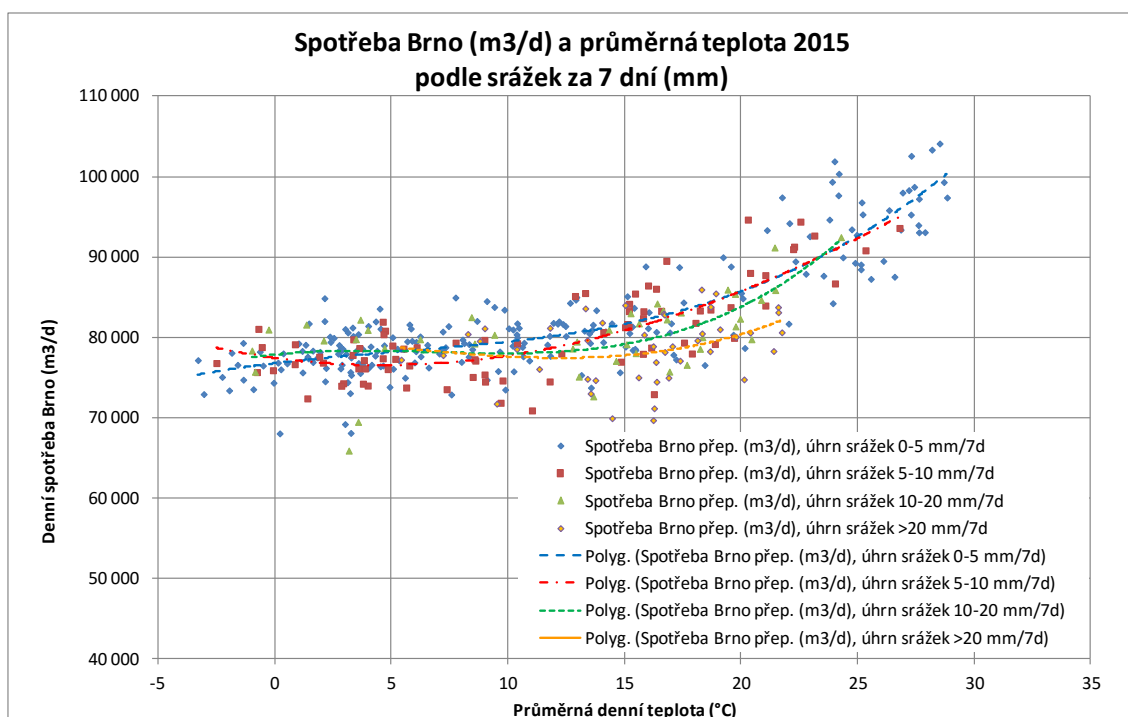
Obr. 6 Závislost denní spotřeby vody na maximální denní teplotě v letech 2012-2015



Z výsledků lze odvodit, že spotřeba vody není do dosažení úrovně průměrné teploty asi 15 °C nebo maximální denní teploty 20 °C teplotou příliš ovlivněna. Při překročení těchto hodnot dochází k nárůstu denní spotřeby vody, a to přibližně o 13 % při zvýšení z průměrné teploty z 15 °C na 25 °C nebo o 15 % při zvýšení maximální denní teploty z 20 °C na 35 °C.

Poměrně podrobně byl analyzován i vliv denního úhrnu srážek na spotřebu vody. Zkoumány byly úhrny srážek za předchozí 3 dny, 7 dnů, 14 dnů a 28 dnů. Z toho pouze u sedmidenních úhrnů byl patrný vliv na spotřebu vody, avšak nijak významný. Lze říci, že vysokých hodnot spotřeby vody je dosahováno ve dnech, kdy úhrn srážek za předchozích 7 dní není větší než asi 20 mm (viz graf na obr. 7).

Obr. 7 Závislost denní spotřeby vody na průměrné denní teplotě v roce 2015 pro různé skupiny úhrnu srážek za 7 dní



7. Závěr

Výsledky provedené analýzy dovolují lépe pochopit vlivy, které působí na celkovou spotřebu vody ve spotřebišti. Na základě zjištěných skutečností lze konstatovat, že denní potřeba vody Brněnské vodárenské soustavy je ovlivněna především v období květen až září teplotami vzduchu ve spotřebišti. Spotřeba vody roste při překročení asi 15 °C u průměrné denní teploty a asi 20 °C u maximální denní teploty. Vliv srážkového úhrnu za předchozí období na spotřebu vody není výrazný.

Výsledků lze použít při plánování výroby vody a odhadu denní potřeby vody v budoucnu, kdy mohou být zohledněny jak sezónní vlivy a týdenní cykly, tak i vliv teplot vzduchu ve spotřebišti. Problémem však zůstane dostatečně přesná dlouhodobá předpověď počasí. Rozdílům mezi plánovanou potřebou vody a skutečnou spotřebou vody tak v případě počasí výrazně odlišného od dlouhodobého průměru nelze zcela zabránit.

Literatura

- [1] Viščor, P.: Faktory ovlivňující denní potřebu vody Brněnské vodárenské soustavy, sborník konference Voda Zlín 2014,
- [2] Hlaváč, J., Šenkapoulová, J., Tungli, L.: Faktorová analýza spotřeby vody, časopis SOVAK č. 3/2010,
- [3] Králová, H., Zvěřina, Z.: Vodohospodářská meteorologie a klimatologie, CERM Brno, 2002,
- [4] Rožnovský, J.: Klimatologie, MZLU Brno, 1999.

Modernizácia úpravní vôd v Slovenskej republike

Ing. Pavol Pelikán¹⁾, Ing. Jana Buchlovičová²⁾

¹⁾ Enviroline, s.r.o., Františkánska 5, 040 01 Košice, pelikan@enviroline.sk

²⁾ VodaTím s.r.o., Zvolenská 27, 821 09 Bratislava, buchlovicova@vodatim.sk

Abstrakt: Prvá úpravňa vody ÚV Hriňová, ktorá upravovala vodu na princípe chemickej-dvojstupňovej úpravy bola uvedená do prevádzky v roku 1964. Ďalšie úpravné boli postupne uvádzané do prevádzky od 70-tich rokov. V nadväznosti na dobu, kedy boli tieto ÚV projektované a uvádzané do prevádzky a dnešné požiadavky na bezpečnú pitnú vodu, je potrebné tieto ÚV komplexne modernizovať. Predmetom prednášky je popísaný proces predprojektovej prípravy a spracovanie projektov pre stavebné konanie.

Kľúčové slová: bezpečná pitná voda, modernizácia úpravní vôd

V Slovenskej republike je vo vysokom štádiu rozpracovaná príprava modernizácie úpravní vôd. Dôvodom prípravy podkladov je skutočnosť, že pre obdobie rokov 2015 až 2020 je pripravený Ministerstvom životného prostredia **OPERAČNÝ PROGRAM: Kvalita životného prostredia. Aktivita A** tohoto programu je zameraná na „Zabezpečenie podmienok zásobovania obyvateľov SR bezpečnou pitnou vodou z verejných vodovodov.“ Operačný program prakticky nadväzuje na smernicu 98/83/ES, ktorej cieľom je „ochrániť ľudské zdravie pred nepriaznivými účinkami akejkoľvek kontaminácie vody určenej na ľudskú spotrebu zabezpečením jej nezávadnosti a čistoty“.

V rámci uvedenej aktivity bude podporovaná modernizácia existujúcich úpravní **povrchových vôd**. Za účelom zabezpečenia bezpečnej pitnej vody prioritu budú mať projekty zamerané najmä na riešenie problémov s **eutrofizáciou vôd, arzénom, antimónom, mikrobiológiou a biológiou**.

Celoslovenské údaje uvádzajú, že z celkového počtu 2.890 obcí je zásobovaných z verejných vodovodov 2.346 obcí, čo predstavuje 81,2 % zásobovanosti obyvateľstva SR. Viac ako 80 % je zásobovaných z podzemných zdrojov a necelých 20 % je zásobovaných z povrchových zdrojov. Na Slovensku bolo vybudovaných asi 130 úpravní vôd a v súčasnosti je v prevádzke cca 100 úpravní vôd. Z hľadiska zásobovania z povrchových zdrojov rozhodujúcimi zdrojmi povrchovej vody sú vodárenské nádrže. Celkovo je vybudovaných osem vodárenských nádrží. Najstaršou vodárenskou nádržou je nádrž ROZGRUND, ktorá bola vybudovaná v roku 1744. Najmladšou je vodárenská nádrž Turček, ktorá bola uvedená do prevádzky v roku 1998. Celkový objem vodárenských nádrží na Slovensku je 146,2 miliónov m³. Projektovaný odber je 4.049 l/s. Súčasný odber je cca 2.150 l/s.

Ako je už uvedené, cieľ smernice 98/83/ES je chrániť ľudské zdravie pred nepriaznivými účinkami akejkoľvek kontaminácie zabezpečením jej nezávadnosti. Požiadavku zabezpečenia vyššej nezávadnosti distribuovanej pitnej vody je možné v zásade realizovať:

- náhradou zastaraných a nespoľahlivých technologických zariadení s vysokými energetickými nárokmi zariadeniami na súčasnej technickej úrovni

- nízku efektívnosť pôvodného technologického procesu zefektívniť tak, že tento bude pracovať za optimálnych podmienok
- vzhľadom na zhoršovanie kvality surovej vody v určitom období (ktoré sa neustále predlžuje) doplniť technologickú zostavu úpravy vody o zariadenia, ktoré i za tejto situácie prispievajú k produkcii bezpečnej pitnej vody
- doplniť technologickú zostavu likvidácie použitej technologickej vody o zariadenia, ktoré prispievajú k zníženiu zaťaženia prírodného prostredia

Úpravne vody, ktoré pracujú nepretržite viac ako 30 rokov (ÚV Hriňová viac ako 50 rokov) sú z technologického ako i morálneho pohľadu zastarané a modernizácia týchto úpravní vôd je viac ako nevyhnutná. **Modernizácia musí priniesť nové technológie, lepšie podmienky pre prevádzkovanie a riadenie procesov úpravy vody.** Modernizácia nemôže byť len prostou obnovou pôvodného technologického zariadenia. Takýto pohľad na modernizáciu si však vyžaduje dokonalú predprojektovú prípravu. Modernizácia úpravne vody je zložitý technický proces, od ktorého projektant očakáva dokonalý podklad na základe, ktorého je možné následne vyhotoviť projekt, ktorý zodpovedá technickej i ekonomickej požiadavke modernizácie úpravne vody.

Predprojektová príprava pozostáva z rady na seba nadväzujúcich činností. Prvým krokom bol audit úpravne vody jednak chemicko-technologický jednak stavebno-technický. Až po vyhodnotení auditu začali poloprevádzkové skúšky a následné spracovanie podkladov pre projektanta, ktoré optimálnym spôsobom skĺbili potrebu vysokej technickej úrovne a maximálnej efektívnosti modernizovanej prevádzky. Dôležitá je i skutočnosť, že modernizácia technológie úpravy vody musí spĺňať podmienky bezpečnej pitnej vody minimálne do roku 2036. Treba zdôrazniť, že dokonalý podklad pre projektanta musí spĺňať podmienku realizovateľnosti.

Keďže celý proces modernizácie si vyžiada určitý čas, chemicko-technologický audit v tomto prípade poslúži aj ako podklad na základe, ktorého je možné odstrániť niektoré nedostatky v súčasnej technológii úpravy vody.

V súčasnosti boli ukončené práce súvisiace s prípravou modernizácie úpravní vôd Klenovec, Málinec, Stakčín, Bukovec a pred dokončením je Hriňová.

Úpravňa vody Klenovec je v nepretržitej prevádzke už 40 rokov, zo štvorice úpravní vody, ktoré upravujú vody z podpolianskeho masívu akumulovanej vo vodárenských nádržiach zásadne odlišuje v dvoch zásadných veciach. Akumulovaná voda je upravovaná jednostupňovou úpravou vody a ako koagulant je používaný hlinitý koagulant. V porovnaní s ostatnými úpravňami sú s touto úpravňou vody najväčšie problémy, na ktorých má svoj podiel technologická zostava, prakticky žiadna automatizácia, ale **výrazne má na tomto konštatovaní svoj podiel vývoj kvality vody v nádrži.**

Úpravňa vody Málinec bola v roku 1994 uvedená do skúšobnej prevádzky a v roku 1997 do trvalej prevádzky. Zdrojom surovej vody bola rieka Ipeľ. Prehradením údolia rieky Ipeľ bola vybudovaná vodárenská nádrž, z ktorej surová voda do úpravne vody priteká gravitačne. Na základe technologických skúšok, ktoré boli vykonané z voľného toku bola navrhnutá dvojstupňová úprava vody. Hlavným koagulantom bol a aj v súčasnosti je síran železitý.

Úpravňa vody Hriňová, ako už bolo spomenuté, je v prevádzke už viac ako 50 rokov. Projekt úpravne vody bol spracovaný koncom 50-tych rokov na úrovni vtedajšieho poznania. Podkladom boli rozbery kvality vody z „voľného“ toku. Navrhnutá technológia pozostáva z klasickej dvojstupňovej chemickej úpravy. Prvý stupeň tvorí rýchle miešanie, pomalé miešanie a usadzovanie v pozdĺžnych usadzovacích nádržiach. Druhý stupeň pozostáva z otvorených filtrov z pieskovou náplňou. Bol navrhnutý a i teraz sa používa železitý koagulant.

Úpravňa vody Bukovec bola v roku 1973 uvedená do skúšobnej prevádzky a v roku 1979 do trvalej prevádzky. Zdrojom surovej vody je vodárenská nádrž Bukovec. Technológia úpravy pozostáva z dvoch identických etáp dvojstupňovej úpravy vody. A to zo sedimentácie a filtrácie na pieskových filtroch. V súčasnosti je technológia úpravy prispôbena hlavne na odstránenie antimónu, arzenu, zákalotvorných látok, makromolekulových organických látok, mikrobiologického znečistenia. Vo februári 2005 bola technológia úpravy rozšírená o odstraňovanie mangánu. Hlavným koagulantom je síran železitý.

Úpravňa vody Stakčín bola postavená v dvoch etapách. V prvej etape v roku 1984 bola dobudovaná úpravňa vody ako jednostupňová s projektovanou kapacitou 500 l/s. V roku 1993 bolo dokončené rozšírenie úpravne vody o výkon 500 l/s na celkovú kapacitu 1000 l/s a vybudovaný ďalší stupeň úpravy – čiriče.

Voda priteká na úpravňu vody cez objekt malej vodnej elektrárne, kde pretečením cez čerpadlo s napojeným generátorom sa vyrába elektrická energia (inštalovaný výkon 240kW). Za týmto objektom sa do potrubia dávkuje koagulant – síran železitý $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ – (40% roztok) a hydroxid vápenatý $\text{Ca}(\text{OH})_2$. V prípade potreby je možné dávkovať aj manganistan draselný KMnO_4 .

Spracovanie projektov pre stavebné povolenie:

V tomto bode je nutné si uvedomiť, že nie je reč o zakladaní stavby na „zelenej lúke“ ale jedná sa skoro o úplnú inováciu technologickej časti a stavebnej časti spojenej s technológiou. Často sú tieto budovy neprispôbené ako priestorovo tak aj rozložením na inštaláciu nových technologických zariadení a je to len na šikovnosti projektantov, ako sa s týmito stavbami vysporiadajú.

Úpravňa vody Klenovec:

Modernizácia úpravne vody Klenovec sa v prevažnej väčšine bude realizovať v priestoroch pôvodnej 1. etapy výstavby. Na úpravni je navrhnutá dvojstupňová úprava vody. Jedná sa o dvojicu keramických membránových mikrofiltračných jednotiek, ktoré budú v trvalej prevádzke. Tieto jednotky budú inštalované v priestoroch terajšej čerpacej stanice. V prípadoch zhoršenej kvality pritekajúcej surovej vody z VN Klenovec bude možné ako prvý stupeň úpravy prevádzkovať dvojicu flotačných jednotiek s vzostupnou rýchlosťou vo flotačných jednotkách 8-10 m/hod. Predpokladaná doba prevádzky flotačných jednotiek je cca 30% z roku, čo približne zodpovedá dobe zhoršenej kvality surovej vody. Flotačné jednotky vzniknú úpravou šiestich filtrov 1. etapy s následným predelením na polovicu a zostavbou zariadenia flotácie. Pre prevádzku dvojstupňovej úpravy vody bolo potrebné navrhnuť medziakumuláciu, ktorá vznikne v trojici filtrov 1. etapy. Na zvyšných troch filtroch bude pôvodné medzidno nahradené drenážnym systémom. V týchto filtroch bude možné ako náplň použiť buď granulované aktívne uhlie, alebo náplň polo vypáleného dolomitu. Kompletná modernizácia bude realizovaná aj v rámci chemického

a vápenného hospodárstva, ako aj kalového hospodárstva. V rámci chemického hospodárstva bude zriadené nové skladovanie a dávkovanie hlavného koagulantu a CO_2 , príprava a dávkovanie manganistanu draselného, pomocného koagulantu a aktívneho uhlia. Vápenné hospodárstvo bude pozostávať zo skladovania vápna prípravy a dávkovania vápenného mlieka a prípravy a dávkovania vápennej vody. Ako hygienické zabezpečenie vody je navrhnuté dávkovanie chlórdioxidu, ako aj UV žiarenie. Na kalovú koncovku je navrhnutá inštalácia komorového kalolisu, pričom sa budú využívať jestvujúce usadzovacie nádrže použitých pracích vôd. Vymedzením priestoru v suteréne 1. etapy vznikne nová čerpacia stanica na úrovni dna akumulácií (2ks 1.etapa + 2ks 2.etapa). V úpravni sa zriadi nový systém automatizácie, merania a riadenia technologických procesov. Všetky rozvody budú vymenené za nerezové/PP/PE/gumené hadice. Pozornosť sme zvlášť kládli na umiestnenie rozvodov, tak aby neboli prekážkou obsluhu a aby nedochádzalo ku križovaniu komunikačného priestoru. Pri armatúrach bolo ich umiestnenie zvolené tak, aby k nim obsluha mala bezproblémový prístup. Vo všetkých súvisiacich objektoch bude realizovaná modernizácia stavebnej časti ako aj elektroinštalácií a vzduchotechniky.

Úpravňa vody Málinec:

Predmetná úpravňa vody je v súčasnosti navrhnutá s technológiou dvojstupňovej úpravy vody pozostávajúcej z filtrácie na pieskových filtroch a usadzovania. Pri poloprevádzkových skúškach bolo potvrdené že tento spôsob úpravy vody je správny avšak nie úplne efektívny. Preto ako prvý stupeň úpravy po modernizácii bude usadzovanie v usadzovacích nádržiach s lamelovou zostavou a dnovým zhrabovaním kalu, oproti terajším klasickým usadzovacím nádržiam bez lamelovej zostavy. Súčasné pomalé miešanie prebiehajúce za pomoci dierovaných stien bude nahradené novými zariadeniami a to pomalochodnými miešadlami s pádlovými miešacími elementami. Ako druhý stupeň úpravy vody bude po modernizácii filtrácia na dvojmateriálových filtroch v zložení filtračný piesok a vodárenský antracit. Súčasné filtračné medzidná budú nahradené drenážnym systémom. Na úpravni sú k dispozícii dve filtračné kolóny z toho každá pozostáva zo štyroch filtrov. Pri modernizácii je uvažované s následnou zostavou filtračných kolón. Tri filtre s dvojmateriálovou náplňou a jedným (štvrtým) filtrom s náplňou granulovaného aktívneho uhlia. Kompletná modernizácia bude realizovaná aj v rámci chemického a vápenného hospodárstva, ako aj kalového hospodárstva. V rámci chemického hospodárstva bude zriadené nové skladovanie a dávkovanie hlavného koagulantu a CO_2 , príprava a dávkovanie manganistanu draselného, pomocného koagulantu a aktívneho uhlia. Vápenné hospodárstvo bude pozostávať zo skladovania vápna prípravy a dávkovania vápenného mlieka a prípravy a dávkovania vápennej vody. Ako hygienické zabezpečenie vody je navrhnuté dávkovanie plynného chlóru a síranu amónneho, ako aj UV žiarenie. Na kalovú koncovku je navrhnutá inštalácia komorového kalolisu, pričom sa budú využívať jestvujúce usadzovacie nádrže použitých pracích vôd a usadzovacie nádrže kalovej vody. Tu je nutné podotknúť, že terajšie priestory chemického a kalového hospodárstva sa odstavia z činnosti. A po modernizácii budú umiestnené v priestoroch jednej z nepoužívanej sedimentačnej nádrži, priestor tejto nádrže bude stavebne oddelený od zvyšku technologických zostáv úpravy vody, takto sa zmenšia vzdialenosti pre dávkovanie jednotlivých chemikálií a klesnú aj náklady na prevádzku priestorov. Zariadenia čerpacej stanice budú tak isto modernizované. Voda sa bude akumulovať v jestvujúcej akumulácii upravenej vody. V úpravni sa zriadi nový systém automatizácie, merania a riadenia technologických procesov. Všetky rozvody budú vymenené za nerezové/PP/PE/gumené hadice. Pozornosť sme zvlášť kládli na umiestnenie rozvodov, tak aby neboli prekážkou obsluhu a aby nedochádzalo ku

križovaniu komunikačného priestoru. Pri armatúrach bolo ich umiestnenie zvolené tak, aby k nim obsluha mala bezproblémový prístup. Vo všetkých súvisiacich objektoch bude realizovaná modernizácia stavebnej časti ako aj elektroinštalácií a vzduchotechniky.

Úpravňa vody Hriňová:

V tejto fáze prípravy modernizácie práve prebiehajú poloprevádzkové skúšky na overenie navrhovaných technologických liniek úpravy vody. Sú riešené tri alternatívy.

Alternatíva I.

Hrubé predčistenie, mikrofiltrácia, dávkovanie manganistanu draselného, dávkovanie hlavného koagulantu do vhodného homogenizačného elementu, využitie pôvodného rýchleho miešača, umiestnenie pomalého miešania a dvoch flotačných jednotiek v súčasných usadzovacích nádržiach I. etapy, stvrdzovanie vody (dávkovanie CO₂ pomocou injektora a dávkovanie hydrátu vápenatého vo forme vápennej vody na odtoku z flotácie). Filtrácia vody v pôvodných filtroch s tým, že pôvodné medzidná budú nahradené drenážnym systémom. Filtračná náplň 70 cm kremičitý piesok zrnitosť 0,5 – 1,0 mm a 70 cm antracit Carboziar zrnitosť 1,0 – 2,0 mm. Dávkovanie práškoveho aktívneho uhlia, dávkovanie oxidu chloričitého.

Alternatíva II.

Hrubé predčistenie, mikrofiltrácia, dávkovanie manganistanu draselného, dávkovanie hlavného koagulantu do vhodného homogenizačného elementu, (druh koagulantu a veľkosť dávky je potrebné stanoviť v rámci poloprevádzkovej skúšky) reakčné nádrže, membránová filtrácia, stvrdzovanie vody (dávkovanie CO₂ pomocou injektora a dávkovanie hydrátu vápenatého vo forme vápennej vody na odtoku z membránovej filtrácie) dávkovanie práškoveho aktívneho uhlia, zdravotné zabezpečenie oxidom chloričitým.

Alternatíva III.

Hrubé predčistenie, mikrofiltrácia, dávkovanie manganistanu draselného, dávkovanie hlavného koagulantu do vhodného homogenizačného elementu, (druh koagulantu a veľkosť dávky je potrebné stanoviť v rámci poloprevádzkovej skúšky) reakčné nádrže, membránová filtrácia, stvrdzovanie vody (dávkovanie CO₂ pomocou injektora a dávkovanie hydrátu vápenatého vo forme vápennej vody na odtoku z membránovej filtrácie) dávkovanie CO₂ (množstvo je potrebné experimentálne overiť) filtrácia vody cez odkyselovací materiál PVD, ktorý bude inštalovaný v pôvodných filtroch, dávkovanie práškoveho aktívneho uhlia, zdravotné zabezpečenie oxidom chloričitým.

V tejto alternatíve sa bude zvažovať podľa finančnej analýzy dávkovanie práškoveho aktívneho uhlia. Pri vysokej spotrebe práškoveho aktívneho uhlia bude alternatíva pozmenená z filtrácie cez odkyselovací materiál PVD na filtre s náplňou granulovaného aktívneho uhlia.

V rámci predprojektových prác bol spracovaný podrobný technologický a stavebný audit, geologický prieskum, geodetické zameranie areálu a zhodnotenie pritekajúcej surovej vody z VN Hriňová, ako aj zhodnotenie stavu samotnej VN.

Úpravňa vody Stakčín:

Pri modernizácii predmetnej úpravne vody sa uvažuje s dvojstupňovou úpravou vody. Ako prvý stupeň úpravy sú navrhnuté flotačné jednotky so vzostupnou rýchlosťou 15 m/h. Jedná sa o osem kusov flotačných jednotiek, ktoré budú osadené v priestoroch terajších číričov. Navrhnuté sú nerezové flotačné jednotky zvarované na mieste. Tento prvý stupeň úpravy vody je navrhnutý ako vyhlídkové napojenie pri dlhodobo zhoršenej kvalite surovej vody a bude sa riešiť v rámci samostatnej stavby, pri modernizácii bude

zriadená iba stavebná pripravenosť. V rámci modernizácie druhého stupňa úpravy budú existujúce medzidná vymenené za drenážne systémy. Jedná sa o výmenu medzidiel v šiestnástich filtrov tvoriacich štyri filtračné kolóny v dvoch halách filtrov. Každá filtračná kolóna bude pozostávať z troch filtrov s dvojmateriálovou filtračnou náplňou a jedného filtra s náplňou granulovaného aktívneho uhlia. Modernizácia sa zaoberá aj homogenizáciou suspenzie a intenzifikáciou prípravy suspenzie. V rámci týchto častí budú inštalované homogenizačné elementy na dokonalé premiešanie ako surovej vody, tak aj vody upravenej s dávkovanou chemikáliou. V procese flokulácie bolo vylúčené rýchle miešanie pretože, ako vyplynulo z poloprevádzkových skúšok nemalo výrazný vplyv na tvorbu suspenzie. Samotné pomalé miešanie bude zabezpečovať 4 x 6 ks pomalochodných miešadiel s pádlovými miešacími elementmi. Pre dosiahnutie rovnomerného rozdelenia prítoku surovej vody je medzi halami filtrov navrhnutý rozdeľovací objekt. V rámci chemického hospodárstva bude zriadené skladovanie a dávkovanie koagulantov (železitý, hlinitý). Vápenné hospodárstvo bude pozostávať zo skladovania a prípravy vápenného mlieka, dávkovanie vápenného mlieka a prípravy a dávkovania vápennej vody. Terajšie chemické hospodárstvo sa odstavi z prevádzky a nové bude vybudované v rámci terajšej haly čiričov, vznikne stavebným oddelením štyroch čiričov od zvyšku haly. Týmto opatrením sa predpokladá zníženie prevádzkových nákladov na vykurovanie ako aj skrátenie vzdialenosti čerpadiel od miest zaústenia dávkovania do procesu úpravy vody. Modernizácia sa bude týkať aj zariadení malej vodnej elektrárne na prítoku surovej vody do objektu úpravne. Voda sa bude akumulovať v štyroch jestvujúcich akumuláciách upravenej vody. Ako zdravotné zabezpečenie vody odtekajúcej z úpravne bude použité UV žiarenie. V úpravni sa zriadi nový systém automatizácie, merania a riadenia technologických procesov. Všetky rozvody budú vymenené za nerezové/PP/PE/gumené hadice. Pozornosť sme zvlášť kládli na umiestnenie rozvodov, tak aby neboli prekážkou obsluhu a aby nedochádzalo ku križovaniu komunikačného priestoru. Pri armatúrach bolo ich umiestnenie zvolené tak, aby k nim obsluha mala bezproblémový prístup. Vo všetkých súvisiacich objektoch bude realizovaná modernizácia stavebnej časti ako aj elektroinštalácií a vzduchotechniky.

Záver

V poslednom období sa na Slovensku pristupovalo s veľkou vážnosťou k zabezpečeniu podmienok zásobovania obyvateľov bezpečnou pitnou vodou z verejných vodovodov. O čom tvrdia aj vyššie spomínané projekty a s nimi spojená predprojektová a projektová činnosť.

Z našej strany je tento krok vítaný a dúfame, že v tomto trende sa bude aj naďalej pokračovať tak, aby sme vedeli v budúcnosti zabezpečiť čo najvyššiu kvalitu pitnej vody, pretože je to jedna z najpodstatnejších vecí potrebných k životu.

Literatúra

1. Buchlovičová J.: Laboratórne a poloprevádzkové skúšky – podklad pre modernizáciu úpravni vôd, konferencia Nové trendy v oblasti úpravy pitnej vody, 2014, ISBN 978-80-971272-2-0
2. Drbohlav J.: Předprojektová a projektová příprava staveb, zkušenosti z realizovaných staveb, konferencia Nové trendy v oblasti úpravy pitnej vody, 2014, ISBN 978-80-971272-2-0

Pozitivní vliv 160 let inovačních procesů výroby produktů z litiny na kvalitu současných vodovodních a kanalizačních sítí

Ing. Juraj Barborik

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

Stručná historie výroby produktů z litiny pro obor vodárenství

Společnosti Saint-Gobain se již 160 let podílí na vývoji a výrobě kompletních potrubních systému o průměrech od DN 60 mm až do DN 2000 mm. Jedná se o systémy zejména pro zásobování pitnou vodou a odvádění odpadních vod. Tyto kompletní systémy se skládají z trubek, tvarovek, armatur, hydrantů, poklopů a dalších součástí z tvárné litiny.

1856: založení továrny v Pont-à-Mousson



1866: výr. první trouby



1870: první exporty



1927: odstřed. lití



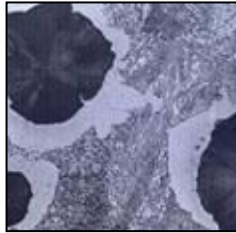
1933: založení
výzkum. centra



1934: sériová výr.
odstředivým litím



1950: licence
na tvárnou litinu



1970: automatiz.
výroby trub



Technologický vývoj odlévání trubek, tvarovek, poklopů a příslušenství

Již v 17. století se litinové trubky používaly při výstavbě vodovodních potrubí v privilegovaných stavbách, například v zámcích, zahradách, v parcích apod., viz fontány ve Versailles. V 19. století se začala rozvíjet města, průmysl a stoupala nutnost výstavby vodovodů a kanalizací.

Litina se získává redukcí železné rudy s koksem ve vysokých pecích. Během tavicího procesu se část uhlíku rozpouští v tekutém železe a snižuje se bod tání surového železa. Výhoda rozpuštěného uhlíku se uplatňuje při tuhnutí. Objemová kontrakce železa při přechodu z kapalně do pevné fáze je kompenzována zvětšením objemu uhlíku. V důsledku toho mají odlitky z litiny hustou strukturu bez dutin. Při tuhnutí uhlík krystalizuje ve formě grafitových lupínků/lamel (šedá litina).

Kvalitativní přechod ze šedé litiny na tvárnou litinu

Před více než 60-ti lety se změnila krystalická podoba grafitu metalurgickým ovlivněním taveniny a grafit se vyloučil v podobě kuliček.

Kuličkový grafit snižuje koncentraci vnitřního pnutí v materiálu. Litina s kuličkovým grafitem má výrazně vyšší pevnost v tahu (min. 420 MPa) a schopnost plasticky a elasticky se tvarovat při vnějším zatížení (min. tažnost 10 %). Proto se litině s kuličkovým grafitem říká „tvárná litina“. Tato signifikantní změna vlastností vedla v mnoha oblastech k nahrazení ocelových konstrukcí.

Odborná veřejnost v oboru potrubních systémů si velmi rychle uvědomila výhod tvárního chování pevné litiny. U mechanického namáhání selhávají tvrdé a křehké trubky lámáním a tvorbou trhlin, měkké trubky deformováním a následným praskáním. Tato selhání způsobují rozsáhlé škody a finanční ztráty při provozování potrubních sítí. U tvárné litiny je velká část energie pohlcena materiálem. Trubky z tvárné litiny mají nejvyšší hodnotu měrné přetvárné práce ze všech materiálů (integrál plochy pod křivkou z hodnot zatížení a prohnutí). V polovině šedesátých let tvárná litina nahradila ve světě litinu šedou v oblasti trubních materiálů (u nás po roce 1993).

Výrobní proces

Slévárenská technika se vyvinula již ve středověku pro uměleckou litinu, odlévání zvonů a dělových hlavních. Nejprve se trouby odlévaly do ležatých vodorovně rozdělených forem s krátkou stavební délkou.

Fontány ve Versailles



350 let staré lit. potrubí



350 let stará lit. trubka



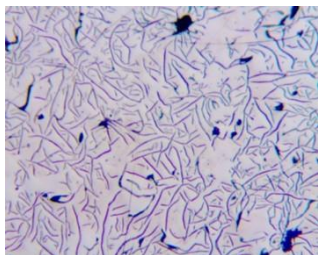
V druhé polovině 19. století došlo k zavedení karuselového lití do stojatých forem. Stavební délka se prodlužovala a zmizely na troubách švy z forem. Stovky tisíc kilometrů trubek z toho lití před roky 1925-7 jsou ještě dodnes v provozu.

Vynalezení a zavedení odstředivého lití od roku 1926-7 v Evropě je významným milníkem. Vyznačuje se trvalou, rotující kovovou formou (kokilou) chlazenou z vnější strany vodou (odstředivé lití „Metodou de-Lavaud“). V kokile se vytváří jemnozrná a hustá struktura. Při následné tepelné modifikaci struktury „žiháním“ získají trouby vyšší pevnost. V kokile je možné odlít několik tisíc trub. Stavební délka trub se prodloužila na 6 až 8 m. Venkovní průměr je stabilně kruhový a tloušťka stěny je rovnoměrná. Nedlouho po zavedení odstředivého lití byl vynalezen i nový způsob těsnění hrdlového spoje, který nahradil hrdlo utěšňované olovem.

Vytavená šedá litina se ve slévárnách modifikuje a očkuje na tvárnou litinu těsně před odléváním. Všichni producenti vyrábí grafitickou litinu složenou ze slitiny železa, uhlíku (cca 3,6%), křemíku, fosforu, síry, manganu a dalších prvků.

Litina s kuličkovým grafitem (tvárná litina) vzniká vyloučením grafitu ve formě kuliček a základní kov musí mít nízký obsah síry pod 0,020%. Technologicky to nastává při modifikaci tekutého kovu/litiny přidáním hořčíku (Mg) a vápníku (Ca). Tyto prvky způsobí vyloučení grafitu ve formě kuliček a snížení obsahu síry (S). Modifikovaná litina se dále očkuje nasypáním FeSi (Zircinok). Tento materiál se v kovu rozpustí a v odlitku při tuhnutí na těchto částech začne růst grafit v kuličkové formě.

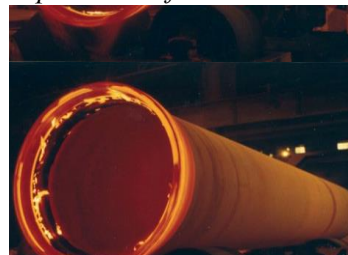
Šedá litina



Tvárná litina



Tepelná modifikace trub



Vývojem a automatizací výroby od roku 1970 bylo zvýšení pevnosti odlitků, snížení hmotnosti a tloušťky stěny odlitků na polovinu. Další rozvoj techniky odlévání v současné době umožňuje další redukci tloušťky stěny trub podle platných výrobních evropských norem ČSN EN 545 a ČSN EN 598 bez snížení užitných parametrů. Na vývoji evropských norem je vidět růst kvalitativních parametrů trub, tvarovek, protikorozních ochranných, spojů, příslušenství a odchod od zastaralé klasifikace trub podle tloušťky stěny („K“) ke klasifikaci podle tlakových tříd CLASS (hodnota tlakové třídy „C“ = dovolenému provoznímu tlaku PFA).

Vývoj konstrukce, funkce a aplikace hrdlových spojů

Od začátků používání litinových trubek hrálo utěsnění spojů důležitou roli. Do roku 1930 byly litinové trubky utěšňovány temovaným spojem bez možnosti úhlového odklonění. Předpokladem dlouhodobé těsnosti bylo neporušené uložení a nehybnost trubek.

Pryžová těsnění u vodovodních potrubí jsou používána od roku 1863 a předchůdce ucpávkových hrdel od roku 1910. Počátkem 30. let se představuje hrdlový spoj mechanicky stlačující těsnění z vulkanizovaného kaučuku (ucpávkový spoj), který umožňuje již úhlové odklonění spoje. Mechanický ucpávkový spoj následně vede k vývoji násuvného hrdlového spoje s profilovaným těsněním. Těsnění se automaticky kompresuje při nasunutí hladkého konce a utěšňuje spoj. Praxe prokázala, že spoj je

těsný po celou dobu životnosti trubek na přetlak a podtlak a to i v případech dynamického namáhání, odklonění a tangenciálního zatížení.

Nedostatek místa na betonové opěrné bloky, uložení na strmém svahu, na mostech, v kolektorech, v chráničkách, pod vodou a nové techniky pokládky (např. bezvýkopové metody) vyvolaly nutnost vývoje spoje pevného v tahu. Spoje pevné v tahu jsou hrdlové zámkové spoje zajištěné proti axiálnímu posuvu, pružné a těsné. Konstrukčně rozlišujeme zámkové spoje jednokomorové a dvoukomorové zakusovací spoje a dvoukomorové spoje s návarkem. Vývoj zámkových hrdlových spojů, pevných a současně ohebných, byl důležitým předpokladem k rozvoji bezvýkopových metod pro instalaci nových a obnovu starých potrubních sítí potrubím z tvárné litiny. Trubky z tvárné litiny, vybavené bezpečnými „kloubovými“ spoji a mechanicky pevnou stěnou trubky, lze bezproblémově pokládat i ve složitých a nekontrolovatelných podmínkách bezvýkopových technologií. Tvárná litina nabízí ze všech dostupných materiálů nejvyšší parametry, kvalitu a nejdelší životnost pro potrubní sítě instalované nebo obnovované bezvýkopovou technologií (tažné síly přes 100 t, úhlové odklonění až 5°, životnost přes 150 let, dovolené provozní tlaky i přes 100 bar a další). Konstrukce násuvných těsnících a zámkových hrdlových spojů umožňuje spolehlivou, jednoduchou a rychlou montáž (doba montáže spoje dvou montážních pracovníků: DN 80-300 do 10 minut, DN 250-600 do 20 minut, DN 700-1000 do 30-45 minut).

Náhrada národních norem jednotlivých výrobců evropskými normami, zejména EN 545 pro vodovody a EN 598 pro kanalizace, přinesla zvýšení kvality technických parametrů, funkčních vlastností, spojů, protikorozních ochranných a celkové výkonnosti potrubních systémů.

Vývoj a funkce protikorozních venkovních a vnitřních povrchových ochranných

Od zavedení automatizace výroby litinových trub z tvárné litiny v roce 1970 nastal rychlý vývoj vnitřních a venkovních povrchových ochranných. V současné době podle výrobních EN jsou k dispozici aktivní a pasivní venkovní a vnitřní ochranné povlaky. Druh povrchové ochrany se odvíjí od provozních, montážních a půdních podmínek.

Trubky ze šedé litiny byly od konce 19. století do poloviny 20. století pouze ponořeny do tekutého dehtu/asfaltu, i přesto dosahují „legendární dlouhou životnost“ (např. u nás více než 100 let funkční „Březovský“ nebo „Káranský přivaděč“). Se zavedením tvárné litiny byly trubky uvnitř a vně opatřeny bitumenovým lakem. Následně v 60. až 70. letech byla venkovní ochrana doplněna pozinkováním a uvnitř byl bitumen nahrazen odstředivým vyložení cementovou maltou. Postupně byly do výroby trub z tvárné litiny zaváděny jednotlivé speciální venkovní ochrany vrstvou polyetylenu, polyuretanu, cementové malty a vnitřní ochrany vyložení vrstvou polyuretanu.

PAM 08 DN 1100 Vodovod Káraný



DN 1100 současný výřez z opravy



Výzkum, vývoj, inovace a výroba s ohledem na životní prostředí

Společnost Saint-Gobain PAM má více než tisíc registrovaných národních patentů po celém světě. Svými vynálezy a inovacemi produktů (v oboru trubek, tvarovek, armatur, poklopů a příslušenství) vytvořených v posledních desetiletích zajišťuje růst kvality nejenom svých produktů, ale i ostatních evropských výrobců. Společnost Saint-Gobain PAM své vynálezy a inovace (v oboru trub z tvárné litiny) implementuje do evropských norem, čímž se stávají dostupné pro všechny evropské výrobce.

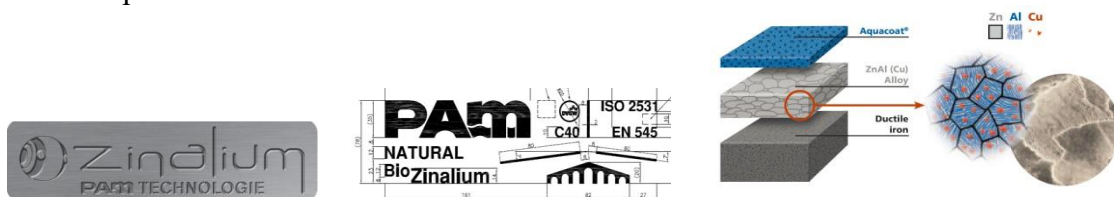
1992: první dovoz trub DN 60 až DN 2000 mm z tvárné litiny se žárovým zinkováním do CZ a SK.

2001-2014: zavádění nových povrchových ochranných a potrubních systémů zvyšujících kvalitu a rozsah použití:

2001-2002: ochrana „Zinalium®“: žárové pozinkování slitinou zinku a hliníku,

2012: rozšíření ochrany „Zinalium®“ do jmenovitých světlostí DN 1000 mm,

2014: inovovaná ochrana „BioZinalium®“: žárové pozinkování slitinou zinku a hliníku s příměsí mědi.



2002 - 2009: uvedení nových a ekologicky šetrných potrubních systémů:

NATURAL Zinalium®
DN 80-1000 mm



Gravital TAG 32®
DN 150-300 mm

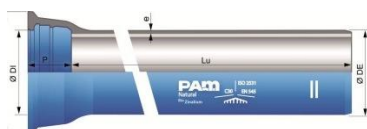


BLUTOP® BioZinalium®
DN/OD 75-160 mm

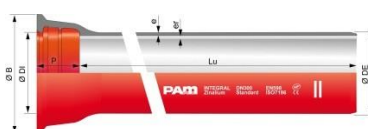


2009 - 2016: uvedení nových kvalitních a ekologicky šetrných potrubních systémů:

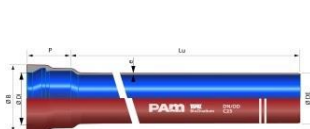
NATURAL BioZinalium®
DN 60-600 mm



INTEGRAL® Zinalium®
DN 80-1000 mm



TOPAZ® BioZinalium®
DN/OD 75-160 mm



Kompletní systém

Jako jediný evropský výrobce a jeden z mála světových výrobců nabízí Saint-Gobain PAM kompletní sortiment trubek, tvarovek, armatur a příslušenství jmenovitých světlostí DN 60 až DN 2000 mm, hydrantů, poklopů a dalších komponentů z tvárné litiny pro ucelené a kompatibilní řešení v oblasti zásobování pitnou vodou, odvádění

odpadních vod, průmyslových systémů, požárních systémů, vysokotlakých systémů (přiváděče derivačních MVE, zasněžovací systémy) a dalších aplikací. V nabídce společnosti Saint-Gobain PAM je více než 50.000 produktů v kvalitě a v souladu s evropskými a mezinárodními normami.

Praktické zkušenosti a technicko-ekonomické atributy trubního materiálu z tvárné litiny

Vodovod a kanalizace je stavební dílo, potrubní systém uložený ve složitých půdních podmínkách s rozsáhlým množstvím zemních prací a stavebních objektů. Investor, vlastník a provozovatel „kupuje a provozuje“ potrubní síť, nikoliv zemní práce. Cena trubního materiálu včetně montáže je k celkovým nákladům stavby nízká. Změnu veškerých podmínek není možné stanovit v investičním záměru a projektové dokumentaci v horizontu desítek až sto let. Z ekonomického hlediska je proto nutné volit systém potrubí, který vykazuje vysokou míru bezpečnosti a zaručuje dlouhodobou provozní spolehlivost.

Výběr a standardizaci materiálu je vhodné provádět po odborném posouzení daných podmínek, technických parametrů potrubních materiálů a ekonomické kalkulace jednotlivých potrubních systémů v celém životním cyklu stavby. Teprve provozováním trubních materiálů potvrzují své technicko-provozní parametry a ekonomickou efektivnost. Poruchovost se již nesleduje na celostátní úrovni, ale jednotlivý vlastník nebo provozovatel má k dispozici svou vlastní statistiku poruchovosti (cca 0,21 – 0,35 poruchy/km za rok). Nedostatky se u mnoha materiálů začínají projevovat teprve po uplynutí cca 10-20 let provozu. Nárůst poruch v čase je kvadratický, proto je vhodné sledovat poruchovost dlouhou řadu let. Ke sledování kvality použitých materiálů má provozovatel a vlastník k dispozici moderní diagnostiku a zkoušky k ověření provozního stavu potrubí.

Podíl tvárné litiny na celkové délce potrubí se zvyšuje z 0% v roce 1992 až na současných cca 12-14% z celkové délky sítě. Podíl potrubí z tvárné litiny výrazně snižuje celkovou poruchovost. U nás je poruchovost tvárné litiny téměř nulová a v Evropě za 60 let je do cca 0,019 poruchy/km za rok.

Míra odpisů se v celorepublikovém průměru snižuje a tomu odpovídající obnovu potrubí může zajistit pouze tvárná litina svou životností. Mechanické vlastnosti tvárné litiny se časem nemění, materiál je pevný, současně elasticky pružný, odolný proti prasknutí s koeficientem bezpečnosti 3. Odolává nepředvídatelným provozním rizikům (rázy, pohyby půdy atd.), zvládá změny při a po pokládce z důvodů změny statického a dynamického zatížení v průběhu více než 150 leté životnosti. Spolehlivost u tlakových sítí, lze aplikovat i u kanalizačních sítí převážně s gravitačním režimem. Kanalizační potrubí je převážně uloženo v mnohem horších půdních podmínkách, proto vyžaduje potrubí pevné, těsné, přenášející statické a dynamické zatížení vedoucí k bezporuchovému ekologickému provozu.

V České republice je instalováno několik tisíc km vodovodních řadů a několik stovek km kanalizačních stok z trub z tvárné litiny DN 80 – DN 2000 mm. Do dnešního dne nebyly zaznamenány provozní poruchy z titulu materiálu a případy koroze. Slitina zinku a hliníky bez dalších kovů nebo s mědí vyhovuje ve všech našich půdních podmínkách vyjma kyselých rašelinových půd, půd znečištěných odpady a velmi vysokých hodnot bludných proudů. Pro tyto případy jsou k dispozici speciální ochrany s důkazem jejich funkčnosti.

Využívání trubek z tvárné litiny klasickou nebo bezvýkopovou pokládkou se stalo ve všech regionech v České republice standardní praxí.

Legislativa pro armatury používané v rozvodech pitné vody

Ing. Jaroslav Slaviček, Ing. Ivo Hauner

Jihomoravská armaturka spol. s r.o.

V současné době jsou na trhu vodárenských armatur, armatury vyrobené ve všech částech světa a mnohdy pod „cenovým zaklínadlem“ končí ve vodárenských technologiích i armatury, které vydrží pouze požadovanou záruční dobu a následně se musí vyměnit. U nově pořízené investice tak musí investor v krátké době od jejího pořízení vynakládat dodatečné finanční prostředky na jejich výměnu.

Pokud hovoříme o ceně, jako o hlavním kritériu pro hodnocení výběrového řízení, je nutné zdůraznit, že ani v Zákoně o veřejných zakázkách č. 137/2006 Sb., není cena uvedena jako první kritérium.

Základní hodnotící kritéria dle zákona č. 137/2006 Sb., § 78, odst. 4 jsou:

1. Ekonomická výhodnost nabídky

Kritérium je povinně vztahováno k nákladům a výnosům za životní cyklus stavby, tj. musí být předem stanovena požadována životnost.

2. Nejnižší nabídková cena

Kritérium je ekonomicky chybné, vede k nízké kvalitě a obvykle ke snaze dodavatele dodatečně navyšovat cenu.

Investor stanovením parametrů pro výběrové řízení nejen vodárenských technologií, by se měl zajímat, jakou životnost jednotlivých prvků technologie požaduje s ohledem na jím požadovanou životnost investice. Teoretické životnosti jsou stanoveny v prováděcí vyhlášce Ministerstva zemědělství č. 120/2011 Sb. Pokud je tedy životnost stanovena jako časový cyklus, jsou životnosti základních vodohospodářských staveb následující:

Zjednodušené a orientační průměrné teoretické životnosti dle vyhlášky MZ č. 120/2011 Sb:

- přivaděče a vodovodní sítě 80 let
- úpravny vody 45 let
- kanalizační sítě 90 let
- čistírny odpadních vod 40 let

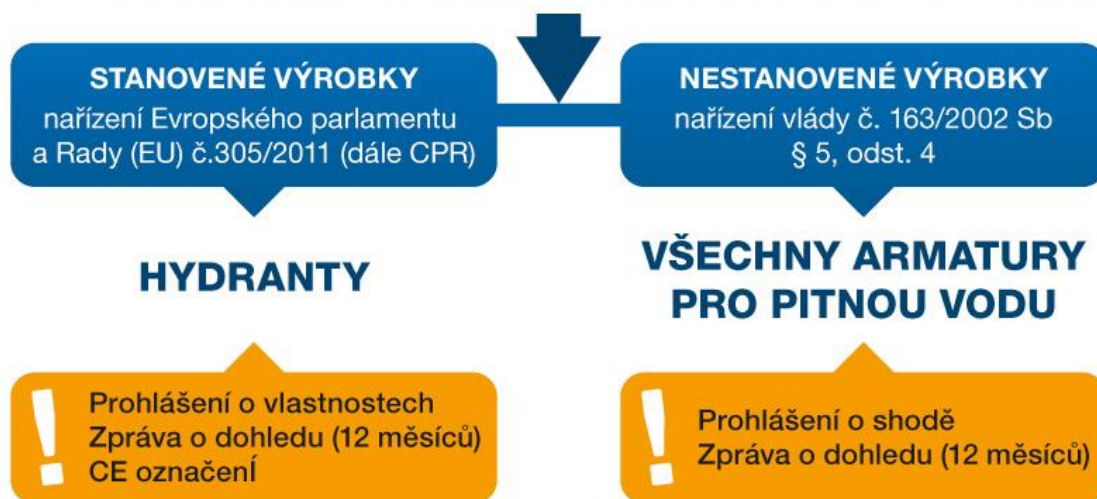
Na základě zákona 22/1997 Sb., který stanoví technické požadavky na výrobky a navazujícího nařízení vlády 163/2002 Sb., jenž stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, podléhají armatury na rozvody pitné vody certifikaci dle §5 tohoto nařízení vlády a musí u nich být posouzena shoda.

Certifikace je prováděna zvolenou autorizovanou osobou, která je k této činnosti autorizována Úřadem pro technickou normalizaci metrologii a státní zkušebnictví. V žádném případě nemůže být prováděna přímo výrobcem, nebo dovozcem armatur pro pitnou vodu.

Technické požadavky na armatury pro pitnou vodu jsou obsaženy v normách, technických předpisech, nebo stavebně technickém osvědčení vydaném autorizovanou osobou.

Armatury pro pitnou vodu jsou v certifikačním procesu označovány jako vybrané stavební výrobky, jelikož podstatným významem ovlivňují konečné vlastnosti staveb.

VYBRANÉ STAVEBNÍ VÝROBKY



Proces posouzení shody u stavebních výrobků s označením CE je nahrazen vydáním prohlášení o vlastnostech a označením výrobku CE. To je ale možné provést pouze u stavebních výrobků, na které se vztahuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č.305/2011 (dále CPR). Z armatur používaných na rozvodech pitné vody se jedná pouze o nadzemní a podzemní hydranty.

Na základě požadavku harmonizovaných norem na hydranty je možné vystavit prohlášení o vlastnostech pouze takové, jenž se odvolává na posuzování a ověřování stálosti vlastností dle systému 1.(příloha V, bod 1.2 CPR).

Tento systém ověřování znamená, že výrobce musí požádat oznámený subjekt o vydání osvědčení „o stálosti vlastností výrobku“. Tento oznámený subjekt musí být následně uveden na prohlášení o vlastnostech.

Oznámený subjekt potom provádí pravidelné průběžné dohledy nad výrobou (min. 1x ročně) a o těchto dozorech musí být písemné záznamy.

K ostatním armaturám pro pitnou vodu musí dodat výrobce nebo prodejce dle nařízení vlády č. 163/2002 Sb., § 5, Prohlášení o shodě. V tomto prohlášení o shodě musí být odkaz na autorizovanou osobu, jenž provádí dle § 5 odst. 4 dohled nad výrobou, nebo provádí pravidelné přezkušování výrobků v případě dovozce. Tento dohled nad výrobou nebo přezkoušení musí být min. 1x za 12 měsíců. Na vyžádání je výrobce nebo dovozce povinen protokol o těchto dohledech nebo přezkoušení poskytnout.

Testování a prověřování shody armatur s danými normami se provádí především podle těchto norem a vyhlášek:

- Norma ČSN EN 1074 – Armatury pro zásobování vodou
- Norma ČSN 13 3060 – Armatury průmyslové
- Norma ČSN EN 558 – Stavební délky
- Norma ČSN EN 1092 – Připojovací rozměry
- Norma ČSN EN 12 266 – 1 Tlakové zkoušky, postupy zkoušek a přijímací kritéria
- Vyhláška č.409/2005 Sb. o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody
- Norma ČSN 13 3005-1 – Průmyslové armatury. Značení
- Norma ČSN EN 19 – Průmyslové armatury. Značení
- Norma ČSN 13 0010 – Potrubí a armatury – Jmenovité tlaky a pracovní přetlaky

Základní normou, která stanovuje pro výrobce, jaké parametry musí armatury do rozvodů pitné vody splňovat, je ČSN EN 1074 Armatury pro zásobování vodou. Požadavky na jejich ověřování zkouškami. S touto normou se vodárenská odborná veřejnost setkává velmi často.

Norma ČSN EN 1074 má 6 částí a musíme tedy pracovat při posuzování armatur s celou normou! Obvyklou chybou je to, že se uživatel spokojí s konstatováním, že armatura je vyrobena podle ČSN EN 1074 část 1. Toto tvrzení má však pro provozovatele nulovou vypovídající hodnotu. V první řadě si řekněme obsah normy. Jak již bylo řečeno norma má 6 částí:

Členění normy ČSN EN 1074:

- Část 1: Všeobecné požadavky
- Část 2: Uzavírací armatury
- Část 3: Zpětné armatury
- Část 4: Od- a zavzdušňovací ventily
- Část 5: Regulační ventily
- Část 6: Hydranty

V části 1 je uveden výčet parametrů a požadavků, které armatury musí splňovat a podle kterých jsou testovány! Jedná se o konstrukční požadavky, materiály, pracovní přetlaky, DN, PN, teploty, průtoky, odolnost proti korozi, hygiena, životnost, požadavky na těsnost, typové zkoušky, značení, balení.

Nejedná se tedy o definování požadavků, které musí armatura splňovat. V dalších částech normy jsou potom definovány parametry a požadavky, které musí daná skupina splňovat!

Jedná se například o životnost armatur vyjádřenou počtem pracovních cyklů, max. ovládací moment pro DN při max. pracovním přetlaku, hodnoty zkoušecích tlaků, odolnost proti ohybu, postupy zkoušek, hodnota ovládacího momentu pro T- klíč, hodnota max. ovládacího momentu vřetene proti stržení atd. Tyto požadavky výběrové řízení musí zadavatel znát a měl by je obsáhnout do tendrového textu.

Trh armatur pro použití pro pitnou vodu je tedy poměrně přísně regulován. Není pravdou, že do České republiky lze v současné době dovést jakoukoliv armaturu pro vodárenství.

Otázkou druhou je, jak majitelé a provozovatelé vodárenských společností k této problematice přistupují. Přirozeně armatury, které splňují veškeré požadavky stanovené legislativou, mohou, ale nemusí být cenově náročnější oproti armaturám, které neprošli certifikačním procesem. Certifikace totiž stojí nemalé finanční prostředky. Ti, kdo certifikaci neprovádějí, získávají neoprávněnou cenovou výhodu v nabídkovém řízení.

Pořízením certifikovaných armatur však získává zákazník přidanou hodnotu navíc a tou je jistota, že v technologickém procesu výroby a dodávek pitné vody jsou odpovídající armatury.

Pokud se podíváme retrospektivně na poptávková řízení vodárenských armatur a vodárenských společností v posledních dvou letech, tak se požadavek na doložení legislativně povinných dokumentů k nabídce vodárenských armatur vyskytuje jen velmi zřídka. Požadavek na doložení Zprávy o dohledu nad výrobou, nebo přezkoušení se neobjevuje vůbec. Vodárenství v České republice je na velmi vysoké úrovni. Jak je uvedeno výše, existuje řada nástrojů, jak držet tuto úroveň i nadále. Podobně jako pro armatury je legislativa stanovena i pro další prvky vodárenských technologií. Je tedy možné eliminovat dodávky různých „no name“ výrobků, jejichž jediným parametrem je nízká cena. Takový postup si české vodárenství nezaslouží.

Opravy potrubí a spojů potrubí bez nutnosti vypouštění vody ze systému

Ing. Jaromír Sobotka

HAWLE ARMATURY, s.r.o., Jesenice u Prahy, Říčanská 375, 252 42,

e-mail: jaromir.sobotka@hawle.cz

Abstrakt

Příspěvek se zabývá problematikou oprav vodovodních řadů „za provozu“, tzn. bez nutnosti vypouštění média z celého systému, s použitím stávajících metod, ale poukazuje i na metody s využitím nejmodernějších technologií.

1. Úvod

Mechanické poruchy trubních vodovodních řadů jsou problémy, se kterými se potýká každý provozovatel vodovodních sítí v České republice. V současné době existuje mnoho různých způsobů, jak tyto poruchy řešit. Většinou se používají osvědčené a zaběhnuté postupy, které ale nemusí být v konečném důsledku ani nejrychlejší, ani nejekonomičtější. Kromě klasických opravných třmenů se začínají na větší a rozsáhlejší poruchy používat technologie nové, často unikátní. Důležitými parametry pro zvolení optimální opravárenské technologie jsou zkušenosti, obvyklé vyzkoušené a osvědčené postupy, dostupnost technologie a samozřejmě cena.

2. Klasické technologie

Mezi klasické technologie patří opravy vodovodních řadů tzv. „výřezem“ – vodovodní systém musí být před samotnou opravou vypuštěn, po obnažení potrubí je proveden výřez poškozeného potrubí a nahrazen novým kusem potrubí s odpovídajícím napojením na původní potrubí. Použití této technologie znamená nejdelší možnou časovou náročnost (vypuštění potrubí, výkop, výřez, montáž nového kusu potrubí, napuštění potrubí, zásyp) a nejvyšší náklady (velký objem výkopových prací, nová část potrubí, obvykle 2 ks nových spojů na potrubí, omezené zásobování vodou, nebo náhradní zásobování).



Stále klasická technologie, ale výrazně rychlejší a finančně méně náročná, je použití speciálních opravných armatur – opravné třmeny – nerezové či litinové, různé speciální armatury (stop spojky).



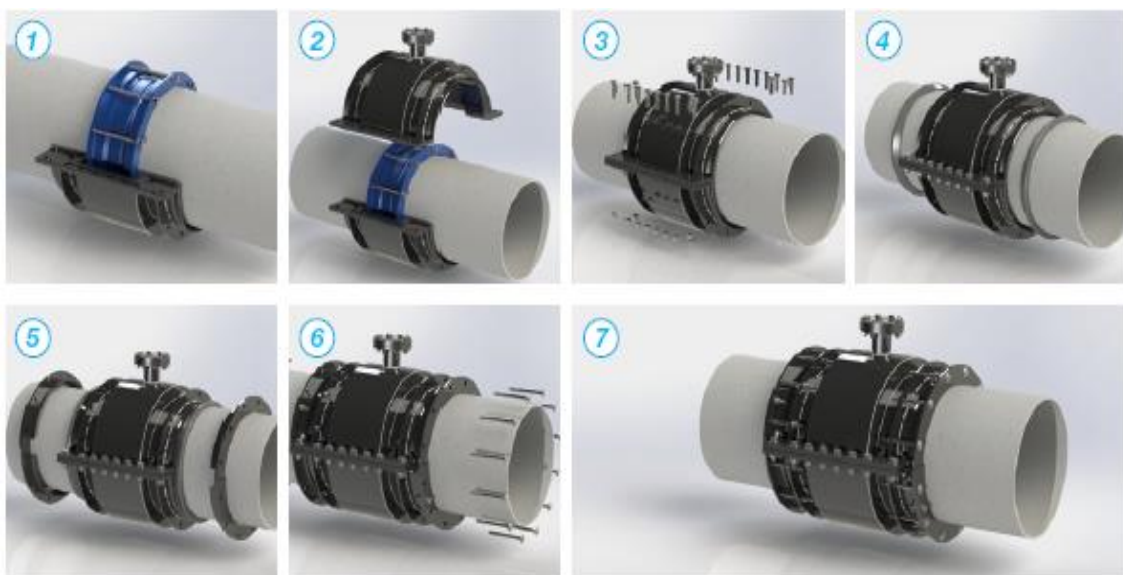
3. Nové technologie

V dnešní uspěchané době a to nejen při opravách, hraje velmi důležitou roli rychlost. Moderní technologie na tento fenomén pamatují a už při jejich vývoji je kladen důraz na rychlost a pohodlnost použití, samozřejmostí je plná funkčnost a dlouhá životnost (protikorozní ochrana).

Kromě unikátních výrobků tzv. „na míru“ – např. Speciální ocelové tvarovky v provedení s prakticky jakýmkoliv úhlem – viz obrázek,



jsou k dispozici i technologie umožňující opravu např. tekoucího hrdla za plného provozu, bez nutnosti vypouštění vody ze systému. Jedná se o speciální spojku DUOFIT, která se skládá ze dvou částí – spodní a horní, a svou unikátní konstrukcí dovede dokonale utěsnit tekoucí hrdlo či spoj na potrubí.



Spojka je opatřena spodním a vrchním vypouštěcím segmentem, který zajišťuje při montáži odvod vody. Tvarovka je vyrobena z uhlíkové oceli, opatřena protikorozií ochranou RILSAN NYLON 11 (černá barva), těsnící prvky třídy EPDM (pitná voda), na přání NBR (odpadní voda). Použití tvarovky za plného provozu vodovodního systému zásadním způsobem zkracuje čas potřebný na opravu a redukuje všechny doprovodné náklady při opravě.





4. Závěr

Použití moderních technologií při opravě potrubí zásadním způsobem ovlivňuje čas, za který je porucha opravena. Dále redukuje následné náklady, spojené s delší opravou a samozřejmě její pracnost.

Technologicko – provozní problémy s „tvrdou vodou“, co s ní?

doc. Ing. Milan Látal, CSc., Ing. Zdeňka Jedličková, Ing. Jiří Novák

VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s., Soběšická 820/156, PSČ 638 01, Brno

latal@vasgr.cz, jedlickova@vasgr.cz, novak@vasgr.cz

V požadavcích na jakost pitné vody patří vápník a hořčík mezi látky ve vodě žádoucí. Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou jsou stanoveny hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, v platném znění, doporučuje pro obsah solí Ca + Mg rozsah 2 až 3,5 mmol/l, pro Ca 40 až 80 mg/l, hořčík 20 až 30 mg/l. Značná část pitné vody vyrobené z podzemních zdrojů se podle obsahu solí Ca + Mg řadí do vod tvrdých (rozmezí 3,2 až 5,3 mmol/l). Někteří spotřebitelé jsou nespokojeni s pitnou vodou s obsahem solí Ca + Mg nad 3,5 mmol/l, a to z důvodu tvorby inkrustací na materiálech přicházejících do styku s danou vodou. Společnost VAS se zabývá otázkou: „Jaké jsou možnosti snížení obsahu solí u spotřebitele a jsou požadavky na snížení obsahu solí Ca + Mg oprávněné?“

Kvalitu vody ve vodních zdrojích (případně i její množství) ovlivňují jednak podmínky přírodního prostředí, jednak antropogenní vlivy. Negativní vlivy lidské činnosti v povodí příslušného vodního zdroje lze do určité míry usměrňovat preventivně - ochrannými opatřeními v povodí prostřednictvím ochranných pásem vodních zdrojů.

Přírodní prostředí je takovými opatřeními neovlivnitelné. Je potřeba ho zkoumat, poznávat a následně nastavit takové podmínky, které upraví dopad přirozeného prostředí na kvalitu vody, případně na další možnosti využívání vodních zdrojů. Pokud je působení přírodního prostředí natolik silné a zásadní, že jeho dopady nelze řešit technicky, případně že je to ekonomicky nevýhodné, nelze příslušný vodní zdroj vodárensky vůbec využívat. V opačném případě jsou k dispozici opatření technická nebo technologická, případně jejich kombinace k docílení optimálních podmínek při výrobě a dodávce pitné vody. Vliv přírodního prostředí na kvalitu podzemní vody se mimo jiných ukazatelů zásadně projevuje u vápníku, hořčíku.

Zdravotní význam Ca a Mg ve vodách

Během let byla vypracována celá řada studií věnovaná otázce pozitivních, ale i negativních zdravotních účinků Ca a Mg v pitné vodě. Studiemi bylo zjištěno, že hořčík hraje důležitou roli jako kofaktor a aktivátor enzymatických reakcí, transportu prvků (Na, K, Ca) přes membrány, syntézy proteinů a nukleových kyselin, nervové dráždivosti (svalové kontrakci). Působí jako přirozený antagonist vápníku. Nedostatek hořčíku zvyšuje riziko různých patologických stavů, jako jsou cévní spasmy, hypertenze, srdeční arytmie, arterioskleróza, akutní infarkt myokardu, osteoporóza. Vápník je součástí kostí a zubů. Je nutný pro nervosvalovou dráždivost, správnou funkci převodního systému myokardu, srdeční a svalovou kontraktilitu (stažitelnost), přenos nitrobuněčné informace pro srážení krve – převádí protrombin na trombin. Nejznámějším projevem nedostatku Ca je osteoporóza (řidnutí kostí) a osteomalacie (měknutí kostí), mezi prokazatelné poruchy patří zvýšený krevní tlak.

Bylo prokázáno, že pitná voda je relativně výhodnějším zdrojem Mg a Ca než potrava, protože se stoupající dávkou klesá obecně vstřebaný podíl těchto prvků. Rovněž vařením v měkké vodě dochází ke značným ztrátám prvků včetně Ca a Mg z potravin, především u zeleniny. Naopak vařením v tvrdé vodě se ztráty minimalizují, u vápníku může dojít dokonce i k obohacení vařené potravin.

Často bývá probírána otázka vzniku močových kamenů (urolitiáza) s pitím tvrdé vody. V tomto případě se uvádí, že velmi závisí na množství požití vody (čili na kvantitě). Nedostatečný příjem vody a tekutin obecně zvyšuje riziko vzniku všech druhů močových kamenů. V případě kvalitativního hodnocení se uvádí, že minerálové složení vody, konkrétně obsah Ca a Mg, hraje roli méně významnou.

Ze zdravotního hlediska je známé, že tvrdá voda může zvyšovat riziko vzniku atopického ekzému u dětí (vysušuje kůži), ale zde jde o aplikaci vnější, nikoli o požívání vody.

Závěrem tohoto oddílu lze konstatovat, že ze zdravotního hlediska se má dávat přednost spíše vodě tvrdší. Optimum hodnot je těžké stanovit, z výsledků různých studií by se mohly pohybovat následně: u hořčíku v intervalu 20 – 30 mg/l, u vápníku 40 – 80 mg/l, obsah solí vápníku a hořčíku 2 až 4 mmol/l. Pitná voda ve výše uvedeném rozmezí se pojila s nejnižším výskytem různých druhů onemocnění.

Jak je již na začátku článku uvedeno, vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou jsou stanoveny hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, v platném znění, doporučuje pro obsah solí Ca + Mg rozsah 2 až 3,5 mmol/l, pro koncentraci vápníku 40 až 80 mg/l, pro hořčík 20 až 30 mg/l. Doporučené hodnoty jsou nezávazné hodnoty ukazatelů jakosti pitné vody, které stanoví minimální žádoucí nebo přijatelnou koncentraci daného ukazatele, nebo optimální rozmezí koncentrace daného ukazatele.

Z důvodů zdravotních se vápník a hořčík v dodávané pitné vodě většinou neupravuje. Hraniční rozmezí hodnot pro obsah solí Ca + Mg v pitné vodě se udává 0,9 až 5 mmol/l.

Praktické zkušenosti VAS

Naše společnost provozuje vodovody pro veřejnou potřebu v lokalitách nacházejících se na území Jihomoravského kraje a kraje Vysočina. Podle hydrogeologických podmínek a podle hydrochemického typu vod se jakost vody v ukazatelích obsahu solí vápníku a hořčíku, koncentrace Ca a koncentrace Mg pohybuje ve značném rozpětí. Např. jihozápadně od města Jihlava průměrné obsahy solí Ca a Mg v podzemních vodách dosahují hodnot mírně nad 1 mmol/l, koncentrace Ca kolem 29 mg/l, Mg 14 mg/l. Naproti tomu v surové podzemní vodě ve zdrojích především severně od Brna se obsah solí Ca a Mg pohybuje něco pod 5 mmol/l, koncentrace Ca do 176 mg/l, Mg kolem 11 mg/l.

Vápník a hořčík se dostávají do surové vody rozkladem hlinitokřemičitanů vápenatých a hořečnatých a ve větších koncentracích rozpouštěním vápence, dolomitu, magnezitu, sádrovce a jiných minerálů. Větší obohacení podzemních vod Ca a Mg závisí na rozpouštění CO_2 , který podstatně zvyšuje rozpustnost minerálů na bázi uhličitánů.

Během provozování vodárenské sítě jsme se jako provozovatel dostali k případu, kdy majitelem infrastruktury bylo rozhodnuto o přepojení nemovitostí jedné obce na jiný zdroj surové vody. Tento zdroj je využíván již od 50-tých let minulého století, pro zvýšení kapacity byl doplněn nově vybudovaným vrtem s podobným složením surové vody. Obyvatelé z původní zásobované oblasti nemají s touto dodávanou vodou problém, jsou na ni zvyklí. Nespokojenost s jakostí vody přišla od obyvatel z nově připojených nemovitostí. Tito spotřebitelé v současné době odebírají pitnou vodu s vyšším obsahem solí Ca + Mg (původně rozmezí cca 2,6 - 2,9 mmol/l, současně cca 4,1 – 4,9 mmol/l), koncentrací Ca (původně 102 -111 mg/l, nyní 149 – 176 mg/l), koncentrací Mg (původně 3,27 – 3,66 mg/l, nyní 9,52 – 13,1 mg/l). Po cca půl roce po přepojení byla provozovateli vodovodní síť doručena petice občanů obce. Na základě petice proběhly besedy s občany, při kterých byly vysvětleny důvody, které vedly ke změně zdroje pro obec, hovořilo se o jakosti dodávané pitné vody, výše uvedených zdravotních přínosech, ale i možnostech snížení obsahu solí Ca a Mg u spotřebitelů, možností centrálního řešení na vodovodní síti a záludností těchto řešení. Z besed zaznívala nespokojenost občanů s dodávanou vodou, a to z důvodu tvorby nánosů (inkrustací) na materiálech přicházejících do styku s předmětnou vodou, tj. na vodovodních kohoutcích, obkladech, na sprchových zástěnách, v rychlovarných konvicích, kávovarech, v napařovacích žehličkách, v elektrických i plynových průtokových ohřivačích vody, v boilerech....

Po besedě s občany byly učiněny následující kroky:

- Byla provedena optimalizace čerpání surové vody z jednotlivých vrtů, v současné době jsou preferovány vrty s podzemní vodou s nižšími hodnotami koncentrace Ca.
- Někteří obyvatelé si do svých nemovitostí zakoupili a instalovali změkčovače vody pracující na principu iontové výměny. Tyto zařízení dokáží „tvrdost“ vody zcela odstranit. Změkčovače vody byly doporučeny instalovat na větev se spotřebiči nebo mísit změkčenou vodu s vodou z vodovodu pro veřejnou potřebu tak, aby obsah solí Ca + Mg byl vhodný i pro pitný režim. Doporučená hodnota v intervalu 2,5 - 3 mmol/l.
- Samospráva obce zakoupila několik kusů změkčovačů vody pracujících s využitím magnetické úpravy vody, které půjčila k instalaci do dalších nemovitostí. Účinnost této metody není vždy zaručena. Zařízení bylo doporučeno instalovat nejlépe na svislé vodovodní potrubí před spotřebič. Magnetická a elektromagnetická úprava vody je podle vyhlášky č. 409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházejícími do přímého styku s vodou a na úpravu vody, určená pro úpravu teplé vody. Při magnetické úpravě nedochází k chemickým reakcím, ale pouze k fyzikálním změnám. Při průchodu vody magnetickým polem se vytváří chaos v orientaci krystalizačních mřížek. Vytváří se nestabilní, nesouvislé, snadno odplavitelné sraženiny. Vliv magnetického pole je rychlejší při pohybu vody, a to během zlomku vteřiny, kdežto v klidu je účinek velmi zpomalen. Vlastnosti získané při magnetizaci si udržuje voda několik hodin.
- Po dobu cca tří měsíců bude probíhat rozsáhlý monitoring pitné vody na rozvodné síti, při vstupu pitné vody do nemovitostí (ve vodovodní šachtě), z kohoutku u spotřebitele, a to jak spotřebitele, který je s dodávanou vodou spokojený, tak u spotřebitele, který s dodávanou vodou má problémy. Po ukončení monitoringu bude provedeno vyhodnocení výsledků. U spotřebitelů,

u kterých budou prováděny odběry, se budeme zajímat o materiály, z jakých jsou provedeny domovní rozvody vody.

- Provozovatelem bude vypracována zpráva k předmětné problematice sloužící jako podklad majitelům infrastruktury pro stanovení dalšího postupu. Obsahem zprávy bude rovněž odborný odhad finančních nákladů na případnou realizaci úpravny vody.
- Další možností je prověření dodávky vody z jiného vhodného zdroje.

Pro objekty u spotřebitele lze pro zajištění dlouhodobé ochrany bojlerů, ohříváčů a rozvodů teplé vody proti tvorbě vodního kamene a korozi využít úpravu vody založenou na schopnosti polymeru polyfosfátu. Voda protékající filtrem je obohacována o stopové množství křemičito-fosfátového komplexu. Voda si udržuje původní tvrdost, omezuje však usazování vodního kamene vznikajícího při ohřevu vody a vytváří protikorozi ochranu kovových povrchů. Filtrační hmota postupně ubývá, četnost doplňování je závislá na množství protečené vody. Při poklesu náplně o jednu třetinu se filtrační hmota doplní.

Možnosti centrálního změkčování vody

Pro vysoce mineralizované vody lze použít **reverzní osmózu**. Reverzní osmóza slouží k odstranění velkého množství solí minerálních látek rozpuštěných ve vodě (vznik demineralizované vody). Demineralizovaná voda je pro pitné účely nevhodná, proto by bylo upravováno pouze určité procento vody. V určitém poměru by permát byl smícháván s vodou neupravenou tak, aby zůstala požadovaná mineralizace dodávané vody. Nezbytná je kontinuální kontrola výsledného produktu, např. měřením elektrické konduktivity. Koncentrát z RO by byl odváděn do odpadu.

Další možností je změkčování vody **použitím měničů iontů (ionexů) pracujících na principu iontové výměny**. Ze dvou základních typů ionexů, je pro změkčování vody nejvíce využíván katex, měnič kationtů. Funkční skupina katexu má záporný náboj, protiont kladný náboj. Nejčastějšími protionyty jsou H^+ (katex v H cyklu) nebo Na^+ (katex v Na cyklu). Cílem katexu je odstranění kationtů z vodného roztoku.

a) Katex v sodíkovém cyklu – při průtoku upravované vody kolonou dochází k nahrazování Na^+ iontů jinými kationty (nejsilněji se vážou ionty s nejvyšší afinitou k ionexu). V okamžiku, kdy jsou odplaveny všechny ionty Na^+ , dochází k vyčerpání ionexu a k nutnosti jej regenerovat. Regenerace se provádí přebytkem regeneračního činidla, v tomto případě 5% chloridem sodným NaCl. Účelem regenerace je nakypřit katexovou náplň, odstranit mechanické nečistoty zachycené během pracovního cyklu a obnovit funkční schopnost vyčerpané náplně tím, že se zachycené ionty vápníku a hořčíku opět vymění za ionty sodíku, obsažené v solance po regeneraci. Vápník a hořčík je vypouštěn ve formě chloridů z regenerace do odpadu. Na každých odstraněných 40 mg Ca/l nebo 24,3 mg Mg/l vzroste obsah sodíku o 46 mg/l. Vyšší obsah sodíku ve vodě (cca > 50 mg/l) vede při pravidelné konzumaci u dětí ke zvýšení krevního tlaku. Ve vyhlášce č. 252/2004 Sb. je uvedena mezní hodnota pro ukazatel sodík pro pitnou vodu 200 mg/l. Úplné změkčování vody pomocí ionexových hmot, pro pitné účely, je zdravotně nežádoucí. Proto i při této úpravě musí být část objemu nezměkčované vody vedena obtokem a smíchávána se změkčenou vodou tak, aby bylo zachováno požadované rozpětí obsahu solí vápníku a hořčíku ve vodě.

b) Katex ve vodíkovém cyklu, využití H^+ cyklu je vždy potřebné důkladně zvážit. Katex ve vodíkovém cyklu výrazně okyseluje vodu, a to v závislosti na chemickém složení vody. Regenerace ionexu se provádí jednomolárními roztoky (např. 4% kyselinou chlorovodíkovou nebo kyselinou sírovou).

U centrálního změkčování pitné vody pro spotřebitele je důležité upozornit, že **při umělém snižování obsahu Ca nebo Mg nesmí podle vyhlášky č. 252/2004 Sb. obsah Ca být menší než 30 mg/l, Mg než 10 mg/l.** Obsah Mg dosahuje v surové vodě z výše uvedených zdrojů hodnoty kolem 10 mg/l, po změkčení vody by pravděpodobně musel být obsah hořčíku uměle zvyšován dávkováním např. chloridu hořečnatého.

Jak proces centrálního změkčování vody sloužící k pitným účelům, tak chemické přípravky určené pro tuto úpravu vody by musely být projednány a odsouhlaseny orgánem ochrany veřejného zdraví.

Centrální změkčování vody

Ze všech uvedených způsobů změkčování vody je v technické praxi nejvíce používán a provozně osvědčený technologický proces v sodíkovém cyklu. Jak již bylo uvedeno, je ze zdravotního hlediska velmi důležité dodržet poměr změkčené a nezměkčené vody, aby byl zachován určitý obsah solí vápníku a hořčíku ve vodě distribuované spotřebiteli. Vlastní úpravárenské zařízení se navrhuje jako odbočka na tlakové síti umístěná nejlépe v samostatném objektu. Pokud surová voda obsahuje hraniční znečištění např. železa, manganu je nutno navrhnout a realizovat ještě předúpravu surové vody. Kdyby tak nebylo učiněno, dojde k rychlému vyčerpání kapacity ionexu.

Vlastní změkčovací stanici pak navrhujeme jako duplexové tlakové filtry naplněné atestovanou iontoměničovou náplní o objemu podle množství změkčované vody a „tvrdosti“ vody. Součástí stanice je zásobní nádrž na regenerační roztok. Stanice pracuje ve standardním režimu. Jeden filtr změkčuje vodu, po úpravě určitého množství vody se provoz automaticky přepne na druhý filtr, přičemž první filtr se regeneruje. Regenerace je převedení ionexu do původního pracovního cyklu. Roztok vody z regenerace je odváděn do odpadní jímky, která se po naplnění většinou vyvážá do zařízení, které je oprávněno takovýto typ odpadních vod přijmout a zpracovávat.

Z důvodu bezporuchového chodu změkčovací stanice doporučujeme v lokalitách, ve kterých kolísá tlak a s tím související množství distribuované vody, navrhnout i akumulární jímku pitné vody včetně pracovního čerpadla, které nám při regeneraci zajistí potřebné množství vody. V tomto případě je zajištěno, že filtr určený k regeneraci bude řádně regenerován a nemůže docházet k výpadkům případně nedokonalé regeneraci.

V případě potřeby je možno ve změkčovací stanici provádět dosaturaci chybějícího množství příslušných iontů, ve většině případů hořčíku.

Závěr

Ze zdravotního hlediska lze odůvodnit změkčení pouze takové vody, která svým obsahem solí vápníku a hořčíku výrazně přesahuje doporučení horní hranice 5 mmol/l, není-li k dispozici jiný vhodný zdroj vody. Pokud je voda změkčována i pod touto hranicí, bývá to především z technických důvodů.

Změkčení vody je respektováno v nemovitostech, ve kterých se ponechá odbočka se nezměkčenou vodou pro potřeby pití a vaření nebo změkčení vody je částečné tak, aby byla zachována dostatečná mineralizace vody. V tomto případě si samy obyvatelé nemovitosti mohou rozhodnout, zda vodu změkčovat či ne.

Důležité je upozornit, že potrubí vodovodu pro veřejnou potřebu včetně jeho přípojek a na ně napojených vnitřních rozvodů nesmí být propojeno s vodovodním potrubím z jiného zdroje vody, než je vodovod pro veřejnou potřebu (§11 odst. 2 zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích). Při poklesu tlaku by se, v takovém případě, mohla voda z jiného zdroje dostat do vodovodu pro veřejnou potřebu a kontaminovat jej. Možné je zřízení oddílného vodovodu s odděleným (nepropojeným) potrubím pro vodu z různých zdrojů.

Literatura

1. SZÚ, Zdravotní význam „tvrdosti“ pitné vody, prosinec 2000, aktualizovaná verze 2003
2. SZÚ, O významu vápníku a hořčíku v pitné vodě (zpráva o symposiu v USA)
3. Internetové stránky firmy AQUA product s.r.o.

Odstraňovanie fluoridov z vody

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

Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, Stavebná fakulta STU,
Radlinského 11, 810 05 Bratislava, danka.barloкова@stuba.sk, jan.ilavsky@stuba.sk

Abstrakt:

V článku sú uvedené výsledky experimentálnych meraní, ktoré boli urobené s rôznymi adsorpčnými materiálmi za účelom odstránenia fluoridov z vody tak, aby boli splnené požiadavky NV SR č. 496/2010. Použité boli materiály: Iónex A-MB20, Read-As (oxid ceričitý), GEH, Bayoxide E33, CFH18, aktivovaná alumina, prírodný a modifikovaný zeolit, Filtralite, Greensand, granulované aktívne uhlie.

ÚVOD

V súčasnosti sa na základe výskumov o vplyve fluóru a fluoridov na ľudský organizmus diferencujú protichodné názory. Na jednej strane sa hovorí o nevyhnutnosti spomínaného prvku pre človeka a na druhej strane o škodlivosti, dokonca toxicite. Niektorí autori fluór zahrňujú medzi mikroelementy, tzn. stopové prvky nevyhnutné pre správnu činnosť ľudského organizmu. Iní zas dokazujú škodlivosť jeho pôsobenia aj v menšom množstve.

Mnohé štáty zaviedli krátko po 2. svetovej vojne fluorizáciu pitnej vody, aby zaistili zdravé zuby novým generáciám. Zatiaľ čo vo väčšine európskych krajín bola fluorizácia pitnej vody postupne pozastavená, v USA je doposiaľ 60 - 70 percent populácie zásobovanej fluoridovanou vodou. V Austrálii, Kolumbii, Írsku, Singapure a na Novom Zélande je to viac ako 50 percent populácie. Pomerne vysoký obsah fluoridov v pitnej vode z prirodzených zdrojov (1 - 4 mg/l) sa vyskytuje v rozsiahlych oblastiach Číny, Indie, Južnej Afriky a Turecka. V posledných desaťročiach sa neustále zvyšuje zaťaženie životného prostredia aj zlúčeninami fluóru, v dôsledku prudkého rozvoja priemyslových odvetví, ktoré spracovávajú zlúčeniny fluóru, vzrastajúcej spotreby minerálnych hnojív a pesticídov. Fluoridy sa tak dostávajú do pôdy, vody, rastlín i do potravín. Mnohé potraviny a nápoje obsahujú v súčasnej dobe také množstvo fluoridov, ktoré niekoľkonásobne prekračujú odporúčanú dennú dávku 1-2 mg fluoridov. V bývalom Československu bola fluorizácia pitnej vody z ekonomických dôvodov zastavená po revolúcii v roku 1989.

Stopové množstvá týchto látok sú pre zdravý život mnohých organizmov vrátane človeka potrebné. Vyššie množstvá pôsobia negatívne - podráždenie pokožky, očí, dýchacích ciest a pľúc, spôsobujú stratu chuti k jedlu, nevoľnosť, zvracanie, existuje tiež riziko poškodenia ľadvín. Nadmerný príjem fluoridových solí spôsobuje onemocnenie tzv. fluorózu.

Obsah fluoridov v pitných vodách je 1,5 mg/l – Nariadenie vlády SR 496/2010, ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu, čo je v súlade s obsahom fluoridov v pitných vodách podľa WHO (*WHO Guidelines for Drinking-water Quality*).

SPÔSOBY ODSTRAŇOVANIA FLUORIDOV Z VODY

Fluór patrí medzi prvky, ktoré sú široko zastúpené v zemskej kôre. Nachádza sa v niektorých mineráloch, napr. fluorite (CaF_2), kryolite (Na_3AlF_6), Sellaite (MgF_2), Villianmite (NaF), apatite ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$) a v rôznych fluorokremeňoch. Fluoridy sa vyskytujú vo všetkých prírodných vodách v určitých koncentráciách. Morské vody obsahujú približne 1 mg/l, vodné toky a jazerá zvyčajne menej ako 0,5 mg/l a v podzemných vodách obsah fluoridov je vyšší alebo nižší ako spomenuté hodnoty, čo závisí od geologickej stavby podložia.

Pre zníženie obsahu fluoridov vo vode na limitnú hodnotu pre pitné vody sa používajú rôzne technologické postupy: adsorpcia, iónová výmena, koagulácia, membránové technológie. Najčastejšie používanou metódou je adsorpcia. Ako adsorpčné materiály sa používajú rôzne materiály na báze hliníka, vápnika, uhlíka, prírodné a modifikované zeolity.

EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Pre odstraňovanie fluoridov z vody bol pripravený zásobný roztok pridaním 0,1 g NaF do 3 litrov pitnej vody s výslednou koncentráciou 12,8 mg/l fluoridov. Počas laboratórnych stacionárnych testov bol použitý nasledovný filtračný materiál:

1. Iónex A-MB20 (Amberjet MB20 styrenový DVB Mixbed, H/OH iónová forma)
2. Read-As (oxid ceričitý, Maďarsko)
3. GEH (hydroxid železitý, GEH Wasserchemie, Nemecko)
4. Bayoxide E33 (oxid železitý, Severn Trend, Anglicko)
5. CFH18 (hydroxid železitý, Kemira, Česká Republika)
6. Aktivovaná alumina (oxid hlinitý, Čína)
7. Prírodný zeolit - ložisko pri Nižnom Hrabovci, dodávateľ Zeocem, a.s. Bystré, Slovensko; granulometria: 0,5 – 1,0 mm
8. Prírodný zeolit - ložisko pri Nižnom Hrabovci, dodávateľ Zeocem, a.s. Bystré, Slovensko; granulometria: 1,0 – 2,0 mm
9. Filtralite NC 1,5-2,5 mm (Nórsko)
10. Filtralite HC 0,8-1,8 mm (Nórsko)
11. Klinopur-Mn – povrchovo upravený zeolit zo Slovenska s vrstvou MnO_2 na povrchu, zrnitosť 0,6-1,6 mm)
12. Greensand (prírodný MnO_2 , USA)
13. Klinomangán - povrchovo upravený zeolit z Maďarska s vrstvou MnO_2 na povrchu, zrnitosť 0,6-1,6 mm)
14. Granulované aktívne uhlie

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Kinetika adsorpcie sa vykonávala v stacionárnom režime za občasného premiešavania pri stálej laboratórnej teplote 23 °C, pričom sa použilo 0,4 g adsorbentu a 40 ml vody (20 ml pitnej vody bez fluoridov na zmáčanie materiálu počas 12 hodín + 20 ml pitnej vody s prídavkom fluoridov) s výslednou koncentráciou surovej (upravovanej) vody 12,8 mg/l fluoridov. Na stanovenie fluoridov vo vode bol použitý spektrofotometer Hach-Lange DR2800, metóda s reagentom Spands a vlnová dĺžka 580 nm. Vzhľadom na vysoké koncentrácie fluoridov bolo potrebné stanovované vzorky riediť v pomere 1:4, t.j. do kvety sa odobrali 2 ml vzorky + 8 ml destilovanej vody. Výsledky sa potom vynásobili x10.

Experimentálne práce boli rozdelené na dve časti, v 1.sérii bola sledovaná účinnosť odstraňovania fluoridov z vody pri pH 7,65 (pH pitnej vody), v 2. sérii bolo pH surovej vody upravené na pH 5,92 (prídavkom HNO₃). Výsledky statických skúšok sú uvedené v **tab. 1 a 2**.

Tab. 1 Výsledky statických skúšok odstraňovania fluoridov z vody – 1 séria (pH =7,65)

Por. číslo	Vzorka	mg/l					
		0,5 hod	1 hod	2 hod	6 hod	12 hod	24 hod
	Surová voda	12,8	–	–	–	–	–
1	Iónex A-MB20	8,7	8,2	7,4	4,2	1,7	1,0
2	Read-As (0,3-1,0)	10,8	10,2	8,4	4,4	2,8	2,1
3	GEH (0,6-1,6)	10,7	8,9	7,3	3,6	2,3	1,7
4	Bayoxide E33 (0,5-2)	11,7	11,3	10,5	8,6	8,4	8,1
5	CFH18 (0,8-1,8)	11,5	11,1	10,2	9,5	8,9	8,6
6	Akt. alumina (1,5-2,5)	11,3	10,2	9,7	6,8	6,2	5,0
7	SK Zeolit (0,5-1,0)	11,8	11,6	11,2	11,0	10,8	10,7
8	SK Zeolit (1,0-2,0)	12,5	11,8	11,5	11,3	11,2	11,0
9	Filtralite NC (1,5-2,5)	12,2	12,1	12,1	12,1	12,0	12,0
10	Filtralite HC (0,8-1,6)	12,5	12,4	12,4	12,3	12,3	12,3
11	Klinopur-Mn (0,6-1,6)	12,6	12,6	12,2	11,7	11,6	11,6
12	Greensand (0,25-0,8)	12,0	11,9	11,6	11,1	11,0	10,9
13	Klinomangán (0,5-1,2)	12,2	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
14	GAU (0,8-2)	11,5	11,4	11,4	10,8	10,6	10,3

Tab. 2 Výsledky statických skúšok odstraňovania fluoridov z vody – 2 séria (pH =5,92)

Por. číslo	Vzorka	mg/l					
		0,5 hod	1 hod	2 hod	6 hod	12 hod	24 hod
	Surová voda	12,8	–	–	–	–	–
1	Iónex A-MB20	9,0	8,4	6,8	3,8	2,5	1,9
2	Read-As (0,3-1,0)	12,1	9,2	7,3	3,2	1,8	1,2
3	GEH (0,6-1,6)	9,6	7,7	5,1	1,1	0,2	0,1
4	Bayoxide E33 (0,5-2)	10,6	9,6	8,0	7,2	6,5	5,6
5	CFH18 (0,8-1,8)	10,1	9,6	8,6	7,7	7,2	6,3
6	Akt. alumina (1,5-2,5)	9,5	8,8	8,2	6,6	4,8	3,7
7	SK Zeolit (0,5-1,0)	9,5	8,7	7,5	5,8	4,7	4,2
8	SK Zeolit (1,0-2,0)	9,6	8,8	8,0	5,8	4,8	4,3
9	Filtralite NC (1,5-2,5)	11,6	11,5	11,4	11,2	11,1	10,8
10	Filtralite HC (0,8-1,6)	11,8	11,6	11,5	11,4	11,1	11,0
11	Klinopur-Mn (0,6-1,6)	11,5	10,9	10,1	7,6	6,4	5,9
12	Greensand (0,25-0,8)	12,7	11,2	10,8	9,8	9,3	8,6
13	Klinomangán (0,5-1,2)	12,1	11,5	11,5	11,4	11,2	11,1
14	GAU (0,8-2)	11,5	11,3	11,2	11,1	10,8	10,5

Okamžitú adsorpčnú kapacitu a_t (1) a adsorpčnú účinnosť (2) sme počítali podľa vzorcov:

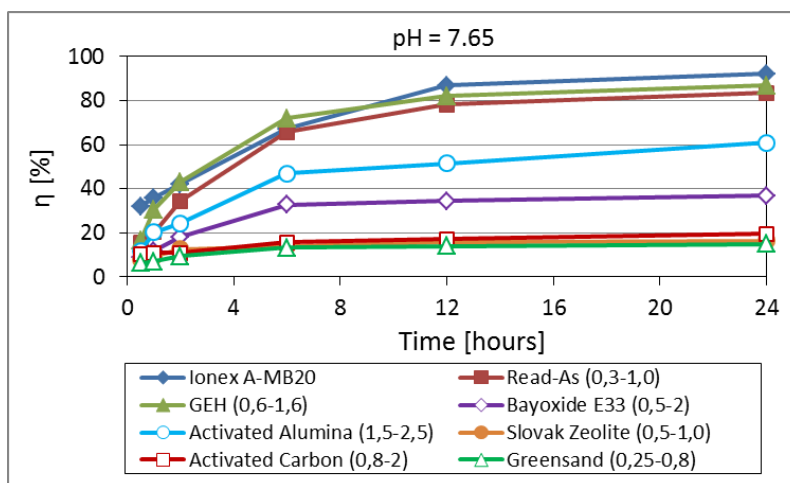
$$a_t = \frac{(c_0 - c_m)V}{m} \text{ [mg/g]} \quad (1)$$

$$\eta = \frac{(c_0 - c_m)100}{c_0} [\%] \quad (2)$$

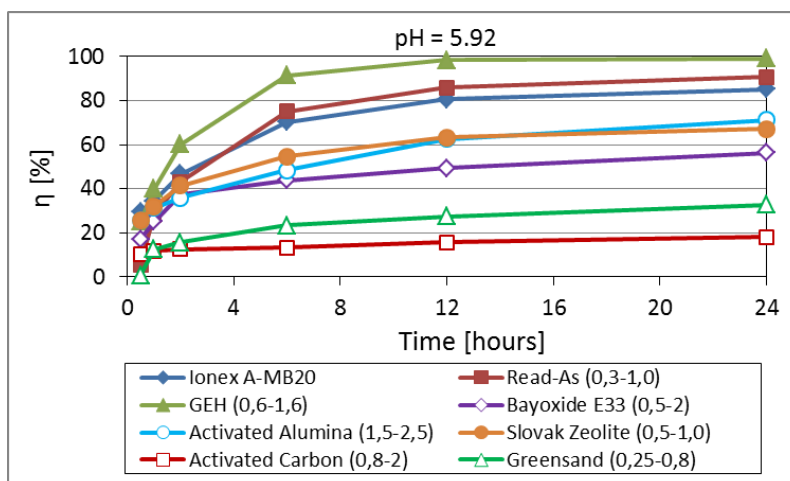
kde c_0 (mg.l⁻¹) je koncentrácia fluoridov pred adsorpciou (12,8 mg/l),
 c_m (mg.l⁻¹) je koncentrácia fluoridov po adsorpcii v čase t,
V (l) je objem vodného roztoku (0,040 l),
m (g) je hmotnosť sorpčného materiálu (0,4g),
 η (%) je adsorpčná účinnosť,
 a_t (mg.g⁻¹) je okamžitá adsorpčná kapacita; adsorbované množstvo na jednotku hmotnosti sorpčného materiálu v čase t

Na **obr. 1 a 2** sú zobrazené účinnosti vybraných materiálov v závislosti od času (doby kontaktu) materiálu s vodou obsahujúcou 12,8 mg/l fluoridov pri dvoch zvolených hodnotách pH (7,65, 5,92).

Obr.1 Účinnosť vybraných materiálov pri odstraňovaní fluoridov z vody pri pH 7,65



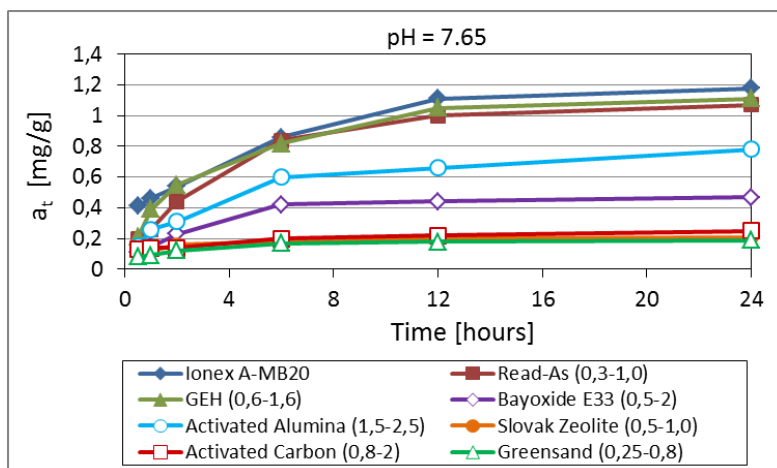
Obr. 2 Účinnosť vybraných materiálov pri odstraňovaní fluoridov z vody pri 5.92



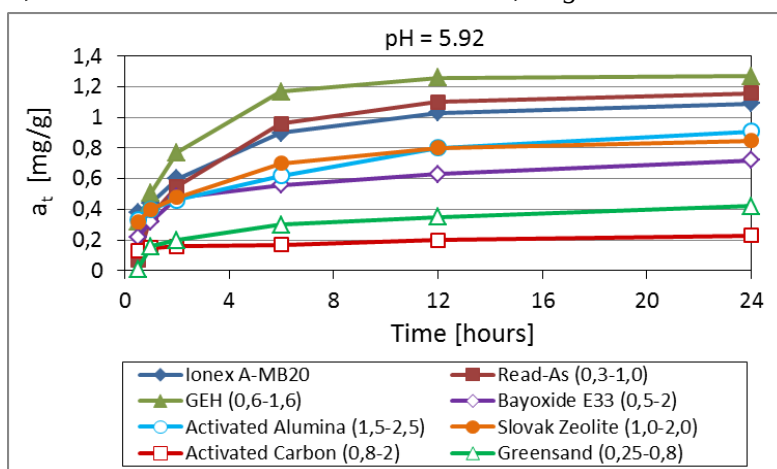
Z obr. 1 a 2 vidieť, že zvyšovaním doby kontaktu materiálu s vodou účinnosť odstraňovania fluoridov z vody stúpa, pričom tento rast je najväčší v prvých hodinách adsorpcie.

Na **obr. 3 a 4** sú zobrazené vypočítané adsorpčné kapacity (v mg/g) vybraných filtračných materiálov v závislosti od doby kontaktu materiálu s vodou a pH.

Obr. 3 *Priebeh adsorpčných kapacít vybraných materiálov pre odstraňovanie fluoridov z vody pri pH 7,65 v závislosti od času a koncentrácie 12,8 mg/l F⁻ vo vode*



Obr. 4 *Priebeh adsorpčných kapacít vybraných materiálov pre odstraňovanie fluoridov z vody pri pH 5,92 v závislosti od času a koncentrácie 12,8 mg/l F⁻ vo vode*



V rámci lepšej prehľadnosti uvádzame v **tab. 3** vypočítané okamžité adsorpčné kapacity (v mg/g) na fluorkidy pre všetky sledované filtračné materiály pri dobe kontaktu vody s materiálom 0,5 hod., 1 hod. a 6 hodín. Z týchto výsledkov vidieť, že znížením pH zo 7,65 na 5,92 sa väčšinou zvýšila adsorpčná kapacita sledovaných materiálov (okrem iónexu A-MB20). Výrazný vplyv pH sa prejavil u prírodného zeolitu a Klinopuru Mn. Aktívne uhlie ako aj materiály s vrstvou MnO₂ (Greensand a Klinomangán) neboli účinné pre odstraňovanie fluoridov. Z tab. 3 je tiež vidieť, že adsorpčná kapacita stúpa so zvyšovaním doby kontaktu materiálu s vodou. Najvyššia hodnota adsorpčnej kapacity sa získala pre materiál GEH, iónex A-MB20 a Read As. U aktivovanej aluminy sme očakávali vyššie hodnoty adsorpčnej kapacity ako boli v skutočnosti, pričom zmena pH nemala výrazný vplyv na účinnosť tohto materiálu.

ZÁVER

Zo získaných výsledkov vyplýva, že najlepším materiálom pre odstraňovanie fluoridov z vody bol GEH, čo je v protiklade s literatúrou, kde sa najčastejšie uvádza ako najvhodnejší materiál pre odstraňovanie fluoridov z vody materiál Aktivovaná alumina, avšak naše výsledky toto nepotvrdili.

Tab. 3 Hodnoty adsorpčnej kapacity na fluoridy pre rôzne časy kontaktu s vodou

Vzorka	Adsorpčná kapacita [mg/g]					
	pH 7,65			pH 5,92		
Surová voda	0,5 hod	1 hod	6 hod	0,5 hod	1 hod	6 hod
Iónex A-MB20	0,41	0,46	0,86	0,38	0,44	0,90
Read-As (0,3-1,0)	0,20	0,26	0,84	0,07	0,36	0,96
GEH (0,6-1,6)	0,21	0,39	0,92	0,32	0,51	1,17
Bayoxide E33 (0,5-2)	0,11	0,15	0,42	0,22	0,32	0,56
CFH18 (0,8-1,8)	0,13	0,17	0,33	0,27	0,32	0,51
Akt. alumina (1,5-2,5)	0,15	0,26	0,60	0,33	0,40	0,62
SK Zeolit (0,5-1,0)	0,10	0,12	0,18	0,33	0,41	0,70
SK Zeolit (1,0-2,0)	0,03	0,10	0,15	0,32	0,40	0,70
Filtralite NC (1,5-2,5)	0,06	0,07	0,07	0,12	0,13	0,16
Filtralite HC (0,8-1,6)	0,03	0,04	0,05	0,10	0,12	0,14
Klinopur-Mn (0,6-1,6)	0,02	0,02	0,11	0,13	0,19	0,52
Greensand (0,25-0,8)	0,08	0,09	0,17	0,01	0,16	0,30
Klinomangán (0,5-1,2)	0,06	0,07	0,07	0,07	0,13	0,14
GAU (0,8-2)	0,13	0,14	0,20	0,13	0,15	0,17

Fluoridy a fluór sú esenciálne prvky, ktoré sú pre človeka v optimálnych hodnotách nutné pre rast, vývoj a životné funkcie. Nedostatok môže spôsobiť nepríjemné zdravotné problémy, avšak jeho prebytok môže škodiť omnoho viac. Najdôležitejší zdroj fluóru a fluoridov pre človeka teda predstavuje pitná voda s optimálnou hodnotou okolo 1 mg/l. Preto nie je nutné ich úplne odstraňovať z vody, ale upraviť na stanovenú hodnotu, ktorú uvádza Nariadenie vlády číslo 496/2010 Z.z.

PodĎakovanie

Experimentálne merania boli uskutočnené za finančnej podpory projektu VEGA 01/0400/15.

LITERATÚRA

- [1] STRUNECKÁ, A.: Vliv nadměrného příjmu fluoridu na lidský mozek.: Psychiatrie pro praxi. 5/2007, s. 178-180.
- [2] WHO 2006. *Guidelines for Drinking-Water Quality: Incorporating First Addendum to Third Edition*. World Health Organization, Geneva. 595 p.
- [3] PITTER P.: Hydrochemie. Vydání 3. Vydavatelství VŠCHT, 1999, s. 568.
- [4] VARDHAN VIVEK, C., M., KARTHIKEYAN, J.: Removal of fluoride from water using low-cost materials. International Water Technology Conference, 2011, pp.1-14.
- [5] MOHAPATRA M, ANAND S, MISHRA BK, GILES DE and SINGH P (2009) Review of fluoride removal from drinking water. *J. Environ. Manage.* 91, 67-77.
- [6] WHO-EHC, 2002, Environmental Health Criteria 227. Fluorides. Geneva. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc227.htm>
- [7] BHATNAGAR A, KUMAR E and SILLANPÄÄ M (2011) Fluoride removal from water by adsorption – A review. *Chem. Eng. J.* **171** 811-840.
- [8] FAWELL J, BAILEY K, CHILTON J, DAHI E, FEWTRELL L and MAGARA Y (2006) *Fluoride in Drinking-Water*. IWA Publishing, London. 134 p.
- [9] MEENAKSHI RC and MAHESHWARI (2006) Fluoride in drinking water and its removal. *J. Hazardous Mater.* **137** 456-463.
- [10] AN X, PARKER DJ and SMITH MD (2003) Adsorption kinetics of fluoride on low cost materials. *Water Res.* **37** 4929-4937.

Poznatky z využití metody ozonizace při předúpravě podzemních vod

Ing. Marek Coufal ¹⁾, Mgr. Ing. Jiří Beneš ²⁾

¹⁾ VODING HRANICE, spol. s r.o., marek.coufal@voding.cz

²⁾ DISA s.r.o., benes@disa.cz

ABSTRAKT

Ozón je pro své výjimečně silné oxidační a dezinfekční schopnosti využíván v mnoha odvětvích lidské činnosti. Neustálý technický vývoj generátorů ozonu vede díky menším prostorovým nárokům a větší efektivitě produkce ozonu k nižším jak investičním, tak provozním nákladům, a i proto nachází ozonizace stále větší uplatnění při úpravě pitné vody i čištění vod odpadních. Příspěvek se zabývá dostupnými poznatky z využití metody ozonizace při předúpravě podzemních vod se zvýšeným obsahem železa a manganu.

OZONIZACE V HISTORII VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

Za počátek využívání ozonizace ve vodním hospodářství lze považovat rok 1886, kdy De Meritens objevil biocidní účinky ozónu. O několik let později, v roce 1893, byla v nizozemském Oudshoornu navržena a realizována první úpravna vody využívající aplikaci ozónu pro desinfekci pitné vody. V roce 1915 již bylo v Evropě nejméně 49 úpraven vody využívajících proces ozonizace [1]. Některé publikace uvádí, že počátkem 20. století, před nástupem průmyslové výroby chlóru, byla ozonizační metoda nejrozšířenější metodou desinfekce pitné vody. V důsledku válečných událostí v Evropě mezi lety 1914-1918 využití ozónu ve vodním hospodářství přestalo být v popředí zájmu. Výzkumné kapacity byly částečně obráceny k vývoji efektivní výroby a využití chloru, který ve válečných letech mimo jiné našel výrazné uplatnění na bojištích jako chemická zbraň. Ačkoliv se ozonizace ve vodním hospodářství využívala i po 1. světové válce, podíl jejího postupně slábl ve prospěch využívání desinfekčních metod na bázi chlóru. Částečně to bylo připisováno trendu nahrazování povrchových zdrojů vody zdroji podzemními, které mají obecně vyšší kvalitu, částečně pak v důsledku cenové dostupnosti alternativních oxidačních a desinfekčních činidel na bázi chlóru [2].

Do roku 1940 přesto stoupl počet úpraven vody využívající ve svých technologických linkách proces ozonizace na 119; v roce 1977 pak bylo v Evropě nejméně 1043 úpraven vody s ozonizací zařazenou do procesu úpravy vody. Pro srovnání, ve Spojených státech amerických byla v roce 1940 jediná úpravna vody s kontinuální ozonizací s tím, že další úpravna využívající ozonizaci byla uvedena do provozu až v roce 1973 [3]. V osmdesátých letech dvacátého století pak ve Spojených státech bylo stále méně než 10 úpraven vody využívajících ozonizaci ve své technologické lince [2]. Následné postupné rozšiřování využití ozonizace v technologických linkách úpraven vod v USA bylo částečně způsobeno jednak zdokonalováním generátorů ozónu a technologií vnosu plynu do vody, a pak také změnami v legislativě týkající se pitné vody v důsledku obav z vedlejších produktů užívaných desinfekčních činidel na bázi chlóru. Odhaduje se, že v současné době je na světě přes 3000 instalací ozónu v různých stupních technologických linek úpraven vod, z toho cca 1500 v Evropě a přes 300 instalací ve Spojených státech amerických [4]. Dle dostupných informací je v USA nainstalován

největší systém vyrábějící ozón pro úpravu pitné vody na světě. Pět středně frekvenčních generátorů ozónu na Alfred Merit Smith Water Treatment Plant (Las Vegas, Nevada, USA) produkuje denně 20 000 liber ozónu (cca 9 072 kg; tj. 375 kg.h⁻¹) [5].

OZONIZACE V PŘEDÚPRAVĚ PODZEMNÍCH VOD

V začátcích využívání ozonizace v technologických linkách úpraven vod byla tato metoda využívána prakticky pouze pro desinfekci vody. Při používání ozonizace pro desinfekci vody bylo pozorováno i zlepšení chuti a odstranění zápachu upravované vody. Většina instalací ozonizací od začátku objevu metody až do padesátých let dvacátého století byla proto využívána pro desinfekci a zlepšení sensorických vlastností. Koncem padesátých a v šedesátých letech dvacátého století pak došlo postupnému rozšiřování dalších aplikací využití ozónu pro úpravu pitné vody. Ačkoliv schopnost ozónu oxidovat železo a mangan byla v odborné literatuře popisována po relativně dlouhou dobu (např. A. Vosmaer, *Ozone: Its Manufacture, Properties And Uses*, 1916; v české odborné literatuře např. Červený et al., *Technický průvodce pro inženýry a stavitele: Stavitelství vodní, II. část – vodárenství*, 1923), k praktickému využití ozónu pro oxidaci těchto kovů došlo až mnohem později. Jako první instalace ozonizace pro oxidaci železa a manganu se v literatuře uvádí rok 1957 na úpravně vody v Düsseldorfu.

V současné době nejsou na území České republiky nové úpravní vody většího výkonu prakticky budovány. Metoda ozonizace na předúpravě surových vod se zvýšeným obsahem železa a manganu se proto prosazuje zejména při rekonstrukcích stávajících úpraven vod jako náhrada tradičních metod odželezování a odmanganování. Hlavní očekávané výhody ozonizace na předúpravě vody s vysokým obsahem železa a manganu se dají definovat zejména následujícími body:

- odstranění dávkování hydrátu vápenatého z procesu předúpravy;
- snížení množství kalu z technologické linky úpravy vody;
- zjednodušení likvidace kalu v důsledku jeho složení a konzistence;
- snížení energetické náročnosti úpravy;
- zlepšení organoleptických vlastností upravené vody.

PŘÍKLADY VYUŽITÍ OZONIZACE PŘI PŘEDÚPRAVĚ PODZEMNÍCH VOD

Úpravna vody Kroměříž

Úpravna vody Kroměříž s výkonem 200 l.s⁻¹ byla uvedena do provozu v roce 1978. Technologie úpravní vody se skládala z mechanické aerace s následným dávkováním hydrátu vápenatého v podobě vápenného mléka, mechanické flokulace s pádlovými míchadly a dvoustupňové separace. Po letech nepřetržitého provozu bylo přikročeno k rekonstrukci a modernizaci technologie úpravy vody. Nejprogresivnějším počinem rekonstrukce úpravní vody Kroměříž byla náhrada klasické předúpravy vody spočívající v mechanické aeraci a následném dekarbonizačním čiření za předúpravu spočívající v aplikaci ozónu za účelem chemické oxidace přírodních produktů železa a manganu s vyloučením dekarbonizační dávky vápna. Cílem tohoto významného zásahu do technologie úpravy vody bylo vyloučení problematického vápna z procesu úpravy, snížení energetické náročnosti, kterou vytvářela stávající mechanická aerace, prodloužení cyklů separace v období mezi dvěma regeneracemi, snížení množství odpadních kalů z procesu úpravy, zlepšení konzistence odpadních kalů a v neposlední řadě nová technologie umožňuje vyšší stupeň automatizace systému řízení

technologického procesu, což je jednoznačně požadovaný trend u nových, či nově rekonstruovaných vodohospodářských děl.

V rámci rekonstrukce úpravní vody Kroměříž byla využita technologie předúpravy vody ozonizací, jako náhrada za původní mechanickou aeraci a dávkování hydrátu vápenatého. S ohledem na obsah železa a manganu v surové vodě byla ponechána dvoustupňová úprava vody.



Obr. 1: *Úpravna vody Kroměříž - generátory ozónu WEDECO SMO 200*



Obr. 2: *Úpravna vody Kroměříž – Reakční nádrž směšování ozónu s vodou*

Rekonstrukce úpravní vody Kroměříž přináší řadu poznatků souvisejících s využitím metody ozonizace pro předúpravu podzemních vod s vysokým obsahem železa a manganu a přirozenou agresivitou. Mezi nejvýznamnější pozitivní výsledky patří potvrzení předpokládané účinnosti v odstraňování oxidovaných přírodních složek na separačních stupních úpravní vody. Dalším významným faktorem je i úspora surové vody, protože voda z regeneračního praní je po úpravě vracena do procesu úpravy. Odstraněním aplikace hydrátu vápenatého je množství kalu vznikajícího při úpravě vody podstatně nižší než u původní technologie. Charakter vzniklého kalu umožňuje jeho přímé odvedení kanalizací na ČOV. Zkušebním provozem úpravní vody Kroměříž byly potvrzeny následující předpoklady:

- Účinnost sedimentace (první separační stupeň) se zlepšila v ukazateli odstraňování manganu z původních cca 25 % na současných cca 80 %. V ukazateli odstraňování železa se účinnost sedimentace zlepšila z původních cca 48 % na současných cca 85 - 90 %.
- Účinnost filtrace při odstraňování železa a manganu je prakticky stoprocentní.
- Filtrační cyklus byl prodloužen na současných 10 dnů s ohledem na kalovou kapacitu filtrů, která je k dispozici pro přiváděnou vodu z prvního separačního stupně s nižším zatížením. V důsledku prodloužení pracovního cyklu u filtrů dochází k značné úspoře vody pro praní filtrů.
- Vracení odsazené vody z praní filtrů do procesu úpravy vytváří úsporu cca 75-80 % prací vody (prací voda nejde do odpadu v rámci kalového hospodářství, ale je vracena do procesu úpravy).
- Množství kalu při metodě bez použití hydrátu vápenatého je významně nižší. Vynecháním dávkování vápenatého hydrátu se snížilo množství kalu o železito-vápenatý dekarbonizační kal s tím, že nově vzniká jen kal železito-manganičitý.

Konzistence kalu je takového charakteru, že může být vypouštěn přímo do městské kanalizační sítě.

- Úspora elektrické energie po rekonstrukci úpravní vody činí cca 24 %. Jedná se o úsporu jak ve stupni předúpravy vody (náhrada mechanické aerace ozonizací), tak v ekonomice čerpání upravené vody do řídicího vodojemu spotřebiště.
- Úpravna vody po rekonstrukci v důsledku automatizace a přechodu na jednosměnný provoz vykazuje úsporu pracovníků.

Úpravna vody Ostrožská Nová Ves

Úpravna vody Ostrožská Nová Ves se svými zdroji byla vybudována v roce 1976 a je až do současnosti nejvýznamnějším zdrojem pitné vody v okrese Uherské Hradiště. Vlastní úprava je chemická, dvojestupňová, s předúpravou vody aerací.

Úpravna vody Ostrožská Nová Ves upravuje vodu ze tří zdrojů - zdroj prameniště Les (což je ryze podzemní voda z vrtů rozložených v údolní nivě na levém břehu řeky Moravy), zdroj povrchové vody, kterým je jezero, které vzniklo po těžbě štěrkopísku, a dále pak hydrogeologický vrt HVN 9, který doplňuje zdroje na výsledné potřebné množství pro maximální výkon úpravní vody ve výši 240 l.s⁻¹.

V rámci rekonstrukce úpravní vody došlo mimo jiné také k náhradě stávající mechanické aerace vody aplikací ozónu k oxidaci Fe a Mn v surové vodě. Tento postup vyplývá z nutnosti využívání také podzemní vody z prameniště Les, kde se vyskytuje Fe a Mn v podstatně vyšších koncentracích, než je tomu v doposud využívaných zdrojích (štěrkoviště, vrt HVN 9).

Vlastní úprava vody spočívá v nadávkování ozónu do směsné vody ze všech tří zdrojů, podrobení vody rychlomísení a pomalému míchání vody v rámci její předúpravy. Následuje úprava vody v jednom separačním stupni, kterým jsou pískové rychlofiltry. Po filtraci je možno část upravené vody vést přes aerační věže. V případě výpadku ozonizátoru je možné do upravované vody dále havarijně dávkovat louh sodný (NaOH) a manganistan draselný KMnO₄. Filtry se regenerují vodou a vzduchem. Část prací vody z regenerace filtrů se po odsazení na kalových polích vrací zpět do procesu úpravy. Ozonizace zde nahradila energeticky náročnou aeraci, vápenné hospodářství a dávkování KMnO₄.

Úpravna vody Kněžpole

Úpravna vody byla uvedena do provozu v roce 1959, tudíž patří mezi nejstarší úpravárenská zařízení na jihovýchodní Moravě. Úpravna vody upravuje podzemní vody z pramenišť ležících v nivě řeky Moravy. Technologie úpravy vody obsahovala standardní způsoby odželezování a odmanganování s dvoustupňovou separací suspenze. V původní technologii předúpravy vody byla směs surové vody po vstupu do úpravní vody podrobena intenzivní aeraci na zařízení INKA za účelem odstranění volného CO₂ a nasycení vody kyslíkem. Za aerací byla voda vedena do nádrže rychlomísení, kde bylo do aerované vody aplikováno vápenné mléko jako alkalizační činidlo. Z rychlomísení pak byla voda odváděna do flokulačních nádrží a dále pak do sedimentačních nádrží, které tvořily první stupeň separace.

V rámci rekonstrukce úpravy vody došlo k radikální změně způsobu předúpravy vody. Zařazením ozonizace surové vody bylo možno vypustit alkalizaci vápenným hydrátem na předúpravě vody. Ozonizovaná voda byla zavedena do reakční nádrže, která byla vytvořena ze stávajícího rychlého míchání. Výkon rekonstruované úpravy vody je 100 l.s^{-1} .

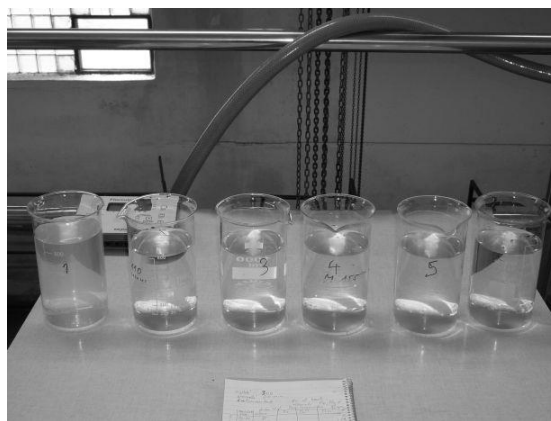
Úpravna vody Tlumačov

Úpravna vody Tlumačov o výkonu až 350 l.s^{-1} slouží pro úpravu podzemní vody z kvartéru řeky Moravy a vody štěrkovištní jímáné ze štěrkoviště na levém břehu řeky Moravy na vodu pitnou pro aglomeraci krajského města Zlín. Surová voda je jímána ze dvou zdrojů (podzemní zdroj z kvartéru řeky Moravy Tlumačovský les a štěrkovištní voda ze zdroje Kvasice) a je zatížena přírodními prvky železa a manganu. Má také vysoký stupeň obsahu agresivního CO_2 .

V současné době spočívá předúprava vody v mechanické aeraci surové vody na otevřených kaskádách a následném dekarbonizačním čiření. Směsná surová voda ze zdrojů Tlumačovský les a štěrkoviště Kvasice je čerpána do úpravy vody a to na dvě kaskády s kapacitou à 200 l.s^{-1} , kde dochází k mechanickému provzdušňování vody. Při provzdušňování vody dochází k oxidaci přírodního železa a manganu na jejich vyšší separovatelné mocnosti a rovněž dochází k odvětrání části oxidu uhličitého, přítomného v surové vodě. Po aeraci následuje aplikace vápenného mléka a následná flokulace v nádržích pomalého míchání. Předúprava vody formou dekarbonizačního čiření řeší přípravu směsné surové vody před následnou separací ve dvou separačních stupních, kterými jsou podélná horizontální sedimentace se shrabováním kalu a otevřená písková filtrace evropského typu s drenážním systémem bez meziden. I když funkčnost klasické předúpravy vody je nezpochybnitelná, přesto se provozovatel stavby rozhodl provést ověření možnosti vyloučit hydrát vápenatý z procesu úpravy vody. Náhradou dekarbonizačního čiření by byla oxidace železa ozónem a manganu po mechanické aeraci na kaskádách.



Obr. 3: *Úpravna vody Tlumačov – ozonizační pokus – pokusná ozonizační sestava s ozonizátorem WEDECO GSO 10*



Obr. 4: *Úpravna vody Tlumačov – ozonizační pokus – sedimentační zkoušky*

Poloprovozní ozonizační pokus byl proveden ve spolupráci s firmou DISA Brno na jejím zařízení. Pokus probíhal v lednu loňského roku na ÚV Tlumačov s reálnou směsnou vodou z jímacích území surové vody. Výsledky ozonizačního pokusu potvrdily, že v případě úpravy vody Tlumačov je využití metody ozonizace na předúpravě vody výhodná.

ZÁVĚR

Využití ozonizace při předúpravě podzemních vod určitého složení je perspektivní možností zkvalitnění technologické linky úpravy vody, poskytující řadu výhod. Instalací ozonizace pro oxidaci železa a manganu ze surových vod určitého složení lze z předúpravy vody vyřadit vápenné hospodářství, které je do jisté míry problémovým článkem úpravy vody. Vyřazením vápenného hospodářství a tím pádem absencí hydrátu vápenatého dochází také ke snížení zatížení separačních stupňů. Výsledné množství kalové sušiny je nižší o nerozpuštěný dekarbonizační kal. Stejně jako při návrhu ostatních technologických procesů je však nutno také při návrhu ozonizace postupovat obezřetně, aby začlenění tohoto technologického prvku do technologické linky úpravy vody nezpůsobovalo případné sekundární problémy (např. tvorba nežádoucích vedlejších produktů atd.). Návrh ozonizace je vždy nutno podložit důkladnými poloprovozními pokusy na daném složení surových vod.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] LANGLAIS, B, RECKHOW, D., a BRINK, D. R. *Ozone in Water Treatment: Application and Engineering : Cooperative Research Report*. Chelsea, Mich.: Lewis Publishers, 1991, ISBN 08-737-1474-1
- [2] GOTTSCHALK, C, J LIBRA a A SAUPE. *Ozonation of Water and Waste Water: a Practical Guide to Understanding Ozone and its Applications*. 2nd completely rev. and updated ed. Weinheim: Wiley-VCH, c2010, xv, 362 p. ISBN 35-273-1962-X.
- [3] KUHN, W., SONTHEIMER, H. *Oxidation Techniques in Drinking Water Treatment*. Karlsruhe: University of Karlsruhe, 1979
- [4] *Time Line of Ozone Generator Use in Drinking Water*. Spartan Environmental Technologies [online]. Beachwood, OH, USA [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://www.spartanwatertreatment.com/timeline.html>
- [5] *Drinking Water, Ozone and Other Oxidants*. Carollo Engineers [online]. Beachwood, OH, USA [cit. 2016-01-18]. Dostupné z: <http://www.carollo.com/sites/default/files/docs/OzoneAndOtherOxidants.pdf>
- [6] ADLER, Pavel, DARMOVZAL Oldřich, LEJSAL Ladislav, VEDRA Petr. Rekonstrukce ÚV Kroměříž – nové technologické postupy – vyhodnocení 2. etapy zkušebního provozu. *Časopis oboru vodovodů a kanalizací SOVAK*. ročník 23, 9-2014, ISSN 1210-3039

První aplikace drenážního systému TRITON na Slovensku

**Ing. Jan Kunderátek¹⁾, Ing. Lucie Houdková, Ph.D.¹⁾, Václav Novotný¹⁾,
Ing. Jaroslav Boráň, Ph.D.¹⁾, Ján Náhlík²⁾, Ing. Elena Džavoronková²⁾**

¹⁾ KUNST, spol. s r.o., Palackého 1906, 753 01 Hranice

²⁾ Bratislavská vodárenská spoločnosť, a.s., Prešovská 48, 826 46 Bratislava

Abstrakt

Príspevok popisuje rekonstrukci úpravny vod Osuské, ktorá sa nachádza v okrese Senica, Slovensko. Táto úpravná zpracovává podzemní vodu se zvýšeným obsahem sirovodíku a sirmých bakterií. Stěžejní částí technologie úpravy vody jsou čtyři pískové filtry, které byly rekonstruovány. Původní mezidna byla nahrazena drenážním systémem TRITONTM, který umožnil mimo jiné efektivnější praní filtrů. Díky tomu došlo k výraznému snížení spotřeby prací vody a pracího vzduchu, což se příznivě projevilo na ekonomice provozu úpravy.

1 Úvod

Úpravná vody Osuské se nachází u obce Osuské, okres Senica, Slovensko. Úpravná vody slouží k odstraňování zvýšeného obsahu sulfanu z vodního zdroje Hodoňove studne. Upravená voda je zaústěná do akumulární nádrže o objemu 680 m³, kam jsou dále přiváděny surové vody z dalších vodních zdrojů. Kvalita těchto vod je taková, že nepotřebují úpravu. Voda z akumulární nádrže ÚV Osuské je následně dopravována do VDJ Hlboké, ze kterého je zásobeno město Senica a přilehlé okolí.

Surová voda, která nepotřebuje úpravu, pochází z následujících vodních zdrojů:

- Studně HVO-1 a HVO-2: vydatnost 9 l/s, katastr obce Osuské,
- VZ Rásnik – vydatnost 14 – 18 l/s, nachází se nad obcí Rásnik,
- VZ Hradište – VZ Okence Zvarová – vydatnost 10 l/s, katastr obce Hradište pod Vrátnom,
- VZ Holdošov Mlyn: vydatnost 18 l/s, katastr obce Hradište pod Vrátnom (v současné době probíhá rekonstrukce zdroje a rozšíření o dvě studně, čímž dojde k navýšení vydatnosti na 50 l/s),
- VZ Tri Mlyny: vydatnost 4 – 12 l/s, katastr obce Hradište pod Vrátnom.

Vodní zdroj Hodoňove studne (který jako jediný vyžaduje úpravu vody) má vydatnost 25 až 35 l/s. Voda je na úpravnu přiváděna gravitačně potrubím světlosti DN250.

Před rekonstrukcí natékala voda do provzdušňovací komory, přičemž do přívodního potrubí byl dávkován koagulant. Následovaly čtyři pískové filtry s mezidnem, které obsahovaly vrstvu 1 m křemenného písku 9/14. Praní vzduchem zajišťovalo dmychadlo Robuschi RB 60/2T, pro praní vodou byla přiváděna pracím čerpadlem GRUNDFOS NK 125-400 voda z akumulární nádrže. Upravená voda byla hygienicky zabezpečena dávkováním chlórdioxidu. Voda z akumulární nádrže ÚV Osuské byla následně dopravována třemi čerpadly GRUNDFOS CR 90-4-2A (výkon 30 l/s) do VDJ Hlboké o objemu 2 x 1 000 m³.

2 Rekonstrukce a modernizace ÚV Osuské

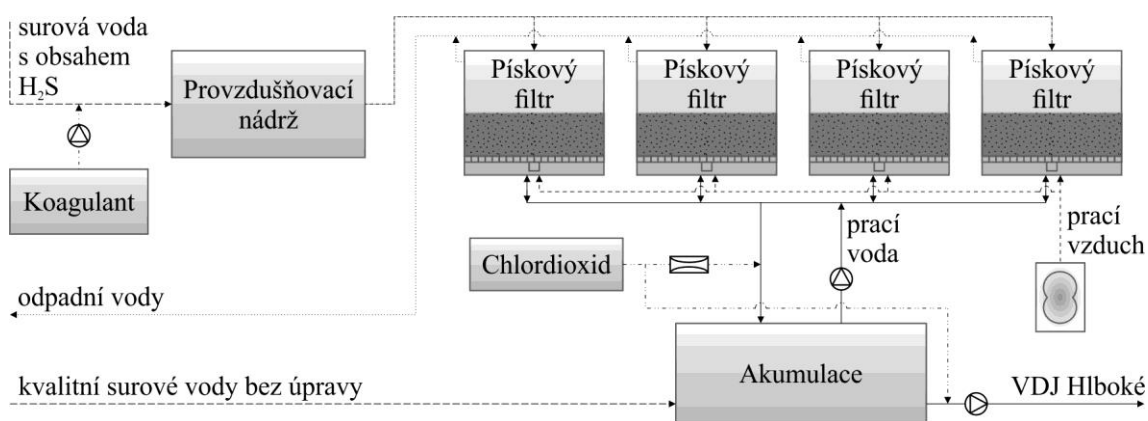
V rámci projektu s názvem „Rozšírenie vodného zdroja Holdošov Mlyn“ byla realizována i rekonstrukce a modernizace ÚV Osuské. Jednalo se zejména o navýšení čerpací kapacity z akumulární nádrže do VDJ Hlboké na 100 l/s a o modernizaci pískových filtrů.

2.1 Úpravna vody Osuské po rekonstrukci

Technologie úpravy vody je umístěna do jedné budovy, která byla v rámci rekonstrukce zachována, byla však osazena nová plastová okna a dveře a provedeno zateplení fasády. S ohledem na modernizaci filtrů byl nutný stavební zásah, při kterém byla vybourána stará železobetonová mezidna a filtry byly stavebně připraveny na osazení drenážního systému TRITONTM.

Původní provzdušňovací nádrž o objemu 19 m³ zůstala zachována, byla osazena novými nerezovými prvky vč. nové nerezové konstrukce pro zasklení prostoru nad nádrží. Dávkovací stanice koagulantu zůstala původní, stejně jako zařízení chlorovny. Z důvodů zvýšení kapacity byla čerpací stanice osazena třemi novými čerpadly KSB Omega V 100-250 B (Q = 70 l/s, H = 75 m, P = 55 kW). Jedno čerpadlo tvoří 50% rezervu, dvě jsou pracovní. Čerpadla jsou řízena kaskádově, frekvenčním měničem. Rovněž byla provedena výměna všech potrubních tras za nerezové. Schéma ÚV Osuské je uvedeno na obr. 1.

Obr. 1 Schéma ÚV Osuské



Při rekonstrukci úpravy bylo rovněž dbáno na to, aby byl provoz úpravy plně automatizován a data z procesu je tak nyní možné přenášet na dispečink BVS, a. s. Zejména automatizace provozu filtrů významně přispívá k úspornějšímu praní filtrů a oproti stavu před rekonstrukcí, kdy obsluha otevírala všechny armatury ručně (viz obr. 2), je nutno zmínit i výrazné zvýšení komfortu ovládání. Pro automatizaci provozu byly klapkové uzávěry na přívodu surové vody, pracích médií i odvodu odpadní vody z praní filtrů a zafiltrování opatřeny elektropohony. Na potrubí odběru upravené vody je za každým filtrem osazený plovákový progresivní regulační ventil Cla-Val, který je propojený s plovákovým pilotním ventilem na hladině vody nad pískovým filtrem. Toto řešení zabezpečuje stabilní hladinu ve filtru.

Obr. 2 Ovládání pracích cyklů před a po rekonstrukci ÚV Osuské



2.2 Písková filtrace s drenážním systémem TRITON

Pro zlepšení funkce pískových filtrů byla navržena instalace drenážního systému TRITON, který je řešen tak, že nepotřebuje mezidno ani vrstvu hrubého štěrku pro oddělení filtračního materiálu. Mezi jeho hlavní výhody patří:

- možnost zvýšit výšku filtračního média,
- eliminace mrtvých zón,
- rovnoměrnější rozdělení pracího vzduchu a vody.

Každý ze čtyř filtrů o ploše 9,585 m² je vybaven 11 filtračními elementy o délce 2 450 mm. Po odstranění mezidna bylo možné zvýšit vrstvu filtračního písku z původního 1 m na 1,2 m. Pro přívod pracího vzduchu bylo v čerpací stanici osazeno nové dmychadlo ROBUSCHI Robox v protihlukovém krytu. Dmychadlo má výkon 740 m³/h a je ovládáno frekvenčním měničem pro možnost nížení výkonu dle skutečné potřeby vzduchu a také pro fázi voda-vzduch bez nutnosti odvodu. Prací vodu přivádí čerpadlo KSB Etanorm 200-150-200 GC. Výkon pracího čerpadla je 350 m³/h (H = 10 m, P = 15 kW).

Obr. 3 Montáž drenážního systému TRITON (ilustrační foto)



Konstrukční řešení drenážního systému TRITON je patrné z obr. 3. Elementy drenážního systému TRITON jsou tvořeny výstužnými patentovanými perforovanými nosnými žebry tvaru U, ve kterých různé průměry průtočných otvorů zajišťují rovnoměrnou distribuci toku kapaliny v režimu filtrace i během fáze praní. Navinutý drát ve tvaru V zajišťuje, že se plocha nezanásí a v případě potřeby je možno ji snadno očistit. Šířka štěrby je dána hustotou návinnu drátu a může být při výrobě upravena s ohledem na použitý filtrační materiál, který je vrstven přímo na filtrační elementy. Obvykle se používá šířka štěrby 0,3 mm, která byla zvolena i pro ÚV Osuské. Každý filtrační element je napojen na rozváděcí trubku, která je kolmo na středový kanál fixována ke krycí desce. Středový kanál slouží k odvádění vody z filtru při fázi filtrace. Při fázi praní je naopak do sběrného kanálu a dále do rozváděcích trubek a přes elementy do filtru přiváděn prací vzduch a prací voda. Stavebnicový systém, jehož jednotlivé prvky jsou již při výrobě zhotoveny na míru pro konkrétní filtr, umožňuje velmi rychlou instalaci celého systému do stavebně předem připraveného filtru.

2.3 Provozní zkušenosti s drenážním systémem TRITON

Výhody drenážního systému TRITON jsou patrné zejména z provozních úspor na praní filtrů. Při projektování tohoto systému pro ÚV Osuské byly navrženy parametry praní, které jsou uvedeny v tab. 1. Následně byly časy a průtoky odladěny při zkušebním provozu a jsou rovněž uvedeny v tab. 1.

Tab. 1 Praní jednoho filtru

Fáze praní	Média	Jednotka	Min.	Průměr	Max.	Provozní nastavení
1. praní	vzduch – čas	min	5	10	15	10
	vzduch – intenzita	$\text{l.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$	15	17,5	20	17,1
2. praní	vzduch a voda – čas	min	5	6	7	6
	voda – intenzita	$\text{l.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$	4	4,5	5	2,1
	vzduch – intenzita	$\text{l.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$	10	12	14	14,1
3. praní	voda – čas	min	5	10	15	7
	voda – intenzita	$\text{l.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$	8	9	10	8,3
Zafiltrování		min	3	3	3	4
Celková doba praní		min	18	29	40	27
Celková spotřeba vzduchu		m^3	71,9	142,0	228,9	146,8
Celková spotřeba vody		m^3	34,5	67,3	106,4	40,8

V rámci hodnocení prvních měsíců provozu po rekonstrukci úpravní byl vyhodnocen ekonomický přínos rekonstrukce, tedy byla posouzena energetická náročnost úpravní jako celku před a po rekonstrukci a spotřeba prací vody, která je uvedena v tab. 2. Z hlediska spotřeby elektrické energie bylo provozem zjištěno, že technologická efektivnost se zvýšila o 15 až 20 % ke spotřebě elektrické energie.

Tab. 2 Porovnání spotřeby prací vody před a po rekonstrukci

Měsíc	Před rekonstrukcí		Po rekonstrukci	
	7/2014	8/2014	9/2015	10/2015
Spotřeba prací vody	1 580 m ³	1 230 m ³	320 m ³	350 m ³

Výrazné snížení spotřeby prací vody je až z 50 % způsobeno modernizací drenážního systému, zbytek je dán optimalizací pracího cyklu.

3 Závěr

Úpravná vody Osuské je dobrou ukázkou toho, jak je možné modernizací zastaralých technologických prvků a automatizací celého provozu dosáhnout výrazných provozních úspor ať už na straně spotřeby elektrické energie nebo prací vody.

Obr. 4 Pohled na rekonstruované pískové filtry (v pozadí zasklená provzdušňovací komora)



Porovnanie adsorpčných kapacít a filtračných dĺžok sorpčných materiálov na báze železa pri odstraňovaní As a Sb z vody

doc. Ing. Ján Ilavský, PhD.¹⁾, doc. Ing. Danko Barloková, PhD.¹⁾,
Ing. Karol Munka, PhD.²⁾

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

²⁾ Výskumný ústav vodného hospodárstva,
Nábřeží arm. gen. L. Svobodu 5, 81249 Bratislava, munka@vuvh.sk

Abstrakt:

V príspevku sú porovnávané účinnosti odstraňovania antimónu z podzemnej vody v lokalite Dúbrava a arzenu v podzemnej vode v lokalite Santovka, do ktorej bol pridávaný certifikovaný štandard As. Na základe výsledkov je možné konštatovať, že účinnosť sorpčných materiálov GEH, Bayoxide E33 a CFH12 pri odstraňovaní arzenu z vody je viac ako 10-násobne vyššia ako účinnosť týchto materiálov pri odstraňovaní antimónu z vody. V príspevku sú uvádzané účinnosti jednotlivých materiálov vzhľadom na adsorpčnú kapacitu, „bed volume“ a filtračnú dĺžku.

ÚVOD

Pri výbere správneho filtračného, filtračno-sorpčného alebo sorpčného materiálu je vždy potrebné vychádzať z danej aplikácie a vlastností jednotlivých typov náplní filtrov. V súčasnosti je dostupných veľké množstvo publikácií zaoberajúcich sa odstraňovaním arzenu, príp. antimónu z vody rôznymi sorpčnými materiálmi [1-6]. Najčastejšie sa uvádzajú výsledky experimentov s použitím sorpčných materiálov na báze železa (oxidy, oxihydroxidy alebo hydroxidy železa), známe tiež ako GEH, Bayoxide E33, CFH12, CFH18, Everzit As, atď. Boli vyrobené a odskúšané hlavne k odstraňovaniu arzenu z vody. Publikované postupy sa často preberajú a prispôbujú našim podmienkam. V prípade, že chýbajú dostatočné skúsenosti (vedomosti) pri výbere sorpčného materiálu je nutné ich získať experimentálne, najlepšie dlhodobým testovaním (poloprevádzkovými skúškami).

Dôležitými parametrami pri výbere sorpčného materiálu sú:

- a) koncentrácia kontaminantu vo vode,
- b) požadovaná koncentrácia po úprave,
- c) množstvo upravovanej vody vyjadrené ako *filtračná rýchlosť*, pričom:
$$\text{filtračná rýchlosť [m/h]} = \text{prietok [m}^3\text{/h]} / \text{plocha filtra (prierez) [m}^2\text{]},$$
- d) *doba kontaktu* vody s materiálom, v zahraničnej literatúre vyjadrené ako EBCT (Empty Bed Contact Time), na výpočet použijeme vzorec:
$$\text{kontaktná doba [min]} = \text{objem náplne [m}^3\text{]} * 60 / \text{prietok [m}^3\text{/h]}.$$

Pri známom prietoku a odhade vhodnej kontaktnej doby môžeme navrhnúť objem náplne,

- e) *veľkosť častíc* (zrnnosť) je dôležitá pre správny návrh prevádzkových prietokov vzhľadom k tlakovej strate a doby kontaktu upravovanej vody s filtračným materiálom a pracích rýchlostí,

- f) *koeficient rovnomernosti* je indikátorom distribúcie veľkosti častíc použitého materiálu. Čím je hodnota menšia, tým je rozdiel veľkosti najväčších a najmenších častíc menší. Tento parameter má význam pri výmene materiálu,
- g) *hustota* (kg/m^3). V literatúre sa stretávame s viacerými hustotami, napr. sypná hmotnosť vyjadruje max. hustotu po vibračnom strasení, objemová hmotnosť je definovaná ako podiel hmotnosti častíc materiálu a celkového objemu ktorý zaberajú (súčet objemu častíc, objemu medzičasticového priestoru a vnútorného objemu pórov). Objemová hmotnosť sa používa pre prepočet objemu a hmotnosti sorpčného materiálu.
- h) *celkový povrch* (total surface area; BET) v m^2/g . Väčšia časť celkového povrchu sa nachádza v mikroporoch, ktoré sú "zodpovedné" za adsorpciu. Tento parameter má nepopisuje *obsah mikropórov a transportných pórov* v sorpčnom materiály. Transportné póry sú zodpovedné za "prísun" molekúl polutantov k mikropórom, kde sa odohráva adsorpcia.

V **tab. 1** sú uvedené základné vlastnosti a podmienky použitia najčastejšie používaných sorpčných materiálov na báze železa. Na doplnenie v **tab. 2** uvádzame aj ich chemické zloženie, stanovené rtg mikroanalýzou.

Tab. 1 Základné vlastnosti vybraných sorpčných materiálov [7-9]

Parameter	Bayoxide E33	CFH 12 a CFH 0818	GEH
Základný materiál/ obsah v suchom stave	syntetický Fe_2O_3 $\text{Fe}_2\text{O}_3 > 70\%$ $90\% \alpha\text{-FeOOH}$	hydroxid oxid železitý FeOOH $\text{FeOOH } 40\text{-}48\%$	$\beta\text{-FeOOH} +$ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ $57\% (\pm 10\%)$
Popis materiálu	suchý zrnitý	suchý zrnitý	vlhký zrnitý
Farba	jantárová	hnedá až hnedočervená	tmavohnedá
Zrnitosť	0,5-2,0 mm <0,5mm, 20% >2,0mm, 5%	CFH 12: 0,85-2,0 mm (92,7%) <0,85mm, 5,9% CFH 0818: 0,5-2,0 mm (97,6%) <0,5mm, 2,4%	0,5-2,0 mm <0,5mm, 10% >2,0mm, 10%
Sypná hmotnosť	$0,5 \text{ g/cm}^3$	$1,2 \text{ g/cm}^3$	$1150 (\pm 10\%)$
Adsorpčný povrch	$120\text{--}200 \text{ m}^2/\text{g}$	$120 \text{ m}^2/\text{g}$	$250\text{--}300 \text{ m}^2/\text{g}$
Filtračná rýchlosť	$\leq 20 \text{ m/h}$	max. $0,033 \text{ l/min/cm}^2$	$\leq 20 \text{ m/h}$
EBCT	$\geq 3 \text{ min}$	5-12 min	$\geq 3 \text{ min}$
Pracia rýchlosť	24-29 m/h	max. $0,065 \text{ l/min/cm}^2$	26 m/h
Pórovitosť zrn	70-80 %	72-80 %	72-77 %
Oblasť pH	5,5-8,5	6,5-7,5	5,5-9,0

Tab. 2 Chemické zloženie niektorých sorpčných materiálov na báze železa

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

Účinnosť sorpcie sa premietne do týchto parametrov:

- a) *Adsorpčná kapacita* [ug/g] je podiel hmotnosti zachyteného (adsorbovaného) kontaminantu v náplni [ug] a hmotnosti náplne vo filtri [g], pričom hmotnosť adsorbovaného kontaminantu je potrebné zistiť experimentálne, objem náplne filtra sa vypočíta cez hustotu (sytnú hmotnosť) sorpčného materiálu a jeho objemu vo filtri.
- b) „*Bed volume*“ (BV) je výraz často používaný v zahraničnej literatúre na porovnanie účinnosti technologického procesu, resp. sorpčného materiálu, predstavuje objem vody ktorý pretečie cez náplň filtra vydelený objemom náplne filtra. Výrobcovia sorpčných materiálov udávajú túto hodnotu, spolu s adsorpčnou kapacitou, ako údaj pre charakterizovanie účinnosti sorpčného procesu.
Najčastejšie sa adsorpčná kapacita a bed volume vzťahuje na limitnú koncentráciu odstraňovaného kontaminantu.
- c) *Filtračná dĺžka* L_F udávaná v metroch, príp. v m^3/m^2 predstavuje objem vody ktorý pretečie jednotkovou plochou filtra od začiatku filtračného cyklu, čím je vyššia hodnota L_F , tým je vyššia kalová kapacita náplne filtra. V literatúre pre odstraňovanie ťažkých kovov je málo údajov s týmto parametrom, avšak je potrebné ho používať aj pri charakterizovaní účinnosti sorpčných materiálov.

Cieľom tejto práce bolo zosumarizovať naše výsledky odstraňovania arzénu a antimónu z vody železitými sorpčnými materiálmi a porovnať výstupné ukazovatele účinnosti sorpčného procesu. Ide o publikované údaje z predchádzajúcich konferencií.

EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Odstraňovanie antimónu z vody sorpciou

Technologické skúšky sa uskutočnili v lokalite Dúbrava, v zariadení Liptovskej vodárenskej spoločnosti, a.s. (bývalá chlórôvňa). Do tohto objektu je privádzaná voda z troch prameňov – *Brdáre*, *Močidlo*, *Škripeň*. Celková výdatnosť týchto prameňov sa odhaduje na cca 40 l/s.

Surová voda bez akejkoľvek predúpravy prechádzala filtračným zariadením, pričom bola sledovaná koncentrácia antimónu v surovej a upravenej vode na odtoku z jednotlivých filtračných kolón. Vo vode sa nevyskytovali iné ťažké kovy, ani žiadne rušivé prvky, ktoré by ovplyvňovali sorpčnú kapacitu použitých materiálov (napr. železo, mangán, kremičitany, fosforečnany, fluoridy atď.). Technologické skúšky boli zamerané na overenie možnosti využitia uvedených sorpčných materiálov GEH, Bayoxide E33, CFH12 a CFH0818 v procese úpravy vody – odstraňovanie Sb.

Ako modelové zariadenie boli použité sklenené kolóny naplnené sorpčným materiálom GEH, CFH12, CFH18 a Bayoxide E33, priemer kolóny bol 5,0 cm, výška náplne, resp. objem náplne sa menil, prietok vody kolónou bol orientovaný zhora nadol, prietok vody sa pohyboval od 3,3 do 5,64 m/hod.

Na základe už publikovaných výsledkov vyplýva, že najvhodnejším sorpčným materiálom pre daný typ vody je materiál GEH. V tab. 3 uvádzame zhrnutie dosiahnutých výsledkov. Údaje o „bed volume“, adsorpčnej kapacite a filtračnej dĺžke sú vypočítané pre koncentráciu antimónu 5 $\mu\text{g/l}$ na odtoku z náplní adsorpčných kolón.

Ako vidieť z tabuľky 3, na účinnosť odstraňovania antimónu z vody vplýva viacero faktorov - koncentrácia antimónu v surovej vode (zo začiatku to bol priemer z troch prameňov, vysoké koncentrácie antimónu v surovej vode sú z prameňa Brdáre, ktorý bol samostatne privedený do budovy s modelovým zariadením), výška (objem) náplne,

filtračná rýchlosť, resp. doba zdržania vody v kolóne (EBCT). Čím je dlhšia doba kontaktu s materiálom, tým je vyššia účinnosť zachytenia antimónu v náplni filtra, čo sa odrazí na vyššej adsorpčnej kapacite.

Odstraňovanie arzénu z vody sorpciou

Experimenty sa uskutočnili v laboratóriu na Katedre zdravotného a environmentálneho inžinierstva, ako zdroj vody bola použitá studňa HVS-9 v lokalite Santovka, s obsahom arzénu okolo 18 µg/l. Do surovej vody bol pridávaný arzén (použitím certifikovaného referenčného štandardu), pričom koncentrácie arzénu v takto upravenej „surovej vode“ sa pohybovali v rozmedzí 46,52 až 63,10 µg/l (priemer 52,96 µg/l). Vo vode sa nevyskytovali iné ťažké kovy.

Na overenie účinnosti eliminácie arzénu boli použité dve adsorpčné kolóny naplnené sorpčným materiálom Bayoxide E33 a CFH 12. Modelové 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 slúži ako chladič). Cele modelové zariadenie bolo vysoké 76 cm, výška náplne 58 cm, čo predstavovalo plochu kolóny 6,1575 cm² a objem kolóny 357,1 cm³. Prietok vody do kolóny (v smere zhora nadol) bol meraný priebežne, filtračná rýchlosť dosahovala cca 5,6 m/h.

V tab. 4 sú uvedené namerané a vypočítané hodnoty týchto experimentov, pričom údaje o „bed volume“, adsorpčnej kapacite a filtračnej dĺžke sú vypočítané pre koncentráciu arzénu 10 µg/l na odtoku z náplní adsorpčných kolón.

Z tabuľky 4 vidieť výrazný rozdiel účinnosti železitých sorbentov pri odstraňovaní arzénu oproti experimentom s antimónom.

Faktory ovplyvňujúce účinnosť železitých sorbentov

Účinnosť odstraňovania Sb a As použitím týchto materiálov závisí od :

- a) pH vody (nižšie pH zvyšuje sorpčnú kapacitu, ako aj životnosť média),
- b) oxidačno-redukčného potenciálu As a Sb (t.j. pomeru As^{III}/As^V, Sb^{III}/Sb^V), je všeobecne známe, že päťmocná forma As a Sb sa ľahšie odstraňuje z vody,
- c) koncentrácie látok prítomných vo vode, ktoré môžu ovplyvňovať (rušiť) adsorpciu As alebo modifikovať povrchové zaťaženie sorpčného materiálu,
- d) koncentrácie látok a koloidných častíc vo vode, ktoré môžu fyzicky blokovať prístup As do vnútra častice, resp. k zrnám adsorpčného média,
- e) špecifického povrchu a rozloženia veľkosti pórov sorpčného materiálu,
- f) hydraulických vlastností filtračného média počas úpravy (výška náplne, filtračná rýchlosť, doba zdržania vody v náplni).

Prvé štyri faktory sú prepojené chemickou rovnováhou medzi rôznymi látkami prítomnými vo vode a filtračným materiálom, štvrtý a posledné dva faktory sú ovplyvnené predovšetkým fyzikálnymi procesmi prestupu hmoty a vlastnosťami použitého materiálu. Medzi látky, ktorých prítomnosť vo vode môže ovplyvňovať sorpciu arzénu a antimónu patria napr. iné ťažké kovy (vanád), železo, mangán, kremičitany, sírany, fosforečnany, fluoridy, organické látky, atď.

Nevýhodami použitia týchto materiálov pri odstraňovaní ťažkých kovov môžu byť náklady spojené s nákupom, regeneráciou alebo likvidáciou. Preto je potrebné zhodnotiť a porovnať tento spôsob úpravy s dosiaľ používanými metódami.

Tab. 3 Výsledky odstraňovania antimónu z vody

Materiál	Priem, koncentrácia Sb v SV [µg/l]	Priem. filtračná rýchlosť [m/h]	Výška media [cm]	Objem media [cm ³]	EBCT [min]	Bed volume (V/V ₀)	Adsorpčná kapacita [µg/g]	Filtračná dĺžka [m]
GEH	59,16	5,05	50,0	981,75	6,0	1742	83,6	871,5
CFH12	59,16	4,74	50,0	981,75	6,3	788	42,4	393,6
Bayoxide E33	59,16	4,69	50,0	981,75	6,4	716	91,4	357,9
GEH	55,64	4,50	60,0	1178,10	8,0	3470	167,8	2084,4
CFH12	55,64	4,51	60,0	1178,10	8,0	2421	105,7	1452,6
Bayoxide E33	55,64	4,27	60,0	1178,10	8,4	1274	90,9	550,7
GEH	58,29	5,52	53,0	1040,65	5,8	2260	103,7	1230,0
CFH 0818	58,29	5,47	53,0	1040,65	5,8	1182	57,6	593,2
GEH	72,61	5,48	52,0	1021,02	5,7	1550	87,9	777,6
GEH	81,39	3,36	51,0	1001,38	9,1	2030	144,7	1035,2
GEH	81,39	5,64	51,0	1001,38	5,4	1341	96,9	677,3
GEH	90,30	5,44	50,0	981,75	5,5	1537	112,7	768,1
GEH	90,30	5,39	70,0	1364,63	7,7	3736	238,0	2596,9
GEH	90,30	5,30	90,0	1751,44	10,1	4659	332,6	4155,7

Tab. 4 Výsledky odstraňovania arzénu z vody

Materiál	Priem, koncentrácia As v SV [µg/l]	Priem. filtračná rýchlosť [m/h]	Výška media [cm]	Objem media [cm ³]	EBCT [min]	Bed volume (V/V ₀)	Adsorpčná kapacita [µg/g]	Filtračná dĺžka [m]
Bayoxide E33	52,96	5,62	58	357,1	6,19	27409,4	3254,8	15899,0
CFH12	52,96	5,59	58	357,1	6,22	23120,8	1122,3	13411,3

ZÁVER

Vykonané technologické skúšky s podzemnou vodou z prameňa Dúbrava ako aj experimenty robené na Katedre zdravotného a environmentálneho inžinierstva preukázali, že pomocou nových sorpčných materiálov je možné znížiť obsah antimónu a arzenu vo vode na hodnoty, ktoré limituje Nariadenie vlády č.496/2010 pre pitnú vodu. Výsledky zároveň potvrdili publikované poznatky zahraničných autorov, podľa ktorých sú tieto sorpčné materiály účinnejšie pri odstraňovaní arzenu ako antimónu z vody.

Pri výbere úpravy vody je nutné zvážiť viacero faktorov, ktoré môžu ovplyvniť efektívnosť odstraňovania, ale aj investičné a prevádzkové náklady. Medzi rozhodujúce faktory pri výbere účinnej technológie patria chemické vlastnosti a zloženie surovej vody (obsah konkurenčných látok, pH vody), počiatočná koncentrácia antimónu (arzenu), jeho oxidačný stupeň a požiadavky na upravenú vodu. Taktiež je dôležité zvážiť investičné náklady zavedenia tej ktorej technológie a posúdiť predpokladané prevádzkové náklady. Dôležitým hľadiskom pri výbere vhodnej metódy je aj produkcia odpadu a možnosti zneškodňovania použitého sorbentu po vyčerpaní jeho sorpčnej kapacity na skládke (legislatíva umožňuje zneškodňovanie použitého sorbentu na bežnej skládke do koncentrácie 5 gramov As na kg sušiny, antimón zatiaľ nemá stanovené koncentrácie pre zneškodňovanie na skládke), a pod.

Podakovanie

Experimentálne merania boli uskutočnené za finančnej podpory projektu VEGA 01/0400/15. Experimentálne merania a analýzy boli urobené v spolupráci s Liptovskou vodárenskou spoločnosťou, a.s., Strediskom chemicko-technologickej a laboratórnej činnosti ZsV a.s., Trnavská cesta 32, Bratislava a ZsV a.s., OZ Levice.

LITERATÚRA

- [1] DINESH MOHAN AND CHARLES U. PITTMAN, JR.: Arsenic removal from water/wastewater using adsorbents - A critical review. Journal of Hazardous Materials, Volume 142, Issues 1-2, April 2007, pp. 1-53.
- [2] Arsenic Treatment Technology Evaluation Handbook for Small Systems, US EPA, Office of Water (4606M), EPA 816-R-03-014, July 2003.
- [3] GARY AMY, HSIAO-WEN CHEN, ALEKSANDRA DRIZO, URS VON GUNTEN PHIL BRANDHUBER, RUTH HUND, ZAID CHOWDHURY, SUNIL KOMMINENI, SHAHNAWAZ SINHA, MARTIN JEKEL, KASHI BANERJEE, Adsorbent Treatment Technologies for Arsenic Removal. Arsenic Research Partnership, Published by Awwa Research Foundation and US EPA Washington, D.C., 2005, 164 p. ISBN 1-58321-399-6.
- [4] BACKMAN, B., KETTUNEN, V., RUSKEENIEMI, T., LUOMA, S., KARTTUNEN, V., Arsenic removal from groundwater and surface water - Field tests in the Pirkanmaa Region, Finland, 2007, pp. 1–40. Espoo: Geological Survey of Finland, Kemira Kemwater
- [5] 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.
- [6] WESTERHOFF, P., HIGHFIELD, D., BADRUZZAMAN, M., & YOON, Y. Rapid small scale column tests for arsenate removal in iron oxide packed bed columns. Journal of Environmental Engineering, 131(2), 2005, 262–271.
- [7] SEVERN TRENT SERVICES: DWI Statement of Qualifications – SORB 33™ Arsenic Removal and Bayoxide® E33 media. Brochure.
- [8] GEH-Wasserchemie (2016) http://www.geh-wasserchemie.de/files/datenblatt_geh101_en_web.pdf.
- [9] Kemwater ProChemie (2016). <http://www.prochemie.cz/chem/tech-list-hydroxid-zelezity-kemira-cfh.pdf>.

Úpravna vody Hertník

Návrh technologie pro malou úpravnu vody

Ing. Josef Drbohlav¹⁾, Lukáš Písek¹⁾, Ing. Nataša Riganová²⁾

¹⁾Sweco Hydroprojekt a.s., Tábořská 31, Praha 4, josef.drbohlav@sweco.cz, lukas.pisek@sweco.cz

²⁾Východoslovenská vodárenská spoločnosť a.s., Komenského 50, Košice, natasa.riganova@vodarne.eu

1. Úvod

Úpravna vody Hertník je jedním z klíčových zdrojů pitné vody pro skupinový vodovod, z kterého jsou zásobeny obce západně od Bardějova s celkovým počtem cca 7500 zásobovaných obyvatel. Ve výhledu se předpokládá připojení dalších obcí v regionu a zvýšení spotřeby vody zhruba na dvojnásobek oproti současnosti.

Areál úpravní vody je umístěn na západním okraji obce Hertník, v mírně svažitém terénu v nadmořské výšce cca 505 m n.m. Dvoustupňová technologická linka úpravní vody byla navržena na maximální výkon 10 l/s. Zdrojem surové vody je potok Pastevník. Úpravna vody byla uvedena do provozu v roce 1982.

Stávající technologická linka úpravní vody se skládá z těchto částí:

Jímání surové vody

- břehový odběrný objekt z jezové zdrže na potoce – max. povolený odběr 12 l/s,
- surová voda je přiváděna potrubím do budovy úpravní vody,

Úprava vody – dvoustupňová linka

- do přírodního potrubí surové vody jsou dávkovány tyto chemikálie:
 - vápenný hydrát,
 - síran hlinitý,
- nadávkovaná surová voda je vedena do vertikálního rychlomísiče,
- z rychlomísiče je voda odvedena na dva monoblokové úpravníky Sigma VK5 spojující funkci čističe a otevřeného pískového rychlofiltru,
- do upravené vody je pro hygienické zabezpečení vody dávkován chlornan sodný,
- upravená voda je odvedena do akumulace upravené vody o objemu 2×250 m³,

Kalové hospodářství

- veškeré odpadní vody z technologické linky úpravní vody (z praní filtrů, z chemického hospodářství) jsou vedeny do venkovní usazovací nádrže,
- odsazené vody z usazovací nádrže, odpadní vody ze zafiltrování a odpad z bezpečnostních přelivů jsou vedeny do odtokové jímky,
- vyrovnaný odtok odváděn kanalizací do potoka.

2. Technologický a technický audit úpravní vody Hertník

Součástí předprojektové dokumentace bylo vypracování technologického a technického auditu, doplněného o stavebně-technický průzkum. Z provedených průzkumů pak vyplynuly tyto závěry.

Použití povrchové tekoucí vody nepříliš vodného toku k výrobě pitné vody má specifické okolnosti i aspekty. Problémy zde vyvolává hlavně dynamika proměny jakosti. Pozvolně i skokem se mění koncentrace chemických ukazatelů, množství mikroorganismů v natékající surové vodě kolísá i řádově. Tento stav zvyšuje a testuje nároky na tzv. robustnost procesu neboli schopnost procesu (technologické linky jako celku)

udržet si separační účinnost i při provozních výkyvech. Z hlediska kvality surové vody je možné rozlišit tři časová období, která se od sebe významně odlišují:

- zimní období, kdy je surová voda prostá znečištění a surovou vodu je možné upravovat pouze filtrací bez koagulace,
- jarní období, kdy dochází v povodí k tání sněhu a kvalita surové vody se zhoršuje – toto období, které podle vývoje teploty trvá 1–2 měsíce, bylo nedostatečně zmapováno z hlediska vývoje kvality surové vody – především zákalu, barvy, biologické znečištění, pH a alkality,
- pozdní jarní, letní a podzimní období, kdy se kvalita surové vody zhoršuje a významně kolísá. V tomto období je nutné dávkovat koagulant a je využívána dvoustupňová separace. S ohledem na charakter povodí se pravidelně objevuje výrazné zhoršení především zákalu, barvy a kolísání mikrobiologického znečištění, které je vyvoláno přívalovými dešti v povodí potoka. Přívalové deště mají obvykle krátké trvání a provoz úpravny vody bývá v tomto období přerušen. Maxima znečištění nebyla v době přívalových dešťů měřena.

Existující způsob úpravy vody je pro reálnou jakost vody surové principiálně vhodný, v období neproblémové jakosti surové vody je prováděna základní fyzikální úprava a dezinfekce, při zhoršení jakostních parametrů se technologie intenzifikuje na fyzikální a chemickou úpravu s dvoustupňovou separací. Tento obecný systém technologie je vyhovující.

Osazené strojní zařízení je provozuschopné, ale je morálně a technicky zastaralé. Stav jednotlivých armatur odpovídá jejich stáří. Větší část stávajícího ocelového potrubí je napadena povrchovou korozí. Pro dávkování chemikálií jsou osazena nová dávkovací čerpadla. Dávkování je zajišťováno ručně, bez návaznosti na průtok a kvalitu surové vody. Zařízení nízkého napětí včetně hlavního rozvaděče je původní, je zastaralé a u konce své životnosti. Z pohledu stavebního lze konstatovat, že většina konstrukcí objektů v areálu úpravny vody je na hranici své životnosti a pro zajištění funkce úpravny vody bude nutné v blízké době tento stav řešit komplexním zásahem. Stavební konstrukce haly úpravny vody je v havarijním stavu.

Lze konstatovat, že na základě skutečností zjištěných při zpracování auditu byla pro zajištění výroby pitné vody do budoucna potvrzena nutnost komplexního řešení úpravny vody, a to jak z pohledu technologického, tak z pohledu technického.

3. Technicko-ekonomická studie, koncepce celkového řešení

3.1. Návrhový výkon úpravny vody

Maximum	12 l/s
Dlouhodobý průměr	8 l/s
Minimum	4 l/s

Maximální výkon byl stanoven na základě platného povolení o odběru surové vody z vodního toku (potoku) Pastevník. Maximální možný odběr je 12 l/s.

3.2. Varianty řešení

Po vyhodnocení závěrů ze zpracovaného Technologického auditu a s ohledem na výše uvedené cíle bylo zpracovatelem studie doporučeno, aby nová technologická linka úpravy vody byla koncipována jako „robustní“ a co nejméně „náchylná“ na výkyvy v kvalitě surové vody. Je potřeba upozornit na to, že historicky pro období největšího znečištění surové vody ne-existují relevantní údaje o tomto znečištění a návrh tedy musí zohlednit i tyto stavy.

Na základě toho byly stanoveny dvě základní varianty řešení:

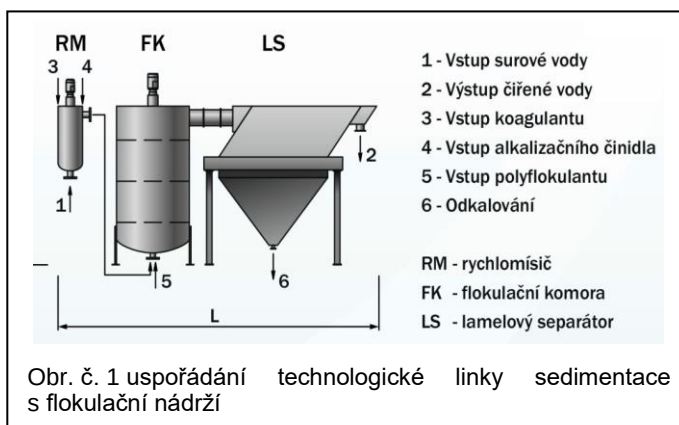
- Varianta A – technologická linka s dvěma separačními stupni,
- Varianta B – technologická linka s membránovou filtrací.

3.3. Varianta A – Dvoustupňová linka úpravy vody

První separační stupeň - sedimentace

Byla zvolena linka sedimentační nádrže s lamelovou vestavbou a předřazenou samostatnou flokulační nádrží. Lamelová vestavba tvarem a celkovou plochou lamel umožňuje podstatné zmenšení objemu nádrže ve srovnání s klasickou sedimentační nádrží.

Surová voda bude přivedena potrubím do míchané flokulační nádrže, kde se smísí s dávkovaným koagulantem. Z flokulační nádrže bude surová voda s vytvořenými vločkami natékat potrubím do sedimentační nádrže, kde bude docházet k usazování vytvořených agregátů. Odsazená voda bude odtékat žlabem do potrubí na druhý separační stupeň.



První separační stupeň – flotace

Flotace rozpuštěným vzduchem (DAF – dissolved air flotation) je separační proces, který se zařazuje jako první separační stupeň při úpravě povrchové pitné vody. Příprava suspenze pro flotaci je podobná přípravě suspenze pro klasické schéma úpravy vody se sedimentací a filtrací. To znamená, že flotaci je předřazeno dávkování koagulantu, rychlé a pomalé míchání.

Výhodou flotace je, že je podstatně účinnější pro separaci malých částic velikosti desítek μm , které prakticky nesedimentují a klasickými technologiemi (sedimentační nádrže, čířiče) se obtížně separují.

Využití technologie flotace bylo na úpravě vody laboratorně testováno v lednu 2015. Vzhledem k velmi vysoké kvalitě surové vody, prakticky s nulovým zákalem byla pro testy použita jako „modelová surová voda“ odpadní voda po praní pískových filtrů. Výsledky modelových testů flotace prokázaly vysokou účinnost odstranění zákalu z modelové surové vody, která se pohybovala v rozmezí hodnot 68 – 92 %. Zároveň došlo k výraznému poklesu mikrobiálního oživení upravené vody.

V době zhoršené kvality se surová voda vyznačuje zvýšeným zákalem způsobeným obsahem suspendovaných a koloidních látek minerálního i organického charakteru (zákal dosahuje odhadem řádu stovek FNU). Podle charakteru látek lze předpokládat vysoký podíl částic, které by „neflotovaly“ a naopak by u nich docházelo k procesu

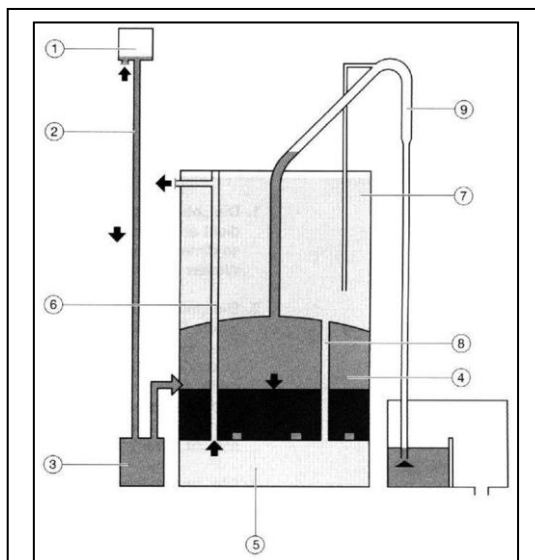
sedimentace, což by negativně ovlivňovalo samotný proces flotace. Nádrž flotace není svým konstrukčním řešením určena pro sedimentaci částic.

Z těchto důvodů bylo nutné na úpravně vody Hertník pro zajištění funkce flotace předradit sedimentační nádrž. V sedimentační nádrži by docházelo k zachytávání sedimentujících látek. Nádrž by byla vybavena lamelovou vestavbou pro zvýšení povrchového zatížení a zmenšení nádrže. Z těchto důvodů není pro úpravnu vody Hertník flotace uvažována.

Druhý separační stupeň – gravitační filtr (Interfilt SK)

V této variantě bylo uvažováno s osazením 3 ks kruhových gravitačních filtrů o průměru 2,4 m s pískovou jemnozrnnou náplní o výšce 0,6 m, ve dně osazenými standardními scezovacími hlavice a vlastním integrovaným zásobníkem upravené vody pro praní filtrační náplně. Filtr je dále osazen odpadním potrubím s násoskou, která spouští režim praní vodou, bez nároků na elektrickou energii.

Tato varianta byla především z důvodů výškového řešení a dopadu na výškové umístění nádrží prvního separačního stupně vyřazena. Osazení filtrů této konstrukce by znamenalo zvednutí nádrží 1. separačního stupně o cca 2 m včetně souvisejících dopadů na stavební řešení budovy.



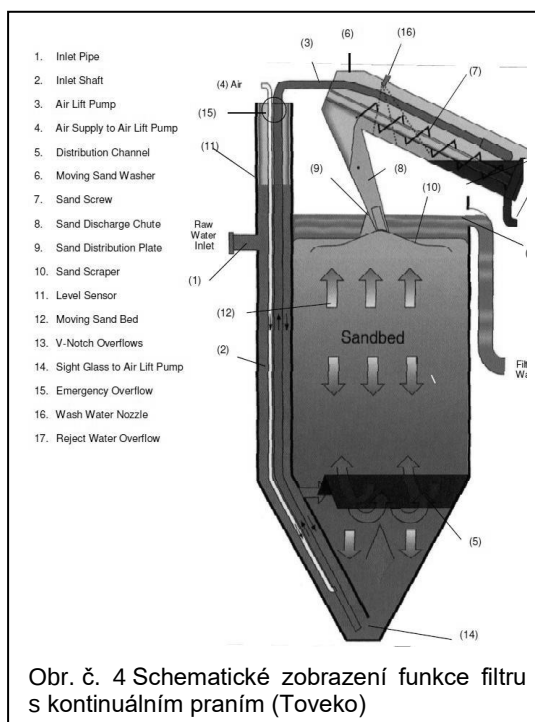
Obr. č. 3 Schematické zobrazení gravitačního filtru (Interfilt SK)

Druhý separační stupeň – filtrace s kontinuálním praním

V této variantě je navržena filtrace s kontinuálním praním filtrační náplně. Pro návrh bylo použito technické řešení zařízení filtrace firmy Toveko.

Surová voda je přiváděna potrubím do spodní části filtru. Ze spodní části filtru je čerpán znečištěný filtrační písek pomocí stlačeného vzduchu do pohyblivého pracího zařízení. Filtrační materiál je vrácen zpět do filtru. Odpadní voda je odváděna ze spodní části pracího zařízení do odpadního žlabu. Ze společného odpadního žlabu je odpadní prací voda odváděna do kalového hospodářství. Filtrovaná voda je odebírána z hladiny filtru přes přelivnou hranu.

Jedná se zařízení se dvěma paralelními linkami filtrace s celkovou filtrační plochou 9 m². Filtrační náplň o výšce 1,0 m je tvořena jemnozrnným pískem frakce 0,8 – 1,2 mm. Filtrační rychlost při maximální výkonu 12 l/s je 4,8 m/h.



Obr. č. 4 Schematické zobrazení funkce filtru s kontinuálním praním (Toveko)

Druhý separační stupeň – otevřené pískové filtry

Pro tuto variantu jsou navrženy 3 otevřené rychlofiltry o celkové filtrační ploše cca 12,0 m².

Primárně se uvažuje s osazením samostatných ocelových kruhových nádrží o průměru 2,2 m, ve dně osazenými scezovacími hlaviciemi a výškou náplně 1,6 m.

Jako filtrační materiál je uvažován vodárenský filtrační písek zrnitosti 1,0 – 2,0 mm. Filtrační rychlosti za předpokladu provozu všech 3 filtrů jsou při průměrném výkonu (8 l/s) 2,4 m/hod, při maximálním výkonu (12 l/s) 3,6 m/hod. Při praní jednoho z filtrů stoupnou tyto rychlosti na 3,6 m/hod, resp. na 5,4 m/hod.

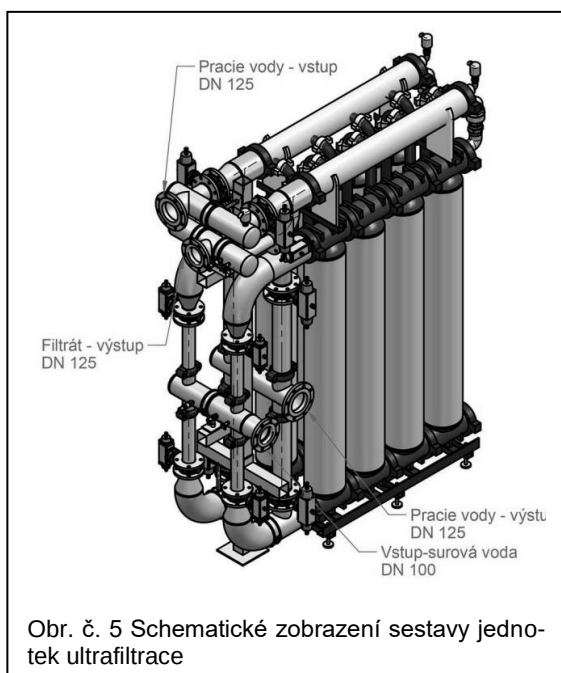
3.4. Varianta B – Membránová filtrace

Koncepčně odlišnou variantou řešení je návrh membránové filtrace. Z pohledu technologického se jedná o jednostupňovou separaci znečištění na stěně membrány filtru. Pro aplikaci na ÚV Hertník bylo uvažováno s membránovou filtrací typu „ultrafiltrace“.

Ultrafiltrace může na povrchu membrány zachytit z vody částice a makromolekuly od 0,01 µm. Kromě látek způsobujících zákal a bakterií to jsou také viry, koloidy a makromolekuly. Zachycování částic, částečně i rozpuštěných, způsobuje na povrchu membrány vytváření povlaku (vrstvy) převážně anorganického a biologického původu, který způsobuje zvyšující se odpor kapaliny membránou. Pro odstranění nánosů z povrchu membrány se v pravidelných intervalech filtry perou. Pro přípravu suspenze (agregaci částic obsažených v surové vodě) je navrženo dávkování koagulantu a homogenizace v trubkovém flokulátoru, který pracuje v tlakovém režimu.

Praní probíhá samostatně vždy pro každou jednotku složenou z ultrafiltračních modulů. Praní membránových filtrů je prováděno v automatickém procesu hydraulického, a chemického praní. Kromě chemického praní membrán (kyselinou a alkalickým činidlem) aplikovat také hygienické zabezpečení membrán koncentrovaným roztokem chlornanu sodného.

Pro hydraulické praní je využívána upravená voda. Předpokládaná doba praní je cca 45 – 60 s.



Odpadní vody z hydraulického praní a chemického praní po neutralizaci jsou odváděny do kalového hospodářství.

Membránová filtrace obecně pracuje při minimálním vstupním tlaku surové vody 1,5 – 2,5 bar. Poloha odběru surové vody ve vztahu k umístění úpravy vody vytváří výškový rozdíl cca 32 m (vztaženo k podlaze v budově ÚV), tj. teoretický hydrostatický tlak 3 bar. V případě alternativy membránové filtrace je snaha o maximální využití tohoto přetlaku, bez nutnosti čerpaní.

Před nátokem surové vody na technologickou linku membránové filtrace bude vhodné, s ohledem na kvalitu surové vody, osadit stupeň předfiltrace.

Membránová filtrace je velice sofistikovaným zařízením, které po vhodném návrhu

pro jasně daný rozsah kvality surové vody dokáže velmi efektivně a při relativně malých nárocích na dispozici, upravovat jako jednostupňová linka upravenou vodu.

4. Volba varianty

Ze zpracovaného „Technického a technologického auditu“ a „Studie proveditelnosti“ vyplynuly pro volbu vhodného technického řešení tyto závěry:

- pro úpravu surové vody z potoka Pastevník je třeba volit robustní technologii, která umožní úpravu surové vody i v obdobích kvalitativních výkyvů,
- v období zhoršení kvality surové vody je třeba počítat i nadále s dávkováním koagulantu (síran hlinitý), alkalizačního činidla (uhličitan sodný), chlornanu sodného. Pro řešení dvoustupňové linky se předpokládá doplnění UV záření,
- návrh technického řešení a volbu konkrétních typů zařízení omezuje řešení současně technologické linky úpravní vody:
 - úpravna vody nemá dostatečnou akumulaci pro praní filtrů a nejsou instalována čerpadla prací vody a dmychadla. Stávající akumulace upravené vody postačuje pouze pro zásobení spotřebiště,
 - stávající kalové hospodářství bylo řešeno s odvedením odsazené vody do potoka a odvážením zahuštěných kalů na ČOV,
 - halu filtrace bude třeba s ohledem na technický stav odstranit a bude nahrazena novou konstrukcí, která bude řešena s ohledem na zvolenou technologii úpravní vody.

Všechny zpracované varianty modernizace technologické linky úpravní vody Hertník splňují požadavek na zajištění výroby kvalitní pitné vody. S ohledem na výši investičních a provozních nákladů je možné doporučit toto řešení:

- dvoustupňová separace s využitím usazovací nádrže s lamelovou vestavbou a kontinuální filtrací TOVEKO, která má minimální nároky na spotřebu prací vody a v důsledku i na řešení kalového hospodářství,
- technologie membránové filtrace (ultrafiltrace), která je však provozně limitována z hlediska maximálních zákalů (předpoklad 150 FNU). Při překročení limitního zákalu by bylo nutné technologickou linku membránové filtrace vyřadit z provozu a přerušit provoz úpravní vody. Možné je i předřazení prvního separačního stupně, za kterým je však nutné čerpání vody na membránovou filtraci a celkově se tak zvyšují investiční náklady na realizaci na úroveň dvoustupňové úpravní vody.

Východoslovenská vodárenská spoločnosť, a.s. v koncepci řešení rekonstrukce malých úpraven vody upřednostňuje pro malé úpravní vody využití technologie membránové filtrace. Z těchto důvodů bylo při projednání koncepce modernizace úpravní vody Hertník rozhodnuto zvolit tuto technologii.

5. Technické řešení rekonstrukce úpravní vody

Technologická linka úpravní vody Hertník je navrhována jako vícestupňová s hlavním separačním stupněm membránovou filtrací – ultrafiltrací. Úpravna vody bude vybavena obtokem a měřením zákalu na přítoku surové vody do úpravní. V případě zjištění extrémních hodnot zákalu, bude úpravna vody na nezbytnou vodu odpojena a surová voda vracena zpět do potoka. K tomuto řešení bylo přistoupeno na základě nedostatku údajů o kvalitě surové vody v období extrémních okálových stavů. Vývoj těchto stavů byl pouze popsán obsluhou úpravní vody. Přerušování výroby vody v řádech několika hodin je pro provozovatele akceptovatelné kompromisní řešení.

Nové zařízení technologické linky úpravy vody bude umístěno v kompletně nově vystavěné části budovy, v hale strojovny. Ostatní provozy úpravny vody budou rekonstruovány a bude odstraněna část druhého podlaží.

Technologická linka úpravny vody Hertník se bude skládat z těchto částí:

- na přítoku surové vody je před technologickou linkou ultrafiltrace navrženo:
 - **měření zákalu** - pokud bude překročena limitní mez hodnoty zákalu v surové vodě 150 FNU bude odstavena úpravná voda a surová voda bude odváděna zpět do potoka. Limitní hodnota zákalu bude upřesněna v rámci zkušebního provozu,
 - pro zachycení hrubých nečistot v surové vodě bude na potrubí osazen **hrubý tlakový filtr**. Jeho hlavní funkcí je ochrana technologického zařízení,
 - pro eliminaci problému zavzdušňování je navrženo **zařízení pro odvzdušnění přítokového potrubí**,
 - pro zajištění požadovaného tlaku na přítoku do zařízení technologické linky ultrafiltrace budou na potrubí osazena dvě **posilovací čerpadla**, která budou provozována při snížení tlaku,
 - na přítoku vody do zařízení UF je vyžadována eliminace pevných částic nad určitou velikost (např. 300 µm). Toto zajistí dva **diskové filtry** s automatickým proplachem,
- před přítokem na jednotku UF je pro případ potřeby úpravy pH surové vody navrženo dávkování **uhlíčitanu sodného**. Pro zajištění procesu koagulace bude dávkován koagulant typu **PAX (18)**. Dostatečnou dobou zdržení pro vytvoření agregátů zajistí **trubkový flokulátor** umístěný na trubní trase přítoku do UF,
- voda po dávkování bude vedena na **technologickou linku ultrafiltrace (UF)** s polymerními membránami. Filtrát za UF má standardně konstantní vysokou kvalitu (zákal < 0,2 NTU, 99,99% redukce bakterií a patogenních virů) bez ohledu na kolísavost kvality surové vody. Z důvodu zajištění maximální účinnosti v celém rozsahu výkonu úpravny vody (4 – 12 l/s) bude zařízení složeno ze dvou linek (2×6 modulů). Pro úpravnu Hertník je navržen robustnější typ polymerních membrán (průměr kapiláry 1,5 mm), která je schopna efektivní funkce i při vyšších zatíženích během okalových stavů. Upravená voda z UF bude vedena přes nádrž prací vody, z které bude odebírána voda pro praní UF. Praní UF probíhá ve dvou režimech – tzv. „backwash“ upravenou vodou a chemické praní,
- z důvodu nárazového výskytu nadlimitních koncentrací manganu v surové vodě budou na závěr technologické linky úpravy vody osazeny dva tlakové **odmanganovací filtry**. Filtry budou umístěny na obtoku, nepředpokládá se trvalý provoz. Pro regeneraci náplně filtrů bude na přítoku do filtrů dávkován **manganistan draselný**,
- před odtokem upravené vody do vodojemu bude do potrubí možné dávkovat uhlíčitan sodný pro úpravu pH a dále bude voda **hygienicky zabezpečena** dávkováním **chlornanu sodného**. Výroba NaClO bude zajištěna ze solného roztoku v elektrolyzáru. S ohledem na využití UF není navrhováno UV záření,
- upravená voda bude přiváděna do stávajícího zrekonstruovaného dvoukomorového vodojemu 2×250 m³,

- veškeré odpadní vody z technologické linky, především z UF, z praní odmanganovacích filtrů a z chemického hospodářství, budou odváděny do rekonstruované betonové nádrže kalového hospodářství o objemu 80 m³. Odsazená voda bude odebírána z hladiny přelivem a bude kanalizací odváděna do recipientu. Kal z dolní části nádrže bude čerpán fekálním vozem a odvážen v pravidelných intervalech na ČOV,
- úprava vody je navržena s maximální mírou automatizace provozu možnosti sledování klíčových parametrů ze vzdáleného dispečerského pracoviště VVS a.s., závod Bardějov.

5. Závěry

Příprava modernizace úpravní vody Hertník potvrzuje naše zkušenosti, že pro návrh technického řešení modernizace i malé úpravní vody je třeba provést řadu průzkumů a měření a posoudit různé varianty řešení, aby bylo možné navrhnout provozně vhodné řešení.

I malá úprava vody přináší řadu problémů z hlediska technického řešení a je třeba řešení věnovat stejnou pozornost, jako v případě velké úpravní vody. Návrh řešení v malém měřítku naopak přináší problémy (např. praní filtrů, kalové hospodářství), které je možné na velké úpravě vody řešit zcela standardně.

V případě úpravní vody Hertník bude nutné doplnit chybějící údaje o kvalitě surové vody v období jarního tání sněhu, aby bylo možné definitivně rozhodnout o uspořádání technologické linky a současně minimalizovat investiční a provozní náklady.

Opět se tak potvrzují již několikrát prezentované zkušenosti, že náklady vynaložené v době zpracování předprojektové přípravy přinášejí zpravidla výrazné úspory pro vlastní realizaci díla.

Pro vlastní řešení bylo využito projektování ve 3D, které umožňuje efektivní zpracování variant stavebního řešení s ohledem na posuzování technologie úpravní vody.

6. Literatura

1. MNV Hertník, Hertník – vodovod, stupeň JP, rok 1978, zpracovatel Hydroconsult Bratislava,
2. VVaK Košice, Hertník – úpravna vody, Dočasný provázkový poriadok PSP, rok 1982, zpracovatel Hydroconsult Bratislava,
3. Rozbory kvality surové a upravené vody v letech 2006 - 2014,
4. VVS a.s., Hertník – úpravna vody, Technologický audit, rok 2015, zpracovatel Sweco Hydroprojekt a.s.
5. VVS a.s., Hertník – úpravna vody, Průběžná zpráva z poloprovozních a modelových zkoušek, rok 2015, zpracovatel Envi-Pur s.r.o.
6. Drbohlav J.: Zkušenosti z rekonstrukce úpraven vody z hlediska předprojektové a projektové přípravy, Sborník konference „Modernizácia a optimalizácia úpravni vody SR, Stará Lesná, 2009
7. Drbohlav J., Dolejš P., Dohnálek J., Schejbal R. „Úvodní přednáška k tématu technické a technologické audity. Proč je třeba se zabývat audity vodárenských objektů, procesů a zařízení?“, Sborník konference Pitná voda, Trenčianské Teplice, 2011
8. Dolejš P.: Technologický audit úpraven vody. Vodní hospodářství 51, č. 1, 8-10 (2001).
9. Votava M.: Studie proveditelnosti při rekonstrukcích úpraven vod. Ve sborníku konference Rekonstrukce úpraven vody, s. 9 - 16. W&ET Team, Č. Budějovice 1998.

Rekonstrukce intenzifikace ÚV Souš

Milan Drda¹⁾, Ladislav Rainiš²⁾

¹⁾ ENVI-PUR s.r.o, Na Vlčovce 13/4, 16 0 00 Praha 6 – Dejvice, drda@envi-pur.cz

²⁾ Severočeské vodovody a kanalizace, a.s., Přítkovská 1689, 415 50 Teplice, ladislav.rainis@seznam.cz

Abstrakt: Příspěvek prezentuje průběh předprojektové a projektové přípravy postupné rekonstrukce a intenzifikace na úpravě vody Souš, která byla koncem loňského roku završena investiční akcí „Úprava vody Souš – flotace (DAF)“.

Klíčová slova: rekonstrukce, intenzifikace, hydraulické mísení, filtrace, flotace

Keywords: reconstruction, intensification, hydraulic mixing, filtration, flotation

ÚVOD

Úprava vody Souš byla uvedena do provozu v roce 1974. Postupně však docházelo ke zhoršování jakosti surové vody, přičemž důsledkem byly vyšší nároky na technologii úpravy vody i likvidaci odpadních vod z technologické linky.

Ve vodě v přehradní nádrži docházelo k výrazným krátkodobým změnám druhového složení a početnosti fytoplanktonu. V surové vodě přitékající na úpravnu dochází zřejmě v důsledku přívalových dešťů a dalších vlivů k nepředvídatelnému rozvoji obrněnek a rozsivek, řas rodu *Synura* nebo sinic *Merismopedia tenuissima*. Velkým potenciálním problémem se jeví nebezpečí významného přemnožení rozsivek, obrněnek, řas rodu *Synura* a sinic v nádrži. Především obrněnky proces úpravy vody komplikují z důvodu své velikosti a odolnosti buněk. Příkladem je situace z 80. let, kdy došlo k výraznému přemnožení obrněnek, které se následně objevily i v upravené vodě.

POSTUPNÁ INTENZIFIKACE

Vlastník (Severočeská vodárenská společnost a.s., dále jen SVS) ve spolupráci s provozovatelem (Severočeské vodovody a kanalizace, a.s., dále jen SČVK) dlouhodobě připravovali koncepci postupné intenzifikace a následné rekonstrukce úpravy vody a průběžně intenzifikovali provoz.

Na základě prováděných laboratorních a poloprovozních zkoušek optimalizace chemizmu úpravy vody a stvrzování, které byly zahájeny již koncem 80 let, bylo do technologické linky úpravy vody doplněno dávkování polymerního flokulantu, stvrzování a předstvrzování.

S ohledem na zhoršenou kvalitu surové vody se od roku 1996 do roku 2015 pravidelně provádělo letecké vápnění hladiny nádrže mletým dolomitickým vápencem. Tento zásah prováděl podnik Povodí Labe a SČVK vždy po jarním tání a dochází tak k eliminaci negativního vlivu sněhových vod na účinnost separace.

Po realizaci akce „Úprava vody Souš – flotace (DAF)“ se již s tímto opatřením nepočítá.

Komplexně připravená rekonstrukce v roce 1998 obsahovala vybudování hydraulického mísení v dosavadní nemíchané reakční nádrži, které bylo navrženo přesně podle potřeb kvality surové vody v této lokalitě a optimalizaci dávkování všech chemikálií s ohledem na nové parametry technologického zařízení a uspořádání.

Vlastním projekčním pracím předcházela důkladná předprojektová příprava s využitím jednak dosavadních poznatků z provozování úpravní vody a také využitím nově provedených laboratorních testů a poloprovozních měření. Zejména byl důkladně analyzován stav filtračních jednotek a byla provedena podrobná technologická analýza celého filtračního procesu, která do té doby nebyla v domácích podmínkách téměř nikdy prováděna.

Byla také provozně vytipována dávkovací místa pro jednotlivé chemikálie a podrobně vyhodnocovány jejich jednotlivé varianty a kombinace.

Na základě výsledků předprojektové přípravy se přistoupilo k projekčním pracím a k samotné realizaci investiční akce. Na předprojektové přípravě a vlastním projektu se vedle pracovníků SČVK významnou měrou podílel W&ET Team České Budějovice doc. Ing. Petra Dolejš, CSc.

Před mísí a reakční nádrže bylo dávkováno vápno, variantně oxid uhličitý a koagulant. Hlavním koagulantem byl, a dosud je, síran hlinitý, alternativně může být dávkována i jeho alternativa s předpolymerovaným koagulantem.

Jako stěžejní moment pro dosažení potřebné účinnosti úpravy se tehdy ukázalo dávkování organického polymeru před filtrační jednotky. Jeho výběr a volba vhodných dávek nebylo jednoduchou záležitostí, avšak úsilí vynaložené na tuto činnost se projevila jako dobrá investice.

Vlastní reakční nádrže byly vystrojeny unikátně řešenými nenastavitelnými děrovanými plastovými stěnami dle původního návrhu W&ET Team, Č. Budějovice (Obr. 1).

Obr. 1: *Flokulační nádrže osazená děrovanými stěnami*



Úpravná má od roku 1998 dvě paralelně provozované reakční linky osazené těmito stěnami. V rámci stavebních úprav došlo také k eliminaci původního přelivu reakčních nádrží, na kterých docházelo k destrukci vzniklých vloček. Obtok reakčních nádrží je vybaven též dávkováním příslušných chemikálií pro případ nutnosti čištění nádrže.

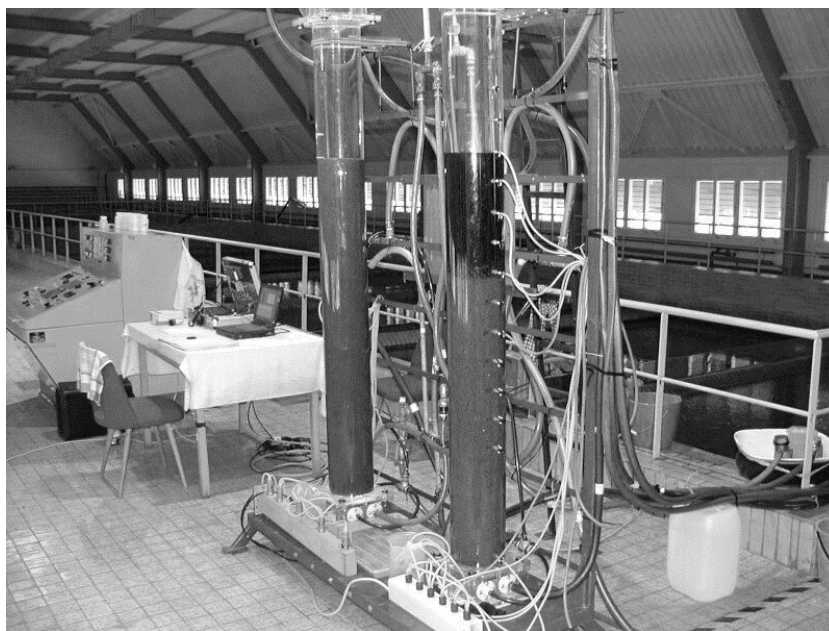
V roce 2000 byla ještě doplněna chemická dezinfekce upravené vody fyzikální metodou - UV zářením.

V roce 2002 bylo zahájeno poloprovozní modelování intenzifikace filtrace směřující ke zvýšení její účinnosti a kalové kapacity (Obr. 2).

Je třeba zmínit, že původní projekt z roku 1969 předpokládal průměrné dávky síranu hlinitého na úrovni $10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a předpokládal dávkování pouze po část roku. Vlivem zhoršení kvality surové vody se dávky síranu hlinitého zvýšily někdy až na $43 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ s maximem $60 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Protože se úpravna vody nachází na hranici chráněné krajinné oblasti Jizerské hory, bylo velmi obtížné zajistit plnění imisních limitů při vypouštění pracích vod.

V průběhu testování možností intenzifikace filtrace dále pokračovaly zkoušky spojené s optimalizací dávky a druhu koagulantu. Také ještě do konce roku 2002 bylo provedeno několikaměsíční testování membránové separace při úpravě vody na ÚV Souš a její porovnání s provozní linkou úpravny vody a výsledky z měření na poloprovozních modelových filtrech.

Obr. 2: Poloprovozní modelové zařízení, na kterém byla v roce 2002 prováděna předprojektová příprava rekonstrukce



Dávka síranu hlinitého v průběhu poloprovozních zkoušek filtrace byla trvale udržována na $33 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a koagulačním testem bylo ověřeno, že se jedná o dávku provozně optimální. Suspenze pak přicházela na filtry ve velmi dobrém stavu a rekonstrukce filtrace mohla být šita na míru na suspenzi těchto vlastností.

Na základě provedených měření byla navržena dvouvrstvá filtrační náplň s výškou vrstvy 1,8 m s rozdělením na 1,1 m filtračního písku ($1 - 1,6 \text{ mm}$) + 0,7 m antracitu. Po podrobném zvážení všech okolností, které ovlivňují výběr antracitu pro nové filtry na ÚV Souš, bylo v roce 2007 v rámci probíhající rekonstrukce v roce 2007 navrženo, aby byla zvolena zrnitost antracitu 2,0 - 4,0 mm, který má efektivní velikost zrna 2,6 - 2,7 mm.

Na ÚV Souš bylo předchozími částečnými rekonstrukcemi dosaženo velmi kvalitní přípravy suspenze pro filtraci osazením nenastavitelných děrovaných stěn. Tuto suspenzi se dařilo v téměř nedestruované podobě přivést až do nátoky na filtry. Velikostní distribuce částic vzniklé suspenze napomáhala dosažení vysoké kalové kapacity filtrů.

Surová voda byla již před rekonstrukcí ÚV Souš na hranici upravitelnosti jednostupňovou separací, protože obsahuje část roku zejména vysoké koncentrace CHSK(Mn).

Množství suspenze, které při úpravě takto zatížené vody vzniká, vyžaduje, aby jediný dosud existující separační stupeň – filtrace – měl vysokou kalovou kapacitu a bylo ho tak možné provozovat co možná nejekonomičtěji (s vysokou čistou produkcí upravené vody na jednotku plochy).

Zhoršování kvality vody vedlo při optimalizaci chemismu k postupnému zvyšování dávek chemikálií, které spolu se zvyšováním účinnosti filtrace vedly k nárůstu produkce (až k 15% z výkonu úpravní) a koncentrace pracích vod.

Vlastník úpravní vody SVS a.s. reagoval na tyto skutečnosti rozhodnutím o její rekonstrukci. Projektovou dokumentaci zpracovala společnost Sweco HYDROPROJEKT CZ.

Koncem roku 2006 byla rekonstrukce podle této dokumentace zahájena. Byla provedena komplexní rekonstrukce úpravy vody Souš s původně projektovaným výkonem $200 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, která po rekonstrukci má kapacitu $240 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ se špičkovým krátkodobým výkonem až $300 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$.

Na úpravně vody byla zachována i po rekonstrukci jednostupňová technologie se stávajícími děrovanými stěnami a nově rekonstruovanými filtry s drenážním systémem Leopold a dvouvrstvou filtrační náplní podle návrhu z poloprovozních testů. Rekonstrukce zahrnovala také přítokovou část surové vody a rychlého míchání, strojovnu, rozšíření akumulace upravené vody, dílčí rekonstrukci chemického hospodářství a celkovou rekonstrukci kalového hospodářství.

Pro odvodnění a vysoušení vodárenských kalů byla použita technologická linka, skládající se z flotace kalu z pracích vod a šnekového lisu. Jedná se o první instalaci tohoto typu zařízení pro strojní odvodnění vodárenských kalů nejen v České republice, ale i v Evropě.

Základním limitujícím faktorem realizace rekonstrukce bylo její provádění za provozu, přičemž výkon úpravní byl omezen na cca $150 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Tento postup si vyžádal položení řady provizorních potrubních rozvodů a kabelových tras. Dalším omezujícím faktorem bylo provádění převážné většiny prací uvnitř budovy – téměř 150 m dlouhého objektu, kdy jediným přístupem byl provizorní montážní otvor v obvodové stěně a téměř všechny manipulace s materiálem při transportu a montáži probíhaly ručně, maximálně s pomocí malé mechanizace.

Rekonstrukce za 13,5 milionu € byla ukončena slavnostním uvedením do provozu dne 22.8.2009.

POLOPROVOZNÍ ZKOUŠKY FLOTACE

Ještě před dokončením komplexní rekonstrukce se investor po zkušenostech z jiných úpravě vody, kde byla technologie flotace jako doplnění prvního separačního stupně úspěšně realizována, rozhodl provést poloprovozní testování flotace jako součást předprojektové přípravy pro doplnění této technologie na ÚV Souš.

Modelové experimenty byly prováděny po instalaci poloprovozního modelu flotace na ÚV Souš od 16. 3. 2009 a ukončeny 25. 10. 2009.

Při poloprovozních experimentech bylo pracováno při povrchovém zatížení flotace od 5 do $15 \text{ m}\cdot\text{h}^{-1}$.

Dávka síranu hlinitého odpovídala dávce, která byla používána v provozu úpravní a byla po dobu experimentů udržována na hodnotě $35 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ($2,85 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ Al}$). Nadávkováná voda byla odebírána ponorným čerpadlem z přítoku do první komory flokulace. Byly provedeny také laboratorní a provozní kontroly optimální dávky koagulantu. Dávka používaná v provozu přesně odpovídala optimální dávce pro úpravu vody v daném období.

Při téměř osmi měsíčním poloprovozním testování bylo ověřeno, že flotace by na ÚV Souš mohla velmi účinně separovat všechny hlavní složky znečištění surové vody, které neúměrně vysoko zatěžují i nově rekonstruované dvouvrstvé filtry (zejména v ukazateli organismy a přirozené organické látky, resp. CHSK(Mn)).

Na modelovém flotačním zařízení bylo dosahováno těchto hodnot separační účinnosti u vybraných ukazatelů kvality vody:

60 – 90 %	<i>účinnosti odstranění mikroorganismů (MO)</i>
80 – 100 %	<i>odstranění obrněnek rodu Peridinium</i>
85 %	<i>separace hliníku</i>
70 %	<i>separace CHSK(Mn)</i>

Výsledkem poloprovozního testování flotace bylo prokázáno, že pokud by byla před filtry předřazena flotace, bylo by možné očekávat, že by problém s průnikem organismů do upravené vody nemohl nastat ani při výrazně zhoršené kvalitě surové vody.

Při realizaci flotace jako prvního separačního stupně pro ÚV Souš bylo možné počítat s velmi vysokou separační účinností i při téměř dvojnásobku standardního návrhového povrchového zatížení (tj. zhruba do $20 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$). V celém oboru studovaných povrchových zatížení se proces flotace choval velmi dobře a separační účinnost téměř nezávisela na výši povrchového zatížení ve studovaném oboru hodnot $5 - 15 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$.

Bylo ověřeno, že pro zvýšení separační účinnosti flotace je vhodné mít možnost dávkovat polymer v dávkách přibližně do $100 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. Dávkování polymeru může zvýšit separační účinnost flotace zejména v parametru mikroorganismy a hliník po flotaci přibližně na dvojnásobek.

Dvouvrstvé filtry v kombinaci s flotací by bylo pak třeba prát asi 5 – 10 krát méně často oproti současnému stavu, který je bez prvního separačního stupně. Znamenalo by to tedy snížení spotřeby technologické vody přibližně na 20 % současného stavu nebo ještě méně.

FLOTACE (DAF) – PŘÍPRAVA INVESTIČNÍ AKCE A JEJÍ PRŮBĚH

Na základě výsledků provedených měření se investor rozhodl, že doplnění prvního separačního stupně o flotaci rozpuštěným vzduchem umožní úpravě vody Souš vyrovnat se do budoucna bez problémů se sezónními výkyvy kvality surové vody.

Přesto, že v letech 2007 - 2009 prošla úpravní voda Souš rozsáhlou rekonstrukcí v rámci integrovaného projektu Lužická Nisa, spolufinancovaného s dotací Fondu soudržnosti EU, v rámci které došlo k modernizaci filtračního zařízení, kalového hospodářství a rozšíření zásobníků na upravenou vodu, úpravní se nadále potýká se zhoršenou kvalitou surové vody v podobě nárazového zvýšení výskytu nežádoucích mikroorganismů. Jak se ukázalo, ani nedávno rekonstruovaná technologická linka s moderními dvouvrstvými filtry je nedokáže účinně separovat. Investor byl přesvědčený, že doplnění technologie flotace rozpuštěným vzduchem (DAF) je dokáže bezpečně odstranit, jak bylo prokázáno zkouškami.

V rámci investiční akce v kategorii strategických investic se SVS a.s. rozhodlo provést dílčí rekonstrukci prvního separačního stupně technologické linky úpravy vody, kdy do stávajících reakčních nádrží na přítoku vody budou vestavěny dvě flotační jednotky, včetně čtyř míchaných sekcí flokulace, přípravy tlakového vzduchu, dvojice saturátorů a odvedení kalu do kalového hospodářství.

Stavba o finančním objemu 44,8 mil. Kč bez DPH, která probíhala kompletně uvnitř objektu úpravy, byla zahájena předáním staveniště 20. dubna 2015 a dokončena 31. října 2015.

Od té doby je v ročním zkušebním provozu.

V rámci stavby „Úpravna vody Souš – flotace (DAF)“ byla navržena přestavba stávající části technologické linky - reakčních nádrží na přítoku surové vody nově na nádrže flotace (DAF) uvnitř budovy úpravy vody.

V návaznosti na osazení flotace byla také provedena rekonstrukce přípravy a dávkování polymerního flokulantu a úprava nádrže kalu u flotací odpadní vody.

Investorem byla Severočeská vodárenská společnost, a.s., projekt zpracovala firma Sweco Hydroprojekt a.s., stavbu provedlo Sdružení pro ÚV Souš – SYNER VHS Vysočina + VA TECH WABAG Brno. Generálním dodavatelem technologie flotace byla firma ENVI-PUR, s.r.o.

V průběhu rekonstrukce byla úpravna provozována na plný výkon $200 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ v režimu kontaktní filtrace s obtokováním flokulačních nádrží. Díky dobře navržené filtrační náplni, zvýšené péči provozovatele a obětavosti obsluhy se podařilo po celou dobu rekonstrukce vyrábět pitnou vodu v požadovaném množství i jakosti.

ZÁVĚRY

Veškeré zásahy, které byly postupně prováděny v posledních 25 letech na úpravě vody Souš, byly poloprovozně odzkoušeny a pečlivě vyhodnoceny (použité chemikálie, jejich dávka a umístění dávkovacího místa, hydraulické míchání, filtrace).

Také o poslední akci - doplnění prvního separačního stupně na ÚV Souš bylo rozhodnuto na základě pečlivého odzkoušení technologie flotace přímo na této úpravě. Její doplnění na základě dlouhodobého poloprovozního testování zaručí vyrovnat se do budoucna bez problémů se sezónními výkyvy kvality surové vody.

Očekáváme, že se v provozních podmínkách prokáže, že flotace umožní prodloužení doby filtračních cyklů 5 až 10 krát oproti minulému stavu.

Předpokládáme zajištění bezpečné výroby pitné vody a také snížení spotřeby technologické vody minimálně na 20 % současného stavu nebo ještě méně.

Věříme, že na konferenci Pitná voda 2016 v Táboře budeme moci prezentovat výsledky zkušebního provozu, kde se potvrdí správnost použití této technologie na ÚV Souš.

Literatura

Kuchař M., Dolejš P., Rainiš L.: Výsledky cílené rekonstrukce ÚV Souš. Sborník konference "Pitná voda 1999", s. 187-192. W&ET Team, Č. Budějovice 1999.

Dolejš P., Štrausová K.: Separační účinnost rekonstruovaných filtrů na ÚV Souš. Sborník konference "Pitná voda 2010", s. 223-228. W&ET Team, Č. Budějovice 2010. ISBN 978-80-254-6854-8

Bálek M. Úpravna Souš - strašák vodárenských technologů. Sborník 2. celostátní konference "Pitná voda z údolních nádrží 1992", s. 9 - 16. W&ET Team, Č. Budějovice 1992.

Jak účinně odstraňovat železo a mangan při úpravě pitné vody

Ing. Lubomír Macek, CSc., MBA

Aquion, s.r.o., lubomir.macek@aquion.cz

Abstrakt

Príspevek se zabývá možnostmi využití směsných oxidantů pro odstraňování železa a manganu z vody. V první části sumarizuje význam železa a manganu ve vodě a používané postupy pro jejich odstraňování. Dále je diskutována možnost použití směsných oxidantů. Oxidace železa a manganu probíhá, pokud koncentrace $\text{DOC} < 3 \text{ mg.l}^{-1}$, při vyšších koncentracích železa a manganu se může objevit spontánní destabilizace vzniklého koloidu hydroxidů Fe(OH)_3 a Mn(OH)_4 . Současně se za podmínek daných Beckerem a O'Meliou (1996) může vyskytnout zlepšení mikroflokulace, což má za následek snížení spotřeby flokulantu, snížení zákalu upravené vody a snížení produkce kalu. U malých úprav, které jsou bez koagulačního stupně nebo mají koagulační stupeň omezený, doporučujeme před rozhodnutím provést poloprovozní pokus. Dalšími vlastnostmi směsných oxidantů je vylepšení pachu a chuti vody, snížení tvorby vedlejších produktů dezinfekce, a vyšší stabilita zbytkového volného aktivního chloru v síti.

Úvod

Přáním každého z nás je mít pitnou vodu, která je zdravotně nezávadná, chutná a vyráběná a dodávaná s přijatelnými náklady. Dalším přáním pokud to je možné, nepracovat s nebezpečnými látkami nebo s látkami, s kterými se nepříjemně pracuje a nahradit tyto látky lepšími. Ideálně bychom rádi použili pro úpravu vody takové látky, které mají příznivý vliv na kvalitu vody, nepředstavují velké riziko a usnadňují provoz. Také se může hodit zařízení, které nevyžaduje speciální a náročnou péči a zařízení s nízkými nároky na údržbu. Popisovaná technologie zlepšuje kvalitu vody a snižuje nároky na údržbu zařízení.

Často si neuvědomíme, že riziko například představované plynným chlorem nebo chlornanem není jen riziko v místě použití, jedná se o mnohem větší riziko také v místě výroby a při dopravě. Tradičně používané látky na bázi chloru sice používáme již velmi dlouho a jsme na ně zvyklí, na druhé straně představují vysoké riziko pro provozovatele, a nakonec, jak ukázala praxe, občas představují riziko i pro okolní obyvatelstvo. Chlor a chlornan sodný přispívají ke „zhoršení“ některých parametrů kvality vody, podporují zvýšenou tvorbu vedlejších produktů dezinfekce, při jejich použití může docházet k tvorbě inkrustů v potrubí a nejsou dostatečně stabilní, aby zajistili potřebný zbytkový volný aktivní chlor v rozvodných sítích. Práce ukazuje, že aplikace obou chemikálií pro dezinfekci a hygienické zabezpečení vody může přispívat k rychlejší korozi stavebních konstrukcí a technologických celků například v blízkosti otevřené hladiny po nadávkování. Technologie výroby směsných oxidantů pomáhá snižovat provozní náklady a zároveň eliminuje otázky spojené s nakládáním s nepříjemnými a nebezpečnými látkami.

Pokud používáme chlornan sodný nebo plynný chlor pro oxidaci, nejsou dostatečně účinné. Proto je můžeme nahradit směsnými oxidanty.

V podzemních vodách, které používáme na vodu pitnou, se nejčastěji vyskytuje zvýšené množství železa nebo manganu, H_2S , vzácněji se vyskytuje radon nebo jiné kovy. Nejčastěji se z podzemních vod odstraňuje železo a mangan., případně se odstraňuje radon nebo sirovodík. K odstraňování železa a manganu z vody je možné využít směsných oxidantů, které zajišťují jejich dobrou oxidaci. V některých případech může dojít ke spontánní destabilizaci vzniklého koloidu. Často za podmínek vyjmenovaných dále, dochází ke vzniku mikroflokulačního jevu, který přispívá k dalšímu zlepšení kvality vody. Směsné oxidanty jsou tvořeny roztokem chlornanu sodného a peroxidu vodíku, jak ukazují nepřímé analytické metody.

Železo přítomné ve vodách (Pitter, 1999) způsobuje především technické závady tím, že materiály, se kterými přichází do styku, zbarvuje žlutě. Z hygienického hlediska ovlivňuje negativně organoleptické vlastnosti vody, tj. barvu, chuť a zákal. Negativně mohou tyto vlastnosti ovlivňovat již koncentrace železa okolo 0,5 mg.l⁻¹. I malé koncentrace železa mohou být příčinou nadměrného vývoje železitých bakterií, jež pak ucpávají potrubí a při jejichž odumírání voda zapáchá. Mezní hodnota železa v pitné vodě je 0,3 mg.l⁻¹.

Mangan je nezbytný pro rostliny a živočichy (Pitter, 1999). V koncentracích vyskytujících se v přírodních vodách je zdravotně nezávadný. Významně však ovlivňuje organoleptické vlastnosti vody, a to více než železo. V koncentraci větší než 0,3 mg.l⁻¹ může již nepříznivě ovlivnit vlastnosti vody a nerozpuštěné vyšší oxidační formy manganu mohou hnědě zbarvovat materiály přicházející s takovou vodou do styku. Nadměrný rozvoj manganových bakterií může být příčinou zarůstání potrubí jejich biomasou. Mezní hodnota manganu v pitné vodě je 0,1 mg.l⁻¹ a nejvyšší mezní hodnota 0,5 mg.l⁻¹.

Odstranění železa – používané postupy

Fyzikálně-chemické procesy pro odstranění železa zahrnují oxidaci a filtraci. Použití oxidace vzdušným kyslíkem a následné filtrace je využíváno mnoho let zejména u podzemních vod. Pokud je to nutné, může být tato úprava doplněna o celou řadu procesů: úpravu pH, chemickou oxidaci, flokulaci, čiření atd. Vždy je doporučeno provést oxidaci vzdušným kyslíkem, dokonce, i když je využívána chemická oxidace, abychom zabránili problémům při distribuci vody – koroze, chuť a pach vody. Pro oxidaci je možné použít otevřené i tlakové systémy.

Ozón a hypermangan představují dobré dodatečné oxidanty (Degrémont, 1995), zvláště pokud je přítomno železo v komplexní formě. Pokud voda obsahuje vysoký podíl organických látek nebo manganu, je nutné potřebnou dávku oxidantu určit experimentálně. Chlordioxid se pro oxidaci železa nepoužívá, protože při tomto procesu jsou vytvářeny chloritany.

Jako další možný chemický oxidant je možné použít směsné oxidanty, tj. kombinaci chlornanu sodného a peroxidu vodíku. Dalším procesem pro odstraňování železa je úprava kombinovaná s odstraněním uhličitánů. Díky tomu dochází k tvorbě vysokého pH a tím se zrychluje odstranění železa a manganu. Pro odstranění železa je možné použít také biologické procesy, tj. bakterie, které biologicky oxidují železo. Předností tohoto procesu je tvorba větších vloček a jejich jednodušší zachycení na filtrech a hustší kal z filtrů.

Odstranění manganu – používané postupy

V přírodních vodách se mangan nachází nejčastěji ve formě Mn^{2+} a někdy jako $MnOH^+$. Mangan je velmi pomalu oxidován kyslíkem (Degrémont, 1995). Přítomnost MnO_2 zrychluje reakci. To bylo zaznamenáno v případě, že některé úpravny, kde bylo udržováno vysoké pH, byl písek pokryt MnO_2 . Za nízkého pH bylo zjištěno, že MnO_2 působí jako oxidant a rozpadá se na Mn_2O_3 . To vyžaduje v pravidelných intervalech regeneraci písku za použití permanganátu MnO_4^- . V praxi se místo „manganizování“ písku používá filtrační médium vytvořené z MnO_2 (např. zelený manganizovaný písek). Oxidace manganu za použití chloru nedává lepší výsledky než s použitím kyslíku při pH menší než 9,5. V některých případech se využívá jako katalysátor při pH nad 8 a příležitostně s účelem degradace organických látek. Použití chlórdioxidu – jedná se o relativně pomalou reakci a v přítomnosti organických látek dochází k tvorbě chloritanů.

Oxidaci manganu je možné provádět také pomocí manganistanu draselného. Spotřeba manganistanu je prakticky stejná jako v případě regenerace písku. Dávka závisí na pH a složení vody. Dávkování musí být velmi pečlivé, jinak se může vyskytnout růžová voda, která se pak zabarví do žluta v distribučním systému. Může také docházet k vysrážení manganu na stěnách potrubí. Optimální pH je 7,2 – 7,3, kdy postačuje kontaktní čas méně než 5 minut. Manganistan patří mezi velmi často používané látky při odstraňování manganu.

Oxidace manganového iontu Mn^{2+} ozonem je rychlý proces, pro oxidaci 1g manganu je třeba 0,9g ozonu. Dávka ozonu by měla být jen tak vysoká, aby došlo k oxidaci manganového iontu a tvorbě MnO_2 a nevznikalo zabarvení vody. Pokud je mangan v komplexu s organickými látkami, není možné ozon použít, jedná se o nákladný proces s vyšší spotřebou ozonu a také dochází k stabilizaci koloidu. Pak je možné odstraňovat mangan manganistanem draselným nebo využít ozon pro oxidaci usazené vody bez MnO_2 . Obdobně jako u železa, i u manganu je možné použít biologický proces.

Možnost využít směsných oxidantů pro odstranění železa a manganu

Za vhodných podmínek je možné pomocí směsných oxidantů vyráběných v místě použití elektrolýzou solanky zařízením Aquion MIOX odstraňovat z vody železo a mangan. Odstraňování železa a manganu se skládá tradičně ze dvou kroků: prvním krokem je oxidace železa (Fe^{2+}) a manganu (Mn^{2+}). Ukazuje se, že oxidace proběhne, pokud v surové vodě nejsou vysoké koncentrace rozpuštěných komplexních organických látek, jako např. humínové látky – humínové nebo fulvické kyseliny, které brání oxidaci železa a manganu. Ukazatelem je koncentrace organických látek vyšší než 3 mg.l-1 rozpuštěného organického uhlíku, což indikuje přítomnost komplexních organických látek rozpuštěných ve vodě, které zabraňují oxidaci železa a manganu. V porovnání se směsnými oxidanty, ani plynný chlor ani vzdušný kyslík nebudou oxidovat mangan, pokud voda nebude dosahovat určitých podmínek, které se vyskytují velmi vzácně. Směsné oxidanty oxidují železo a mangan.

Obr. 1 Nainstalovaná jednotka pro výrobu směsných oxidantů Aquion MIOX ZUNI s kapacitou 0,45 nebo 0,9 kg ekvivalentu volného aktivního chloru za den



Druhým krokem při odstraňování železa a manganu je destabilizace koloidu, to je obtížněji dosažitelné a obvykle se jedná o limitující krok. Jakmile je železo a mangan oxidováno, hydrolyzují s vodou a tvoří hydroxidy $\text{Fe}(\text{OH})_3$ a $\text{Mn}(\text{OH})_4$. Tvoří se částice velikosti koloidu ($< 0,1 \mu\text{m}$), které jsou příliš malé pro sedimentaci a často příliš malé pro odstranění pískovými filtry, nebo pro ten případ v laboratoři, membránovými filtry. Proto je nutné koloidní částice železa a manganu odstranit obvykle běžným koagulačním procesem, při kterém jsou koloidní částice destabilizovány tak, aby se vytvořily větší částice, které půjdou odfiltrovat nebo budou sedimentovat anebo budou vyloučeny z roztoku přidáním koagulantem.

Vzhledem k tomu, že proces destabilizace koloidu je obtížně předvídatelný, doporučujeme v případě použití směsných oxidantů bez destabilizace koloidu provést poloprovozní zkoušky. Podle ústní informace z poslední doby probíhá odstranění železa a manganu směsnými oxidanty, pokud je pH vyšší než 7. Přesto je nutné zjistit, zda jsou vhodné podmínky pro spontánní destabilizaci vzniklého koloidu.

Při použití směsných oxidantů pro předúpravu vody se můžeme setkat s dalším přínosem, který je jen částečně spojen s odstraňováním železa a manganu. Tento druhotný přínos znamená mikroflokulaci, což je v podstatě zlepšení koagulačního procesu s cílem snížení zákalu. Mikroflokulaci můžeme definovat jako (1) snížení potřeby flokulantu pro stejný výsledný zákal nebo (2) snížení výsledného zákalu v případě shodné potřeby flokulantu.

Pravděpodobnost výskytu mikroflokulace při předúpravě vody směsnými oxidanty je možné předpovědět pomocí kvantitativních kritérií podle Becker a O'Melia (1996). Potřebná data jsou koncentrace Ca^{2+} , rozpuštěného organického uhlíku (DOC) a zákalu. Mikroflokulaci můžeme přirovnat k pokročilé koagulaci (enhanced coagulation).

Obr. 2 Ukázka sestavy pro výrobu směsných oxidantů s elektrolyzérem Aquion MIOX Vault s kapacitou 6,8 – 13,4 – 20,4 – 27,2 kg ekvivalentu volného aktivního chloru za den.



K mikroflokulaci dojde, pokud:

- Ve všech případech $\text{Ca}^{2+}/\text{DOC} > 10$
- Ve vodách s nízkým zákalem (< 2 ntu), $\text{zákal}/\text{DOC} > 0,5$ (ntu/mg.l-1 C)
- Ve vodách se středním zákalem (2-10 ntu), $\text{zákal}/\text{DOC} > 1,3$ (ntu/mg.l-1 C)
- Ve vodách s vysokým zákalem (> 10 ntu), $\text{zákal}/\text{DOC} > 2$ (ntu/mg.l-1 C)

Při praktických aplikacích dochází ke snížení spotřeby flokulantu až o 40 % za současného snížení zákalu. Současně dochází k poklesu tvorby TTHM.

Tab. 1 Porovnání provozních parametrů, úprava vody Greenfield, IA

Parametr	Plynný chlor (dříve)	Aquion MIO X(poté)
Zbytkový chlor	Proměnný (0,4 – 0,8 ppm), nutné dochlorování po trase	Stabilní (0,5-0,7 ppm), bez dochlorování
Oxidační činidlo	Manganistan draselný	Eliminováno
Koncentrace manganu	0,08 ppm s KMnO_4	0,03 ppm
Koncentrace TTHM	70 $\mu\text{g/l}$ za úpravnou 76 $\mu\text{g/l}$ s sítí	45 $\mu\text{g/l}$ za úpravnou 50 $\mu\text{g/l}$ v sítí
Chut' a pach	20 – 30 stížností měsíčně	Bez stížností
Provozní náklady	6,13 USD/den za manganistan 9 USD/den za plynný chlor (nákup 0,36 USD/libru)	16,22 USD/den, navíc k tomu úspory z prodloužení filtračního cyklu a snížené produkce kalu
Bezpečnost	Práce s nebezpečnou látkou	Nebezpečné látky eliminovány

Požadavky pro praktické využití směsných oxidantů pro odstraňování železa a manganu

1. Koncentrace DOC ve vodě musí být nižší než 3 mg.l-1.
2. Úpravna vody musí mít koagulační stupeň. Ke spontánní destabilizaci koloidu, kdy není nutný koagulační stupeň dochází, pokud je koncentrace železa a manganu vysoká. Jiným ukazatelem je koncentrace železa v surové vodě vyšší než 1 mg.l-1, za nižší koncentrace nedochází ke spontánní destabilizaci $\text{Fe}(\text{OH})_3$ a $\text{Mn}(\text{OH})_4$, dokonce ani za nejlepších okolností. Souhrnně: je bezpečnější, pokud má úpravna vody separátní koagulační stupeň, v jiných případech doporučujeme provést poloprovozní pokus.

Příklad z úpravny vody Greenfield

V tab. 1 jsou uvedeny provozní údaje z úpravny vody Greenfield, IA, USA. Úpravna má maximální průtok 2 270 m³/den, spotřeba plynného chloru byla 12,7 kg/den. Surová voda se skládá ze 40 % z podzemní vody ze studní a 60 % vody z jezera. Při použití plynného chloru existovaly tyto problémy: starosti s nakládáním s hazardní látkou, problémy s chutí a zápachem, zvláště v zimním období, kdy jezero zamrzá a stoupá spotřeba oxidantu, vstupní koncentrace manganu nad mezní hodnotou, celkové THM nemusí splňovat požadavky nové vyhlášky. Ke změně bylo přistoupeno v roce 1996, kdy byl pořízen generátor směsných oxidantů s kapacitou 15 kg/den, v roce 1998 rozšířen na generátor s kapacitou 50 kg/den. Řešením bylo srážení manganu směsnými oxidanty, což zároveň eliminovalo použití manganistanu draselného, snížení TTHM o 20 – 40 % a mnohem stabilnější a trvanlivější zbytkový volný chlor v síti. Poté co došlo ke stabilizaci systému po nasazení směsných oxidantů, došlo k dalšímu poklesu produkce TTHM.

Závěr

Pokud chcete využít vlastností směsných oxidantů pro odstraňování železa a manganu, je nutné, aby koncentrace DOC < 3 mg.l-1. Pokud existuje koagulační stupeň, lze za daných podmínek – viz kritéria Becker a O'Melia, předpokládat, že se objeví efekt mikroflokulace a tím dojde ke snížení koncentrace DOC a mj. dojde i ke snížení zákalu, a ke snížení tvorby vedlejších produktů dezinfekce. U úpraven vody, které nemají samostatný koagulační stupeň, což jsou zejména malé úpravny, doporučujeme provést poloprovozní pokus, aby se zjistilo, zda dochází ke spontánní destabilizaci koloidu a k odfiltrování částic a je konfigurace úpravny vhodná pro přímé odfiltrování manganu.

Literatura

- Becker, W.C. a O'Melia, C.R. (1996): Optimizing Ozonation for Turbidity and Organics (TOC) Removal by Coagulation and Filtration, American Waterworks Research Foundation, Denver, CO, 209pp. 1996.
- Degrémont Suez (1995): Water Treatment Handbook. Seventh Edition, Lavoisier SAS, Cachan, 1750 stran.
- Pitter, P. (1999): Hydrochemie. Vydavatelství VŠCHT, Praha, 2. vydání, 568 stran

20 let rekonstrukcí vodojemů

Ing. Richard Schejbal

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

tel.: 00420 606 485 800; 00420 261 102 458, e-mail: richard.schejbal@sweco.cz

K prvním skutečným rozsáhlým rekonstrukcím vodojemů se přistoupilo zhruba v polovině 90. let minulého století. V té době se začaly projevovat první faktické změny ve vodohospodářském paradigmatu. Extenzivní rozvoj vodárenství konce socialistické éry stimulovala netržní, dotovaná cena vody, důsledkem byla vysoká spotřeba (v extrémní podobě s výhledem očekávané spotřeby až 500 l/osobu a den), nutnost hledání a budování nových zdrojů a pochopitelně i nových akumulčních objemů. S postupným pronikáním tržních principů i do oblasti vodního hospodářství se výstavba nových vodojemů prudce zbrzdila, shodou okolností v době, kdy se začaly projevovat první významné poruchy stavu na starších nádržích. A jistou shodou okolností se v tomtéž období kromě změn v převažujících technologiích výstavby nádrží začal měnit i pohled na (železo) betonové konstrukce z hlediska jejich trvanlivosti a odolnosti proti vlivům prostředí.

Pojmy jako koroze betonu, vyluhování, karbonatace a další začaly postupně pronikat mimo úzký okruh akademických odborníků a normotvůrců. Objevili se první zahraniční a poté i domácí výrobci materiálů pro sanace betonových konstrukcí. S ohledem na tehdejší obecný stupeň byly na hmoty i na provedení sanací kladeny jen malé nároky, vesměs definované jen z betonářského hlediska. Úloha stavebně technického průzkumu byla okrajová, projektové specifikace velmi vágní, při provádění se uplatňovaly běžné zednické postupy a prakticky jediným sledovaným kritériem byla tloušťka reprofilované vrstvy.

S přibývajícími projekty a realizacemi se samozřejmě prohluboval vhléd zúčastněných do problematiky. Společnost Hydroprojekt patřila do velmi úzké skupiny projektových firem, které si již tehdy uvědomily nejen důležitost a ekonomické vazby velkoplošných sanací, ale i nutnost vytvořit alespoň malý tým pracovníků s hlubším porozuměním oboru sanací.

Jedny z prvních úkolů sanovat stávající vodojemy se naskytly v rámci Rekonstrukce Vodárny Podolí v Praze a prakticky současně při Rekonstrukci Úpravny vody v Meziboří. Obě akce byly zahájeny ještě za předchozího režimu, v době nízké dotované ceny a vysoké spotřeby, v době, kdy se, ač to dnes zní skoro neuvěřitelně, hledaly dokonce nové zdroje pitné vody, pro hlavní město s vydatností i několika m³/s ! Tyto vodárny byly první školou života a praxe pro sanace ve vodárenství a šířeji dokonce v celém vodním hospodářství. V objektech různého stáří (tehdy mezi 70 a 40 lety) a účelu jsme se potkali prakticky s celou škálou problémů souvisejících se sanacemi – od prvků typicky pozemních staveb ovšem užitych ve specifických podmínkách vodárny (např. tzv. bedničkové stropy) až po monolitické nádrže různého určení a tvaru, a to včetně typických vodojemů. Nejen že jsme byli prvními projektanty, kteří se takovým úkolem zabývali, byli jsme, s trochou nadsázky, i prvními projektanty, kteří se do starých vodojemů vůbec osobně podívali.

Akce v Podolí měla naštěstí jednu velkou výhodu – jednalo se o rekonstrukci objektů v režimu technické památky. Z toho plynula zvýšená pozornost na správné a citlivé

opravy jednotlivých prvků, a to včetně těch „neviditelných“. A tato pozornost vedla k účasti renomovaných odborníků jak při průzkumu konstrukcí, tak při návrhu rekonstrukce včetně sanace železobetonových prvků. Na pracích se tedy podíleli odborníci jak Fakulty architektury (Prof. Navrátil), tak ze stavební fakulty (Doc. Kutnar), i z Kloknerova ústavu ČVUT (Doc. Dohnálek).

Důležité prvotní poznatky se týkaly pochopení závislosti korozního stavu konstrukce nejen na jejím stáří, ale i na kvalitě použitých materiálů. Stavebně technický průzkum – diagnostika betonových konstrukcí v podmínkách vodárenského provozu – ukázal jasné závislosti. Reprezentativní soubor měření na prvcích rekonstruované vodárny Podolí ukázal závislost hloubky a stupně **karbonatace** na času, kvalitě betonu a na provedení ochranných vrstev (omítek). Zjištěn byl postup karbonatace ještě po 60 letech provozování konstrukcí, hloubka neutralizace s pH pod 10 u kvalitních betonů (třídy podle současných norem zhruba C 20/25 dosáhla 10 až 15 mm (stupeň karbonatace 11 až 30%), u betonů třídy zhruba C16/20 byla hloubka až 30 mm (při stupni karbonatace 22 až 35%). Subtilní prvky (žebra sklobetonových výplní) byla neutralizována prakticky v celém průřezu, se stupněm karbonatace až 64%. Většina povrchů přitom byla opatřena již z doby vzniku omítkou – obvykle vápenocementovou, nepřiliš hutnou, mocnosti od cca 5 do cca 15 mm. Tato vrstva samozřejmě postup karbonatace silně ovlivnila – zpomalila.

Popsané zjištění mělo dopad nejen v oblasti sanací, významně ovlivnilo i navrhování konstrukcí nových nádrží a vodojemů. Projevilo se to jak v požadované kvalitě betonu, reprezentované běžně pevnostní třídou, tak ve zvýšení tloušťky krycích vrstev. A to v době, kdy ještě stále platily původní československé normy pro navrhování i provádění betonových konstrukcí, tedy ještě dlouho před zavedením Eurokódů a dalších evropských standardů.

Po sanacích vodojemů při výše uvedených rekonstrukcích úpraven jsme se postupně věnovali rekonstrukcím a sanacím dalších vodojemů, nejen jako součástí linky úpraven vody ale i samostatným objektům na vodovodní síti. Jedním z nejvýznamnějších partnerů pro nejprve Hydroprojekt a poté i pro SWECO Hydroprojekt byl a zůstává provozovatel pražské vodohospodářské infrastruktury PVK, a.s. Tento provozovatel rozsáhlé vodovodní sítě s mnoha objekty včetně vodojemů byl až do nedávné doby výjimečný i tím, že měl zpracovaný odborně provedený rámcový průzkum stavu vodojemů, které provozuje, a tento průzkum byl a je soustavně aktualizován. To vytvořilo účinný nástroj pro plánování investic nutných pro udržení provozuschopného stavu této části infrastruktury. Od počátku nového století jsme měli možnost podílet se formou projektu na rekonstrukci řady významných pražských vodojemů.

Zhruba ve stejné době jsme v rámci přípravy rozsáhlé investice v oblasti jihozápadní Moravy zjišťovali stav souboru vodojemů na Žďársku, Třebíčsku a u Velkého Meziříčí. O něco později jsme se podíleli na zjišťování stavu souboru vodojemů na Berounsku, vloni na Jihlavsku, a v současnosti se účastníme přípravy investičních záměrů na první skupinu cca 35 vodojemů ve správě dalšího významného provozovatele, SČVK, a.s. Můžeme tedy konstatovat, možná i s jistou hrdostí, že náš tým v průběhu posledních cca 10 let osobně prohlížel a zjišťoval stav více než 150 různých vodojemů. To je již statisticky dostatečně velký soubor na to, aby bylo možné formulovat některé obecné závěry. Přitom ale byla zjištěna i řada skutečností, které někdy boří dosavadní zažitá představy, a současně se vynořilo i množství otázek a praktických problémů, které čekají na odpovědi.

Z hlediska jednotlivých typů konstrukcí provedené průzkumy a prohlídky potvrdily, že prvky, které jsou nejvíce ohroženy různými korozními procesy, jsou ty nejslabší a přitom staticky významné – stropní trámy a průvlaky, tedy tyčové nosné prvky namáhané dominantně ohybem, v poněkud menší míře pak sloupy, tedy tlačené tyčové prvky. Je prakticky jedno, zda jde o konstrukce monolitické nebo prefabrikované, o stavu a trvanlivosti vždy rozhoduje krytí výztuže a kvalita betonu. U trámových prvků převažuje koroze mělce uložené výztuže v důsledku poklesu alkality betonu, sloupy pak jsou kromě menšího vlivu karbonatace vystaveny zejména korozi vyluhováním.

Rovněž se potvrdilo, že v korozně nevyhovujícím stavu jsou vždy plošné stropní prvky z nevhodného typu prefabrikátů. Konkrétně stropy z desek typu PZD v nádržích, případně z desek typu PZS (příp, SZD) na stropech manipulačních komor. Uvedené typy prefabrikátů byly určeny pro objekty pozemních staveb, tedy pro zcela jiné prostředí, a ve vodojemech byly používány v době vrcholící snahy o prefabrikaci, tedy v 70. a 80. letech minulého století. Je třeba uvážit i tu skutečnost, že výrobci prefabrikátů v té době měli ve snaze o úspory povolené i snížení krycí vrstvy s ohledem na řízenou kvalitu výroby. Koroze výztuže zasahuje obvykle desítky procent přítomných prutů a korozní úbytky mohou být i v řádu několika mm.

Obvykle jsou stěny nádrží, tedy jejich viditelné líce (v tomto případě návodní po vypuštění), v lepším stavu, přesto v nemalém procentu zkoumaných vodojemů bylo plošné zasažení výztuže korozí opět v řádu desítek procent – týká se obvykle jedné z ortogonálních os, nejčastěji svislé výztuže uložené blíže k povrchu. Na dně nádrží, tedy konstrukčně na základových deskách, obvykle není pozorovatelná koroze výztuže, důvodem je častá přítomnost spádových nevyztužených vrstev. Ty jsou ale běžně degradovány vyluhováním, i proto, že jejich pevnost je prakticky vždy o třídu nebo dvě nižší, než u konstrukčních prvků.

Z hlediska stáří vodojemů a jeho vlivu na stupeň korozních poškození, jsou i zde patrné tendence. U nejstarších, vesměs menších vodojemů z počátku 20. století, jde často o konstrukce materiálově smíšené, s vysokým podílem zděných prvků a jen malým prvků betonových nebo železobetonových. Nádrže byly vždy na návodním líci omítány, vesměs kvalitní cementové (obvykle tzv. pálené) omítky přitom plnily funkci vodotěsnicího prvku. Korozní vlivy jsou zde většinou nepatrné, problémy těchto vodojemů jsou spíše v oblasti nedokonalé těsnosti, malém armaturním prostoru, zastaralém trubním vystrojení, a téměř vždy i v nedostatečné ochraně akumulacího prostoru proti kontaminaci zvenčí.

Zhruba od počátku 20. let minulého století až do období 2. sv. války byla vybudována řada velkých, již železobetonových vodojemů, naše vlastní praktická zkušenost se týká zejména souboru staveb souvisejících se zásobováním Prahy z Podolí a Káraného. Tyto velmi úsporné konstrukce krabicového tvaru mají často subtilní stěny vyztužené žebry nebo ve tvaru vodorovných valených kleneb, stropy jsou vesměs trámové s žebry ve dvou ortogonálních směrech. Návodní líce byly opět běžně omítány. Zejména na subtilních stropních trámových prvcích ale místy i u žeber a ploch stěn postoupila karbonatace za dobu více než 80 let celou tloušťkou omítek a současně i relativně malým krytím v konstrukčním betonu, výztuž je pak ohrožována korozí a závažnost je dána i úsporným statickým řešením s minimálním potřebným stupněm vyztužení. Při rekonstrukcích pak obvykle nezbyvá, než původní stropy nahradit novými, vždy i z důvodů větší požadované únosnosti při zvyšování přesypané vrstvy (vodojemy Bruska, Laurová a.j.).

V menších lokalitách se v téže době stavěly rovněž monolitické vodojemy, často válcového tvaru s lokálně podpíranými deskovými stropy. Pro korozní stav platí výše uvedená zjištění, nejvíce poškozenými prvky jsou stropní desky s nedostatečným krytím.

V poválečném období až zhruba do konce 60. let se stavěly vodojemy s konstrukcemi obdobnými těm výše uvedeným. Principem pak bylo prakticky vždy omítnutí návodních líců s již popsaným vlivem na postup koroze. S ohledem na nižší stáří cca 50-60 let jsme mohli často konstatovat, že výztuž je i vlivem omítek (tam, kdy byly kvalitní a soudržné) nadále v alkalické oblasti a tedy dosud pasivována. Sanace se pak mohla omezit na menší lokální reprofilace a celoplošné doplnění bariérové vrstvy omezující průnik CO₂ a vlhkosti do konstrukce. Na základě zkušeností s těmito typy konstrukcí jsme formulovali jeden z principů sanací ve vodním hospodářství – pokud je líc nádrže opatřen kvalitní a soudržnou omítkou, tak ji neodstraňovat ale jen lokálně opravovat!

V 70. letech začala v éře vrcholně zuřícího socialismu doba typizace a prefabrikace i vodojemů. Řada stavebních firem vyvinula svá vlastní typová řešení, plně prefabrikovaná (Ingstav, Průmstav, dokonce některé Prefy) nebo kombinovaná s monolitickou vanou a prefabrikovaným stropem (Vodní stavby), obdobná situace byla na Slovensku (Váhostav a.j.). Některé z prefabrikovaných typů byly doplněny o vnitřní epoxidovou laminaci, která pomáhala řešit časté problémy s vodotěsností styků stěnových panelů. Při současných prohlídkách se ukazuje, že na korozní stav měla vliv jak kvalita samotné konstrukce a jejích styků (např. mezi stěnovými panely), tak kvalita doplňkové vnitřní vystýlky (laminace nebo omítnutí). A pochopitelně řemeslná kvalita prací spolu s (ne)dodržením požadovaných vlastností – jakosti betonu a tloušťky krytí. Nejrozšířenějším typem vodojemu se v Čechách postupně stal „Krabicový vodojem s prefabrikovaným stropem“ vycházející z typového řešení st.p. Vodní stavby. Monolitická vana byla zastropena s užitím speciálních prefabrikovaných průvlaků na prefa sloupech v modulaci 6x6 m a s panely SPIROLL obvykle tl. 250 mm. Statické spolupůsobení stěn a stropu zajišťovalo provaření výztuže průvlaků v jednom směru a vložená táhla mezi panely ve druhém, stěny byl bez další povrchové úpravy (omítky) a provedení bylo diktováno požadavky na úspornost a normativními dobovými předpisy, např. na relativně malou tloušťku krycích vrstev. Vodojemy byly buď zasypané, nebo s plochou střechou s malou vrstvou tepelné izolace a živícnou krytinou. Modifikací tohoto typu bylo použití stropních železobetonových deskových prvků – tedy nevhodných panelů PZD. Ukazuje se, že nejen citlivé tyčové prvky a desky PZD jsou korozně problematické. Stavebně technický průzkum řady staveb v posledních pár letech ukázal rizikovost táhel mezi panely a dokonce i vady panelů SPIROLL dlouhodobě i diagnostickými odborníky považovanými za prakticky intaktní a bezproblémové. V řadě případů pak stav především plošných prvků (PZD) vedl k rozhodnutí o jejich náhradě namísto sanace, která se spolu s opravami hydroizolačních a tepelně izolačních vrstev ukazuje jako téměř stejně drahá a přitom s nižší zaručenou životností, jako nová konstrukce. S odstupem času se ukazuje, že konstrukce tohoto typu a z této epochy jsou mimořádně citlivé na korozní působení prostředí, velkou roli v tom pak sehrává i obecně nízká kvalita řemeslného provedení prací v té době.

Od 90. let pak začal při budování nových, spíše už jen jednotlivých vodojemů, návrat k plně monolitickým koncepcím a postupně i ke zvyšování kvalitativních požadavků – užití vyšších tříd betonu, zvýšení krytí výztuže, správnější vyztužení s ohledem na omezení vynucených přetvoření od objemových změn. Tyto vodojemy jsou dosud tak

mladé, že při náhodných občasných prohlídkách nebyly dosud zaznamenány viditelné projevy korozního chování.

Během těch cca 20 let, kdy se rekonstrukcemi a sanacemi vodojemů zabýváme, jsme pochopili většinu základních otázek a souvislostí spojených s danou problematikou, současně se ale vynořila celá řada nových a neustále se objevují další. Jak se prohlubuje naše poznání, tak se řešené problémy stávají detailnějšími a současně se mění i celé prostředí vodního hospodářství – od zvyšující se náročnosti investorů, přes nové materiály a technologie dostupné na trhu, až po měnící se legislativní a standardní rámec prací. Pokusíme se zde alespoň vyjmenovat ty nejdůležitější faktory a otázky, které musíme v současnosti zvažovat při plánování a provádění rekonstrukcí nejen vodojemů.

- A. Neexistuje jednotný pohled zainteresovaných stran na závažnost problematiky rekonstrukcí a sanací nádrží. Projevuje se ve všech stádiích přípravy a realizace. Faktem jsou obrovské a přitom objektivně neodůvodněné rozdíly v přístupu účastníků výstavby na všech pozicích. Rozdíly mezi projektanty a zhotoviteli je ještě možné vysvětlit různou mírou odbornosti a zkušenosti, případně rozdílnými obchodními zájmy a strategiemi. Zarážející je ale nedostatečné sjednocení požadavků a nároků převažujících investorů a provozovatelů, a to dokonce i v rámci jedné skupiny! V oboru dopravních staveb jsou investorské požadavky na kvalitu jednoznačné a s celostátní platností definovány souborem předpisů ŘSD, resp. přímo Ministerstva dopravy. Obdobně se chovají institucionální investoři v oblasti úprav toků a hydrotechniky, tedy podniky Povodí, podrobné směrnice má např. i v energetice celostátně působící ČEZ. Všechny tyto skupiny vydaly vlastní soubory TKP (Technických kvalitativních podmínek) a dalších oborových předpisů, a to i pro sanace betonových konstrukcí, a ti, kdo se pohybují v dané oblasti, mají tak jasné mantinely (které se, pochopitelně, průběžně vyvíjejí). V oblasti vodárenství takové jednotící nástroje postrádáme. Důvodem je pochopitelně roztržičnost vlastnických i provozovatelských struktur, existují sice společné odborné orgány (SOVAK) ale ke sjednocení obecných pravidel zdaleka nedošlo.
- B. Tak, jako není jednotná obecná platforma pro navrhování a provádění sanací vodojemů (a dalších staveb ve vodním hospodářství – vodárenství a čistírenství), tak chybí i společný odborný pohled na jednotlivé dílčí problémy. Za všechny chci uvést nejednotný pohled a požadavky na hladkost návodních líců vodojemů. Známe investory, kteří bazírují na co nejvyšší hladkosti a trvají i na přebrousování podlah – dna nádrží, které bychom často považovali za dostatečné i v průmyslové nebo bytové výstavbě. A současně se s překvapením setkáváme se zástupci (velkých!) provozovatelů, kteří ve vodojemu akceptují provedení sanace stěn s povrchovou strukturou tzv. „pomerančové kůry“, s vysvětlením, že to „ten zhotovitel říkal, že to přeci až dosud vždycky stačilo“. Pro účastníka odborných vodárenských konferencí, který již léta poslouchá příspěvky o nutnosti omezit možnosti oživení ve vodárenských objektech, je takový postoj šokující. Domníváme se tedy, že by měl být zaveden např. jednotný vodárenský etalon pro požadovanou hladkost různých povrchů z hledisek čištění, zamezení růstu mikroorganismického znečištění atd. Problémem ovšem je, kdo se stane gestorem takového sjednocení?

- C. V současnosti se klíčovou otázkou stává nikoliv co a jak sanovat, ale „**co nesanovat**“. Tedy jinými slovy co ještě je a co už není vhodné a ekonomické při rekonstrukci vodojemu sanovat, co tedy zachovat a co nahradit. Pohledy jednotlivých investorů se opět významně liší, i když samozřejmě panuje jistá názorová shoda – udělejme to, co je „nejvýhodnější“. Kritéria výhodnosti jsou ale rozmazaná, fuzzy, ne vždy je lze zúžit na vyčíslitelné finanční nároky. Jaké jsou vůbec úkoly kladené na sanaci a jaká má být minimální požadovaná zbytková životnost konstrukce po sanaci? Jaké budou budoucí potřeby a nároky a jak tomu přizpůsobit sanační strategii?
- D. S tím souvisí otázka využití nejnovějších poznatků a dostupných materiálů a technologií. Chceme investovat do drahého Mercedesu s minimálními nároky na údržbu nebo stačí levný Trabant, kde se smíříme s vyššími provozními náklady? Jsme vůbec schopní sledovat vývoj v této oblasti a oddělit skutečně přínosné inovace od marketingových výstupů výrobců hmot pro sanace? Máme pro takové rozhodování vůbec dostatek podkladů a znalostí? Podrobný průzkum je dosud často podceňován, znalosti ještě nedávných technologií se rychle ztrácejí. Jednotlivé akce trpí stálou honbou za časem a penězi, tam, kde jsme ještě před pár lety měli na přípravu významné realizace rok, má dnes stačit poloviční nebo i kratší čas.
- E. Jsme schopní vyloučit regulérními postupy z trhu ty, kteří nekvalitní práci nejen plýtvají současně vynakládanými prostředky, kterých fakt není dost, ale kteří tím i zadělávají na problémy v blízké budoucnosti? A to jak při projektových pracích, tak při provádění a dozorování staveb. Přesvědčíme tvůrce legislativy i některé investory o nesmyslnosti nejnižší ceny? Začneme si opravdu vážit vysoce odborné práce a upřednostňovat jiné než cenové kvalifikační požadavky? Může být trvale dosahováno kvality inženýrských prací při cenách, které zdaleka nedosahují hodinových sazeb automechaniků nebo kadeřníků? Odpovídá cena vody požadavkům na obnovu zdrojů a infrastrukturního majetku včetně nutné inženýrské a projektové činnosti a je životaschopnou strategií udržování této ceny v obavě o „sociální průchodnost“? A ví se vůbec, že pro obor sanací je zavedena samostatná autorizace, neboť jde o vysoce odbornou činnost? Bohužel se stále setkáváme s negativními odpověďmi na tyto otázky, důsledky budou, obávám se, řešit naši následovníci již brzy. V době, kdy diskutujeme o stále nedostatečnějších zdrojích pitné vody, o ubývání vody v krajině, o trvalém zajištění dosažené civilizační úrovně apod., tak to právě v oblasti zásobování pitnou vodou jsou otázky strategického významu.

Modernizace úpravní vody Valašské Meziříčí: technologie výroby pitné vody

Ing. Michal Korabík¹⁾, Ing. Pavel Adler, CSc.²⁾

¹⁾ Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s., Jasenická 1106, 755 11 Vsetín, e-mail: vakvs@vakvs.cz

²⁾ Voding Hranice, spol. s r. o., Zborovská 583, Hranice 753 01, e-mail: pavel.adler@voding.cz

1. Historie a současnost úpravní vody Valašské Meziříčí

Úpravna vody Valašské Meziříčí (dále jen úpravna) je historickou součástí systému zásobování Vsetínska pitnou vodou. Do provozu byla dána v roce 1976 jako hlavní zdroj pitné vody pro město Valašské Meziříčí a přičleněné obce s výkonem 60 – 80 l/s. Tento stav trval do roku 1995, kdy byl skupinový vodovod Stanovnice – Vsetín rozšířen o přivaděč Vsetín – Valašské Meziříčí. V tomtéž roce 1995 byla výroba ÚV snížena na 33 l/s z důvodu problémové kvality surové vody (Vsetínská Bečva nad soutokem s Rožnovskou Bečvou) obecně a intenzivních organoleptických závad zvláště. Konečně v roce 1999 byl skupinový vodovod rozšířen o přivaděč Val. Meziříčí – Rožnov p. R. Výkon úpravní vody původně byl 25 l/s. Přes veškeré problémy vyplývající z úpravy povrchové vody z toku k pitným účelům si úpravna uchovává v systému společnosti značný význam. Ze zdroje byla zásobena část města Valašské Meziříčí, na tento zdroj bylo připojeno asi 9 500 obyvatel. V roce 2000 byla úpravna vody částečně zrekonstruována, doplněna technologická část a provedeny nutné opravy. V případě výpadku vody ze skupinového vodovodu Stanovnice lze zvýšením výroby na úpravně až na 100 l/s tento výpadek zásobování ve Valašském Meziříčí nahradit. Nyní je úpravna po celkové modernizaci a připojena na skupinový vodovod Stanovnice přes výtlačný řad do vodojemu Štěpánov.

2. Technologie a rekonstrukce úpravní

Identifikační číslo odběru:	531551, Číslo hydrologického pořadí: 4-11-01-093.
Místo stavby:	Valašské Meziříčí, k.ú. Křivé, p. č. st. 1441.
Investor:	Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s.
Projektant:	Voding Hranice, spol. s r.o.
Dodavatel:	Sdružení KUNST, spol. s r. o., EUROVIA CS, a. s. a TuCon, a. s., organizační složka ČR.

Modernizace proběhla ve 2 etapách a to v letech 2013-2015 a zkušební provoz trvá do 30. 11. 2016. Úpravna vody Valašské Meziříčí je nyní dvoustupňová s hygienickým zabezpečením pitné vody. Výkon úpravní je navržen na výrobu pitné vody 30 až 110 l/s. Zdrojem je povrchová voda z řeky Vsetínská Bečva s břehovým jímáním a čerpací stanicí surové vody se třemi horizontálními čerpadly. Sedimentace je tvořena třemi kruhovými nádržemi. Filtrace je tvořena třemi pískovými a dvěma GAU filtry. Hygienické zabezpečení pitné vody tvoří UV lampy a plynný chlór. Dopravu pitné vody do vodojemu Štěpánov zabezpečuje čerpací stanice se třemi horizontálními čerpadly.

Do výtlačného potrubí z čerpací stanice surové vody je zaústěno dávkování koagulantu, za kterým následuje statický směšovač. Používá se granulovaný síran hlinitý. Upravená voda natéká do nového rozdělovacího objektu, odkud je její další tok úpravnou vody (až do akumulární nádrže) gravitační. Z rozdělovacího objektu natéká voda na trojici rekonstruovaných usazovacích nádrží o průměru 9 m. Odsazená voda odtéká přepadem

na otevřené filtry evropského typu. Kal z usazovacích nádrží odtéká původním potrubím do kalových lagun, které jsou rovněž původní.

K dispozici jsou tři pískové filtry o celkové ploše 54 m² a dva GAU filtry o celkové ploše 36 m². Všechny pět filtrů je vybaveno šterbinovým drenážním systémem TRITONTM bez mezidna v nerezovém provedení. Jedná se o jeden z nejmodernějších a nejvyšších drenážních systémů, který je současně možno na úpravách vod instalovat. Systém sestává z drenážních segmentů, které jsou kotveny k nerezové desce překrývající centrální betonový kanál ve dně filtru. Drenážní segmenty jsou opatřeny speciálním drátem ve tvaru V, který umožňuje přímou aplikaci filtračního materiálu bez použití spodní vrstvy hrubozrnného šterku, jak je tomu u běžných systémů. Zároveň jsou drenážní segmenty odolné proti mechanickému ucpávání. Další výhodou použitého drenážního systému je snadná a rychlá montáž, eliminace mrtvých zón díky válcovému tvaru segmentů a rovnoměrná distribuce vzduchu a vody během prací i filtrační fáze. Pískové filtry jsou naplněny filtračním pískem FP2 (zrnitost 1,0 – 1,6 mm). GAU filtry jsou naplněny granulovaným (zrněným) aktivním uhlím (střední velikost částic 1,4 mm, specifický povrch 1 000 m²/g). Dvě prací čerpadla a jedno prací dmychadlo jsou umístěny ve strojovně.

Upravená voda před vstupem do akumulace protéká přes dvě UV lampy, z nichž jedna je původní a jedna je nově doplněná. Za UV lampami je do upravené vody dávkován přes injektor plynný chlor. Hygienicky zabezpečená voda odtéká do akumulační nádrže o objemu 740 m³. Akumulační nádrž byla během rekonstrukce kompletně sanována. Odtud je pitná voda čerpána do vodojemů Štěpánov HTP a Štěpánov DTP. Doprava upravené vody do vodojemů je zajištěna trojicí čerpadel, která jsou doplněna tlakovou nádrží s pryžovým vakem zajišťující protirázovou ochranu. Ve VDJ Štěpánov HTP je voda směřována s vodou přiváděnou přívaděčem ze zdroje Karolinka.

Úpravna vody Valašské Meziříčí po rekonstrukci umožňuje využívat moderní vodárenské technologie k výrobě pitné vody a zároveň byl odstraněn velký nedostatek původní úpravy, kterým byla velmi nízká míra automatizace. Nový systém automatizace byl podmínkou pro zapojení provozu úpravy do centrálního, dispečinkem řízeného, provozu skupinového vodovodu. Vedle očekávaných úspor provozních nákladů nový systém automatizace zvyšuje zabezpečení a spolehlivost v dodávce vody a její kvalitě. Nový systém automatizace zabezpečuje:

- bezpečný ekologický provoz čerpací stanice surové vody a ÚV,
- monitorování kvality surové vody,
- automatický provoz technologického procesu dopravy surové vody do ÚV,
- centrální monitorování a ovládání jednotlivých agregátů řízené soustavy,
- minimalizování spotřeby energií optimalizací řízení čerpadel,
- sledování provozních hodin agregátů s plánováním údržby,
- zobrazení měřených veličin v reálném čase,
- zobrazování provozních a poruchových stavů v řízené soustavě,
- poplachové hlášení a signalizaci pro pohotovost obsluhy,
- soustředění všech informací o technologii do řídicího systému.

3. Aspekty jakosti říční vody

Použití říční vody středního úseku toku k výrobě pitné vody má specifické okolnosti a aspekty jakosti. Z její kvality anebo aktuálních proporcí a dynamiky proměn kvality se odvozují technologické problémy a v důsledku i důvody rekonstrukce.

Hlavním rysem tekoucích vod je proudění (laminární, turbulentní). Klesá – li rychlost laminárního proudu pod hodnotu asi 1 cm/s označujeme vodu za stojatou. Vsetínská Bečva je typická řeka podhůří, v níž se střídají dlouhé úseky klidné hluboké vody s úseky peřejnatými, tedy úseky pomalého proudění (lenitické resp. fluviatilní), s úseky rychlými peřejnatými (lotické resp. torrentilní). Dno je tvořeno především ohlazenými či omletými kameny, místy se v proudnici ukládá štěrka a písek, naopak ve fluviatilních úsecích bahno či přesněji říční kal. Zejména v důsledku srážek dochází ke kolísání až skokovým změnám průtoku. Při jarním tání anebo při povodních dochází k přesunům dna. V období sucha a nízkých průtoků se v řečišti ukládá říční kal.

Ve Vsetínské Bečvě je relativní dostatek vody: Q_{355} je 1,0 m³/s, Q průměrné činí 9,39 m³/s. Jakost vody ve fyzikálně-chemických ukazatelích spadá v tomto toku podle ČSN 75 7214 Surová voda pro úpravu na vodu pitnou do kategorie A – B, v mikrobiologických ukazatelích do kategorie B – C. Biologický stav lze podle nárostů a makrozoobentosu klasifikovat beta – mezosaprobitou. Podle rybí osádky se tok řadí k pásnu lipanovému až parmovému. Letní teplota vody dosahuje až 25 stupňů Celsia.

Jakost říční vody, jak je výše uvedeno, kolísá v závislosti na aktuálních srážkách, průtoku, teplotě vody a je ovlivněna biologickým stavem toku. Při větších srážkách v povodí se voda v řádu desítek minut zakalí, zvláště intenzivně, pokud je po delším období odplavován nahromaděný říční kal.

Říčním kalem se rozumí usazeniny jemných suspendovaných částic, sedimentujících v toku při rychlostech proudu nižších než 0,1 m/s. Jejich složení je různé, důležitý je podíl rozkládajících se organických látek ($CHSK_{Mn}$ resp. $CHSK_{Cr}$). Kal může obsahovat i hrubé součásti jako rostlinné zbytky, pokud jejich specifická váha je o málo vyšší než specifická váha vody. Kaly obsahují obrovskou biomasu bakterií a jsou oživeny mikroskopickými a makroskopickými živočichy. Je – li jejich povrch dostatečně osvětlen (hloubka není velká) rozvíjejí se na jejich povrchu nárosty sinic, řas rozsivek a jiných. V kalech se kumulují reziduální látky a takto se mohou stát škodlivými. Zejména je ale nutno mít na paměti, že zvednutá postupová vlna říčního kalu ihned spotřebovává množství kyslíku. ZELINKA (5) uvádí, že BSK_5 takového kalu činí až 20.000 mg/l kyslíku, což je obsah kyslíku ve 2,5 m³ říční vody s koncentrací 8 mg/l kyslíku.

Říční kal je součástí proudem v toku unášených částic, pro které se používá souborného označení drift. Tento drift má mimo složku neživou, minerální také složku živou, a to rostlinné i živočišné organizmy mikroskopické i makroskopické, odtržené ode dna a unášené proudem. V této složce driftu dominují řasy rozsivky v množství řádově stovek i tisíců jedinců v 1 ml vody. Zmíněný stav provází zhoršené organoleptické vlastnosti vody. Při nízkém průtoku vody a jejích vyšších teplotách jsou pach a chuť rovněž zhoršené. Dezinfekce plynným chlórem smyslové závady zesílila, pokud usmrcovala řasy procházející technologií a jejich buněčný obsah se dostával do vody. Toto se vyřešilo použitím UV lamp. Organoleptické závady byly použitím filtrů s pískem a aktivním uhlím ve filtrech eliminovány.

Vzhledem k periodickým nízkým stavům vody ve Vsetínské Bečvě byl pod pravobřežním jímacím objektem, který je krytý perforovanými plechy, tok přehrazen betonovými prefabrikáty a vytvořeno umělé nehluboké vzdutí. Tuto provozní nutnost provází komplikace. Lokálně takto vzniklo prostředí stojaté vody a abundance driftujících organismů se ve vegetační sezóně i podstatně zvyšuje o produkci planktonu. I po rekonstrukci není zcela vyřešena otázka zanášení jímání.

4. Jakost vody a výsledky technologie za období 2011-2016

Seřazeny hierarchicky byly podle výše uvedeného důvodu rekonstrukce úpravný následující:

- frekvence a intenzita organoleptických závad surové, potažmo upravené vody,
- koncentrace a dynamika zákalů a abundance driftu v toku,
- podjatost některých spotřebitelů na výrobu pitné vody z Bečvy,
- nedostatek pitné vody.

Výškové dispozice úpravný umožňovaly v době před rekonstrukcí použít buďto pouze filtry antracit-písek anebo pouze filtry GAU (viz bod 2.). V období relativně lepší jakosti surové vody po vybudování úpravný byla sice v provozu filtrace pouze pískem, později však se zhoršením kvality vody v toku přinášejícím hlavně organoleptické závady byl písek ve filtrech nahrazen GAU. Říční voda má prakticky trvale pach intenzity, kterou už laická veřejnost vnímá. Proto v zájmu zákazníka převládla varianta filtrace aktivním uhlím.

To však znamenalo vysoké zatížení GAU a tím nutnost jeho častější výměny (vysoké náklady). Při rekonstrukci bylo tedy využito výšky meziden ve filtrech, aby mohly být rozděleny na pískové a na GAU filtry při zachování gravitačního nátoku. Zrušením mezidna u jednoho filtru a přístavbou dalšího vznikly dva GAU filtry zařazené za tři filtry pískové. V současné době prochází tedy voda ze sedimentačních nádrží nejprve pískovou a poté GAU filtrací.

Kompenzace kolísání zákalů a abundance driftu (množství řas) optimální dávkou koagulantu se po rekonstrukci řídí podle údajů monitorovacích sond surové vody. Především podle zákalu a absorbance, dále je měřeno pH a teplota. Za každým filtrem je měřen zákal filtrátu a za GAU filtry je umístěn čítač částic a měřič absorbance. Za UV lampami a dávkováním chlorové vody (rychlomísicem) je měřen obsah volného a celkového chloru, pH a teploty. Dvojitá filtrace by měla přispět ke snížení nákladů výroby vody, zejména kvůli menšímu zatížení GAU a také menší náplni filtru.

Uvádíme tabelované výsledky analýz surové a upravené vody z úpravný za období 2011 - 2016 (tabulka 2). Uvedeny jsou charakteristické parametry jakosti související s problematikou technologie úpravný a její rekonstrukce.

Interval 2011 - 2014 je období před rekonstrukcí technologie úpravný. V roce 2014 - 2015 probíhala její rekonstrukce a zkušební provoz. Separační efekt technologické linky v předmětném roce ukazuje graf 1 na parametru $CHSK_{Mn}$. Konečně pak interval 2015 - 2016 dokumentuje výrobu pitné vody na rekonstruované úpravně.

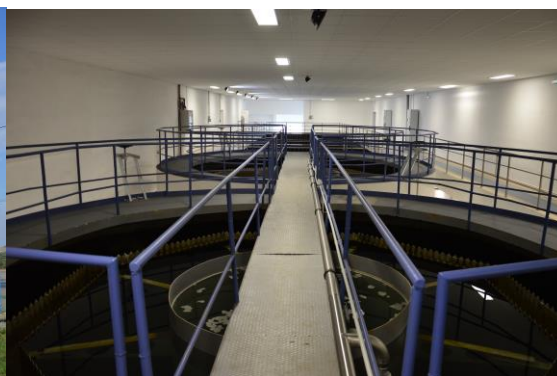
Tabulka č. 1: Výroba vody na ÚV Valašské Meziříčí v letech 2011 - 2016

rok	výroba vody (m ³)
2011	501 235
2012	506 626
2013	527 239
2014	283 312
2015	212 255
2016	25 l/s , cca 2150 m ³ /den

Obrázek č. 1: Objekt úpravný vody



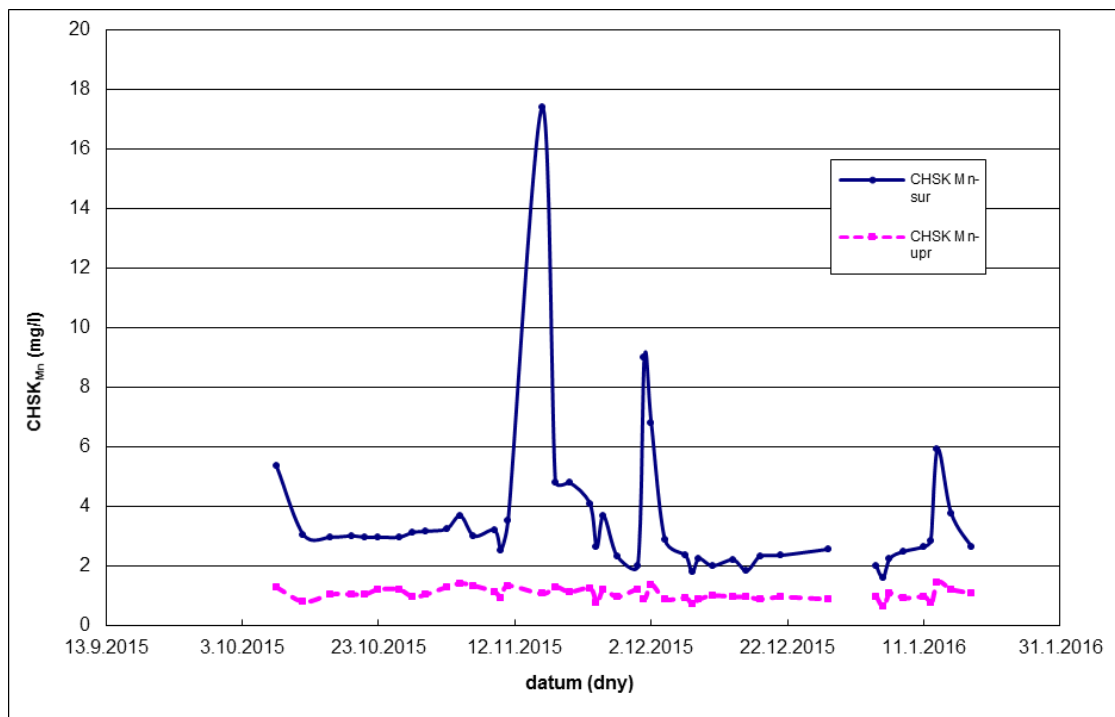
Obrázek č. 2: Hala separace úpravný vody



Tabulka č. 2: Jakost surové a upravené vody 2011 - 2016 na ÚV Valašské Meziříčí v parametru CHSK.

parametr	rok	surová voda				upravená voda			
		počet vz.	min.	max.	průměr	počet vz.	min.	max.	průměr
CHSK _{Mn}	2011	302	0,8	24	3,1	267	0,3	1,6	1
(mg/l)	2012	350	1,1	28	3,6	298	0,3	2	1,1
	2013	49	1,3	11,2	2,5	44	0,6	1,4	1
	2014	34	1	4,6	1,9	34	0,1	1,2	0,6
	2015	28	3,8	12	7,3	41	0,3	1,5	0,6
	2016	30	0,7	3,7	2	41	0,2	1,3	0,6

Graf č. 1: Závíslost hodnot $CHSK_{Mn}$ na čase na ÚV Valašské Meziříčí 2015-2016



5. Závěr

Po modernizaci úpravní vody Valašské Meziříčí, jejímž klíčovým krokem byla celková rekonstrukce, by mělo dojít k trvalému odstranění organoleptických závad, ke zlepšení jakosti upravené vody, výrazné modernizaci a automatizaci provozu a snížení výrobních nákladů a také zabezpečení dostatečného množství pitné vody pro region. Ve zkušebním provozu v roce 2015 bylo v ukazateli $CHSK_{Mn}$ dosaženo separačního efektu až 90% a očekáváme dlouhodobé zlepšení o 40%. Na konečné shrnutí je však poměrně brzy, provoz a ekonomika se nyní sledují a vyhodnocují. Profesionálním přístupem je nadřadit zájem spotřebitele, jímž zlepšení jakosti pitné vody bezesporu je, ekonomickým hlediskům. Z hlediska provozovatele a vlastníka úpravní vody můžeme prohlásit, že stavba byla realizována pouze z finančních prostředků vodárenské společnosti. Úpravna vody je spojena se Skupinovým vodovodem Stanovnice přes výtlačný řad přímo do vodojemu Štěpánov a tvoří významnou roli v systému zásobování pitnou vodou v oblasti Valašského Meziříčí a okolí.

6. Literatura

- 1/ Korábík M.: Rekonstrukce úpravní vody Valašské Meziříčí z hlediska provozovatele. SOVAK č. 12, 9 – 10, 2002.
- 2/ Orság L., Hanák Z.: Průvodní zpráva pro Rekonstrukci technologického zařízení ÚV Valašské Meziříčí. Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s. 11/2000.
- 3/ Provozní řád úpravní vody Valašské Meziříčí. Vodovody a kanalizace Vsetín, a. s., 2001.
- 4/ Uhlmann D.: Hydrobiologie. Jena, 1975.
- 5/ Zelinka M.: Pozor na říční kaly. In: Sborník V. limnologické konference Poznávání, řízení a ochrana jakosti vody, 141 – 145, Ústí nad Labem 1979.
- 6/ Zelinka M., Sládeček V.: Hydrobiologie pro vodohospodáře. SNTL, SVTL Praha, 1964.
- 7/ Baran P. a spol.: Provozní řád ÚV Valašské Meziříčí, Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s., 2016.

Rekonstrukce výtlačného řadu ÚV Valašské Meziříčí - VDJ Štěpánov

Milan Jurenka¹⁾, Daniel Šnajdr²⁾

¹⁾ Vodovody a kanalizace Vsetín, a. s., milan.jurenka@vakvs.cz

²⁾ WAVIN Ekoplastik s. r. o., daniel.snajdr@wavin.com

Úvod

Sanace stávajících vodovodů je téma, které souvisí nejen s potřebou zachovat provozuschopnost těchto systémů pro dopravu pitné nebo surové vody. Způsob provedení sanace potrubí má daleko širší souvislosti, zejména s očekávanou životností a náklady na budoucí provozování, kvalitou dopravované vody, ale také s environmentální a společenskou zátěží během výstavby. Výběr vhodné technologie se posuzuje vyvážením nákladů na investici a negativních dopadů technologie na životní prostředí, související činnosti a budoucí potřeby. Výsledné dílo by se mělo stát součástí celkové soustavy vodovodní sítě a zapadnout do celkové koncepce infrastruktury.

Pracovníci společnosti Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s. uvedli do provozu nově zmodernizovanou úpravnu pitné vody ve Valašském Meziříčí. Obnovou úpravní vody Valašské Meziříčí dojde k podstatnému zlepšení kvality a zvýšení zabezpečení dodávané pitné vody nejen pro Valašské Meziříčí, ale i přilehlé lokality. Na tuto stavbu navazovala investiční akce rekonstrukce výtlačného řadu z úpravní vody do vodojemu Štěpánov. Při pečlivém výběru vhodné technologie pro rekonstrukci vodovodu a při zohlednění všech výše uvedených aspektů se volba zúžila na bezvýkopové řešení, které je ve světě trendem nejen pro rekonstrukce vodovodů.

Obr. 1 Modernizovaná úpravna vody ve Valašském Meziříčí



Výběr vhodné technologie

Zpracováním projektové dokumentace byla pověřena společnost VODING Hranice, která pro rekonstrukci výtlačného řadu zvažovala různé bezvýkopové technologie. Jedním z hlavních požadavků při výběru technologie bylo minimální omezení kapacity potrubí. Požadavek minimálního omezení kapacity už dnes nesouvisí pouze se skutečnou aktuální potřebou průtoku vody, ale možným nahrazováním zdrojů a změnou zásobování způsobenou například obdobím sucha. Dalším důležitým aspektem rozhodování byla skutečnost, že část trasy prochází obtížně přístupnými pozemky zástavby města Valašské Meziříčí. To se ukázalo jako limitující nejen pro provádění sanace otevřeným výkopem, ale i pro řadu bezvýkopových technologií. Svoji roli sehrálo také velké převýšení vodovodu, nedostatek informací o geologickém podloží, křížení s ostatními inženýrskými sítěmi a případné komplikace související s dlouhou dobou trvání opravy. Po zvážení všech dostupných informací se ukázalo jako nejlepší řešení využití technologie Compact Pipe.

Obr. 2 Stávající ocelový vodovod DN350 během sanace

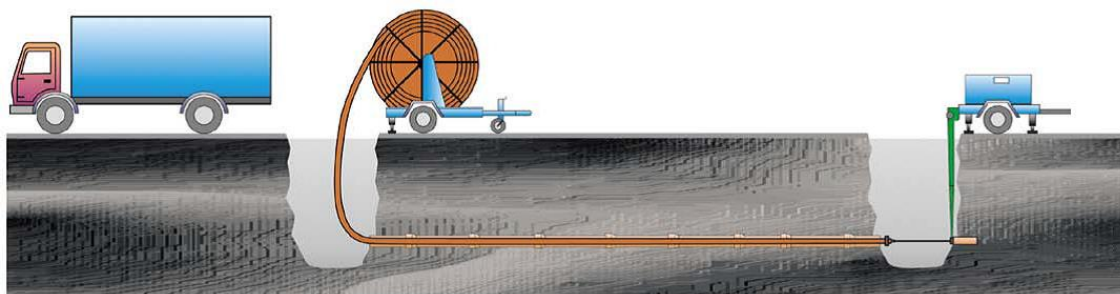


Compact Pipe

Technologie Compact Pipe se používá již od roku 1990 a svoje výhody prokázala na stavbách po celém světě. Patří do skupiny close-fit technologií, které jsou popsány v normě ČSN EN 14409 – 3 a ISO 11298 – 3. Sanace spočívá v instalaci nové PE trubky tak, že těsně přilne zevnitř ke stěnám stávajícího potrubí. Nové potrubí přitom plně přebírá funkci toho stávajícího. Hlavní součástí systému je potrubí vyrobené z polyetylenu nejnovější generace PE 100 RC. Výroba potrubí se provádí podle normy ČSN EN 12201 a ověření kvality a RC vlastností potrubí je dokladováno certifikací podle technického předpisu PAS1075. Pozoruhodné jsou geometrické podmínky, za nichž je materiál dodáván na stavbu. Potrubí je složeno po délce do tvaru dvojitého písmene C a je na stavbu dodáváno v průběžných délkách, čímž se minimalizuje počet

spojů a tím riziko poruch. Potrubí je navinuté na bubnech, což minimalizuje velikost montážních výkopů. Zatahuje se přímo z bubnů a snadno se přizpůsobuje změnám směru na trase rekonstrukce.

Obr. 3 Schéma provedení sanace technologií Compact Pipe



Jakmile je potrubí zataženo, vrátí se do původního stavu zahříváním párou a tlakem. Díky “paměťovému efektu” polyetylénu si obnoví svůj původní kruhový tvar. Za použití stlačeného vzduchu v průběhu ochlazování se nová trubka dostane do těsného kontaktu (close-fit) s vnitřní stěnou té stávající. Tímto uložením ve stávajícím potrubí získává už tak samonosné PE oporu, která ještě zvyšuje odolnost proti vnitřnímu tlaku i proti vnějšímu zatížení. Tím se zvyšuje životnost i bezpečnost celého systému. Na rozdíl od jiných technologií pro vložkování se materiálové složení trubek během montáže nemění; mění se pouze jeho tvar.

Obr. 4 Bubny s navinutou trubkou Compact Pipe DN350

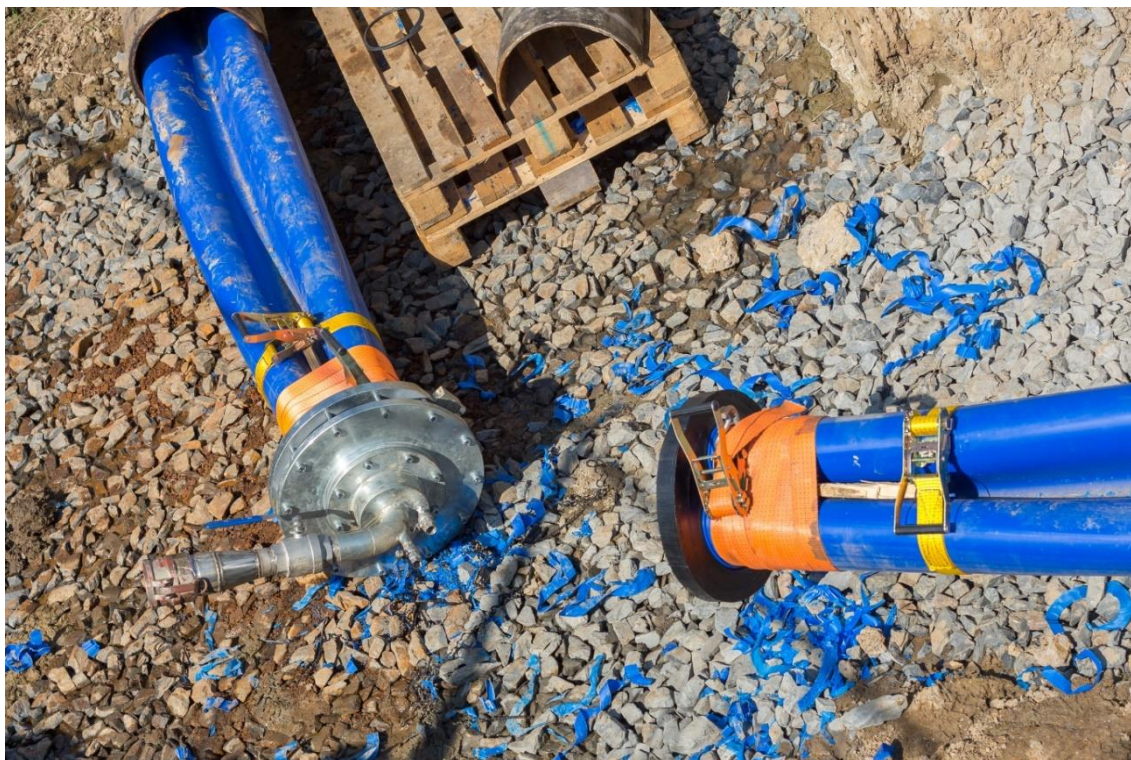


Realizace

Sanace výtlačného vodovodního řadu, který vede z úpravny vody ve Valašském Meziříčí do vodojemu Štěpánov, byla realizována od června do srpna roku 2015. Potrubí o celkové délce 2570 m a s výškovým převýšením 92 m, bylo rozděleno na 21 úseků. Pro každý úsek bylo dodáno potrubí odpovídající délky od společnost WAVIN Ekoplastik. Potrubí bylo dodáno na bubnech vysokých 3,7 m a délky úseků se pohybovaly v rozmezí 85 m až 161 m.

Stávající ocelové potrubí o vnějším průměru 377 mm bylo nejprve vyčištěno a prohlédnuto kamerou. Po vyčištění se protáhnul kalibrační kus, který ověřil minimální průměr potřebný pro správnou instalaci nového potrubí. Po zatažení trubky Compact Pipe DN350 SDR17 z materiálu PE 100 RC se konce uzavřely navařením PE desky. Připojením na kotelnu a napouštěním párou se potrubí zahřívalo na teplotu kolem 100°C a vyvolala se tvarová paměť materiálu. Natlakovaným studeným vzduchem se materiál ochladil a zafixoval v pozici close-fit, tedy těsně dosedající ke stěně stávajícího potrubí.

Obr. 5 Montážní jáma připravená pro reversi CP párou



Propojení jednotlivých úseků se řešilo pomocí potrubí o průměru d355x32,2 SDR11 vyrobeného také z materiálu PE 100 RC. Propoje byly svařeny pomocí elektrospojek a případné další objekty pomocí elektrotvarovek. Tlaková zkouška byla provedena po částech i v celém úseku. Na realizaci se podílela firma Cobbler i dodavatelé technologie společnosti Zepris a Wombat.

Postup prací u jednotlivého úseku

1. vykopání montážních jam o rozměru 4,5 x 2 m
2. monitoring a vyčištění stávajícího potrubí
3. kalibrace protažením kalibračního kusu

4. zatažení předdeformovaného PE potrubí
5. reverse do kruhového průřezu pomocí páry
6. propojení úseků sanovaného potrubí
7. tlaková zkouška
8. zasypání montážních jam

Obr. 6 Jednotlivé kroky instalace Compact Pipe



Shrnutí

Správným výběrem technologie pro rekonstrukci výtlačného řadu se podařilo provést stavbu ve velmi krátkém čase, s minimálním narušením životního prostředí a dopravy ve městě Valašské Meziříčí. Technologie Compact Pipe se ukázala výhodná tam, kde je potrubí obtížně přístupné a v místech hustého provozu, zároveň je ekonomicky zajímavým řešením i v úsecích extravilánu. Rekonstrukce výtlačného vodovodního potrubí technologií Compact Pipe byla plnohodnotnou součástí modernizace UV ve Valašském Meziříčí, protože kvalitní pitnou vodu musíme umět nejen vyrobit, ale také ji v požadované kvalitě dopravit ke koncovému spotřebiteli.

Obr. 7 Těsně napasovaný PE dohromady s původní ocelí



Video kanály k realizované stavbě

<https://www.youtube.com/watch?v=zW9RmEyXsCk>

<https://www.youtube.com/watch?v=v06sKQUrO6U>

Za zdroje k článku děkujeme následujícím partnerům projektu



Obr. 8 Montážní jáma umístěná v krásné zahradě vilové čtvrti



Obr. 9 Spoj elektrospojku jako součást propoje dvou úseků CP



Snižování energetické náročnosti v oblasti jímání vody

ENERGY COST REDUCTION OF THE WELLS WATER COLLECTION SYSTEM

**Ing. Filip Horký, Ph.D., doc. Ing. Iva Čiháková, CSc.,
doc. Ing. Bohumil Šťastný, Ph.D.**

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra zdravotního a ekologického inženýrství,
Thákurova 7, 166 29 Praha 6, filip.horky@fsv.cvut.cz, cihakova@fsv.cvut.cz, stastny@fsv.cvut.cz

Abstrakt

Pro potřeby lidské společnosti jsou využívány vody z povrchových či podzemních zdrojů. Z hlediska využití vody pro pitné účely jsou významnější především podzemní zdroje. V České Republice jsou obyvatelé zásobováni ze 42 % z podzemních zdrojů vody, 32 % dostává vodu z povrchových zdrojů a 26 % je pokryto smíšenými zdroji [1]. Při odběru vody z podzemních zdrojů je nutné zpravidla čerpat. Vzhledem k energetické náročnosti výtlačných systémů je vhodné provozovat tyto systémy, s ohledem na stávající a výhledové provozní podmínky, s co nejvyšší účinností celého systému. Samozřejmostí by mělo být také šetrné využívání samotného zdroje vody a odebírat vodu pokud možno kontinuálně bez odstávek.

V současnosti, při snížené spotřebě vody či případně snížené samotné vydatnosti vodních zdrojů, je mnoho provozovaných čerpadel pro stávající podmínky předimenzováno a nesplňují tak podmínky ekonomického provozu. Výtlačné systémy je proto nutné posuzovat nejen z hlediska jejich technického stavu, ale především z hlediska nutných provozních nákladů. Způsoby provozu, regulace a zvyšování účinnosti čerpadel ke snížení provozních nákladů se v zahraničí zabývá mnoho vodárenských společností ve spolupráci s akademickou sférou [2].

Tento příspěvek se zabývá hydraulickým posouzením jímacích řadů, které odvádějí vodu z jednotlivých jímacích vrtů ve vymezeném území.

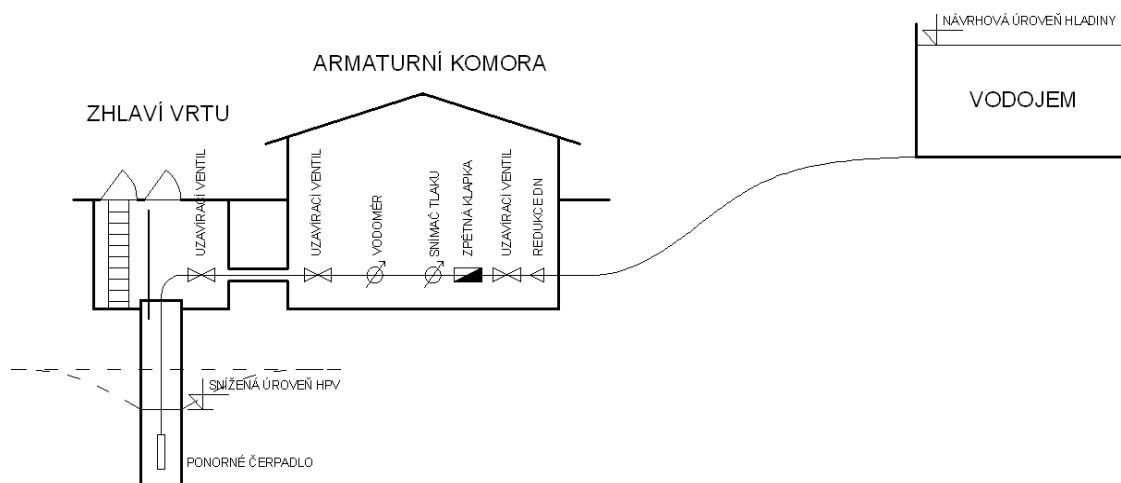
Key words: well, water collection system, hydraulic assessment, efficiency optimization

1. ÚVOD

Posuzované jímací území je tvořené soustavou deseti vrtů, ze kterých je jímána voda samostatně vedena jednotlivými potrubími do jednoho ze dvou vodojemů. Cílem tohoto posouzení je vyhodnotit provozní charakteristiky stávajících a nově navrhovaných čerpadel v jednotlivých jímacích vrtech a posoudit hydraulické poměry v jednotlivých úsecích výtlačných potrubí. Dalším kritériem posouzení je respektování citlivého území v místě výskytu chráněných živočišných a rostlinných druhů.

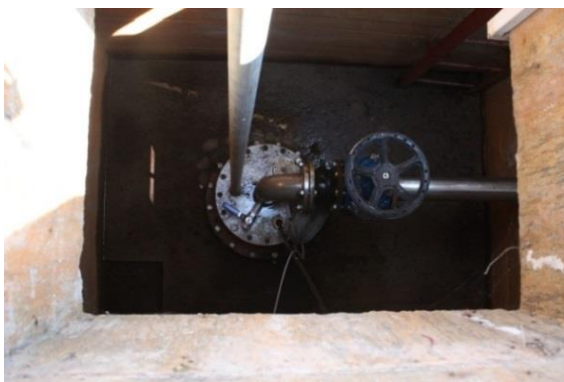
2. POPIS VÝTLAČNÉHO SYSTÉMU

Celé jímací území tvoří dvě oblasti. V první oblasti byly posuzovány vrty V1 – V7 ze kterých je jímána voda čerpána pomocí ponorných čerpadel jednotlivými potrubími do vodojemu A. Do vodojemu B je čerpána voda jednotlivými potrubími z vrtů V8 – V10, které byly posuzovány ve druhé jímací oblasti.



Obr. 1 – Schéma jímací sestavy

Každá jímací sestava (obr. 1) je tvořena vrtem ukončeným zhlavím, armaturní komorou v přilehlém objektu (obr. 2) a samostatným výtlačným potrubím do vodojemu.



Obr. 2 – Typické zhlaví vrtu a přilehlá armaturní komora



Obr. 3 – Typická uspořádání armaturních komor a chránička mezi zhlavím vrtu a armaturní komorou

Zhlaví vrtu je přístupné po žebříku přes vstupní a montážní poklop ve stropě. Ve vrtu je osazeno ponorné čerpadlo na nerezovém potrubí DN100 nebo DN150. Ve zhlaví vrtu je na potrubí osazeno uzavírací šoupě a dále je potrubí vedeno v chrániče do armaturní komory. Zde se pak nachází redukce na větší profil potrubí, další dva uzavírací ventily (jeden s el. pohonem pro ovládání z velínu), vodoměr, tlakoměr a zpětná klapka viz obr.3. V objektu armaturní komory je dále umístěn el. rozvaděč a pojistné jističe a dále zařízení pro měření a zobrazení provozních hodnot výtlačného systému. Z armaturní komory je potrubí uložené v zemi vedeno až do příslušného vodojemu.

3. HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ

Hydraulický výpočet jímacích řadů byl proveden pomocí matematického modelu, který byl vytvořen v programu EPANET 2. Matematický model je vytvořen v měřítku 1:1. Na modelu byly řešeny, ve výtlačných potrubích jednotlivých vrtů, průtočné rychlosti, hydraulické ztráty místní a třením a účinnost jednotlivých čerpadel.

Pro každé jímací území byly na modelu řešeny čtyři varianty nastavení systému. První dvě varianty modelují provoz stávajících čerpadel s regulací a bez regulace průtoku dle stávajících provozních podmínek. Druhé dvě varianty modelují provoz navrhovaných čerpadel s regulací a bez regulace průtoku dle stávajících provozních podmínek.

Na základě výsledků jednotlivých variant bylo provedeno posouzení stávajících a navrhovaných čerpadel. Dále bylo, pro požadované odběry dle roku 2014, provedeno posouzení rychlostí v jednotlivých trubních úsecích a případně navržena úprava DN. Pro tyto odběry byly v jednotlivých výtlačných řadech (před a po úpravě DN) vyhodnoceny optimální dopravní výšky jednotlivých čerpadel (viz tab. 3).

Vstupní data modelu

Půdorysná geometrie sítě byla vytvořena na podkladě rastrového obrázku situace obou pramenišť. Délky a DN jednotlivých řadů byly zadány objednatelem ve spolupráci s provozovatelem jímací soustavy. Dle zadání byly hladiny ve vrtech uvažovány dle zaznamenaných úrovní hladin v době čerpání v roce 2014 a odběry dle průtoku čerpadla (škréceno klapkou) v roce 2014. Objednatelem zadaná návrhová úroveň hladiny ve vodojemu A je 376 m n.m. a ve vodojemu B je 377 m n.m. V obou případech se jedná o maximální úroveň hladiny. Drsnost potrubí byla převzata z tabulkových hodnot, dle použitého materiálu. Pro stávající nerezové potrubí byla zvolena drsnost $\Delta = 0,375$ mm, Pro potrubí z PVC $\Delta = 0,0125$ mm a pro potrubí z litiny $\Delta = 2,125$ mm, což vyplynulo z místního šetření a kamerových zkoušek, které byly provedeny na přívodním potrubí do vodojemu.

Pro výpočet ztrát byl použit Darcy-Weisbachův vzorec. Pro stávající a navrhovaná čerpadla jsou do modelu zadané Q-H křivky a křivky účinnosti jednotlivých čerpadel). Pro regulaci odebíraných množství jsou za čerpadly umístěné redukční ventily, které redukuje průtok na požadované hodnoty.

4. VÝSLEDKY A DISKUZE

Pro jednotlivé výtlačné systémy byly řešeny provozní podmínky stávajících a navrhovaných čerpadel. Řešeny byly dva stavy, s regulací průtoku na požadované odběry dle roku 2014 a bez regulace.

Posouzení stávajících a navrhovaných čerpadel

V tabulce 1 jsou vyneseny dopravní výšky a účinnosti stávajících čerpadel. Z tabulky je patrné, že stávající čerpadla mají vyšší než potřebný výkon a při stávajících provozních podmínkách musí být průtok regulován.

Tab. 1 – Dopravní výšky a účinnosti stávajících čerpadel

označení vrtu	Q ₂₀₁₄	dopravní výška stávajících čerpadel	účinnost	Q	dopravní výška stávajících čerpadel bez regulace Q	účinnost
	l/s	m	%	l/s	m	%
V1	20.61	76.97	68.2	42.23	39.38	76.4
V2	44.72	33.83	71.01	47.88	24.35	57.35
V3	49.44	31.72	70.42	66.68	24.51	80.48
V4	45.64	36.22	78.3	66.23	30.35	80.6
V5	29.72	56.41	77.28	41.8	39.91	76.07
V6	8.47	42.82	71.49	18.59	21.11	70.34
V7	17.64	24.77	76.47	22.57	23.4	79.07
V8	5.417	82.2	54.92	18.19	52.06	71.85
V9	7.889	80.3	68.72	20.07	41.9	63.2
V10	10.861	76.34	78.32	19.08	47.58	68.4

V tabulce 2 jsou vyneseny dopravní výšky a účinnosti navrhovaných čerpadel. Z tabulky je patrné, že navrhovaná čerpadla vrtů V1, V5, V7, V8, V9 a V10 nemají dostatečný výkon pro odběrové množství vody dle roku 2014.

Tab. 2 – Dopravní výšky a účinnosti navrhovaných čerpadel

označení vrtu	Q ₂₀₁₄	dopravní výška navrhovaných čerpadel	účinnost	Q	dopravní výška navrhovaných čerpadel bez regulace Q	účinnost
	l/s	m	%	l/s	m	%
V1	20.61	x	x	6.95	21.54	43.97
V2	44.72	28.82	75.56	55.8	26.05	79.92
V3	49.44	27.64	78.12	63.11	23.66	80.15
V4	45.64	28.59	76.05	53.28	26.68	79.61
V5	29.72	x	x	19.23	24.77	72.31
V6	8.47	21.58	71.84	10.06	16.79	65.92
V7	17.64	x	64.52	17.55	19.32	64.56
V8	5.417	x	x	5.38	38.95	71.73
V9	7.889	x	x	5.04	37.99	64.98
V10	10.861	x	x	9.84	37.12	69.54

Optimální pracovní body čerpadel a průtočné rychlosti

V následující tabulce 3 jsou pro požadované odběry dle roku 2014 vyneseny průtočné rychlosti v jednotlivých výtlačných řadách a optimální dopravní výšky jednotlivých čerpadel. U každého vrtu odpovídá první profil DN svislému potrubí a druhý profil DN potrubí ležatému. U svislého potrubí, vrtů V1, V2, V3, V4, V5 a V7, byla výrazně

překročena doporučená hodnota průtočných rychlostí pro výtlačná potrubí (1,2-1,5 m/s). Tyto profily jsou pro přehlednost u stávajícího a upraveného DN vyznačeny zelenou barvou. U těchto vrtů byly také řešeny optimální dopravní výšky čerpadel po úpravě profilů potrubí.

Tab. 3 - Optimální pracovní body čerpadel a průtočné rychlosti

označení vrtu	Q ₂₀₁₄ l/s	stávající DN			upravené DN		
		DN	v	dopravní výška čerpadla H _č	DN	v	dopravní výška čerpadla H _č
		mm	m/s	m	mm	m/s	m
V1	20.61	100	2.63	25.66	150	1.17	24.29
		200	0.66		200	0.66	
V2	44.72	150	2.53	23.75	200	1.42	22.65
		300	0.63		300	0.63	
V3	49.44	150	2.80	20.82	220	1.30	19.19
		300	0.70		300	0.70	
V4	45.64	150	2.58	15.86	200	1.45	14.67
		220	1.20		220	1.20	
V5	29.72	100	3.79	30.50	200	0.95	24.83
		220	0.78		220	0.78	
V6	8.47	100	1.08	16.24	100	1.08	16.24
		220	0.22		220	0.22	
V7	17.64	100	2.25	19.39	150	1.00	17.6
		220	0.46		220	0.46	
V8	5.417	100	0.69	38.97	100	0.69	38.97
		150	0.31		150	0.31	
V9	7.889	100	1.00	37.86	100	1.00	37.86
		200	0.25		200	0.25	
V10	10.861	100	1.38	38.00	100	1.38	38.00
		150	0.61		150	0.61	

Teoretická úspora provozních nákladů

Tab. 4 - Účinnosti a příkony stávajících a navrhovaných čerpadel

označení vrtu	Q ₂₀₁₄ l/s	stávající čerpadla		nová čerpadla			
		účinnost %	příkon kW	bez úpravy DN potrubí		s úpravou DN potrubí	
				účinnost %	příkon kW	účinnost %	příkon kW
V1	20.61	68.20	22.82	70	7.41	70	7.02
V2	44.72	71.01	20.90	70	14.88	70	14.20
V3	49.44	70.42	21.85	70	14.43	70	13.30
V4	45.64	78.30	20.71	70	10.14	70	9.38
V5	29.72	77.28	21.28	70	12.70	70	10.34
V6	8.47	71.49	4.98	70	1.93	70	1.93
V7	17.64	76.47	5.61	70	4.79	70	4.35
V8	5.417	54.92	7.95	70	2.96	70	2.96
V9	7.889	68.72	9.04	70	4.19	70	4.19
V10	10.861	78.32	10.39	70	5.78	70	5.78
Suma		145.52	kW	79.22	kW	73.44	kW

V předchozí tabulce 4 jsou pro stávající provozní podmínky (odběry, DN) zpřehledněny účinnosti a příkony stávajících čerpadel a porovnány s vypočtenými minimálními příkony čerpadel, a to před a po úpravě DN dle doporučených rychlostí (viz tab. 3), při uvažování jednotné účinnosti nových čerpadel 70%. Z tabulky je patrné, že pouze výměnou stávajících čerpadel lze docílit teoretické úspory 66 kW nutného příkonu celé soustavy. V případě úpravy DN potrubí a výměny čerpadel lze teoreticky snížit nutný příkon ještě o dalších cca 6 kW.

5. ZÁVĚRY

Při posouzení stávajících čerpadel lze konstatovat, že nevyhovují aktuálním provozním podmínkám z důvodu předimenzovaného výkonu. S ohledem na energetickou náročnost celého systému je vhodné navrhnout nová čerpadla jednotlivých vrtů. Návrh nových čerpadel by měl být uvažován s ohledem na šetrné využití vodních zdrojů a citlivá území v místě výskytu chráněných živočišných a rostlinných druhů.

Při posouzení průtočných rychlostí v jednotlivých výtlačných řadách lze konstatovat, že při průtoku dle provozních požadovaných hodnot jsou ve svislých potrubích vrtů (V1, V2, V3, V4, V5 a V7) překračovány doporučené hodnoty průtočných rychlostí pro výtlačná potrubí (1,2-1,5 m/s). Z těchto důvodů doporučujeme při výměně jednotlivých čerpadel zvážit také výměnu svislých potrubí u vrtů (viz tab. 3) za potrubí s větším DN.

S ohledem na hospodárné využívání podzemních zdrojů lze konstatovat, že úpravou profilů DN dle doporučených rychlostí a výměnou čerpadel lze teoreticky docílit snížení příkonu celé soustavy o 72 kW (cca polovina původního příkonu). Při uvažování ceny 3 Kč/kWh a celoročním nepřetržitým provozu čerpadel, lze dosáhnout úspory ročně cca 1,9 mil. Kč.

S ohledem na šetrné využívání podzemních vodních zdrojů musí být odběr vody realizován rovnoměrně a kontinuálně bez velkých výkyvů. V případě nutnosti dalšího snižování jímaného množství vody, doporučujeme regulovat odběry pomocí frekvenčních měničů čerpadel.

Poděkování

Tento příspěvek byl zpracován v rámci projektu SGS 13/172/OHK1/3T/11.

LITERATURA

- [1] www.vodarenstvi.cz [online]. [cit. 2016-01-14]. Dostupné z: <http://www.vodarenstvi.cz/clanky/veskere-zdroje-pitne-vody-jsou-dukkladne-chraneny>
- [2] AUGUSTYN, T., Energy efficiency and savings in pumping systems: –the holistic approach. In: *Southern African Energy Efficiency Convention*. Gauteng, South Afric, 2012, s. 51-57. ISBN 978-1-4673-5228-4.
- [3] ROSMANN, Lewis. *Epanet 2 User's Manual*. Cincinnati : U.S. Environmental protection agency, 2000. 200 s.

Je možné ochrániť kvalitu vody pred znečistením z potrubia?

Ing. Zuzana Bratská

RÚVZ so sídlom v Košiciach, Ipeľská 1, 040 11 Košice, e-mail: bratska@ruvzke.sk

ÚVOD

Ochrana vodovodu vo vnútri budov proti možnému znečisteniu je v SR normatívne upravená, a to STN 73 66 60 Vnútorne vodovody. Tzv. spätné klapky chránia verejný vodovod pred znečistením len v určitých prípadoch, a to tam, kde sú v budove inštalované bežné výtokové armatúry a zariadenia. Citovaná norma je podkladom na návrh ochranných jednotiek proti znečisteniu vody dodávanej systémom verejného zásobovania v nadväznosti na vplyv spätného prúdenia vody. V zákone o verejných vodovodoch a verejných kanalizáciách sa hovorí, že verejný vodovod je súbor objektov a zariadení slúžiaci verejnej potrebe, umožňujúci hromadné zásobovanie obyvateľstva a iných odberateľov vodou. Hromadné zásobovanie vodou je definované pre viac ako 50 osôb alebo z vodného zdroja, ktorého priemerná denná produkcia je viac ako 10 m³ za deň. Za verejný vodovod a ani jeho súčasť sa nepovažujú vodovody, ktoré slúžia na samostatné zásobovanie objektov a zariadení vodou. Do toho zahrňujeme aj vodovodné prípojky z hlavného privodného radu, kde vlastník vodovodnej prípojky je povinný zabezpečiť jej vybudovanie tak, aby nebolo možné znečistenie pitnej vody vo verejnom vodovode a aby nedošlo k zmiešavaniu vody z iného vodného zdroja. Takáto situácia by predstavovala.

V súvislosti s kvalitou pitnej vody dodávanej systémom hromadného zásobovania zaznamenávame v posledných rokoch na regionálnych úradoch verejného zdravotníctva zvýšený počet sťažností v nadväznosti najmä na zmenu tzv. senzorických vlastností pitnej vody (zákal, zápach). Ide najmä o koncových odberateľov, kde nie je zrealizované zaokruhovanie verejného vodovodu, resp. o sťažnosti občanov zo starších obytných budov a sídlisk, kde prestarlé obyvateľstvo najmä z hľadiska ekonomických dôvodov šetrí spotrebou pitnej vody v domácnostiach. Taktiež sa občania sťažujú na kvalitu vody, a to v súvislosti s odstraňovaním porúch, odstavením dodávky pitnej vody a následným obnovením dodávky. V tejto súvislosti dochádza najmä k zvýšeným zákalom, strhávaní inkrustov zo staršieho potrubia a samozrejme k zmene senzorických vlastností dodávanej vody (hlavne v ukazovateli farba a zákal).

Šetrenie pitnou vodou je vo vyspelej civilizovanej spoločnosti aktuálna záležitosť. Jednak preto, že cena pitnej vody neustále rastie a tiež dochádza ku zmene klimatických pomerov. Zaznamenávame menej zrážok v našich podmienkach, klesajú hladiny potokov, riek a vodárenských nádrží. To je jedna z príčin, kedy môže dôjsť k zmene kvalitatívnych vlastností dodávanej vody systémom verejných vodovodov.

Skúsme si teda rozobrať niektoré technické príčiny negatívnych javov vo verejných vodovodoch a zaoberať sa možnosťami ich eliminácie.

➤ *V zásade príčiny znečistenia vody vo vnútri budov môžeme rozdeliť:*

1. Spätný prietok vody – pri ňom môže nastať nasatie vypúšťanej vody opätovne do vodovodného systému. Môže sa to stať napríklad pri ponorení sprchy do napustenej vane a súčasnom vypúšťaní vody z vane. Spomínaný problém môže nastať aj v novej bytovej výstavbe, kde v súčasnosti dominujú polyfunkčné objekty (nachádzajú sa v nich aj prevádzky poskytujúce služby, kaderníctva, zubné ambulancie, reštaurácie a pod.) – je treba zabezpečiť vodovodný systém zodpovedajúcimi stavebno-technickými ochrannými jednotkami.
2. Prepojenie vlastného zdroja a verejného vodovodu. Takýto problém sa vyskytuje najmä tam, kde sa stavia nová vodovodná sieť a kde v rodinných domoch využívali obyvatelia vlastné vodné zdroje zväčša neznámej kvality. Pri prepojení vnútorného vodovodu na verejný sa voda z vlastnej studne necháva ako rezerva a pri nesprávnom technickom zabezpečení môže skontaminovať vodu v celom rozvodnom systéme. Príklad – v obci Sokol' (cca 1000 obyvateľov) v okrese Košice okolie v roku 1990 v letných mesiacoch ochorelo 16 ľudí (obyvatelia 3 rodinných domov) na gastrointestinálne potiaže, pričom bola zistená masívna kontaminácia pitnej vody vo verejnom vodovode a bolo riešené náhradné zásobovanie pitnou vodou v obci cisternami. Sú praktické skúsenosti, že sa voda vo vlastnej studni nekontroluje systematicky tak, ako voda vo verejnom vodovode, a preto odborníci odporúčajú zvoliť radšej dvojitý rozvodný systém (zvlášť pre zariadenia pre osobnú hygienu – kúpeľňa, WC, zvlášť do kuchyne, kde sa voda využíva výlučne na pitné účely).
3. vplyv vonkajších faktorov – tekutiny z ústredného vykurovania, klimatizácie, voda z uzatvorených okruhov napr. dažďová alebo odpadová voda. Na miestach, kde je možný kontakt pitnej vody s inými tekutinami – u nás sa takmer nevyskytuje, musia byť inštalované vhodné stavebné ochranné jednotky.
4. materiály pre styk s pitnou vodou – ide tu o problém vzájomného vplyvu konštrukčných, konzervačných a spojovacích materiálov, ktoré môžu mať vplyv na kvalitu vody. Taktiež tu ide o vplyv vody s vymedzenou – časovo obmedzenou kvalitou na rozvody a vplyv vnútorného povrchu rozvodného materiálu na kvalitu vody. Vplyv vody s vymedzenou kvalitou na rozvody sa prejavuje zrýchlenou koróziou materiálov alebo ako ukladanie látok z vody v potrubí (inkrusty). Korózný účinok vyvoláva prirodzená korozívnosť vody alebo nepriaznivá zmena kvality vody počas úpravy, zmeny v zložení kvality vody pri zohrievaní vo výmenníkoch alebo zásobníkoch tepla. Korózia môže nastať pri výstavbe rozvodu, kde sa používajú materiály s rôznymi vlastnosťami, napr. oceľové pozinkované, medené rúry a tvarové vložky, kde na spojnicach vznikajú korózne elektrické mikročlánky. Ukladanie látok z vody v potrubí nastáva pri nadmernej tvrdosti vody, pri zmene jej teploty a pri nízkej rýchlosti prúdenia – koncovky (nezukrohovaný systém, zaslepené potrubia a pod).
5. Stagnácia vody – výskyt príliš nízkej rýchlosti prúdenia vody v potrubíach (predimenzovaný priemer potrubia), zastavenie vody na istú dobu – ide tu najmä o úseky rozvodu, ktoré sa používajú zriedka, ako sú zaslepené časti vnútorného rozvodu, samostatné rozvody požiarnej vody, havárie a pod. Tu nastáva zmena kvality vody v dôsledku väčšej stagnácie a koncentrácie rozpustených látok, či

k rozmnožovaniu baktérií. Dôležité v tejto súvislosti je mať na zreteli použité materiály, ako aj fyzikálno – chemické zloženie vody, počas ktorého voda stojí. Špecifickým prejavom stagnácie vody je jej pomalé alebo prerušované prúdenie na úsekoch verejnej vodovodnej siete, z ktorého sa pôvodne zásobovali už neexistujúce výrobné prevádzky alebo objekty. Nápravným opatrením pre tieto javy - častejšie preplachovanie potrubia, jeho odkalovanie a tiež odpojenie časti potrubí, ktoré sú nefunkčné.

6. Chybné alebo nedostatočné využívanie rozvodu – ide tu najmä o správne obsluhovanie a údržbu tých častí potrubia, ktoré chránia vodu pred spätným prietokom. Výrobcovia a dodávatelia pitnej vody, by teda mali pravidelne kontrolovať tieto zariadenia, s dôrazom na správnosť fungovania ochranných zostáv.

Záver

- nepriaznivým vplyvom všetkých zhrnutých príčin sa dá predchádzať z pozície výrobcov a dodávateľov pitnej vody, ktorí by mali pravidelne kontrolovať vodárenské zariadenia s dôrazom na správnosť fungovania ochranných zostáv,
- dôsledné dodržiavanie frekvencie kontrol vyplývajúcej z technických podmienok príslušných výrobkov určených pre vodárenstvo a príslušných technických noriem,
- na udržanie správnej kvality vody vo vodovodnom systéme je treba taktiež zabezpečiť vplyv spätného prietoku, a to v dôsledku náhleho zníženia tlaku vo vodovodnej sieti, ktorý môže byť spôsobený zatvorením alebo otvorením armatúry, prasknutím potrubia, veľkým poklesom tlaku, napr. pri nadmernej spotrebe vody v systéme, veľkým bodovým odberom napr. z protipožiarného hydrantu a pod.,
- tiež je dôležité z hľadiska technických opatrení zabezpečiť verejný vodovod tzv. ochrannými jednotkami na rozvod pitnej vody, ktoré slúžia na reguláciu tlaku vody v potrubí (rodinné domy), a tým sa zabezpečí požadovaná kvalita vody určenej na ľudskú spotrebu pri doprave k spotrebiteľovi.

Literatúra

Valášek J. a kol.: Ochrana pitnej vody vo vodovodných rozvodoch pred znečistením, vydavateľ aurius@2003

Korozní odolnost trub z tvárné litiny v agresivním horninovém prostředí a proti vlivu bludných proudů

Ing. Krejčí Petr

Duktus litinové systémy s.r.o

Úvod do problematiky

Korozní prostředí v České republice je velmi významné. Tento příspěvek se zabývá širokým hodnocením vlivu agresivního horninového prostředí a bludných proudů na potrubí z tvárné litiny. Objasňuje důvody spolehlivého dlouhodobého provozu stávajícího potrubí ze šedé litiny a její dlouhodobou životnost a zaměřuje se na dostupné vnější protikorozní ochrany vyráběných trub z tvárné litiny.

Jak jsem již mohl poznat, vyskytuje se u nás mnoho různých názorů, nápadů a různých smyšlených teorií. Většinou to je tak, že za nimi není nic jiného, než naklonit si přízeň investorů a prodat výrobek a to bez ohledu na správnost řešení. Rád bych zdůraznil, že účelem tohoto příspěvku není argumentovat proti tvárné litině, jak by si to někdo mohl po svém vysvětlit, popř. zneužít ve svůj prospěch (jako tomu bylo v minulosti), ale objektivně objasnit příčinu vzniku koroze a její problematiku, zhodnotit v minulosti používané materiály a porovnat se současnými dostupnými způsoby ochrany a zpřesnit jejich použití pro konkrétní účel. Chtěl bych dosáhnout toho, aby každý, kdo má vliv na rozhodnutí, jaký materiál bude použit k ochraně potrubí z tvárné litiny před bludnými proudy, měl dostatek objektivních informací a mohl se svobodně, kvalifikovaně a bez nátlaku rozhodnout.

Svým způsobem negativně vedená kampaň proti našim certifikovaným výrobkům, nám dala důvod se úzce zaměřit na problematiku bludných proudů v České republice a být prvními, kdo vyjde s pravdou ven a předloží argumenty. Před čtyřmi lety jsme se setkali s negativními ohlasy na odborný laboratorní posudek znalce v oboru katodické protikorozní ochrany z Německa. Tento posudek zkoumal funkci ochrany potrubí z tvárné litiny na bázi vnějšího obalu z cementové malty z vysokopecního cementu, vyztuženého plastovou síťovou bandáží. Závěr práce jednoznačně toto potrubí jako ochranu proti bludným proudům schválil. Pro potvrzení těchto závěrů, jsme se tedy rozhodli udělat pokus přímo na pokusném poli v reálných podmínkách a navíc na českém území. Ve spolupráci s fakultou elektrotechniky ČVUT jsme provedli dvouleté zkoumání na potrubí s vnějším cementovým obalem uloženým v zemi v podmínkách vyskytujících se v korozním prostředí v Praze, ale s intenzitami proudů mnohonásobně vyššími než jsou obvyklé hodnoty. To z toho důvodu, aby se účinky proudů mohly za relativně kratší období dostatečně projevit. Závěr práce jednoznačně toto potrubí jako ochranu proti bludným proudům schválil. Pro naprostou objektivitu před odbornou veřejností a ochranu proti nařčení, že nemluvíme pravdu, že norma ČSN EN 545:2015 je špatně napsaná, že naše potrubí s vnějším cementovým obalem normě neodpovídá atp. (někteří z vás, kteří čtou tento příspěvek, se s těmito nařčeními jistě setkali), jsme na základě výše zmíněných zkoumání, zadali vyhotovení odborného soudně znaleckého posudku.

Tím vyvrcholilo naše čtyřleté snažení a posudek potvrdil dosavadní zkoumání.

V dalším textu tohoto článku se budu zabývat detailnější problematikou. Naše práce kromě úspěšného zkoumání vlivu bludných proudů na potrubí z tvárné litiny potvrdila výsadní postavení a výsadní roli, kterou zaujímá potrubí z tvárné litiny ve vodárenství. Lze nadále konstatovat, že tvárná litina je ten nejlepší materiál s nejdelší životností pro vodovody, ale stejně tak i pro speciální řešení při výstavbě kanalizací.

Problematika potrubí ze šedé litiny a jejich ochrany a dalších vlastností v kontextu s tloušťkou stěn

Dříve než začneme posuzovat potrubí z tvárné litiny, je vhodné se zaměřit na léty prověřené potrubí ze šedé litiny. Jak známo, potrubí ze šedé litiny bylo na začátku 20. století jedním z nejčastěji využívaných trubních materiálů ve vodárenství a přibližně 80% těchto trubních systémů je u nás provozováno dodnes¹. Z praxe jsou známy případy přivaděčů ze šedé litiny např. I. Březovského vodovodu v délce 57 km, který byl uveden do provozu přibližně v r. 1913, dále pak výtlačných řadů z ÚV Káraný na vodojem Flora v délce 24 km atd., na kterých lze po 100 letech provozu ukázat jejich bezporuchovou funkci a v případě Březovského vodovodu je odhadovaná provozní spolehlivost a životnost ještě na další desítky let². Pozorný čtenář toho příspěvku si nutně musí položit otázku, jaká je příčina takto dlouhé životnosti těchto potrubí ze šedé litiny? Oba řady totiž procházejí z hlediska korozního ohrožení exponovaným územím, v případě přivaděče Káraný – Flora je na trase ss železnice Praha – Kolín, na Vinohradech ss tramvajová trať a také metro trasy A.....a přesto, zde dochází k minimálním poruchám a i po 100 letech provozu se životnost stávajícího potrubí odhaduje na dalších 50 let. V případě Březovského vodovodního přivaděče se v posledních letech objevuje porucha velmi zřídka^{2,3}.

Potrubí ze šedé litiny je vesměs holé potrubí, jelikož původní asfaltový nebo dehtový nátěr není považován za bariéru proti koroznímu prostředí. Jak je tedy možné, že holé potrubí vydrží v zemi tak dlouhou dobu a je v tak kvalitním stavu a provozuschopnosti, že se neuvažuje o jeho výměně? Vesměs se jedná o jednoduché principy:

- V rámci zachování mechanických vlastností, a nepřímo také kvůli tehdejší možnosti výroby, bylo potrubí ze šedé hrdlové litiny vyráběno až s dvojnásobnými tloušťkami stěn než u potrubí z tvárné litiny.
- Holé potrubí umožňuje plošnou, rovnoměrnou korozi po celém vnějším povrchu trouby, bludný proud má tedy nízkou hustotu na jednotku plochy a v kombinaci s dvojnásobnou tloušťkou stěny zajišťuje dlouhodobou životnost. Plošná rovnoměrná koroze je až 48x nižší než bodová nepřípustná koroze, která přímo zapříčiňuje perforaci potrubí. Při plošné korozi dochází k rovnoměrným úbytkům kovu se stejnou rychlostí.
- Kvalitní a poctivá výstavba včetně těsnění hrdel. Hrdla byla těsněna olověnou zálivkou, přesto se nejedná o elektricky spojitý vodič (kvůli přechodovým odporům v hrdlech). Potrubí tedy stahuje méně interferenčních a bludných proudů.

Tyto faktory potvrzují léty prověřené a ve skutečných podmínkách uložené řady Březovského a Káranského vodovodu a můžeme z nich vycházet. Je však nutné rozlišovat potrubí ze šedé litiny z období 1. pol. 20. století a ze sedmdesátých a osmdesátých let 20. století. Nejvíce poruch vykazují potrubí ze šedé litiny z Polska, dovezené právě v 70. a 80. letech, kdy hrdla byla navíc těsněna hliníkovou vatou. Také

práce odvedená při výstavbě nebyla tak kvalitní a zejména při výstavbě sídlišť v rámci akce Z se příliš nedbalo na kvalitu.

Dnes se trouby ze šedé litiny již nevyrábí, resp. není nutné je vyrábět. Při mechanické odolnosti moderních materiálů jako je např. tvárná litina, převyšující litinu šedou, by bylo neekonomické garantovat korozní odolnost korozním přídavkem, který významně převyšuje nutnou tloušťku stěn potrubí. To však neznamená, že se má ustupovat tlaku na výrobu tenkých trubek. Je žádoucí řešit korozní odolnost potrubí novým způsobem.

Problematika potrubí z oceli a jejich ochran, porovnání s dalšími produktovody, katodická ochrana potrubí

Efektivní a ekonomické protikorozní ochrany se dosahuje současnou aplikací ochranných povlaků a katodické ochrany. Základem je vždy pasivní ochrana, tj. izolace ocelových potrubí, která odděluje kovový povrch od agresivního horninového prostředí. Všechny typy používaných izolací i továrně vyráběných např. na bázi extrudovaného stabilizovaného vysokotlakého PE v tl. 3,5 mm mají pouze omezenou odolnost vůči mechanickému poškození rázem. Z tohoto důvodu ocelová potrubí pro plynovody, ropovody, vodovody a další produktovody musí být opatřena katodickou ochranou. Katodická ochrana totiž eliminuje korozní proces v místě bodového poškození izolace. Aktivní ochrana lze použít pouze u ocelových svařovaných potrubí, protože se jedná o elektricky spojitá potrubí. Poškození rázem vzniká při dopravě a manipulaci s potrubím, skladováním na trase, montáži, zpětnému zásypu, hutnění atd.

Pro ocelové vodovody opatřené katodickou ochranou a asfaltovou izolací o tl. 4 – 6 mm s rázovou pevností okolo 20 Joulů na území Prahy, je podle šetření v terénu průměrný počet defektů izolace na 1 km = 14 ks. Pokud by nebyla aplikována katodická ochrana, během 20 let by došlo k proděravění (perforaci) potrubí v místech s porušenou izolací vlivem působení bludných proudů. Doba, kdy dojde k perforaci je rychlejší než u holého potrubí (viz. šedá litina) vzhledem k vyšší hustotě korozního proudu v místě poškozené izolace. Tento jev se nazývá bodová koroze, která je na rozdíl od plošné koroze nepřijatelná. Platí pravidlo, že čím menší (okem neviditelné) porušení izolace, tím nebezpečnější z hlediska perforace potrubí. U plynovodů je stanoveno, že rázová odolnost izolace musí být větší než 20 Joulů.

Problematika potrubí z tvárné litiny a jejich ochran

Co se týče ochrany potrubí z tvárné litiny, lze zde využít poznatky týkající se funkce ochrany šedé litiny i ocelových potrubí. Jestliže je kovové potrubí opatřené izolací na vnějším povrchu, která je v kontaktu s korozním prostředím, je korozi ohrožena pouze plocha v místech defektů této izolace. Podle poznatků z provozovaných ocelových plynovodů, ropovodů, produktovodů a vodovodních přivaděčů existují více nebo méně odolné izolace s pasivní ochranou proti různým vlivům. Nepodařilo se dosud vyrobit potrubí s izolací, u kterého by po uložení do země nebyly na některých místech zjištěny defekty v izolaci. Z tohoto důvodu nedílnou součástí opatření proti korozi u těchto potrubí je katodická ochrana v různých modifikacích podle korozní situace v trase potrubí. Základním předpokladem pro použití katodické ochrany (aktivní ochrany) je elektrická spojitost potrubí⁴, což bývá splněno u ocelových potrubí spojovaných svařováním. V případě litinového potrubí s hrdlovými spoji uvedená podmínka není splněna (pryžové těsnění v hrdlech), takže z hlediska korozní odolnosti a dlouhodobé životnosti potrubí jsou k dispozici pouze dvě antikorozní techniky:

- Kvalitní ochranné povlaky (cementový obal, asfalt, zesílené PE nebo PUR)
- Zesílení stěny potrubí (korozní přídavek), což bylo splněno u potrubí ze šedé litiny (prioritní byly důvody mechanické odolnosti).

Při navrhování izolačního povlaku na vnější povrch potrubí z tvárné litiny vyvstává otázka: Jakým způsobem omezit korozní proces u potrubního systému, kde nelze použít katodickou ochranu a přitom je známo, že všechny použitelné izolační systémy na bázi termosetů či polymerů mají malou rázovou odolnost?

Výrobci trub z tvárné litiny, vyvinuli pasivní ochranu trub z vrstvy cementové malty v tl. 5 mm podle EN 15 542 pro nejtěžší korozní podmínky. Byl zde využit poznatek termodynamické stability železa a jeho oxidů při uložení ve vlhkém prostředí v rozmezí pH 9-13. Průtok korozního proudu mezi povrchem oceli (tvárné litiny) a vlhkým betonem omezuje elektrochemická bariéra. Průměrný potenciál na rozhraní kov-beton při pH = 12,8, je v úrovni úplné katodické ochrany. To má za následek, že do určité hustoty anodového proudu se vliv bludných proudů neprojevuje.

Například pro ocelovou výztuž v betonu z portlandského cementu (beton C16/20) při hustotě $J_{kor} \leq 60 \text{ mA/m}^2$ neprobíhá koroze výztuže⁵.

Tyto poznatky jsou využívány zejména při zakládání výškových budov poblíž stanic metra, které jsou zdroji bludných proudů. Ocelová výztuž v základových deskách je zde také chráněna betonem, který vytváří pro výztuž neškodné zásadité prostředí. Proto je beton pro stavebnictví tak a ojedinelá stavební hmota.

Cementový obal na troubách z tvárné litiny má pevnost v tlaku $p=65 \text{ MPa}$, což vysoce překračuje mechanickou odolnost všech známých izolačních povlaků. Podle poznatků vytváří cementový obal předpoklady pro plošnou (rovnoměrnou) korozi a téměř vylučuje důlkovou (pittingovou) korozi, která je běžná v místech s porušeným izolačním povlakem. Je zde určitá analogie s potrubím ze šedé litiny, a sice v tom, že větší tloušťka stěny potrubí je nahrazována izolačním systémem, který poskytuje komplexní ochranu. Ověření izolačních parametrů cementových povlaků, bylo provedeno v již zmíněných laboratorních podmínkách i v poloprovozních podmínkách na pokusném poli, viz. úvod. Analogii se šedou litinou lze také nalézt v elektricky nespojitých hrdlových spojích, kdy potrubí z tvárné litiny využívá pryžové izolující těsnění, které má vzhledem k interferenčním proudům stejný vliv jako olověná zálivka pro potrubí ze šedé litiny. Jiná situace nastává u jištěných spojů, kde dochází k propojení hrdel potrubí jistícími mechanizmy a proto je nutné cca po 30 m délkách přerušit nashromážděné bludné proudy na liniové konstrukci standardním pryžovým těsněním. Použitím krycí termosmrštitelné nebo převlečné gumové manžety lze také přispět ke zvýšené ochraně potrubí a spojů.

Ochranné povlaky musí mít živostnost stejně dlouhou jako potrubí, tj. min. 80 let, protože obnova izolace potrubí uloženého v zemi popřípadě rozsáhlejší oprava je velmi nákladná. Z aplikací izolačních materiálů, dochází k výskytu některých problémů, které jsou spojeny způsobem zeminy na izolace. Jsou jimi zejména mechanické vlivy zeminy na izolace spočívající v:

- V rázovém působení při záhozu potrubí
- Zatlačování půdních částic (kamenů) do izolace při sedání zeminy ve výkopu

- Ve stresovém působení zeminy vyvolávaném různými faktory: pohybem potrubí, vysušováním půdy, změnou teploty, ale i působením vegetace

Snížení nebezpečí poškození izolace se také dosahuje uložením potrubí do pískového lože⁶. Místo písčitých zemin s dovolenou rázovou prací $> 2 \text{ J}$ je často aplikován zához, který je „po ruce“. Objevují se i případy, kdy zástupci některých výrobců potrubí z tvárné litiny v rámci ekonomické úspory na podsypových a obsypových materiálech, doporučují pokládku trub do výkopu bez ochranného pískového lože. Už si však neuvědomují, že se dělník na stavbě nebude natolik namáhat, aby rýhu dokonale začistil. To znamená, že při použití jiných ochranných povlaků, než cementové malty, které mají nízkou rázovou odolnost, může díky této technologické nekázni dojít k porušení těchto povlaků a k vytvoření podmínek pro bodovou korozi.

Závěr

Problematika bludných proudů je velmi obsáhlá a zasluhuje si otevřenou a férovou diskuzi. Podstata spočívá v rázové odolnosti izolací a povlaků. Porucha na vodovodní síti nemá tak fatální následky jako na plynovodu, ale i tak se jedná o dopravu důležité suroviny.

Je nutné si uvědomit způsob koroze na potrubí ze šedé litiny, ochranu ocelových potrubí a na základě těchto informací volit i správnou ochranu dle její funkce a využití na potrubí z tvárné litiny. Zda chceme zajistit maximální možnou životnost potrubí, zda je v silách dozoru stavby uhlídat manipulaci s trubkami s nízkou rázovou odolností, zda jsou schopni kontrolovat technologickou kázeň při pokládce a obsypu atd. Nabídka ochrany k dispozici je.

Věřím, že tento příspěvek pomohl objasnit tuto problematiku, která bude řešena ne tlakem od dodavatelů, ale rozumným myšlením odpovědných osob.

Aniž bych chtěl snižovat znalosti některých korozních techniků, jejichž úkolem je správně provést měření ZMO půdy a hustoty proudu v zemi, ale dokud ani oni nepochopí podstatu této problematiky, neměli by se ve svých zprávách z měření vyjadřovat k návrhu vnějších protikorozních ochrany potrubí. Mnohdy jsou jejich názory zavádějící, zvláště vezmeme-li v úvahu, že za jimi navržené doporučení nenesou žádnou zodpovědnost.

Literatura

- [1] Coufal M.: Trubní materiály používané pro výstavbu vodovodů v historii. Konference Voda Zlín, Sborník referátů, 03/2014
- [2] Višcor P.: 100 let I. březovského vodovodu, Sovak 5/2013
- [3] Berka J. – Vožeh A. – Herčík L.: ÚV Káraný – posouzení technického vybavení 1. A 2. Výtlačného řadu pro zpětný proplach – technická opatření, Sborník příspěvků XVIII mez. Vod. Konference 03/2014
- [4] Polák J.: Katodická protikoroze ochrana a způsoby snižování koroze bludnými proudy, Chemoprojekt 1992
- [5] Polák J.: Odolnost železobetonových konstrukcí proti agresivnímu prostředí a proti bludným proudům, ČKAIT Praha 2015
- [6] Městské standardy vodovodů a kanalizací na území hl. m. Prahy: Vodárenská část, 3. Aktualizace, 10/2015

Využití webových technologií pro provoz vodárenského dispečinku

Ing. Josef Fojtů

QLine a.s., tel.: 604 223 671, fojtu@qline.cz, www.telemetrie.cz

Príspevek se zabývá aplikací nových postupů a využitím nových zařízení při řešení dispečerských systémů ve vodárenství. Ve svém příspěvku se zaměřím na dvě aktuální témata:

- **Responzivní řešení webových stránek pro chytré telefony**
- **Využití technologie internetu věcí (IoT-M2M) pro dálkové odečty vodoměrů**

Každý den jsme svědky, jak se internet bouřlivě vyvíjí. Vznikají nové webové nástroje a služby, které mění pohled na řešení dispečerských systémů. Trendem posledních let je pronikání kyberprostoru do fyzického světa a jeho ovlivňování, které dosud známe jen z vědeckofantastických povídek. Typickým příkladem je rostoucí vliv sociálních sítí na svět lidí. Jejich obdobou v technologickém světě je nastupující internet věcí, který je kromě chytrých měřidel a přenosových sítí spojován s technologiemi cloudu a webových služeb. Znakem současnosti je především rostoucí všudypřítomnost internetu. Rozšiřují se i možnosti připojených zařízení, aktuálně zejména při dálkových odečtech měřidel energií. Zde všude můžeme hledat další potenciál pro rozvoj dispečerských systémů v nadcházející budoucnosti.

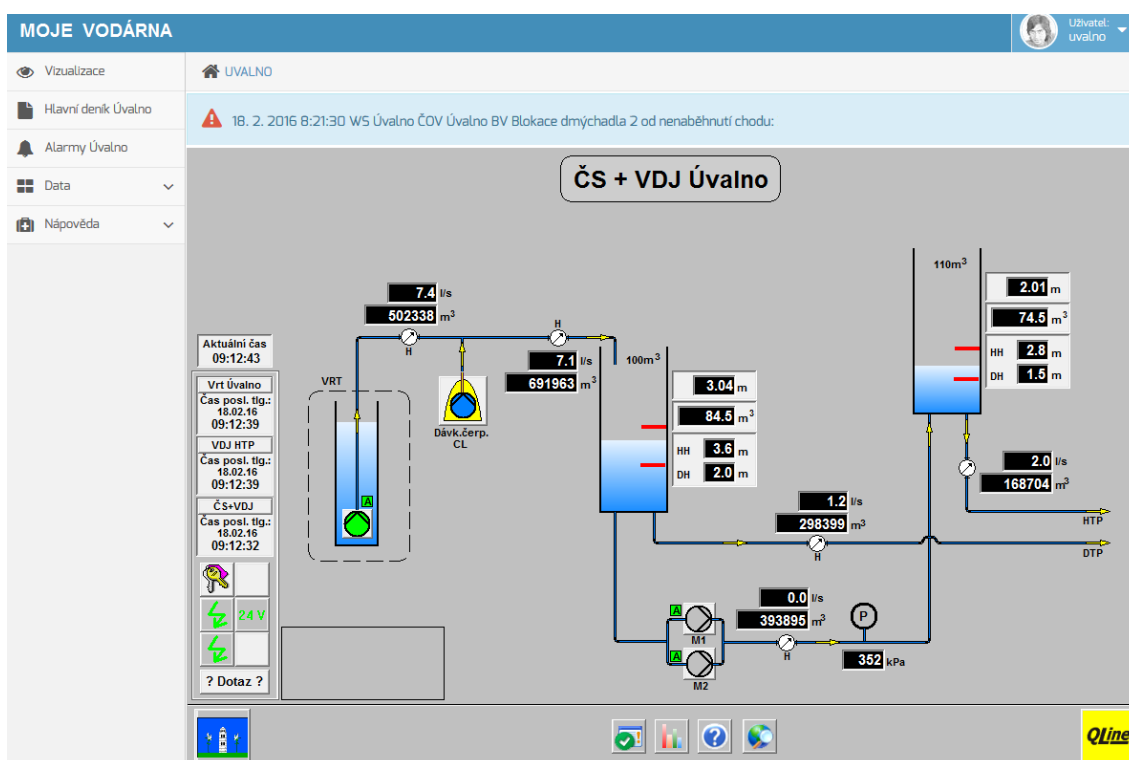
Responzivní web je univerzální platformou pro prezentaci informací.

Rovněž na tomto vodárenském fóru ve Zlíně byla v minulých ročnících diskutována problematika využití zařízení připojených na internet, jako jsou chytré telefony a tablety pro vodárenskou praxi. Takže víme o obecném problému, která mají malé obrazovky mobilních zařízení se zobrazením běžných stránek firemních intranetů. Tyto weby sice obsahují řadu užitečných informací, nicméně jejich zobrazení na telefonu je nepřehledné a navigace funkcí obtížná. Reakcí vývojářů SW na tyto potíže je vytvoření technologie tzv. responsivního webu.

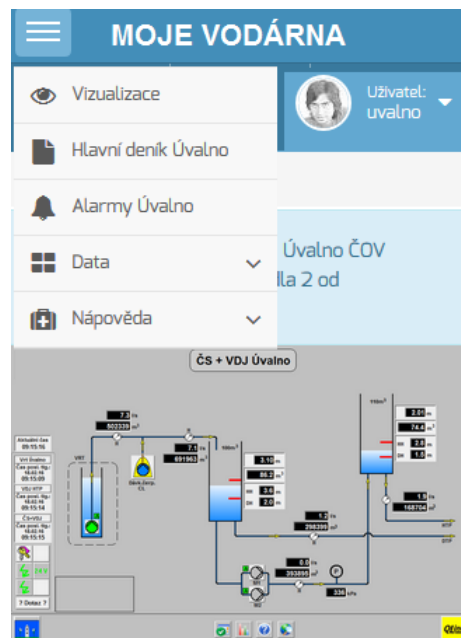
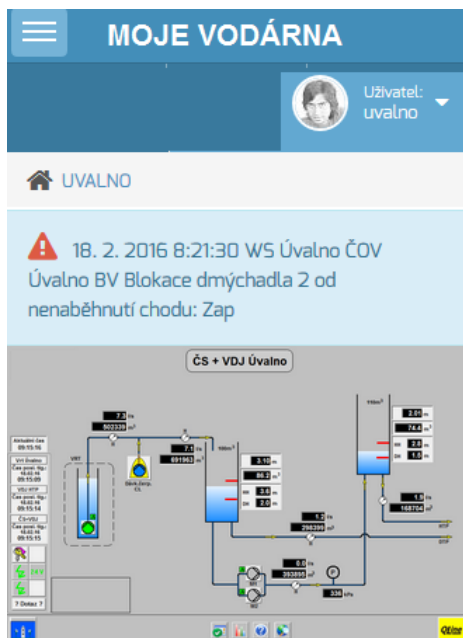
Oč v této technologii jde. Ve stručnosti řečeno, jedná se o takovou interaktivní schopnost webového serveru, který automaticky rozpozná typ přistupujícího koncového zařízení (stolní počítač, tablet, chytrý telefon). A podle typu zařízení připraví uživateli kód zobrazované stránky, dle možnosti jeho zobrazovače. U desktopu je stránka zobrazena ve výchozí podobě beze změn, u dotykových obrazovek chytrých telefonů dochází k přeskupení hlavních prvků stránky v rámci navigační hierarchie, typicky jsou nabídky automaticky sbalovány a rozbalovány, tak aby obsah obrazovky byl vždy čitelný a přehledný. Zůstává zde zachována schopnost plynulého zvětšování a zmenšování obsahu stránky, takže ovládání zůstává snadné a intuitivní.

Jak praví zdroj Wikipedie: „Responzivní web design (anglicky Responsive web design) je pojem, se kterým přišel americký programátor Ethan Marcotte. Jedná se o způsob stylování HTML dokumentu, které zaručí, že zobrazení stránky bude optimalizováno pro všechny druhy nejrůznějších zařízení (mobily, notebooky, netbooky, tablety atd.). Především díky vlastnosti Media Queries, lze rozpoznat vlastnosti zařízení, na kterém je stránka prohlížena a přizpůsobit tak samotnou stránku a její obsah.“

Takto vypadá stránka dispečerského SW na stolním počítači:



A zde vlevo je podoba stejné obrazovky na chytrém telefonu:



Vidíme, že obsah má jinou strukturu, sekce s nabídkou (na desktopu v levém sloupci) je sbalena pod ikonou  v levém horním rohu. Kliknutím se nabídka rozbalí do stejné podoby jako u desktopového zobrazení. S dotykovým displejem jinak pracujeme běžným způsobem pomocí gest a menu.

Responzivní web design má tři základní úrovně řešení:

- Flexibilní struktura. Responsivní struktura stránky reaguje na různé šířky nej-různějších zařízení.
- Flexibilní obrázky. Technika flexibilních obrázků zajistí, že obrázky se budou přizpůsobovat stejně tak, jako samotná struktura stránky.
- Media Queries. Jsou to pravidla, díky kterým lze měnit stylování dokumentu v závislosti na šířce obrazovky zobrazovaného zařízení.

Kromě čitelné podoby zobrazení je hlavním přínosem responsivního webu fakt, že se jedná o jedinou webovou aplikaci s jedinou sadou obrazovek bez přidavných speciálních řešení pro chytré telefony a tablety.

Technologie internetu věcí a jeho využití pro automatické odečty vodoměrů.

Jednou z aktuálně diskutovaných technologických novinek je vize průmyslové revoluce 4.0, jejíž součástí je i tzv. internet věcí (internet of things). Díky již realizovaným pilotním projektům (České Radiokomunikace, T-Mobile) se zdá, že nástup této technologie do praxe je otázkou krátkého času. V zásadě se čeká na nabídku obchodních podmínek, za jakých bude možné tyto sítě využívat. Technický koncept dálkových odečtů IoT se svou architekturou zásadně neliší od předchozí generace zařízení, které využívají sítě GSM a GPRS. Podstatnou novinkou je jednak využití odlišného komunikačního prostředí („bezsimkové“ řešení) a skutečnost, že součástí služby přenosu dat je i jejich umístění do cloudu.



Ve stručnosti řečeno, použití technologie dálkových odečtů v internetu věcí předpokládá, že vodoměry v určité oblasti budou vybaveny inteligentními senzory s bezdrátovým přenosem do datového koncentrátoru. Inteligentní senzor je napájen z vlastní baterie. Montáž snímače je tedy snadná, spočívá v nasunutí/přípevnění na měřicí hlavici. Předpokládá se, že snímač je již v době montáže nastaven pro užití v síti konkrétního zákazníka, takže zařízení je ihned připraveno k použití. Datový koncentrátor (rovněž označován jako přijímač, základnová stanice, gateway) pak data hromadně přeposílá do odečtového centra, které nově v rámci architektury internetu věcí končí aplikačním rozhraním v cloudu poskytovatele, kde jsou v běžné podobě k dispozici oprávněným uživatelům.

Komunikační prostředí inteligentních měřidel

V současnosti jsou pro dálkové odečty masově využívány mobilní sítě 2. generace. Nejčastěji pomocí SMS, které jsou nenáročné na spotřebu energií. Nově se v rámci IoT nabízí několik dalších zajímavých technologií.

Název systému	Poskytovatel	Kmitočtové pásmo	Poznámka
SIGFOX	T-Mobile	868 MHz	
LoRa	České radiokomunikace	868 MHz	Možnost využití i dalších pásem
LTE-M	Mobilní operátoři	800 MHz	

Všechny výše uvedené technologie mají vysoký dosah a nízkou spotřebu energie. Dosah radiového signálu je dle charakteru zástavby řádově stovky metrů až jednotky kilometrů. Zabudovaná baterie je dimenzována na 10letý provoz (záleží na podmínkách a frekvenci komunikace). Publikované výsledky provozních testů na pilotních projektech systému Českých radiokomunikací (LoRa) i T-Mobile (SigFox) avizují také kvalitní dosah signálu jak ve venkovním pokrytí, tak uvnitř objektů nebo v podzemí. Přitom vysílací výkon je omezen na 100 mW (typicky 35 mW), což je taky základ dlouhé výdrže obou technologií v provozu na baterky: vysílají velmi krátký puls dat s minimálním výkonem. SigFox je omezen na 140 zpráv denně, čili zhruba jednou za deset minut. Počet základnových stanic potřebných pro pokrytí celé republiky odhaduje T-Mobile až na 500, Radiokomunikace na 350.

Prínosy IoT pro dálkové odečty měřidel:

- Rychlost nasazení a dostupnost přenosových sítí IoT.
- Odečtová síť je již přednastavena dodavatelem, takže po zapojení senzorů se může uživatel připojit do vyhrazeného prostoru do cloudu a má data k dispozici.

Oba výše uvedení operátoři přenosových sítí jsou ve svých prohlášeních vysoce pozitivní, nicméně skutečný rozsah využití ukáže reálný provoz v běžných podmínkách společně s celkovými náklady na odečtovou službu.

Společnost QLine je dlouhodobým partnerem vodárenských společností skupin Aqualia, Veolia, Ondeo, Energie AG. Kterým pomáhá při realizaci řady aplikací provozních informačních systémů a uvádění nových řešení do praxe. V příspěvku jsou využity zkušenosti z této praxe.

Řízená bezvýkopová metoda pokládky potrubních systémů podle GPS

Cimr Robin¹⁾, Šnajdr Daniel²⁾

¹⁾ IFK GmbH, r.cimr@ifk.at

²⁾ WAVIN Ekoplastik s. r. o., daniel.snajdr@wavin.com

Úvod

S opravami, rekonstrukcemi nebo výstavbou nových potrubí se můžeme setkávat v běžném životě téměř neustále. Pro eliminaci možných negativních dopadů této lidské činnosti na chod měst či venkova je proto zapotřebí využívat nejmodernějších metod pokládky. Jednou z těchto moderních metod bezvýkopové pokládky potrubních systémů je tzv. pluhování – metoda, která byla v minulosti využívána většinou pro pokládku sdělovacích kabelů. V zemích Evropské unie se tato metoda již několik let používá nejen při pokládce plynovodů, ale i jiných sítí technického vybavení, jakými jsou vodovody, sdělovací kabely, elektrické rozvody středního a vysokého napětí apod. Neočekávejme však, že by tato technologie výstavby zcela nahradila klasické metody výstavby. Lokalit, kde je a bude i v budoucnu potřeba využívat klasické metody výkopů, je stále mnoho.

Ať už jde o rozšiřování nebo posilování distribuční sítě, či o vybudování přípojek k novým průmyslovým zařízením, vždy se můžeme jako investor setkat s námitkami občanských iniciativ, anebo s požadavky legislativy ve vztahu k životnímu prostředí. Použitím technologie pluhování lze dosáhnout nejen významně nižšího zatížení okolní krajiny ale i výrazně snížit investiční či provozní náklady a snadněji splnit legislativní požadavky, které vyplývají z příslušných dokladů v rámci stavebního řízení.

Popis zařízení

Zaorávací sestavu tvoří výkonný tahač, zaorávací pluh, zaváděcí zařízení a odvíjecí jednotka. Odvíjecí jednotka může být jako nástavba na zaorávacím pluhu, na nákladním autě s přívěsem, nebo samostatně (metoda nekonečného pluhování). Variabilita nástaveb pluhu umožňuje pokládku trubek až do průměru 600 mm. V případě křížení s ostatními sítěmi lze pluhování přerušit, potrubí je tedy možno vyjmout v kterékoliv fázi pokládky. Pro zaorávání ve zvláště terénu je zaorávací pluh a zaváděcí zařízení vůči sobě pohyblivé. Při překonávání překážek (svahy, příkopy, jámy, měkké podloží) lze kola zaorávacího pluhu horizontálně přestavit z min. 1,9 m až na 5,5 m. Každé kolo je samostatně hydraulicky ovládané, což umožňuje pluhovat ve svahu se sklonem až 45°.

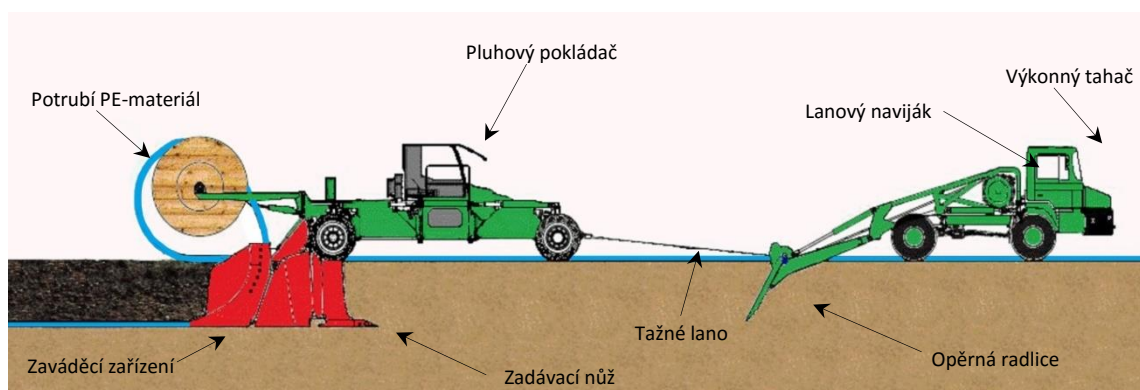
Popis potrubí

Pro pluhování platí podobná pravidla jako pro jinou bezvýkopovou pokládku potrubí. Z nabízených materiálů se nejčastěji používá potrubí z polyetylenu. Klasické materiály jako litina jsou u bezvýkopových technologií znevýhodněné požadavkem na pevnost v tahu, těsnost spojů a zároveň flexibilitu a ohebnost potřebnou pro provedení pokládky. Přesto lze použít i jiné materiály než PE, ale musí se počítat s vyššími náklady za spoje s jištěním proti posunu a vyšší cenou práce za metr pokládky. PE potrubí se pro bezvýkopové technologie vyrábí z materiálu PE 100 RC. Kvalitu a RC vlastnosti výrobce nejčastěji dokládá certifikáty PAS1075. Pro pluhování se přednostně využívá PE potrubí dodávané v návinech, což stavbu nejen zrychluje, ale minimalizuje počet spojů a možná rizika.

Popis pluhování

Pokud jsou k dispozici elektronické výkresy s geodetickými daty a provede se vytyčení trasy budoucího vedení, lze trasu zadat do řídicího počítače a pomocí referenčního bodu a řídicí jednotky je provedena bezvýkopová pokládka projektované polohy/hloubky potrubí s maximální přesností. Pro optimalizaci pluhování se provádějí průzkumné vrty (detekce skalních útvarů) a určuje se třída těžitelnosti podle ČSN 73 6133. Před samotným zahájením pluhování se potrubí rozvine podél trasy nebo je usazeno na odvíjecím zařízení. Zaorávací pluh je zapřažen za tahač, který odjede na délku tažného lana (maximálně 100 m), spustí opěrnou radlici a hydraulická jednotka lanového navijáku přitahuje pluh silou až 80 tun. V případě zemin třídy R6 – lehká skála (podle ČSN 73 6133), lze použít doplňkovou kladku a dosáhnout tak dvojnásobné síly. Další možnosti jak dosáhnout větší tažné síly je táhnout pluh pomocí dvou lan (tahače stojí vedle sebe). Požadované hloubky uložení se dosáhne startovací jámou nebo postupným hydraulickým zatlačováním. Špička zadávacího nože odtlačí zeminu od sebe a formuje tak pokládkové dno, na které se pomocí zaváděcího zařízení položí nové potrubí. Současně se do zářezu vsouvá výstražná fólie ve vzdálenosti 30 – 40 cm od horní stěny potrubí (vzdálenost je variabilní). Na povrchu zůstane jen tenký zářez, který se následně rekultivuje pásovým bagrem. Zemina tímto vytvoří „klenbu“ a následným prosakováním vody dojde k zanesení prostoru jemnými částicemi půdy. Trubka je tak zahalena v jemné zemině. Maximální šířka záboru je 3-4 metry, zaorání může být provedeno již od 1,5 m od překážky (svodidla, stromy, aj.). Podle místních podmínek je možno zaorat až 30 m za minutu.

Schéma pokládky potrubí metodou pluhování



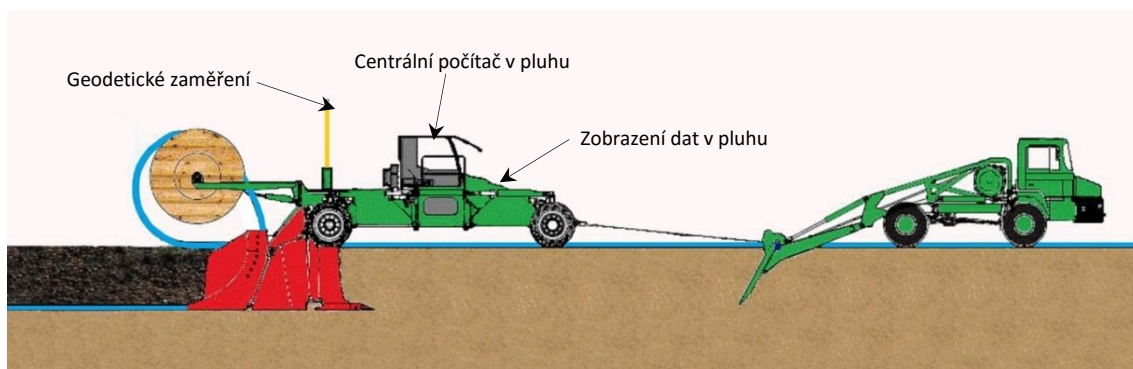
Metoda měření řízené bezvýkopové pokládky včetně dokumentace

U řízené bezvýkopové pokládky se kontinuálně kontroluje poloha a hloubka ukládaného média (potrubí, kabelu) s geodetickým zadáním trasy (takže je zaručena přesná poloha pokládaného média dle digitálních souřadnic a zároveň vyhotovena dokumentace skutečného provedení). Jako zaměřovací systém se používá buď pouze satelitní navigace (např. GPS), nebo Robotic Geolit (tachymetr) firmy Trimble (taky možné v kombinaci s GPS) s vyšší přesností měření.

U jmenované metody je na horním konci pluhovacího meče upevněný GPS-přijímač / optická prisma. Poloha prisky je elektronicky zaměřována Robotic Geolitem, který je schopen permanentně „sledovat“ prismu pomocí automatického natáčení a zaměřování.

Dodatečně jsou na podélné a příčné ose umístěné čidla pro zaměřování sklonu pluhu. Údaje o pokládce se pomocí čidel umístěných na pluhu elektronicky zpracovávají a sledují se odchylky oproti zadaným hodnotám – projektu. Vyhodnocovací software po pokládce poskytne přesná data pro zpracování dokumentace skutečného provedení. Systém okamžitého záznamu uložení potrubí poskytuje přesné vyznačení trasy potrubního vedení v katastrální mapě (včetně souřadnic) a přesný hloubkový profil, včetně znázornění skutečného gravitačního spádu.

Schéma řízené pokládky / zaměřování





Zobrazení a dokumentace dat v pluhu

clip0004 ered HyperCam 2
VIA SIKRING-A195260

PASSYS - gaenserndorf.pro

Datei Konfiguration Messmodus Kalibrierung Info Hilfe

Station [m] **1245.11** Messung Stop Protokoll Stop Manuell Speichern

Querversatz [m] **0.175** Höhendifferenz [m] **0.010**

Querneigung [%] **3.5** Schuhneigung [%] **-30.1**

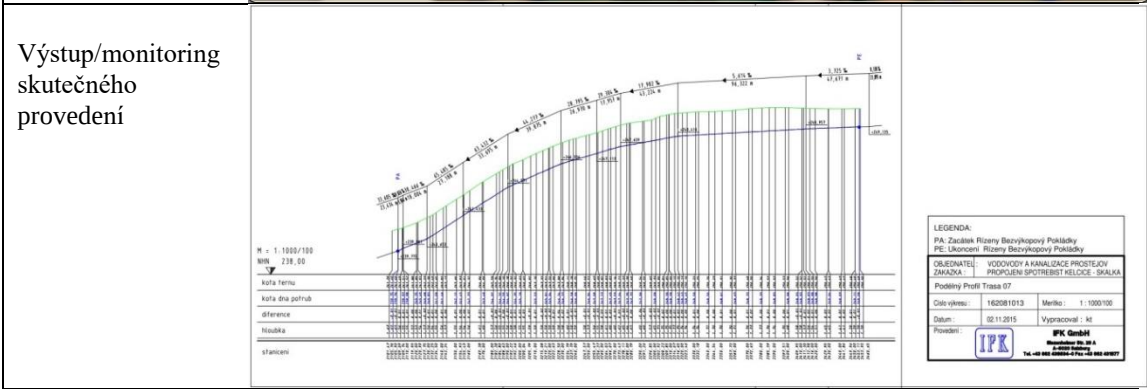
Tiefe [m] **2.55** Zugkraft

A 0.000N
B 0.000N
C 0.000N

GPS
Aktiv
Lösung
Satelliten 13
DOP 1.2
TH 4,540m
Disconnect

29241,380 352351,386 151,235
29241,675 352351,209 151,245
29241,970 352351,038 151,261
29242,254 352350,851 151,270

8.3,0.000,0.000,0.000,2.550,153.811,FIXED,1.2,-28.04,12:01:01,20-0



Projekt Kelčice Skalka

Typickou ukázkou výhod řízené pokládky vodovodního potrubí pluhováním, byl projekt realizovaný loni v listopadu nedaleko Prostějova. Projekt řešil propojení spotřebišť Kelčice a Skalka. Použité vodovodní potrubí průměru d160x14,6mm bylo vyrobeno z materiálu PE 100 RC. Výrobce byla společnost WAVIN Ekoplastik, která dodala i takto velké potrubí v návinech v délce 220 m, což na celé délce 4000 m znamenalo pouhých 17 spojů. Použití řízené pokládky pluhováním s GPS zaměřením znamenalo významné zkrácení doby výstavby s minimální škodou na zemědělský obdělávaném pozemku. Uložení potrubí s maximální přesností podle projektové dokumentace a dodržení požadovaného spádu bude mít vliv na budoucí provozování nového vodovodu investorem Vodovody a kanalizace Prostějov a.s.

Shrnutí

Bezvýkopových technologií pokládky potrubí nalezneme samozřejmě více a projektanti, kteří se na plánování projektů podílejí, vždy musí najít rovnováhu mezi technickým, provozním či finančním omezením. Optimální volba technologie může být s ohledem na konkrétní projekt jejich kombinací. Praktické ověřování ukázalo hlavní výhody této pokládky, kterými jsou rychlost pokládky (20x rychlejší než bagr s klasickým výkopem), redukce počtu stavebních jam, úzký pracovní pás, minimální manipulace se zeminou (není nutné řešit skrývku ornice, přesuny hmot, dodatečné úpravy terénu po „slehnutí“ zásypu atd.), minimalizace škod na zemědělských, ani k promíchání jednotlivých segmentů půdy plodinách (nedochází k výrazné změně profilu terénu, např. slehnutím), možnost pokládky více systému najednou (i vedle sebe s rozestupem), šetrnost k životnímu prostředí, minimální omezení dopravy, zkrácení doby „obtěžování okolí“ a v neposlední řadě snížení rizika krádeže pokládaných sítí a signifikantní finanční úspora.

Interpretace minimálních nočních průtoků ve vodovodní síti

Ing. Jan Ručka, Ph.D.; Ing. Tomáš Sucháček; Ing. Tomáš Zvejška

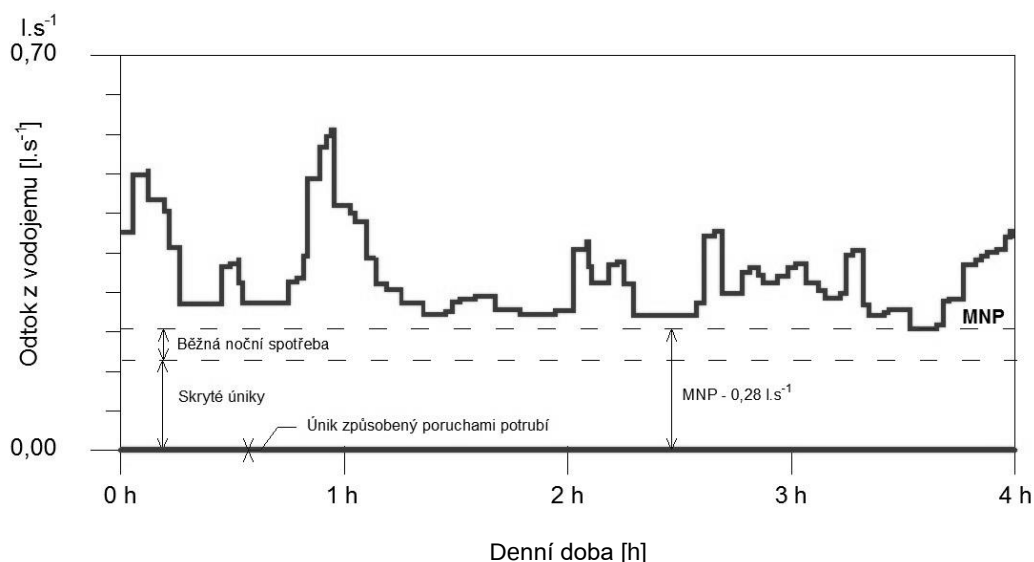
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí,
Žižkova 17, Brno, tel.: 604 794 350, e-mail: rucka.j@fce.vutbr.cz

Abstrakt: Příspěvek se zabývá problematikou ztrát vody ve vodovodních sítích. Na konkrétních případech tří různých vodovodních sítí jsou prezentovány ukázky měření odtoku vody z vodojemů v průběhu několika dní. Naměřené minimální noční průtoky jsou interpretovány v kontextu dalších ukazatelů ztrát vody, které se ve vodárenské praxi standardně používají. Pro jeden z ukázkových příkladů vodovodní sítě byla provedena také teoretická dekompozice minimálního nočního průtoku na jeho jednotlivé složky.

Minimální noční průtoky

Minimální noční průtok (dále jen MNP), který je zaznamenán v místě, kde voda vstupuje do vodovodní sítě, je jedním z nejdůležitějších ukazatelů, který umožňuje sledovat ztráty vody v síti [3]. Běžnou praxí vodárenských dispečinků je průběžný monitoring MNP ve vybraných místech sítě, což umožňuje rychle detekovat např. nově vzniklé poruchy s únikem vody. Před zahájením měření průtoků je nezbytná určitá technická příprava měřicího místa a zejména navazující vodovodní sítě, kdy musí být jednoznačně definována zásobovaná oblast a hranice měřicího okrsku. Obecně lze minimální noční průtok definovat jako průtok, který vstupuje do vodovodní sítě v době, kdy je úroveň běžných legitimních odběrů na své minimální úrovni. V období minimálních průtoků, což bývá obvykle v době od 2 do 4 hodin v noci, je možné odhadnout s největší pravděpodobností úroveň jednotlivých složek, které MNP tvoří. Těmito složkami jsou: (1) běžná noční spotřeba vody; (2) skryté úniky; a (3) úniky způsobené poruchami potrubí [3], viz Obr. 1.

Obr. 1 Příklad č. 3 – Složky minimálního nočního průtoku v reálné vodovodní síti



Příklady interpretace MNP a jejich souvislost s ostatními ukazateli ztrát vody popisuje následující text.

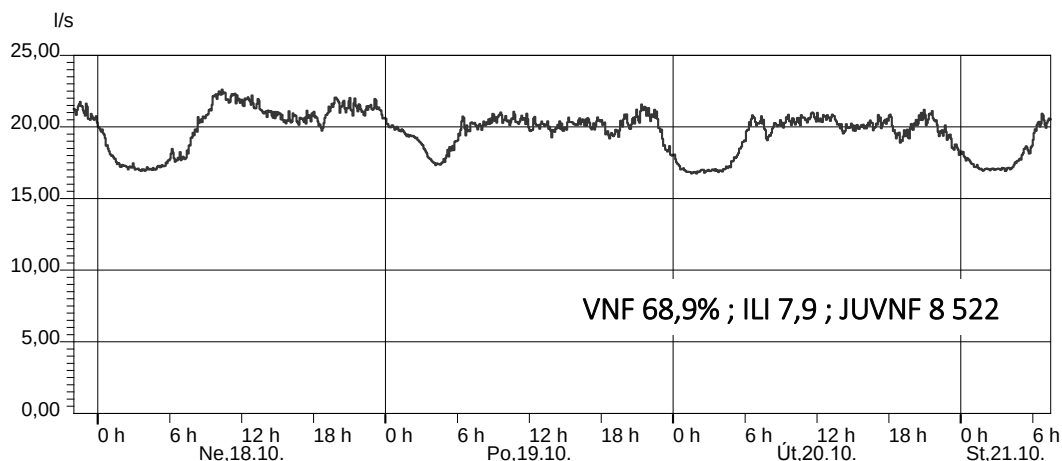
Příklady interpretace minimálních nočních průtoků

V následujícím textu uvádíme podstatné informace ke třem vybraným skutečným vodovodním sítím, kde byla naším řešitelským kolektivem v minulosti realizována podrobná měření průtoků a tlaků na vodovodní síti, byla provedena hydraulická analýza těchto sítí a jejich modely byly také kalibrovány. Pro analýzu ztrát vody byly tedy k dispozici kvalitní informace. Prvním příkladem je síť velmi ne hospodárná, kde jsou ztráty vody mimořádně vysoké. Dále uvádíme příklad sítě, kde jsou ztráty vody extrémně nízké (Příklad č. 2) a na závěr vodovodní síť, která je zatím v relativně dobrém technickém stavu a za běžných okolností by zde stávající úroveň ztrát vody nevzbuzovala pozornost. V reakci na suché léto roku 2015, kdy tento vodovod trpěl přechodným nedostatkem vody, zde bylo provedeno podrobné měření průtoků, analýza ztrát vody a teoretická dekompozice minimálního nočního průtoku na jeho jednotlivé složky s cílem nalezení možných úniků způsobených poruchami potrubí (Příklad č. 3).

Příklad č. 1 – Vodovodní síť v centru města s vysokými ztrátami vody

Prvním příkladem je samostatné tlakové pásmo městského vodovodu v celkové délce 50 km vodovodní sítě. Z této délky 65% tvoří potrubí z polyetylenu, 17% z PVC, 12% ze sklolaminátu a zbývajících 6% tvoří kovové materiály.

Obr. 2 Příklad č. 1 – Záznam průtoků vody vodovodní sítě s vysokými ztrátami vody



Síť byla budována převážně v letech 1970 – 1980 a je charakteristická velmi vysokými provozními tlaky. Průměrné tlaky se pohybují v rozmezí 0,57 až 0,61 MPa, maximum místy až 0,87 MPa (!). Je patrné, že se jedná o nepříznivou kombinaci vysokého provozního tlaku, stáří a materiálu potrubí, což jsou faktory, které tvoří potenciál mj. pro vysoké ztráty vody v síti. Nátok vody do tohoto tlakového pásma byl měřen na odtoku vody do sítě v armaturní komoře vodojemu. Část záznamu měření je patrná z Obr. 2. Z dostupných informací a provedeného měření byly vyhodnoceny následující průtoky a ukazatele:

Průměrný průtok:	21,5 l·s ⁻¹
Maximální hodinový průtok:	25,3 l·s ⁻¹ , výskyt v době 13:00 do 14:00 h
Minimální noční průtok:	17,3 l·s ⁻¹ , výskyt v době od 01:30 do 03:30 h
Procento vody nefakturované – VNF:	68,9%
Jednotkový únik vody nefakturované:	8 522 [m ³ ·km ⁻¹ ·rok ⁻¹]
Infrastructure leakage index – ILI:	7,9 [-]
Poměr MNP / průměrný průtok:	0,80 [-]

Na první pohled je patrné, že MNP jsou zde velmi vysoké. Spotřebištěm je centrum města, kde jsou kromě domácností také průmysloví odběratelé a odběratelé s nočním provozem. Nicméně žádný z těchto odběratelů v nočních hodinách neodebírá tak výrazné množství vody, aby bylo možno zdůvodnit minimální noční průtok $17,3 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Na zkoumané tlakové pásmo není napojeno žádné další pásmo ani jiný vodojem, což by mohlo vysvětlit vysoký noční odtok z vodojemu.

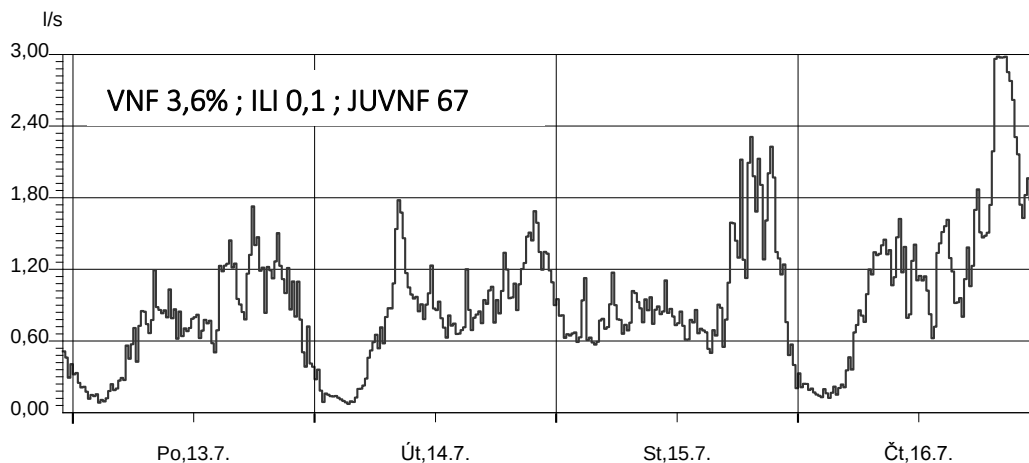
Zde je racionální a ekonomické zabývat se snižováním ztrát vody v síti. Všechny stanovené ukazatele indikují vysoké ztráty vody v síti, proto bylo doporučeno zahájit systematickou činnost směřující k optimalizaci tlakových poměrů a snižování ztrát vody. Jedná se o činnosti již dobře známé a publikačně detailně zpracované, proto se jimi v tomto příspěvku již dále nezabýváme.

Následující text popisuje druhý příklad vodovodní sítě z opačného pólu spektra, kde jsou ztráty vody naopak velmi nízké.

Příklad č. 2 – Vodovodní síť malé obce s nízkými ztrátami vody

Druhým příkladem je malý obecní vodovod v celkové délce 12,3 km sítě. Vlastníkem i provozovatelem vodovodu je obec. Celá síť je tvořena výhradně potrubím z polyethylenu různých dimenzí se svařovanými spoji. Síť byla budována po etapách v letech 1972 (4 km) a 2012 (rekonstrukce 8,3 km). Provozní tlaky se pohybují v rozmezí 0,17 až 0,67 MPa, průměrná hodnota 0,44 MPa.

Obr. 3 Příklad č. 2 – Záznam průtoků vody vodovodní sítě s nízkými ztrátami vody



Nátok vody do tohoto tlakového pásma byl měřen na odtoku vody do sítě v armaturní komoře vodojemu mechanickým vodoměrem s generátorem pulsů, hodnota pulsu 100 litrů. Část záznamu měření je patrná z Obr. 3. Pro tuto vodovodní síť byly vyhodnoceny následující průtoky a ukazatele:

Průměrný průtok:	$0,74 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ (průměrná hodnota za rok 2014)
Maximální hodinový průtok:	$2,94 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, výskyt v době 20:00 do 21:00 h
Minimální noční průtok:	$0,08 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, výskyt v době od 2:30 do 04:00 h
Procento vody nefakturované – VNF:	3,6%
Jednotkový únik vody nefakturované:	67 $[\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$
Infrastructure leakage index – ILI:	0,1 [-]
Poměr MNP / průměrný průtok:	0,11 [-]

Z průběhu spotřeby vody ve vodovodní síti je patrný pravidelný pokles MNP téměř na nulovou hodnotu, což koresponduje také s bilančně vykazovaným procentem vody

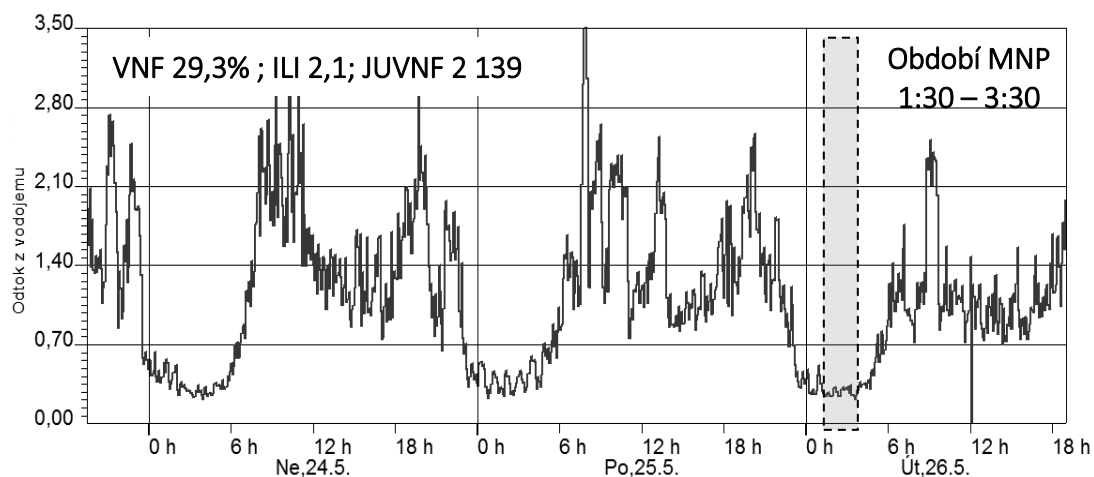
nefakturované, které je velmi nízké. Výsledná hodnota ILI 0,1 je mimo obvyklý interval hodnot, nicméně s ohledem na definici tohoto ukazatele je tato hodnota teoreticky přípustná [2]. Sami autoři příspěvku ji však považují za extrémní, což je také důvodem, proč je zde tento příklad uveden. Dle našich zkušeností je mimořádně nízká hodnota MNP způsobena částečně také nepřesností vodoměru ve vodojemu, který není schopen tyto nízké průtoky zachytit. Z výsledků námi provedených laboratorních měření vyplývá, že u tohoto typu, dimenze a stáří vodoměru dochází při průtoku $0,20 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ k relativní chybě 30% (vodoměr podměřuje), při průtoku $0,15 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ k relativní chybě 50%, a při průtoku nižším než $0,10 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ již vodoměr průtok vody neregistruje. Hodnota relativní chyby měření je funkcí tlaku a rychlosti proudění vody vodoměrem [7].

I přes nejistotu měření je však evidentní, že v případě tohoto vodovodu jsou ztráty vody minimální. Odborná literatura doporučuje, aby u systémů, kde ukazatel ILI dosahuje hodnot ≤ 2 , byly další investice do snižování ztrát vody odůvodněny podrobnější ekonomickou rozvahou, která doloží její návratnost [2].

Příklad č. 3 – Vodovodní síť malé obce – výpočet složek min. nočního průtoku

Posledním příkladem je vodovod malého spotřebiště, jehož vlastníkem i provozovatelem je obec. Celková délka vodovodní sítě je 6,1 km. Z této délky 48% tvoří potrubí z PVC, 19% z polyetylenu a zbývajících 32% tvoří ocel a litina. Síť byla budována převážně v letech 1973 až 1977. Provozní tlaky se pohybují téměř v optimálním rozmezí 0,38 až 0,55 MPa, průměrná hodnota 0,48 MPa.

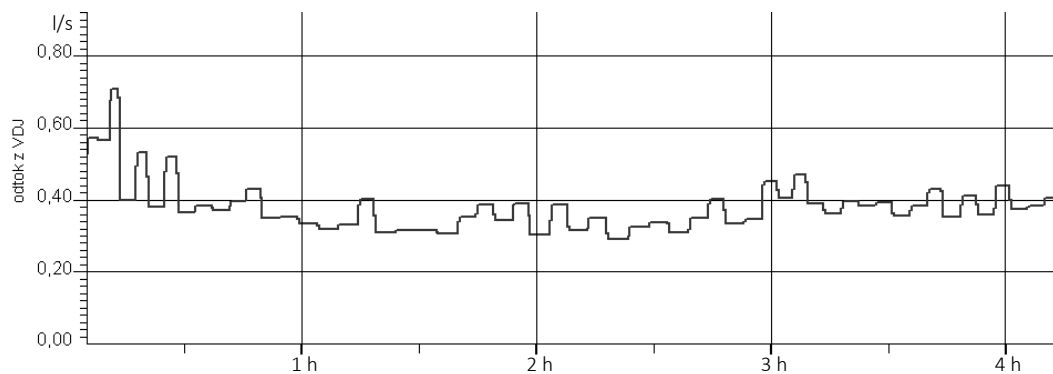
Obr. 3 Příklad č. 3 – Záznam průtoků vody vodovodní sítě, vyznačení období MNP



Nátok vody do tohoto tlakového pásma byl měřen na odtoku vody do sítě v armaturní komoře vodojemu magneticko-indukčním průtokoměrem DN80 se snímačem upraveným pro zvýšenou přesnost při nízkých rychlostech proudění, hodnota pulsu 100 litrů. Část záznamu měření je patrná z Obr. 3 a 4. Pro tuto síť byly vyhodnoceny následující charakteristické průtoky a ukazatele:

Průměrný průtok:	$1,34 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$	(průměrná hodnota za rok 2014)
Maximální hodinový průtok:	$3,25 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$	, výskyt v době 20:00 do 21:00 h
Minimální noční průtok:	$0,28 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$	, výskyt v době od 1:30 do 03:30 h.
Procento vody nefakturované – VNF:	29,3%	
Jednotkový únik vody nefakturované:	2 139	$[\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$
Infrastructure leakage index – ILI:	2,1	[-]
Poměr MNP / průměrný průtok:	0,21	[-]

Obr. 4 Příklad č. 3 – Záznam průtoků vody vodovodní sítí, detail období MNP



Tato síť je zatím relativně v dobrém technickém stavu a za běžných okolností by zde stávající úroveň ztrát vody nevzbuzovala pozornost. V reakci na suché léto roku 2015, kdy tento vodovod trpěl přechodným nedostatkem vody, zde bylo provedeno podrobné měření průtoků, analýza ztrát vody a teoretická dekompozice minimálního nočního průtoku na jeho jednotlivé složky s cílem nalezení možných úniků způsobených poruchami potrubí. Hodnota MNP byla stanovena jako nejnižší nalezená hodnota průtoku za měřené období. Tomuto kroku je třeba věnovat pozornost. Významnou roli hraje způsob měření průtoku, hodnota pulsu a případně vliv automatického zpracování měřených dat SCADA systémem, který může naměřené průtoky transformovat a výsledek ovlivnit. Následně byl proveden výpočet jednotlivých složek MNP.

Stanovení složek minimálního nočního průtoku

Pro hodnocení minimálních nočních průtoků se často používá metodika „BABE“ – Burst and Background Estimate. Tento postup byl mezinárodně přijat a vychází z předpokladu, že minimální noční průtok je tvořen třemi hlavními složkami [3, 4].

$$MNP = Q_{NS} + Q_{SU} + Q_{POR} \quad (1)$$

kde MNP minimální noční průtok $[l \cdot s^{-1}; m^3 \cdot h^{-1}]$

Q_{NS} běžná noční spotřeba

Q_{SU} skryté úniky

Q_{POR} úniky způsobené poruchami potrubí

Jedná se o teoretický výpočet, který bere v úvahu faktická vstupní data o délce vodovodní sítě, délce a počtu přípojek a průměrném tlaku v síti. Také do něj vstupuje celá řada proměnných, jejichž rozmezí hodnot doporučuje odborná literatura [4,6]. Jedná se např. o specifické hodnoty skrytých ztrát na potrubí, na přípojkách a vnitřních vodovodech, procento obyvatel, kteří jsou aktivní během noci, atd. S ohledem na omezený rozsah tohoto příspěvku zde nemůžeme uvést celý postup výpočtu jednotlivých složek MNP, jejich výsledné hodnoty uvádí Tab. 1 a grafické znázornění MNP a jeho složek je patrné z Obr. 1.

Tab. 1 Vyčíslení dílčích složek minimálního nočního průtoku (Příklad č. 3)

Označení	Popis	Hodnota	
		$[m^3 \cdot hod^{-1}]$	$[l \cdot s^{-1}]$
Q_{NS}	Vypočtená běžná noční spotřeba	0,255	0,0713
Q_{SU}	Vypočtené skryté úniky	0,733	0,2053
	Celkový očekávaný noční průtok ($Q_{NS} + Q_{SU}$)	0,988	0,2767
MNP	Naměřený minimální noční průtok	1,008	0,2800
Q_{POR}	Úniky způsobené poruchami potrubí	0,020	0,0033

Z výsledků výpočtu v Tab. 1 je patrné, že naměřený MNP na tomto vodovodním systému lze téměř bezezbytku rozdělit do složky Q_{NS} – běžná noční spotřeba domácností či velkoodběratelů, a do složky Q_{SU} – skryté úniky na potrubí hlavních řadů, přípojek a vnitřních vodovodů, která se považuje prakticky za neodstranitelnou. Na případný únik způsobený poruchami potrubí v síti tak zůstává výpočtově $0,0033 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, což je prakticky zanedbatelná hodnota. S přihlédnutím k ostatním ukazatelům ztrát vody v tomto systému, k malým nejistotám měření průtoků a k celkově velmi dobré kvalitě vstupních informací lze tedy vyloučit přítomnost větší poruchy na síti v době měření, což je také podstatou, proč byl proveden výpočet dílčích složek MNP.

Závěr a shrnutí

V závěru uvádíme pro srovnání ještě doplňující informaci, která byla publikována [5]. Z dostupných informací lze vyvodit, že voda nefakturovaná (ve smyslu definice Non Revenue Water např. dle [1]) tvořila ve vodárenských systémech v ČR v roce 2014 celkem $106,7 \text{ mil m}^3$, což je $18,5\%$ z celkového objemu $575,4 \text{ mil m}^3$ vody vyrobené z vodovodů. Přepočtem na celkovou délku vodovodní sítě $76\,948 \text{ km}$ v roce 2014 tvoří jednotkový únik vody nefakturované průměrně $1\,387 \text{ m}^3\cdot\text{km}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ [5].

Při teoretickém výpočtu jednotlivých složek MNP se využívá celá řada proměnných, jejichž rozmezí hodnot doporučuje odborná literatura. Toto rozmezí je však relativně široké, což znesnadňuje jednoznačnou interpretaci výsledku a rozhodování o dalším postupu. Při velmi nízkých rychlostech proudění naměřenou hodnotu MNP výrazně ovlivňuje dimenze a technický stav průtokoměru, kterým se měří průtok na vstupu vody do sítě, a také hodnota pulsu a způsob zpracování naměřených hodnot průtoků. Faktem ale zůstává, že minimální noční průtok je ukazatel vhodný pro průběžné sledování ztrát vody ve vodovodní síti a ve vybraných případech vodovodních sítí koresponduje s ostatními ukazateli ztrát vody.

Literatura

- [1] ALEGRE, H. et. al.: Performance Indicators for Water Supply Services - Second Edition, IWA Publishing, 6/2006, ISBN: 9781843390510
- [2] Delgado, M.: Infrastructure Leakage Index (ILI) as a Regulatory and Provider Tool, Department of Civil Engineering & Engineering Mechanics College of Engineering, <http://wsp.arizona.edu/>, USA, 2008
- [3] HAMILTON, S., MCKENZIE, R.: Water Management and Water Loss, IWA Publishing 2014, ISBN: 9781780406350
- [4] MCKENZIE, R.: Managing leakage: report E - Interpreting measured night flows. London: Water Research Centre, Engineering and Operations Committee, 1994. ISBN 18-989-2010-9.
- [5] Ministerstvo zemědělství ČR: Modrá zpráva - Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2014, <http://eagri.cz/>, Praha, 8/2015
- [6] LENZI, C. et al.: Infrastructure Leakage Index assessment in large water systems; Procedia Engineering, vol. 70, pp 1017 – 1026, 2014
- [7] ZVEJŠKA, T: Hodnocení minimálních nočních průtoků ve vodárenských systémech. Brno, 2016. 65 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební.

Posouzení dopadů plánovaného rozšíření těžby ložiska Turów na zásobování regionů Hrádecko – Chrastavsko a Frýdlantsko pitnou vodou

Ing. Evžen Porš¹⁾; Ing. Rostislav Kasal, Ph.D.²⁾; Ing. Jan Cihlár³⁾

Vodohospodářský rozvoj a výstavba a. s.

¹⁾ tel.: 257 110 237, pors@vrv.cz; ²⁾ tel.: 257 110 287, kasal@vrv.cz, ³⁾ tel.: 257 110 296, cihlar@vrv.cz

Abstrakt

Záměrem příspěvku je popis problematiky dopadů plánovaného rozšíření těžby ložiska Turów na zásobování pitnou vodou. Součástí příspěvku je popis zatěžovacích stavů s ohledem na možnosti rozšíření dolu. Na základě zatěžovacích stavů jsou definována riziková místa v systému a je proveden návrh vhodných technických opatření pro zachování spolehlivé dodávky pitné vody v regionech Hrádecko – Chrastavsko a Frýdlantsko.

Úvod

Povrchový důl Turów leží na polském území poblíž trojmezí hranic Německa, Polska a České republiky. Důl se nachází v jihovýchodní části žitavské pánve a spadá do povodí Lužické Nisy a Olešky. Z východní strany území dolu a jeho výsypek zasahuje do povodí Smědé. Důl Turów se nyní rozkládá celkově na ploše cca 45 km² (dobývací prostor, vnitřní a vnější výsypky). Těžba v tomto dolu začala v mělké severní části a postupem těžby k jihu k českému území se důl zahlubuje pod původní terén.

S ohledem na záměr polské strany v rozšiřování těžby ložiska hnědého uhlí směrem k českým hranicím (aktuální odhad ukončení těžby je rok 2040) zadaly Frýdlantská vodárenská společnost, a.s. a Severočeská vodárenská společnost, a.s. vypracování strategické studie proveditelnosti, která řeší problematiku dopadů plánovaného rozšíření těžby na zásobování regionů pitnou vodou. Podkladem pro vypracování studie jsou závěry z dlouhodobého monitoringu povrchových a podzemních vod prováděných v povodí horní Ploučnice, Lužické Nisy a Smědé. V současné době se těží dvě sloje a průměrná hloubka dolu je 225 m. Předpokládá se posun těžby k jihovýchodu, kde jsou již prováděny skrývkové práce. Spodní sloj je zahrnuta do výhledu těžby, kdy se předpokládá další prohloubení dolu o cca 60 – 80 m až na kótu cca -30 m n. m.

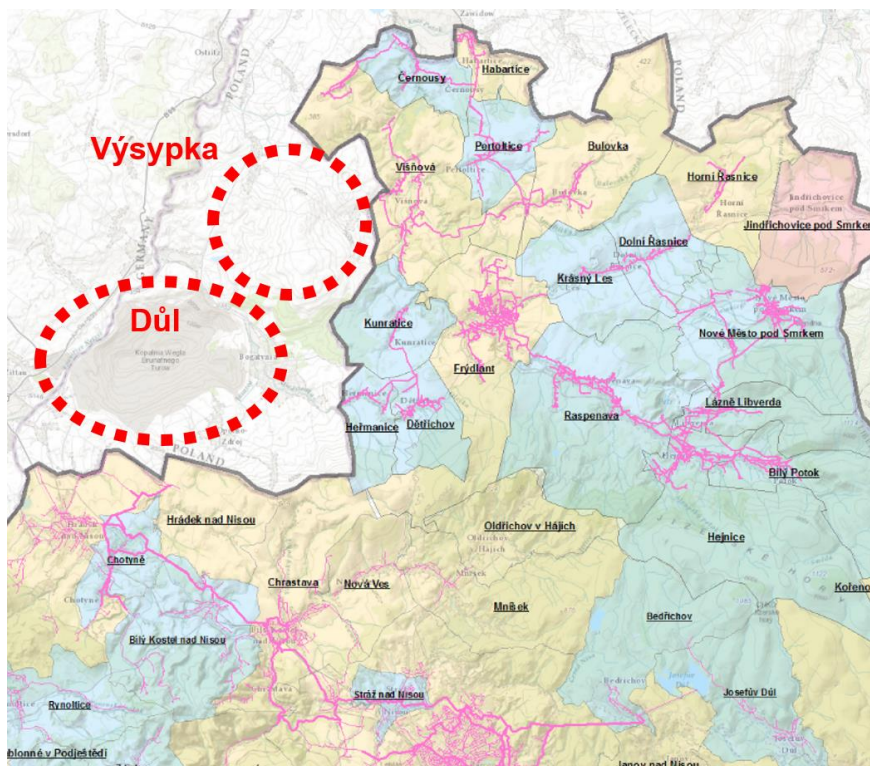
Poloha dolu Turów





Vliv povrchové těžby v dole Turów

Vzhledem k rozsahu řešeného území a jeho geologické, hydrogeologické a hydrologické rozmanitosti, bylo v rámci dlouhodobého monitoringu provedeno jeho rozdělení do několika oblastí, které tvoří relativně ucelené jednotky. Převážná část regionu Hrádecko-Chrastavsko se nachází v jižní části žitavské pánve. Sedimentární výplň Žitavské pánve je přeshraničním vícekolektorovým systémem, který zasahuje z území Čech do Polska a Německa. Rozsah a pozice spodních kolektorů je silně ovlivněna tektonickou stavbou. Jižní část žitavské pánve je rozdělena na řadu ker, které jsou vůči sobě vertikálně posunuty, místy až o 150 m. Zlomy dělí zájmovou oblast na 3 dílčí struktury, mezi kterými je pohyb podzemní vody významně omezen. Kdysi neovlivněný vodní režim, kdy byly podzemní vody z jižní části žitavské pánve drénovány Oldřichovským potokem, byl změněn rozsáhlou těžební činností. Po přetěžení poludňového zlomu v 80. letech došlo k razantní změně ve směrech proudění a hlavní drenážní bází jižní části žitavské pánve se stala těžební jáma dolu Turów.



Oblast Hrádecko-Chrastavsko

Vlivem čerpání důlních vod v prostoru dolu Turów došlo v minulosti k radikálnímu snížení hladiny podzemní vody. Rozsah takto vzniklé deprese činí až 40 km². Projevuje se ve všech kolektorech. Maximální poklesy hladiny ve spodních kolektorech v české části žitavské pánve dosahují 50 až 60 m, poklesy v kvartérním kolektoru dosahují 21 m.

Oblast Frýdlantský výběžek

Oblast Frýdlantského výběžku a části přilehlého polského území představuje lokalitu, kde se negativně projevují zejména jevy spojené s odtokem důlních vod a snosem sedimentu z výsypky dolu Turów. I zde však byly potvrzeny projevy změn vodního režimu v důsledku těžby. Pro celé území je charakteristický vliv glaciálního zalednění, které se kromě ledovcové eroze projevovalo „provrásněním“ podložních hornin nebo tvorbou glaciofluviálních koryt. Glaciofluviální koryta jsou známa v oblasti od Višňové, Předlanců a Černous. Provedená měření prokázala ztráty vodnosti Smědé. Ztráty vodnosti jsou zřejmě způsobeny spojitostí s dolem Turów, při kterém dochází k přetoku podzemních vod do dolu přes přehloubené glaciofluviální koryto.

Návrh zatěžovacích stavů

Z hlediska dalšího předpokládaného vývoje bude velkou roli hrát rychlost přibližování těžební hrany dolu Turów k českým hranicím a intenzita čerpání podzemních vod. V současné době nejsou k dispozici podklady z polské strany o rozsahu rozšíření a informace o konečné hloubce dolu. Návrh rozsahu důlní činnosti ovlivněného území vychází z historického předpokládaného postupu těžby na dole Turów dle těžební společnosti.

Při návrhu rozsahu důlní činnosti ovlivněného území je brán ohled na riziko přetěžení dalšího z významných zlomů, a sice zlomu bielopolského, o jehož hydraulické funkci nejsou k dispozici přesnější informace. Velice reálně se může opakovat situace, která vznikla v minulosti po přetěžení poludňového zlomu, jehož těsnící funkce omezovala šíření hydraulické deprese směrem k českému území. Přetěžení poludňového zlomu způsobilo poklesy hladiny podzemní vody v kvartérním kolektoru o desítky metrů.

Pravděpodobný rozsah důlní činnosti ovlivňovaného území je vyjádřen pomocí zatěžovacích stavů. V posouzení je uvažováno s dvěma zatěžovacími stavy, které se liší dle celkové velikosti postižené lokality. Zásadním podkladem pro vyhodnocení zatěžovacích stavů jsou informace o kapacitě dostupných, důlní činností nezasažených zdrojů pitné vody. Hledisko maximálních povolených odběrů nezohledňuje reálnou využitelnou kapacitu dostupných zdrojů vody a technický stav souvisejících vodárenských objektů. V rámci posouzení je navrženo jako využitelnou kapacitu zdrojů uvažovat kombinaci různých hledisek (především hledisko zaručené vydatnosti, resp. skutečné provozně ověřené využitelné kapacity zdroje i v období podprůměrných srážek). Poměrně velký počet zdrojů s nízkou vydatností v období „sucha“ (s vazbou na mělký horizont podzemních vod) se nachází ve Frýdlantském výběžku v okolí Nového Města pod Smrkem.

Návrh technických opatření

Základním opatřením je zajištění náhradních zdrojů, které zabezpečí pokrytí potřeby pitné vody v případě výpadku zdrojů stávajících, ohrožených plánovaným rozšířením těžby ložiska Turów.

Oblast Hrádecko-Chrastavsko

Velkou výhodou regionu Hrádecko-Chrastavsko je jeho napojení na oblastní vodovod Liberec-Jablonec n. N. Napojení regionu na oblastní vodovod (z VDJ Ruprechtice do VDJ Svatý Jan) zajišťuje pokrytí současného deficitu místních zdrojů, který se pohybuje okolo 18 l/s.

V rámci zatěžovacích stavů dochází k výpadku místních zdrojů v regionu a prohloubení deficitu jejich kapacity:

- v zatěžovacím stavu I. dochází k odstavení zdroje Uhelná a prohloubení deficitu kapacity místních zdrojů na cca 30 l/s,
- v zatěžovacím stavu II. dochází k odstavení zdroje Pekařka velká a k prohloubení deficitu na cca 40 l/s,
- o v zatěžovacím stavu III. dochází k odstavení ostatních zdrojů v lokalitě a k prohloubení deficitu na cca 50 l/s.

Vzhledem k velikosti požadovaného odběru neumožňuje kapacita zdrojů oblastního vodovodu zajistit spolehlivou dodávku pitné vody do postižené lokality. Hlavním opatřením pro zajištění dostatečné kapacity zdrojů v systému zásobování Chrastavy a Hrádku nad Nisou je rekonstrukce a uvedení do provozu jímací lokality a úpravny vody Machnín.

Zdroj pitné vody Machnín byl vybudován v roce 1936. Jedná se o soustavu vrtaných studen doplněných o jímací zářez dlouhý 100 m. V současné době není prameniště využíváno. Naposled byl zdroj intenzivněji využíván v letech 2004 – 2005 (průměrný odběr cca 32 l/s). Technický stav zdroje vody vyžaduje jeho komplexní rekonstrukci. Součástí opatření musí být rekonstrukce vrtů, stavební rekonstrukce dotčených objektů úpravy vody, rekonstrukce technologické linky úpravy vody, akumulace ÚV, trubní a kabelové rozvody v areálu zdroje. Navržena je tak celková obnova zařízení zdroje po stránce stavební, strojní, silnoproudé a slaboproudé. Na základě současných znalostí hydrogeologických poměrů zdroj nemůže být ohrožen plánovaným rozšířením dolu Turów. Zdroj se nenachází v žitavské pánvi, navíc jímané podzemní vody v Machníně nejsou v geologické souvislosti s povrchovou vodou Lužické Nisy. Dokazují to velké výškové rozdíly úrovní hladin – voda v Lužické Nise 314 m n.m., hladina vody ve vrtech je cca 338 až 348 m n.m.

Výpadek stávajících zdrojů v postižené lokalitě vyžaduje změnu směru a velikosti průtoku vody do Hrádku n. N. Dále se zvyšující nároky na dopravu vody do Hrádku n. N. vyžadují související úpravy objektů a hlavních distribučních vodovodních řadů, a to jak z hlediska jejich kapacity, tak i provozní spolehlivosti.

Následuje dostavba vodovodního systému lokalitách, kde je uvažováno s výpadkem individuálních zdrojů pitné vody, a připojení všech obyvatel na skupinový vodovod a případné zkapacitnění stávajících rozváděcích řadů v obcích.

Oblast Frýdlantský výběžek

Vodovodní systém Frýdlantského výběžku je členěn na čtyři samostatné a nepropojené provozní celky (vodovod Frýdlant, vodovod Bulovka, vodovod Dětrichov a vodovod Rasnice).

V rámci **zatěžovacího stavu I.** je uvažováno s výpadkem zdrojů v obcích, které jsou v těsné blízkosti povrchového dolu Turów – Dětrichov, Kunratice, Heřmanice, Višňová a Černousy. Nejvíce postiženými provozními celky jsou vodovod Bulovka a vodovod

Dětřichov. V zatěžovacím stavu I. dochází k deficitu kapacity místních zdrojů pro pokrytí potřeby vody v regionu ve výši cca 14 l/s.

Hlavním opatřením pro zajištění dostatečné kapacity zdrojů v systému zásobování pitnou vodou Frýdlantska je rekonstrukce úpravní vody Frýdlant a úpravní Bílý Potok. Dále je součástí navrhovaných opatření připojení vodovodu Bulovka a Dětřichov na úpravní vody Frýdlant, doplnění vodojemů pro zásobu vody na Údolí a v Libverdě a vybudování centrálního dispečinku, který zajistí spolehlivé řízení a provoz vodovodu.

Významně horší zatěžovací stav II. potom počítá s rozšířením dopadu důlní činnosti také na území Frýdlantu, Pertoltic, Habartic a západní části území obce Bulovka – Arnoltice. V rámci zatěžovacího stavu II. dochází k rozšíření ovlivněného území a k omezení hlavního zdroje pro Frýdlant, vodovod Bulovka a vodovod Dětřichov úpravní vody Frýdlant. V zatěžovacím stavu II. přebírá hlavní roli v zásobení regionu úpravní vody Bílý Potok. Požadavky na výkon úpravy v Bílém Potoce jsou v přímě závislosti na míře ovlivnění zdrojů vody, které využívá ÚV Frýdlant. V rámci návrhu technických opatření je posouzena vhodnost rekonstrukce ÚV Frýdlant, jejíž výkon může být v zatěžovacím stavu II. výrazně omezen.

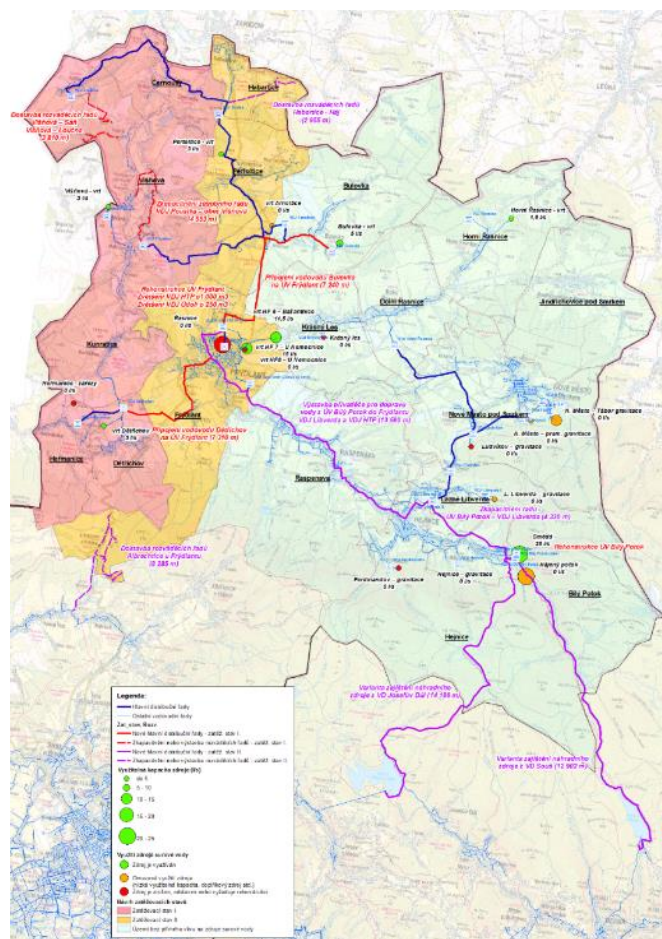
Vzhledem k nárokům na velikost potřeby vody dochází i při minimálním omezení zdrojů vody pro úpravní vody ÚV Frýdlant k nezbytnosti dopravy vody do Frýdlantu a postižených obcí v blízkosti dolu z ÚV Bílý Potok. Proto je z investičního z hlediska v zatěžovacím stavu II. výhodnější nerekonstruovat ÚV Frýdlant a použít tyto prostředky na zvýšení výkonu ÚV Bílý Potok a výstavbu přivaděče pro dopravu surové vody do úpravní vody z náhradních zdrojů – z přehrady Josefův Důl nebo Souš. Součástí opatření je výstavba přivaděče upravené vody z úpravní v Bílém Potoce do Frýdlantu. Dále bude nutné také doplnění řady vodojemů, opatření pro připojení vodovodů Bulovka a Dětřichov na Frýdlant, opět vybudování centrálního dispečinku a nezbytná budou i další opatření na stávajících rozvodných sítích.

Závěry

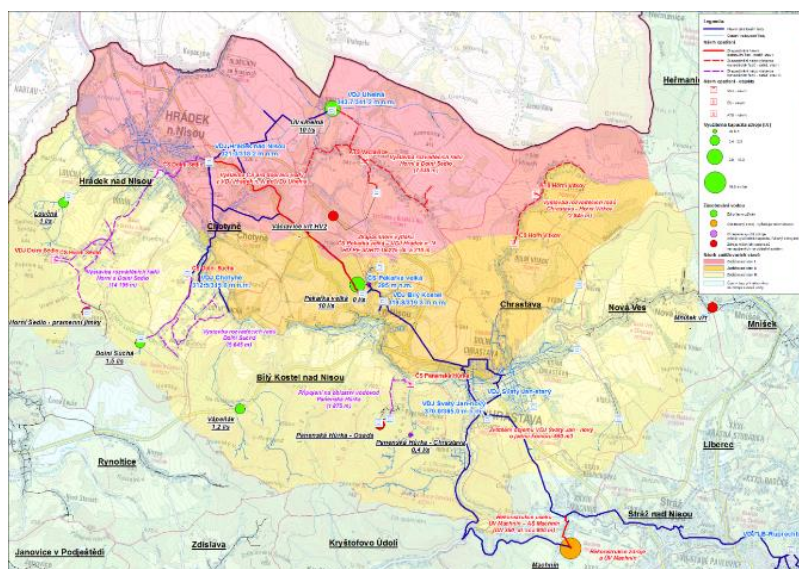
Vzhledem k tomu, že Turów je druhá největší hnědouhelná elektrárna v Polsku, která pokrývá osm procent spotřeby elektřiny v Polsku, v nedávné době prošla nákladnou modernizací včetně dostavby nového bloku a navíc v přilehlém regionu je dominantním zaměstnavatelem, nelze předpokládat se zrušením těžby.

Realizaci navržených opatření pro zajištění náhradních zdrojů pitné vody v regionech lze z hlediska majetkoprávního projednání a časových nároků na přípravu a samotnou výstavbu považovat za velmi obtížnou. Při optimistickém výhledu potrvá dokončení navržených opatření i více 10 let. S ohledem na probíhající přípravu rozšíření těžby (kácení stromů a těžba skrývky) vyžaduje situace bezodkladné zahájení přípravných prací. Odhad nákladů pro realizaci navrhovaných opatření se pohybuje v závislosti na závažnosti dopadu důlní činnosti od 269 do 400 milionů korun bez DPH pro Hrádecko-Chrastavsko a od 596 do 909 milionů korun bez DPH pro Frýdlantsko.

Návrhy opatření na systému zásobování vodou – oblast Frýdlantský výběžek



Návrhy opatření na systému zásobování vodou – oblast Hrádecko-Chrastavsko



Současně s přípravnými pracemi se nesmí opomenout na zahájení jednání s krajským úřadem, příslušnými ministerstvy, vládou a především polskou stranou. Vzhledem k prokazatelnému vlivu důlní činnosti na podzemní a povrchové vody lze vyjednávat o poskytnutí finanční kompenzaci z polské strany pro realizaci navržených opatření na vodohospodářské infrastruktuře.

ICE-PIGGING

Ing. Lucie Fochtová¹⁾, Bc. Tomáš Hruška¹⁾, Ing. Ludvík Rutar²⁾

¹⁾ Ostravské vodárny a kanalizace a.s.

²⁾ ONDEO Services CZ, s.r.o.

Úvod

Problematika čištění vodovodních sítí je, s ohledem na vysoké nároky kladené na dodavatele pitné vody ze strany zákazníků a přísné legislativní požadavky, jedním z hlavních témat pro vodárenské společnosti nejen v celé České republice, ale i na celém světě.

Situace v oblasti čištění vodovodních sítí je dnes u nás i přes jistá specifika daná přírodními a společensko-ekonomickými podmínkami obdobná jako v jiných zemích Evropské unie.

Neustálý vývoj nových materiálů, projekčních a konstrukčních řešení i používaných technologií je veden snahou o nalezení maximálně efektivní cesty k výstavbě a následné údržbě celého potrubního systému. Vhodný a správně prováděný proces čištění potrubí je jedním ze základních předpokladů pro vysokou kvalitu dodávané pitné vody.

Jednou z nových technologií v této oblasti je metoda zvaná **„ice-pigging“**, tzn. metoda čištění potrubí ledovou tříští.

Popis technologie

Myšlenka využití ledové tříště k čištění tlakových potrubí vznikla před cca 10 lety na univerzitě v Bristolu (UK), kde následně ve spolupráci s místní vodárenskou společností Bristol Water a společností Aqualogy (člen skupiny SUEZ environnement) došlo postupně k jejímu ověření a zdokonalení v reálném provozu.

V současnosti představuje tato patentovaná technologie celosvětově nejúčinnější metodu čištění měkkých usazenin a biofilmu z jakéhokoliv potrubí až do DN 600.

Postup čištění je velmi jednoduchý:

Podle materiálu, stavu a stáří potrubí je připravena vhodná slaná ledová tříšť tak, aby se minimalizovala byť jen teoretická možnost poškození potrubí. Do vybraného a od okolní sítě odděleného úseku potrubí je přes hydrant natlačena předem připravená ledová tříšť z chladicí cisterny umístěné na kamionu, tzn. není nutné žádné speciální zázemí. Je otevřen sekční uzávěr a ledová výplň je pak tlakem vody v daném místě sítě posouvána rychlostí cca 0,5 m/s k hydrantu na konci úseku, kde je led vypouštěn. U tohoto hydrantu je instalováno mobilní měřicí zařízení, které měří a zaznamenává klíčové parametry (tlak, průtok, teplotu, zákal, vodivost a obsah pevných látek) tak, aby posun ledu potrubím mohl být optimálně regulován. Na výstupu nejdříve při „proplachu“ jen vodou vytéká voda zakalená, následně při posunu ledového úseku vytéká tříšť silně znečištěná usazeninami, postupně se čistí a voda následující za tříští je již zcela čistá (vizuálně i dle měření zákalu).



Mobilní jednotka na dodávku ledové tříště je umístěná na kamionu.

Délka sítě vyčištěná za jeden den závisí na profilu čištěného potrubí, konfiguraci sítě a objemu ledové tříště v zásobníku. U malých průměrů (do cca 150 mm) je možné vyčistit až 6 km za den, běžně dosahovaný výkon je 1 – 2 km za den.

Ledová tříšť při pohybu potrubím kal nejen posouvá, ale její specifické vnitřní proudění do sebe kal adsorbuje, čímž vyčistí i místa „ve stínu“ inkrustů.

Ice-pigging má potenciál pro rozšířené využití např. pro čištění stokových systémů a potrubí v průmyslové a potravinářské výrobě.

Z pohledu provozovatele sítě má technologie tyto hlavní výhody:

- Bez výkopů.
- Minimální omezení zásobování vodou (2-3 hodiny).
- Bez zdravotního rizika.
- Vysoký účinek (až 1000 x více usazenin než proplach, běžně 20-35 kg/km)).
- Nízká spotřeba vody (1 – 1,5 násobek objemu potrubí).
- Měřitelné výsledky.
- Využití bez ohledu na tvar a dimenzi potrubí, mobilní.

PILOTNÍ TEST TECHNOLOGIE ICE-PIGGING V OSTRAVĚ

Po důkladném seznámení se s technologií v Maďarsku a následně v Anglii, přímo ve společnosti Aqualogy, bylo rozhodnuto vyzkoušet technologii i v Ostravě. Týdenní test proběhl v říjnu 2015. Následující text popisuje přípravu, průběh a výsledky tohoto testu.

Výběr a příprava potrubí pro čištění

Pro pilotní test bylo vybráno cca 10 km potrubí s ohledem na kapacitu zásobníku ledové tříště. Objem 10m³ vystačí na vyčištění cca 2 km potrubí DN 150 – 200 denně (přesněji dle profilu a materiálu). Byla vybírána potrubí různého materiálu a stáří tak, aby byly prověřeny všechny možnosti technologie. Zároveň bylo naší snahou vybrat takové řady, u kterých by případné komplikace nezasáhly příliš velký počet zákazníků, a současně čištění přineslo pozitivní efekt s ohledem na kvalitu vody. Na řadech byly vybrány



Obr. – Postupná sada vzorků

Den 2

Výtlačk Ještěrka - II		
Materiál	DN (mm)	Délka (m)
PVC	150	1604
PE	200	24
Tvárná litina	200	552
celkem		2 180

Výsledky čištění:

Zákal (NTU): před čištěním: 2,4 po čištění: 1,7

Množství odstraněných sedimentů: 70,25 kg, což je 35,13 kg/km potrubí.

Nejvyšší změřená koncentrace sedimentu: 32,73 g/l

Den 3

Fišerova - II		
Materiál	DN (mm)	Délka (m)
Tvárná litina	200	276
Ocel	200	220
Ocel	150	281
celkem		777

Přestože čištěný řad má DN 200, je zřejmě natolik zainkrustován, že při napouštění tříště vznikala příliš velká tlaková ztráta třením (běžný průtok <10 l/s

Den 4

Vrbická – III – skutečné provedení		
Materiál	DN (mm)	Délka (m)
PVC	150	358
PVC	100	11
PVC	80	265
celkem		634

Den 5

Rozhodli jsme se neprovádět čištění s ohledem na zpožděnou výrobu ledu (cca 2,5 hod díky drobné závadě na technologii) a omezenou nahlášenou dobu odstávky.

Shrnutí klíčových faktorů

Přes pečlivou přípravu se potvrdilo, že výběr vhodných úseků je klíčový pro úspěch čištění. Pro další nasazení technologie je třeba vzít v úvahu:

- minimální potřebný tlak s ohledem na tlakovou ztrátu tříště
- nikdy nelze zcela vyloučit přítomnost neznámých armatur
- inkrustace řadů – při napouštění tříště nelze zvyšovat tlak příliš nad úroveň běžného tlaku v síti, jinak může dojít k městnání tříště a ucpání úseku
- prověření reálné průtočnosti úseků
- výběr napouštěcích míst - dostupnost s ohledem na velikost cisterny
- vypouštěcí místa – kanalizace nebo přistavení kanalizační cisterny.

Celkové zhodnocení pilotního testu

Pro pilotní test byly vybrány úseky různého materiálu a stáří tak, aby byly prověřeny možnosti a slabiny technologie. Potíže, které se vyskytly, tedy nesmíme chápat jako neúspěch, ale jako získání zkušenosti s takovou charakteristikou úseků, kde aplikace technologie je problematická nebo nejde vůbec použít, a také na jaké další aspekty je nutno brát zřetel při přípravě.

Den 1 Úsek výtlaku z ČS Ještěrka I je možno brát jako příklad relativně bezproblémového potrubí, s řady plastovými nebo z tvárné litiny, bez inkrustace. Převažující materiál je tvárná litina s cementovou výstelkou DN 200 z roku 1998, tedy nové potrubí, na kterém nikdy nebyly zaznamenány stížnosti s kvalitou vody. O to překvapivější bylo množství kalu, které bylo při čištění odstraněno.

Den 2 Navazující úsek Ještěrka II je převážně PVC 150 z roku 1974. Zde byl před několika lety zaznamenán problém při poruše a jeho odkalení. Z tohoto řadu se nyní podařilo odstranit významné množství kalu téměř černé barvy. Při zahájení čerpání ze zdroje Ještěrka bylo ve vodě poměrně dost manganu a tato situace trvala nějakou dobu, než se kvalita podzemní vody stabilizovala. Tento zdroj je bez úpravy a kvalita jeho vody je dlouhodobě excelentní. Je tedy možné, že značný podíl usazenin v řadu zde byl z doby zahájení provozu zdroje.

Den 3 Úsek ulice Fišerova II je starý ocelový a litinový řad DN 200 z roku 1953, sám o sobě bez problémů s kvalitou vody. Ve srovnání s předchozími novějšími řady množství kalu nebylo tak výrazné. Lze spekulovat, zda příčinou byly tvrdé inkrusty v potrubí nebo nevhodně zvolená struktura ledová tříště. Aplikace technologie na starém kovovém řadu tedy pravděpodobně naráží na limity (příliš velký hydraulický odpor potrubí).

Den 4 U posledního úseku Vrbická III jsme nemohli zcela vyzkoušet schopnost technologie v zainkrustovaném řadu DN 80. Vyčištěné PVC řady jsou z roku 1994, stížnosti na kvalitu vody zde zaznamenáváme často a kal je zjevně přinesen z předchozích starých kovových úseků a ani pravidelnými proplachy se jej nepodaří zcela odstranit. Množství kalu vzhledem k malé délce úseku nebylo až tak velké jako u výtlaku zdroje Ještěrka, ale přesto nebylo nijak zanedbatelné a čištění tomuto úseku jednoznačně prospělo.

Výsledky rozboru vzorků kalu odebraných v době, kdy znečištění bylo nejvyšší:

Část	Místo vypouštění	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Cd (mg/l)	Cu (mg/l)	Ni (mg/l)
1	Radvanice Těšínská - Rohová	91,7	107	0,0073	3,17	5,77
2	Bartovice - Těšínská - U Potoka	591	330	0,3	22,4	35,2
5	Heřmanice - Na Strži	96,3	75,4	0,0018	0,344	0,822

Náklady na realizaci

Jedná se o individuální vyčíslení nákladů podle konkrétních podmínek čištěných úseků (DN, materiál, stáří). Výsledná cena zahrnuje přímé náklady na technologii, spotřebovanou vodu, potravinářskou sůl a elektrickou energii.

Příležitosti k využití technologie Ice-pigging

Největší potenciál pro využití technologie je v rámci preventivní údržby „zánovních“ řadů z jakéhokoliv materiálu, dále pro čištění plastových řadů v oblastech, kde jsou často zaznamenávány problémy s kvalitou vody v důsledku zvýšených odběrů (typicky bazénové odběry v oblastech příměstské zástavby).

V nedaleké budoucnosti může nastat potřeba čištění PE řadů stáří kolem 10 let, které jsou sice samy o sobě bezproblémové, ale může se v nich nahromadit kal korozních produktů dopravený ze starších kovových řadů.

Technologie má zřejmě omezené využití u starých kovových řadů se značnou inkrustací. Podmíněně použitelná může být technologie u kovových řadů větších dimenzí, kde inkrustace ještě není závažná, nejsou poruchové a jejich výměna ještě není prioritní. Otázkou je mechanismus další koroze – tedy zda očištěný povrch inkrustů nebude o to intenzivněji uvolňovat do vody korozní produkty.

Další využití technologie v údržbě vodárenských sítí tedy není jen otázkou výběru vhodných úseků, ale také ekonomickým zhodnocením jejího nasazení.

Pro více informací o technologii ice-pigging shlédněte video na internetu:

<https://www.youtube.com/watch?v=HT1DMB9VCPg>

<https://www.youtube.com/watch?v=4UEVBnMkL54>

<https://www.youtube.com/watch?v=uYZXiktse4c>

Jaký vodojem za spotřebišťem ovlivňuje kvalitu vody a jaké jsou možnosti vylepšení

Ing. Lubomír Macek, CSc., MBA,

Aquion, s.r.o., Praha 7, e-mail: lubomir.macek@aquion.cz

Abstrakt

Príspevek se zabývá vlivem vodojemu za spotřebišťem na hydraulické parametry a kvalitu vody v síti. V závislosti na uspořádání situačním a výškovém, vodojem za spotřebišťem může mít kladný vliv na stabilitu tlaku v síti, ovšem prodlužuje dobu zdržení vody v síti a současně dochází k větším změnám směru proudění v síti. V závislosti na uspořádání sítě také mohou vodovodní sítě putovat “kapsy” novější vody střídané vodou starší. Z hlediska vylepšení kvality vody je proto lepší, pokud je to možné, přestavět vodovodní síť tak, aby takový vodojem fungoval jako vodojem před spotřebišťem.

Úvod

Při plánování rozvoje systému zásobování vodou potřebujeme vzít do úvahy všechny možné faktory, které souvisejí se zlepšením funkce vodovodu v souvislosti s jeho rozvojem. Rádi bychom měli systém, který je stabilní, má pozitivní vliv na kvalitu vody I na hydraulické parametry zásobování vodou. Současně je ideální, pokud novým rozvojem – úpravami vodovodní sítě zajistili svému spotřebišťi větší spolehlivost v dodávce vody. Základní schéma zásobování vodu je vodní zdroj – s případnou úpravou vody, a doprava vody do vodojemu a zásobování spotřebišťe vodojemem před spotřebišťem nebo čerpání přímo do sítě.

Rozvoj vodovodů většinou zaměřujeme na plošný rozvoj, tj. zvětšování sítě a připojování dalších zákazníků nebo se zabýváme prostou obnovou jednotlivých vodovodních řadů. Méně se zabýváme rozvojem v rámci již vybudované sítě, zvláště pokud máme pocit, že zásobování vodou funguje. V některých lokalitách byly vybudovány vodovody s vodojemem za spotřebišťem. Vodojem za spotřebišťem přispívá sice k hydraulické stabilitě systému, především ke stabilitě tlakových poměrů, ale ne ke stabilitě co se týká kvality vody. Vodojem za spotřebišťem, kdy část dne probíhá zásobování vody z vodojemu nebo čerpací stanice před spotřebišťem a část dne je spotřebišťe společně napájené z vodojemu za spotřebišťem a zdroje vody před spotřebišťem, přispívá k prodloužení doby zdržení vody ve vodovodu a dochází I k častějším změnám směru proudění vody. Pokud je voda do vodojemu za spotřebišťem dodávána čerpací stanicí podle potřeby s přestávkami, může se v rozvodné síti promíchávat nová a stará voda, eventuálně procházejí potrubní sítí dávky „mladé“ a „staré“ vody.

Prodloužení doby zdržení vody v rozvodné síti může negativně ovlivňovat kvalitu vody. Prodlužuje se čas, kdy je voda uzavřena v potrubí a dobíhají v ní reakce s úpravou vody. V některých případech může docházet díky uspořádání s vodojemem za spotřebišťem k zvyšování teploty dodávané vody. Míchání staré a nové vody v potrubí také může přinášet výskyt nežádoucích reakcí v potrubí. V souvislosti s použitým oxidantem pro dezinfekci a hygienické zabezpečení vody mohou podobné reakce přispět až k téměř úplnému zaplnění potrubí inkrustacemi.

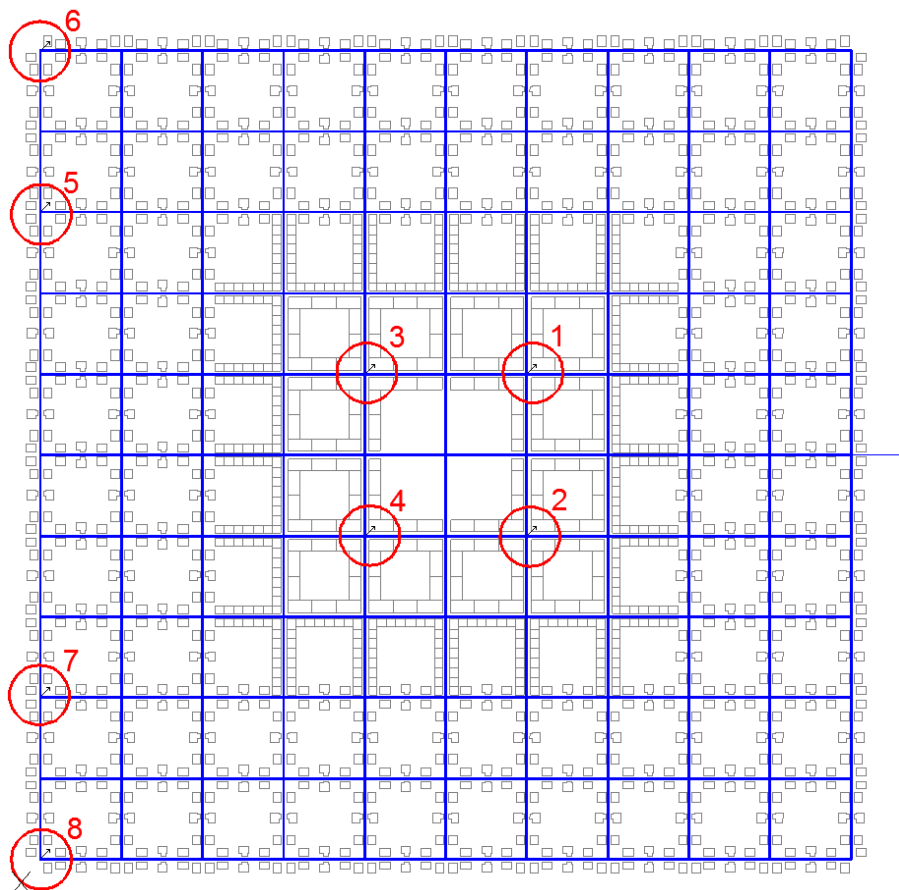
Porovnání funkce vodovodní sítě s vodojemem před a za spotřebištěm

K porovnání funkce vodovodní sítě při uspořádání s vodojemem před spotřebištěm a za spotřebištěm jsme použili náš vzorový model vodovodu, který slouží jako etalon pro analýzy různých variant provozu vodovodní sítě, proplachování apod. Podrobný popis tohoto modelu najdete v časopise Vodní hospodářství – viz Macek, Škripko (2015). Tento model, který představuje idealizované město s pravidelnou čtvercovou sítí ulic, používáme proto, abychom z výsledků modelování odfiltrovali pro daný případ méně podstatné faktory, jako je konfigurace vodovodní sítě podle nepravidelné sítě ulic a výškové poměry. Díky tomu jsou výsledky modelování jasnější a můžeme lépe studovat vliv vybraného faktoru na provoz sítě a její hydraulické parametry a parametry kvality vody.

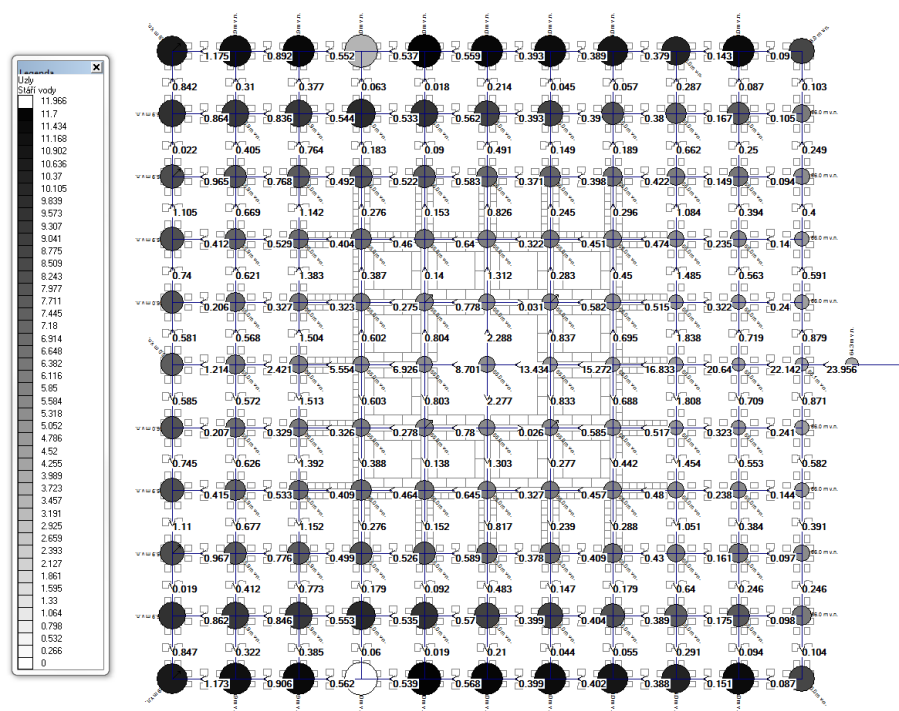
Varianty pro výpočet

Pro analýzu vlivu vodojemu za spotřebištěm na parametry rozvodné sítě jsme použili tři modely: Model podle Macek, Škripko (2015) s přímým zásobováním ze zdrojového vodojemu vpravo – první varianta. Tento model jsme upravili tak, že jsme na hlavní osu modelu přidaly potrubí s vodojemem za spotřebištěm – druhá varianta. Třetí model, který současně představuje jednu z variant přebudování vodovodní sítě s vodojemem za spotřebištěm na vodovodní síť s vodojeme před spotřebištěm má navíc přívadčící řadu z vodojemu před spotřebištěm do vodojemu za spotřebištěm – třetí varianta.

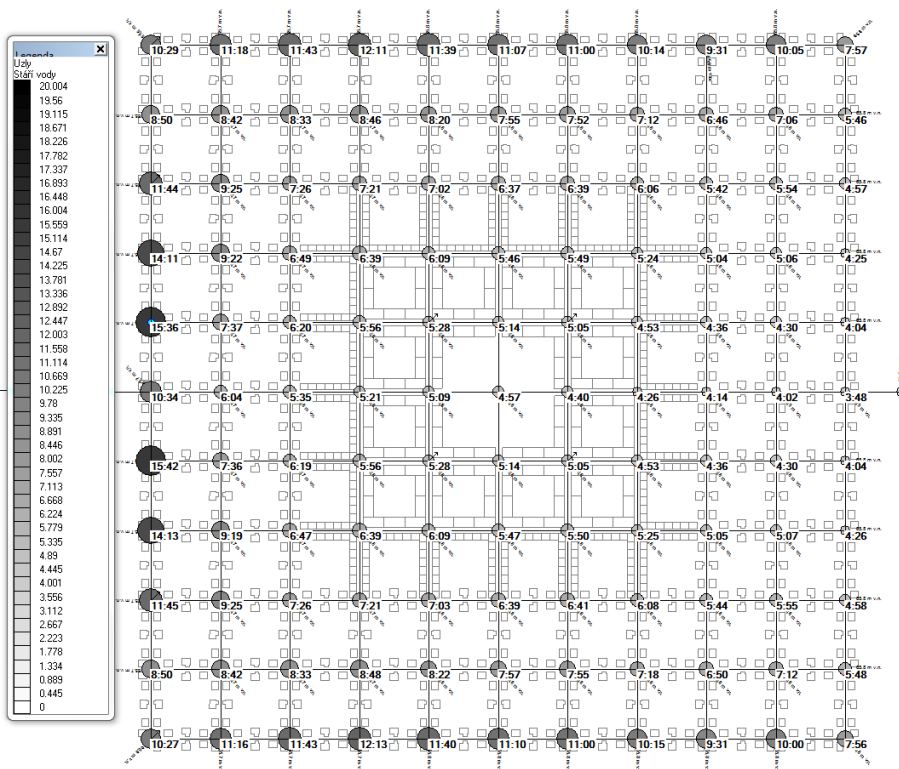
Na **obr. 1** je zobrazena modelová síť, kolečky jsou vyznačeny velkoodběry s konstantním odběrem $1\text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ u odběrných míst 1 až 4 a $2\text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ u odběrných míst 6 až 8



Obr. 2 Stáří vody v původním simulačním modelu vodovodní sítě (Macek, Škripko, 2015), maximální doba zdržení vody je cca 12 hodin.

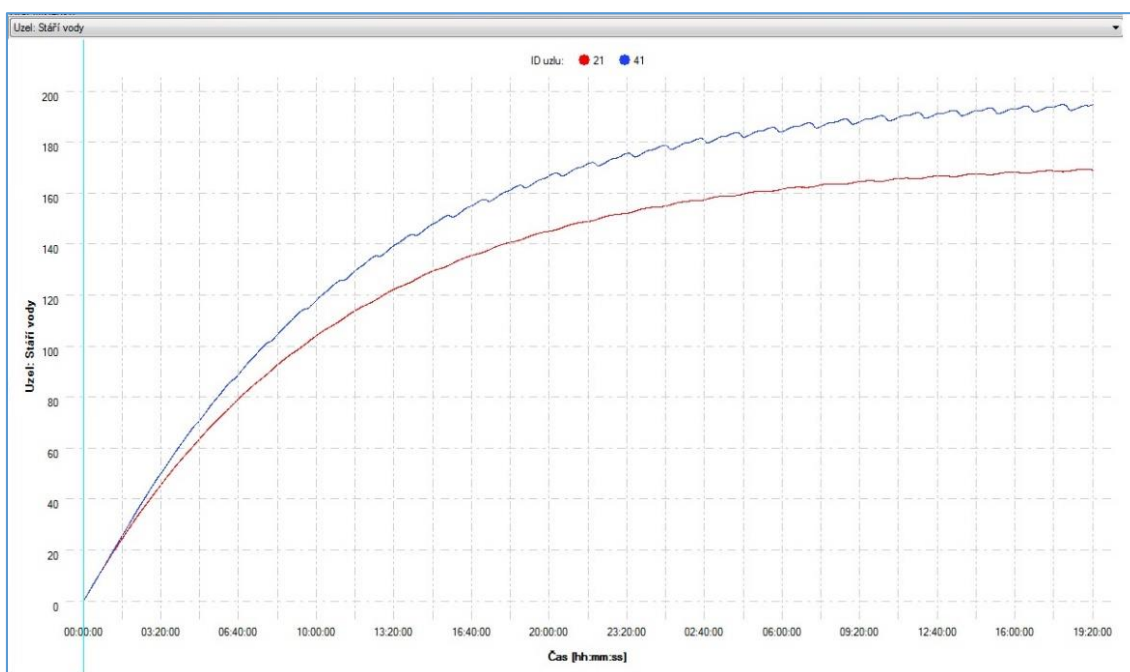


Obr. 3 Stáří vody, vodojem za spotřebištěm. Doby zdržení v tomto okamžiku, kdy voda teče ze zdroje do sítě, odpovídají cca 15,6 hodiny. Ve skutečnosti doba zdržení závisí na poměru využívaného objemu vodojemu za spotřebištěm a odběru z tohoto vodojemu do přilehlých částí sítě. Voda ve vodojemu za spotřebištěm se vymění, pokud by docházelo k pístovému toku, jednou za dva dny.



Vzhledem k omezení software simulačního modelu je každá nádrž nebo vodojem, z kterého vytéká vody, brána jako začátek pro výpočet stáří vody. Ve skutečnosti ale voda po skončení večerní špičky odběru otočí směr proudění v části sítě, přilehlé k vodojemu za spotřebištěm a natéká do tohoto vodojemu. To znamená, že skutečné stáří vody v části sítě přilehlé k vodojemu za spotřebištěm závisí na objemu vody v tomto vodojemu a množství vody spotřebované v přilehlé části potrubí v okamžicích, kdy voda teče z vodojemu za spotřebištěm do sítě.

Obr. 4 Křivka průběhu stáří vody, vodojem za spotřebištěm přebudován na vodojem před spotřebištěm, v nejvzdálenějším místě, pravém horním rohu sítě – horní čára. Spodní čára odpovídá místu ve středu sítě. K ustálení výpočtu stáří došlo po 27 dnech a 20 hodinách.



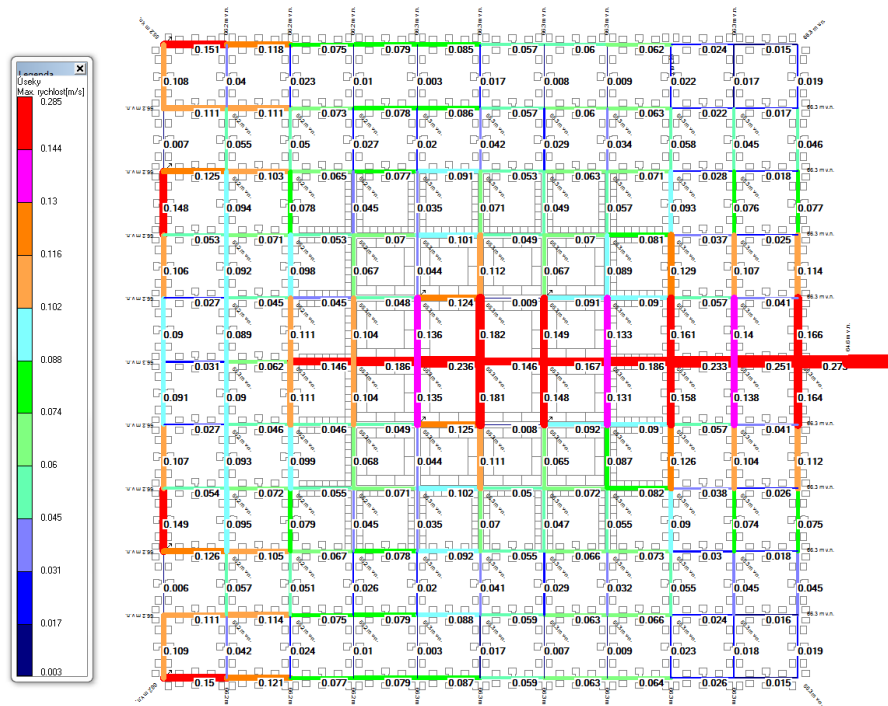
U takto přebudované sítě, kdy se z vodojemu za spotřebištěm stal vodojem před spotřebištěm, dojde k prodloužení doby zdržení vody v celém systému o čas, potřebný pro dopravu vody do vodojemu a zdržení v tomto vodojemu. Vodovodní síť však není ovlivňována vyšší dobou zdržení ve vodojemu za spotřebištěm. Doba zdržení se v nejvzdálenější bodě ustálila na 27 dní a 20 hodin.

Porovnání maximálních rychlostí

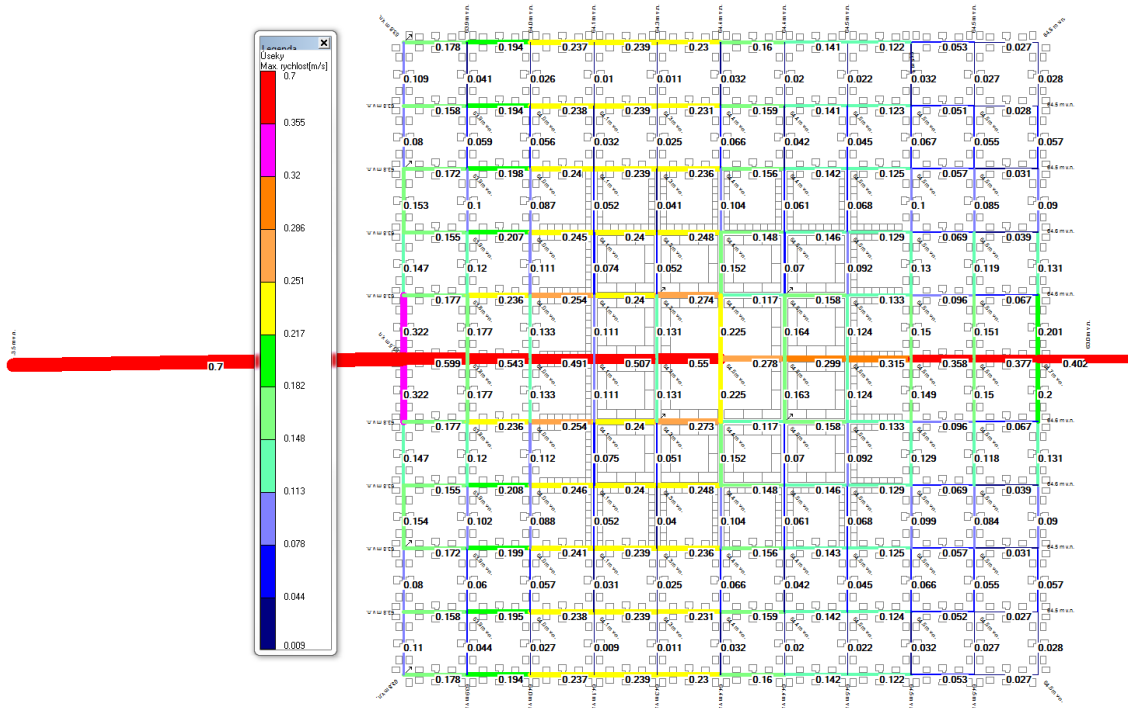
Na obr. 5 jsou zobrazeny maximální rychlosti v potrubí. Jedná se o okamžik odběrové špičky. Na obr. 6. a jsou zobrazeny maximální rychlosti v potrubí ve vodovodní síti s vodojemem za spotřebištěm, kdy dochází k napájení sítě z obou vodojemů. Na obr. 6. b je zobrazena okamžik maximálního průtoku ze zdroje vody do vodojemu za spotřebištěm, což je v okamžik, kdy je dosažena minimální hladina vody ve vodojemu za spotřebištěm. Rychlosti v třetí variantě, s přebudovaným vodojemem, jsou identické s první variantou (viz. obr. 5 a 6), pouze jsou obrácené.

V síti s vodojemem za spotřebištěm dochází pravděpodobně k více změnám směru proudění v potrubí rozvodné sítě.

Obr. 5. Maximální rychlosti v síti, v původním modelu. Nejvyšší rychlosti jsou $0,15 - 0,27 \text{ m.s}^{-1}$ jsou soustředěny okolo hlavní osy spotřebiště a pak v místech, kde jsou velkoodběry.



Obr. 6. Maximální rychlosti v případě vodojemu za spotřebištěm v okamžiku nátok do vodojemu za spotřebištěm po poklesu odběrové špičky. Nejvyšší rychlost je $0,7 \text{ m.s}^{-1}$ na potrubí z vodojemu za spotřebištěm, na hlavní ose kolísá rychlost v závislosti na průměru potrubí od $0,4 - 0,7 \text{ m.s}^{-1}$. Rychlost v síti se pohybuje v rozmezí $0,05 - 0,2 \text{ m.s}^{-1}$. POZOR rozsah legendy je jiný než v předchozím obrázku.



Porovnání stáří vody u jednotlivých variant

V první variantě, napájení sítě rovnou ze zdroje, se nejvyšší stáří vody pohybuje okolo 12 hodin.

V druhé variantě, s vodojemem za spotřebišťem, se nejvyšší stáří v síti objevuje v čase 20:00 a dosahuje 15,6 hodin. V okamžiku, kdy voda proudí do sítě z obou stran, je tento čas o něco nižší, cca 14 hodin a vyskytuje se na čtvrtém uzlu zleva na horním a dolním okraji. Model nezapočítává do doby zdržení vody čas, který voda stráví ve vodojemu za spotřebišťem. Do tohoto vodojemu v modelu přiteče cca 128 m³ vody a voda kolísá v rozmezí 1,54 m s minimální hladinou v úrovni 1,4 m ode dna vodojemu. To znamená, že se při dokonalé výměně vymění voda ve vodojemu zhruba za 2 dny. Otázkou je, jak dochází ke skutečnému stárnutí vody v tomto vodojemu. Při teoretických výpočtech, kdy jsme propojili zdrojový vodojem s vodojemem za spotřebišťem potrubím velmi malého průtočného profilu, abychom ve vodojemu za spotřebišťem simulovat čas, doby zdržení v síti shodné jako v případě bez tohoto propojovacího potrubí. Pouze v tomto vodojemu za spotřebišťem docházelo k postupnému stárnutí vody, stáří se neustálilo ani po 24 týdnech. Otázkou je, zda je to vlastnost pouze výpočetního modelu nebo může voda v koncovém vodojemu opravdu tak stárnout? Myslím, že je to dané uspořádáním simulačního modelu, kdy jsme se pokusili donutit výpočetní jádro, aby počítalo stáří vody ve vodojemu za spotřebišťem nevhodným způsobem.

Ve třetí variantě, kdy je vodojem za spotřebišťem přebudován na vodojem před spotřebišťem a je propojen novým příváděcím řadem na zdrojový vodojem, došlo v nejvzdálenějších částech sítě (horní pravý roh) k ustálení vypočítaného času na hodnotě 27 dní a 20 hodin. Co se týká kolísání hladiny, a výměně vody za dokonalého míchání, je podobné jako v předchozím případě.

Závěr

Pokud je to možné, je vhodné zvážit, zda je možné vodojem za spotřebišťem přebudovat tak, aby fungoval jako vodojem za spotřebišťem. Při tom můžeme pro zvýšení spolehlivosti zachovat i možnost jeho původního napojení v případě potřeby. Díky tomu dojde ke stabilizaci funkce rozvodné vodovodní sítě, nebude docházet k tolika změnám směru proudění. Současně dojde ke zkrácení doby zdržení vody v síti. Na příkladech vzorového modelu vodovodní sítě jsme se pokusili ukázat vliv vodojemu za spotřebišťem na vybrané parametry zásobování vodou – stáří vody a rychlosti.

V případě pokusu spočítat pomocí simulačního modelu stáří vody ve vodojemu za spotřebišťem, aby nepředstavoval začátek výpočtu s nulovou dobou zdržení, je třeba hledat vhodnější způsob konfigurace simulačního modelu pro tento výpočet.

Literatura

Macek, L. a Škripko, J. (2015): Jak nejlépe proplachovat vodovodní rozvodné sítě. Vodní hospodářství, 2015/7.



Jako, s. r. o.

Družstevní 72, 250 65 Líbeznice

tel.: 283 980 128, 603 416 043, fax: 283 980 127

e-mail: jako@jako.cz, <http://www.jako.cz>

Zastoupení firem:

**Chemviron Carbon
Evers**

USA/Belgie
Německo

**aktivní uhlí,
antracit, aktivní koks (hydroantracit)
PVD – dolomit, granulovaný hydroxid
železitý, oxid mangančitý, zeolity
UV-dezinfekce**

Wallace & Tiernan

Německo

Jako, s. r. o., je česká obchodní a distribuční firma. Na českém a slovenském trhu zastupujeme:

Chemviron Carbon, evropskou pobočku americké Calgon Carbon Corporation, výrobce aktivního uhlí.

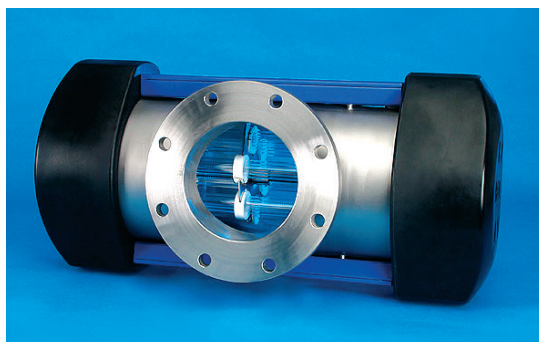
Pro úpravu pitných vod se používají prášková **aktivní uhlí** řady **Pulsorb** a granulovaná aktivní uhlí řady **FILTRASORB** a **CARBSORB**. Tato aktivní uhlí jsou vhodná pro zlepšování organoleptických vlastností, odstraňování organických látek, konverzi pískových filtrů a pro dechloraci či katalytický rozklad ozónu, chlórdioxidu.

Granulovaná aktivní uhlí lze po vyčerpání sorpčních vlastností termicky **reaktivovat** ve výrobním závodě Chemviron Carbon při zachování sorpčních vlastností a výrazně nižší ceně ve srovnání s cenou nového aktivního uhlí, a to včetně dopravy.

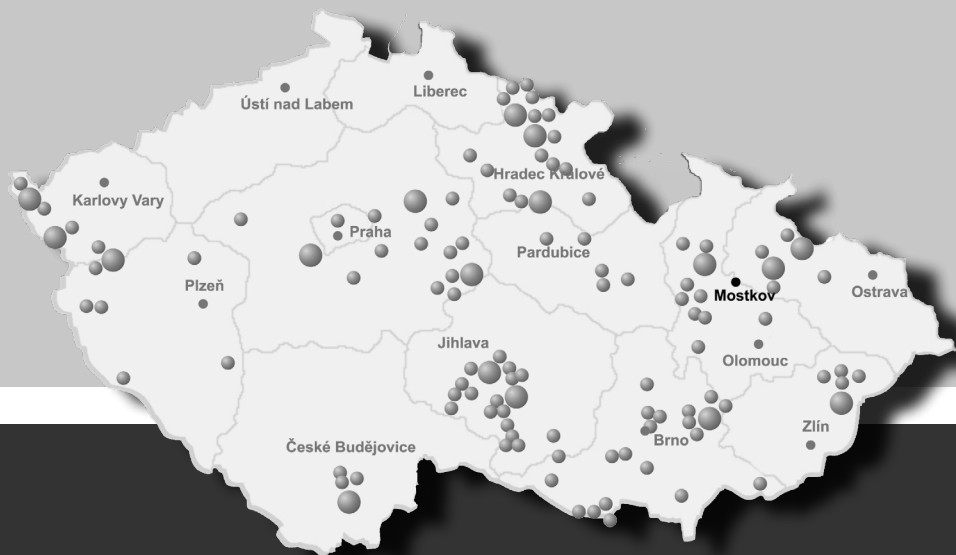
EVERS e.K., německého výrobce **antracitu, aktivního koksu (hydroantracitu), polovypáleného dolomitu (PVD), uhličitanu vápenatého, hydroxidu železitého** pro odstraňování arsenu a fosforečnanů, **oxidu manganitého v kombinaci a antracitem** pro odstraňování manganu a železa, **zeolitů** a dalších modifikovaných filtračních náplní. Tyto materiály se používají zejména pro zvýšení filtrační kapacity pískových filtrů, odkyselování, odstraňování železa, manganu, arsenu, fosforečnanů a dalších prvků.

Wallace & Tiernan, německého výrobce zařízení pro dezinfekci pitných, odpadních a průmyslových vod UV-zářením (nízkotlaké monochromatické a středotlaké polychromatické UV-lampy). Pro úpravu vod se používají tato zařízení:

UV Barrier A



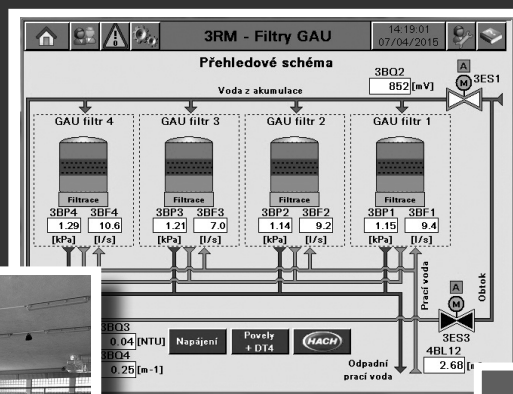
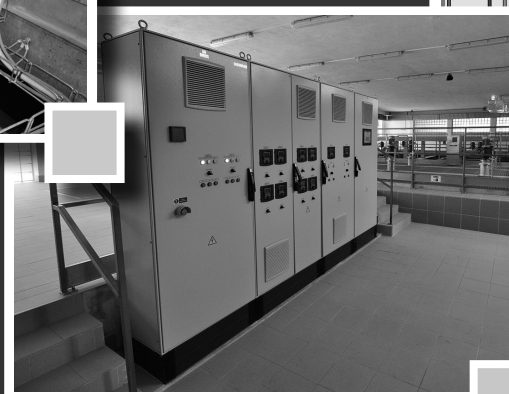
UV Barrier M



- **Dispečerský systém pro vodárenství**
- **Zpracování projektové dokumentace**
- **Kompletní dodávka řídicího systému**
- **Dodávka motorické elektroinstalace**
- **Realizace na více než 2500 objektech**



ÚV Hradec Králové



GDF spol s. r. o., Mostkov 28
788 01 Oskava

tel.: 583 301 811 ● gdf@gdf.cz ● www.gdf.cz

VÍCESTUPŇOVÁ ODSTŘEDIVÁ ČERPADLA A SYSTÉMY

Grundfos dodává vícestupňová čerpadla pro použití ve vodohospodářství, kdy se požaduje vysoká dopravní výška vzhledem k průtoku. Naše čerpadla CR jsou jedny z nejužnavanějších a nejúspěšnějších výrobků a přestavují srdce našeho systému pro zvyšování tlaku.

PONORNÁ ČERPADLA

Grundfos je celosvětová jednička na trhu ponorných čerpadel pro čerpání podzemní vody s perfektní kombinací čerpadla, motoru a ochrany motoru s možností monitorování a řízení pro optimalizaci soustavy. Grundfos je jedním z největších výrobců vysoce kvalitních ponorných motorů na světě. Naše motory jsou optimalizované pro hydrauliku a požadovaný provozní bod čerpadel SP a SQ.

be
think
innovate

GRUNDFOS

Člen
VAG-Group



Špičkové armatury pro všechny aplikace



NEJEN VODĚ UDÁVÁME SMĚR

Jihomoravská armaturka spol. s r.o.
www.jmahod.cz | sales-cz@vag-group.com



technologie pro život



HAWLE-**E1** CZ

Měkčetěsnicí přírubové šoupátko

- pitná a neagresivní odpadní voda
- DN 50 - DN 300
- plnopřítokový profil
- minimální uzavírací momenty
- spojovací šrouby z nerezové oceli
- klín s navulkanizovanou antibakteriální pryží
- vřetenem upevněno v těle bajonetovým uzávěrem
- celoplošná epoxidová povrchová úprava dle GSK
- šoupátko dle EN 1074-1 a 1074-2
- vrtání přírub dle EN 1092-2 | PN 10, PN 16



HAWLE. **MADE FOR GENERATIONS.**

DISA s.r.o.
Barvy 784/1 | 638 00 Brno

☎ 548 141 211 ☎ 545 222 706
www.disa.cz | info@disa.cz



PROJEKTOVÁ, INŽENÝRSKÁ A PORADENSKÁ ČINNOST

ZBOROVSKÁ 583, 753 01 HRANICE, tel. - spojovatelka: 581 675 211
<http://www.voding.cz>, e-mail: voding@voding.cz

VODING HRANICE, spol. s r. o. je projektově inženýrská společnost vycházející z více než stoleté tradice přípravy a realizace vodohospodářských staveb v Hranicích, městě, které je dodnes centrem vodárenství v České republice. Vždyť první vodovody v Rakousku - Uhersku byly připravovány v Hranicích a odtud stavěny po celém tehdejší 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. Společnost VODING HRANICE vznikla 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. Pravděpodobně největší stavbou 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 zaměřil zejména na projektování úpraven vody. V období posledních cca 15 let se jednalo o tyto významné úpravní vody: Bzenec, Černovír, Hamry, Hosov, Hradec Králové, Hrdibořice, Karolinka, Klečůvka, Knežpole, Koryčany, Kouty nad Desnou, Krnov, Kroměříž, Lednice, Leskovec, Lhota u Vyškova, Nová Říše, Ostrožská Nová Ves, Rožnov pod Radhoštěm, Seč, Štítina nad Vlčí, Těmice, Tlumačov, Troubky nad Bečvou a další.

Společnost VODING HRANICE je profesně vybavena tak, že může zabezpečovat i nejsložitější projekty ve všech profesích vlastními pracovníky. Je vybavena pro činnost hlavního projektanta a dále může nabídnout komplexně, tj. včetně zpracování studie, investičního záměru, dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby, dokumentace pro stavební povolení, dokumentace pro provádění stavby včetně výkonu autorského dozoru, vedení zkušebního provozu, závěrečného vyhodnocení stavby a provozního řádu. Současně VODING HRANICE nabízí rovněž komplexní inženýrskou činnost ve všech stupních projektové přípravy staveb.



MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ

MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s., je provozovatelem vodohospodářské infrastruktury pro města, obce a průmyslové podniky v okresech **Olomouc, Prostějov a Zlín**. Hlavní činností společnosti je úprava a dodávka pitné vody, odkanalizování a čištění odpadních vod. Svým zákazníkům nabízí také řadu dalších služeb, např. průzkum a měření na stokové síti, laboratorní analýzy, realizaci přípojek, vyhledávání skrytých poruch, deratizace a další.

MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s.

Tovární 41, 779 00 Olomouc

Zákaznická linka 840 668 668

www.smv.cz (E) smv@smv.cz